



# Relatório da Pegada de Carbono do Porto de Itaqui

Setembro/2024

## ÍNDICE

<b>RESUMO EXECUTIVO</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>2. DESCRIÇÃO DO PORTO DO ITAQUI</b>	<b>8</b>
2.1. VISÃO GERAL	8
2.2. LOCALIZAÇÃO	8
2.3. INFRAESTRUTURA E CONEXÕES	9
2.4. SERVIÇOS E SUSTENTABILIDADE	9
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>11</b>
3.1. PERÍODO DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE	11
3.2. LIMITES ORGANIZACIONAIS	11
3.3. LIMITES OPERACIONAIS	11
3.3.1. ESCOPO 1: EMISSÕES DIRETAS	12
3.3.2. ESCOPO 2: EMISSÕES INDIRETAS ASSOCIADAS A ELETRICIDADE	12
3.3.3. ESCOPO 3: OUTRAS EMISSÕES INDIRETAS	12
3.3.3.1. NAVIOS	12
3.3.3.2. REBOCADORES	18
3.3.3.3. TERMINAIS	19
3.3.3.4. CAMINHÕES	20
3.3.3.5. FERROVIAS	20
3.4. FATORES DE EMISSÃO	20
3.5. EXCLUSÕES	21
<b>4. PEGADA DE CARBONO (2022) DO PORTO DO ITAQUI</b>	<b>22</b>
4.1. RESULTADOS DO ESCOPO 1	22
4.2. RESULTADOS DO ESCOPO 2	24
4.3. RESULTADOS DO ESCOPO 3	24
4.3.1. PEGADA DE CARBONO DOS NAVIOS	24
4.3.2. ATRACAÇÃO	24
4.3.3. FUNDEIO	26
4.3.4. MANOBRA	27
4.3.5. NAVEGAÇÃO	27
4.3.6. TOTAL NAVIOS	28
4.3.7. PEGADA DE CARBONO DOS REBOCADORES	29
4.3.8. PEGADA DE CARBONOS DOS ARRENDATÁRIOS E OPERADORES	30
4.3.9. PEGADA DE CARBONO DOS CAMINHÕES	32
4.3.10. PEGADA DE CARBONO DE FERROVIAS	32
4.4. EMISSÕES TOTAIS DE GEE	33
4.4.1. VALORES ABSOLUTOS	33
4.4.2. VALORES RELATIVOS (POR INDICADOR)	38
<b>5. INCERTEZA</b>	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>40</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1 - Localización Porto do Itaquí.....	8
Figura 2 - Infraestructura de Acostagem do Porto do Itaquí.....	13
Figura 3 - Tempo de Atracação dos Navios.....	14
Figura 4 - Região de interesse do sistema VTMS. ....	15
Figura 5 - Canal de acesso ao Porto do Itaquí e TUPs adjacentes. ....	16
Figura 6 - Tempo de fundeio dos navios. ....	17
Figura 7 - Movimentação de carga. ....	19
Figura 8 - Emissões do Escopo 1 por área (tCO <sub>2</sub> eq).....	23
Figura 9 - Emissões do Escopo 1 por fonte. ....	23
Figura 10 - Emissões KtCO <sub>2</sub> eq na Atracação por Carga.....	25
Figura 11 - Emissões KtCO <sub>2</sub> eq na Atracação por Cais. ....	26
Figura 12 - Emissões KtCO <sub>2</sub> eq em zona de fundeio. ....	27
Figura 13 - Emissões KtCO <sub>2</sub> eq. ....	28
Figura 14 - Valores de eficiência energética. ....	29
Figura 15 - Consumo anual de Óleo Diesel Marítimo. ....	29
Figura 16 - Emissões dos terminais por carga.....	30
Figura 17 - Emissões de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> eq) por tipo de carga.....	30
Figura 18 - Índice de emissões. ....	31
Figura 19 - Emissão por Operador. ....	31
Figura 20 - Emissões totais de GEE por operador.....	32
Figura 21 - Emissões de GEE das Ferrovias por Operador. ....	33
Figura 22 - Pegada de carbono por escopo.....	35
Figura 23 - Pegada de carbono tCO <sub>2</sub> eq/área. ....	36
Figura 24 - Pegada de carbono tCO <sub>2</sub> eq/área.....	38

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos berços do cais do Porto do Itaquí. ....	13
Tabela 2 - Número de manobras. ....	18
Tabela 3 - Consumos. ....	19
Tabela 4 - Fatores de Emissão.....	21
Tabela 5 - Potencial de Aquecimento Global.....	21
Tabela 6 - Emissões do Escopo 1.....	22
Tabela 7 - Emissões do Escopo 2.....	24
Tabela 8 - Emissões KtCO <sub>2</sub> eq.....	25
Tabela 9 - Emissões KtCO <sub>2</sub> eq em zona de fundeio. ....	26
Tabela 10 - Emissões KtCO <sub>2</sub> eq em Manobra.....	27
Tabela 11 - Emissões KtCO <sub>2</sub> eq em Navegação.....	27
Tabela 12 - Emissões KtCO <sub>2</sub> eq.....	28
Tabela 13 - Pegada de carbono do Porto do Itaquí 2022. ....	34
Tabela 14 - Pegada de carbono tCO <sub>2</sub> eq. ....	35
Tabela 15 - Pegada de carbono sem fundeio e manobra. ....	37
Tabela 16 - Pegada de carbono tCO <sub>2</sub> eq.....	38

## LISTA DE TERMOS

SIGLA	DESCRIÇÃO
CH <sub>4</sub>	Metano
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
EMAP	Empresa Maranhense de Administração Portuária
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs of the Government of the United Kingdom (Departamento de Meio Ambiente, Alimentação e Assuntos Rurais)
GEE	Gases de Efeito Estufa
GWP	<i>Global Warming Potential</i> (Potencial de Aquecimento Global)
HFCs	Hidrofluorcarbonetos
IMO	International Maritime Organization (Organização Marítima Internacional)
K	Quilo
kt CO <sub>2</sub> eq	Quilo/tonelada dióxido de carbono equivalente
MDO	Marine Diesel Oil (Óleo Diesel Marítimo)
NF <sub>3</sub>	Trifluoreto de Nitrogênio
N <sub>2</sub> O	Óxido Nitroso
PC	Pegada de carbono de uma atividade
PDZ	Plano de Desenvolvimento e Zoneamento
PFCS	Hexafluoreto de Enxofre
t	Toneladas
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development (Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável)
WRI	World Resources Institute (Instituto de Recursos Mundiais)
VTMIS	Auxílio eletrônico à navegação, com capacidade de monitoramento ativo da movimentação aquaviária.
ZI 3	Zona Industrial 3

## RESUMO EXECUTIVO

Este relatório apresenta os resultados do cálculo da pegada de carbono do Porto do Itaquí para o ano base 2022, constituindo o Entregável 2 do projeto, conforme o contrato nº 059/2023/00-EMAP. A análise foi conduzida seguindo as diretrizes estabelecidas no Plano de Trabalho e Descrição Metodológica previamente definidos.

O cálculo da pegada de carbono foi realizado com base nos dados operacionais e de consumo de energia do Porto do Itaquí, abrangendo as emissões diretas e indiretas de gases de efeito estufa (GEE). As principais fontes de emissões incluíram a combustão de combustíveis fósseis em maquinaria e veículos portuários, consumo de eletricidade e outras atividades relacionadas às operações portuárias.

Os resultados indicam que, para o ano base 2022, o Porto do Itaquí emitiu um total de 189.225,41 tCO<sub>2</sub>eq. As emissões diretas (Escopo 1) representaram 0,3% do total, enquanto as emissões indiretas associadas a eletricidade (Escopo 2) e outras emissões indiretas (Escopo 3) corresponderam a 0,1% e 99,6%, respectivamente. Embora as emissões dos Escopos 1 e 2 correspondam às atividades da EMAP, o Escopo 3 considera navios, rebocadores, terminais, caminhões e ferrovias. Neste caso, destaca-se principalmente a atividade dos navios, representando 87,8% da pegada de carbono do Porto de Itaquí, principalmente as atividades de fundeio e cais. A pedido da EMAP, foi realizado adicionalmente o cálculo sem levar em conta as atividades de fundeio e manobra, resultando na pegada de carbono do Porto de Itaquí em 87.904,94 tCO<sub>2</sub>eq.

Este estudo fornece uma base sólida para a implementação de estratégias de redução de emissões e melhoria da eficiência energética no Porto do Itaquí, alinhando-se com os objetivos globais de sustentabilidade e mitigação das mudanças climáticas.

# 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o cálculo da pegada de carbono tornou-se fundamental devido à crescente preocupação com as mudanças climáticas. Calcular as emissões de gases de efeito estufa geradas por uma organização no decorrer de suas atividades proporciona benefícios ao identificar áreas de melhoria na eficiência energética e na otimização de processos, o que, por sua vez, pode levar à redução de custos e melhorar a reputação corporativa, podendo gerar oportunidades de negócios.

O presente relatório visa apresentar o cálculo da pegada de carbono do Porto do Itaquí, abordando as emissões de gases de efeito estufa (GEE) de acordo com os escopos 1, 2 e 3, conforme definido pelo GHG Protocol. 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 a eletricidade
- **Escopo 3:** Outras Emissões Indiretas

A análise abrangente das emissões de GEE nos escopos 1, 2 e 3 permite identificar as principais fontes de emissões e implementar estratégias específicas para reduzir a pegada de carbono do Porto do Itaquí. Este relatório detalha os métodos de cálculo utilizados e os resultados obtidos.

## 2. DESCRIÇÃO DO PORTO DO ITAQUI

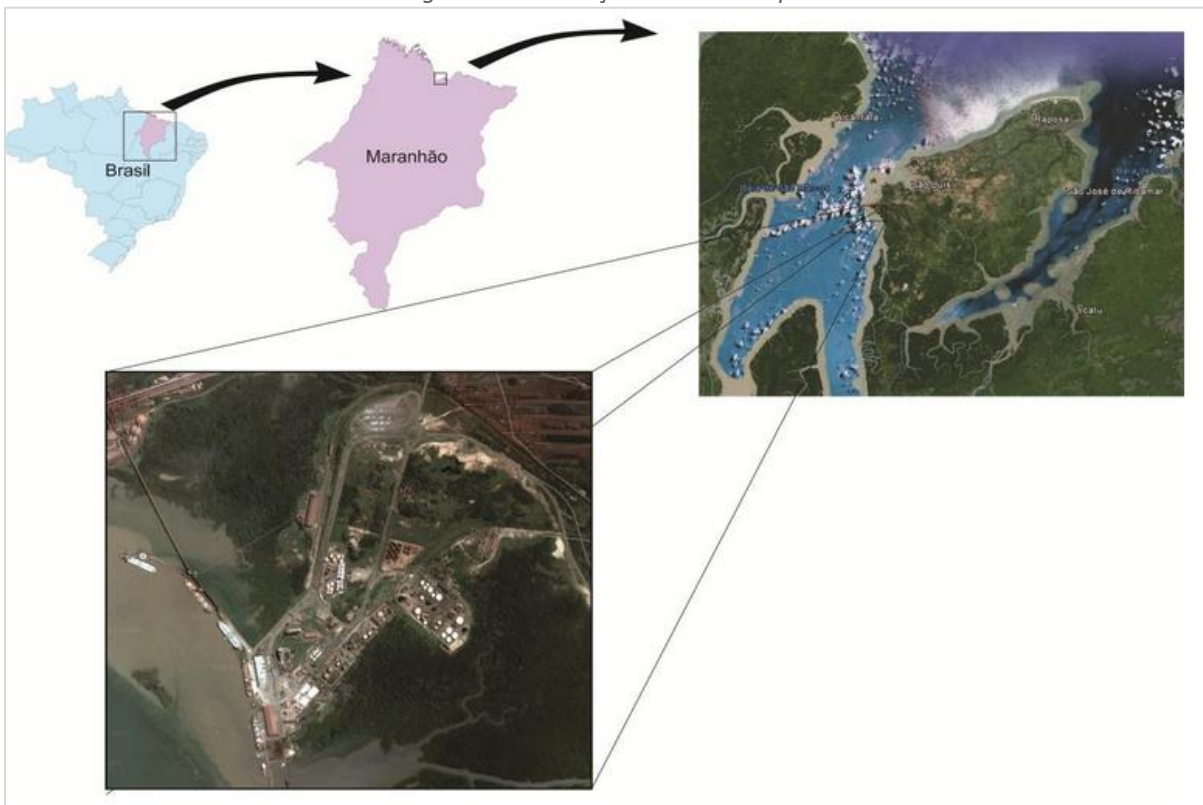
### 2.1. VISÃO GERAL

O Porto do Itaqui, localizado em São Luís, no estado do Maranhão, é um dos principais portos do Brasil e possui uma infraestrutura moderna e estratégica, voltada para a movimentação de diversos tipos de cargas. Administrado pela Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP), o Porto do Itaqui desempenha um papel crucial no comércio exterior brasileiro, sendo uma porta de entrada e saída para produtos agrícolas, minerais, combustíveis e outras mercadorias.

### 2.2. LOCALIZAÇÃO

A poligonal do Porto do Itaqui limita-se com o Distrito Industrial na região do Itaqui, no litoral oeste da Ilha (Baía de São Marcos), a 11 km do centro da cidade. O espaço ocupado pela EMAP ocupa uma área superficial de 5.100.000 m<sup>2</sup>. O Porto do Itaqui localiza-se entre os paralelos 02°34'S e 02°36'S e os meridianos 44°21'W e 44°24'W, próximo ao limite entre as regiões Nordeste e Norte do País.

Figura 1 - Localização Porto do Itaqui.



Fonte: EMAP.



## 2.3. INFRAESTRUTURA E CONEXÕES

---

O Porto do Itaqui está inserido no módulo “G” da ZI-3 (Zona Industrial 3) do município de São Luís, conforme Leis Municipais nº 3.253 de 29/12/92 e 4.669/2006, que dispõem sobre o uso e ocupação do solo, e o Plano Diretor Municipal. O Porto público do Itaqui, juntamente com os terminais privados da Ponta da Madeira (Vale) e o Porto da Alumar, integra o Complexo Portuário do Itaqui, o maior complexo portuário da América Latina em movimentação de cargas.

Sua posição geográfica, próxima de importantes mercados como o norte-americano e o europeu, reduz em até 6 dias o percurso em relação aos portos do Sul e Sudeste do país. A EMAP também administra os Terminais de Ferryboat da Ponta da Espera e do Cujupe, que facilitam a travessia da Baía de São Marcos.

O Porto do Itaqui dispõe de uma infraestrutura robusta, que inclui:

- **Terminais de Carga:** Diversos terminais especializados na movimentação de grãos, combustíveis, fertilizantes, celulose, carvão e outras cargas.
- **Berços de Atracação:** Múltiplos berços que atendem a navios de grande porte, com capacidade para receber embarcações de até 210 mil toneladas de porte bruto.
- **Armazéns e Silos:** Instalações de armazenamento modernas, incluindo silos para grãos e tanques para combustíveis.
- **Equipamentos de Movimentação:** Guindastes, correias transportadoras e outros equipamentos avançados para garantir a eficiência na carga e descarga de mercadorias.
- **Ferrovias e Rodovias:** Conectividade com redes ferroviárias e rodoviárias que facilitam o transporte de cargas para o interior do Brasil e outros países sul-americanos.

## 2.4. SERVIÇOS E SUSTENTABILIDADE

---

O Porto do Itaqui oferece uma ampla gama de serviços para seus usuários, incluindo:

- **Serviços de Rebocagem:** Assistência para manobras de atracação e desatracação.
- **Serviços de Praticagem:** Orientação para a navegação segura dos navios dentro da área portuária.
- **Serviços de Armazenagem:** Opções de armazenamento temporário e longo prazo para diversas cargas.
- **Serviços Aduaneiros:** Facilitação de procedimentos alfandegários para importação e exportação.

O Porto do Itaquí é comprometido com práticas de sustentabilidade e responsabilidade ambiental. A administração portuária implementa medidas para minimizar o impacto ambiental das operações, incluindo programas de monitoramento da qualidade da água e do ar, gerenciamento de resíduos e iniciativas de redução de emissões de gases de efeito estufa.

## 3. METODOLOGIA

O cálculo da pegada de carbono de 2022 do Porto do Itaquí foi realizado seguindo a metodologia do "The Greenhouse Gas Protocol - A Corporate Accounting and Reporting Standard", uma iniciativa mais conhecida como GHG Protocol, desenvolvida pelo World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) e pelo World Resources Institute (WRI). 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 (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), Hidrofluorcarbonetos (HFCs), Perfluorcarbonetos (PFCs), Hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) e Trifluoreto de nitrogênio (NF<sub>3</sub>).

### 3.1. PERÍODO DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE

---

A pegada de carbono do Porto do Itaquí apresentada neste relatório corresponde ao ano de 2022. Especificamente, abrange as emissões relacionadas às atividades do Porto do Itaquí de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2022.

2022 é o primeiro ano em que a pegada de carbono do Porto de Itaquí 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 EMAP - Porto do Itaquí.

Dessa forma, o inventário de GEE de 2022 inclui todas as emissões relacionadas ao consumo próprio da EMAP, bem como aquelas das atividades realizadas no Porto do Itaquí pelas empresas localizadas dentro dos limites do porto, conforme classificação do GHG Protocol e da Guia de Portos do 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 (GEE) do Porto do Itaquí. 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 GEE provenientes de fontes que são de propriedade ou controladas por EMAP. As categorias incluídas no escopo 1 são:

- **Fontes Fixas:** Emissões provenientes da combustão de Diesel S10 em geradores e outros equipamentos estacionários.
- **Fontes Móveis:** Emissões provenientes da combustão de combustíveis em veículos operacionais. Inclui gasolina, álcool/etanol e Diesel S10 utilizados em caminhões, empilhadeiras e outros veículos.
- **Gases Refrigerantes:** Emissões fugitivas de gases refrigerantes como R-410 e R-22 utilizados em sistemas de refrigeração e ar-condicionado.
- **Extintores:** Emissões associadas ao uso de CO<sub>2</sub> em sistemas de combate a incêndio.

### 3.3.2. Escopo 2: Emissões Indiretas Associadas a Eletricidade

As emissões indiretas associadas ao consumo de eletricidade incluem todas as emissões de GEE resultantes de eletricidade adquirida e consumida por EMAP. As categorias incluídas no escopo 2 são:

- **Eletricidade Convencional:** Emissões de GEE associadas ao consumo de eletricidade proveniente da rede elétrica local, utilizada para iluminação.

### 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 do Itaquí, mas que não são diretamente controladas pela administração portuária. As categorias incluídas no escopo 3 são:

#### 3.3.3.1. Navios

Inclui as emissões associadas às operações de atracação, fundeio, manobra e navegação dos navios que utilizam o porto.

##### 1. Atracação

O Porto do Itaquí possui nove berços de atracação, cada um deles com características específicas para atender diferentes tipos de cargas. A seguir, detalhamos as informações disponíveis sobre a utilização de cada berço:

- **Berços 104, 106 e 108:** Especializados em graneis líquidos, esses berços são equipados para manusear produtos como petróleo e derivados, químicos e outros líquidos a granel.

- **Demais berços (101, 102, 103, 105, 107 e 109):** São berços multipropósito, capazes de receber tanto graneis sólidos quanto cargas gerais. Essas instalações versáteis permitem o manejo eficiente de diversos tipos de carga, incluindo commodities agrícolas, minerais, contêineres e produtos manufaturados.

Esta divisão de berços permite ao Porto do Itaqui otimizar suas operações, garantindo a segurança e eficiência no manuseio de diferentes tipos de carga, além de atender às demandas específicas de cada tipo de operação portuária.

*Tabela 1 - Características dos berços do cais do Porto do Itaqui.*

Berço	Ano de início das operações	Comprimento (m)	Profundidade (m)	Calado máximo autorizado (m)	Estado de conservação	Destinação operacional
100	2012	320	15	14,5	Regular	Granel sólido e carga geral
101	1972	223	12	11,5	Bom	Granel sólido e carga geral
102	1972	223	12	11,5	Regular	Granel sólido, granel líquido e carga geral
103	1976	270	15	14,5	Regular	Granel sólido e carga geral
104	1994	200	13	12,5	Regular	Granel líquido
105	1994	280	18	17,5	Regular	Granel sólido e carga geral
106	1999	340	19	18,5	Regular	Granel líquido
108	2018	300	15	14,5	Bom	Granel líquido

*Fonte: Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ).*

*Figura 2 - Infraestrutura de Acostagem do Porto do Itaqui.*



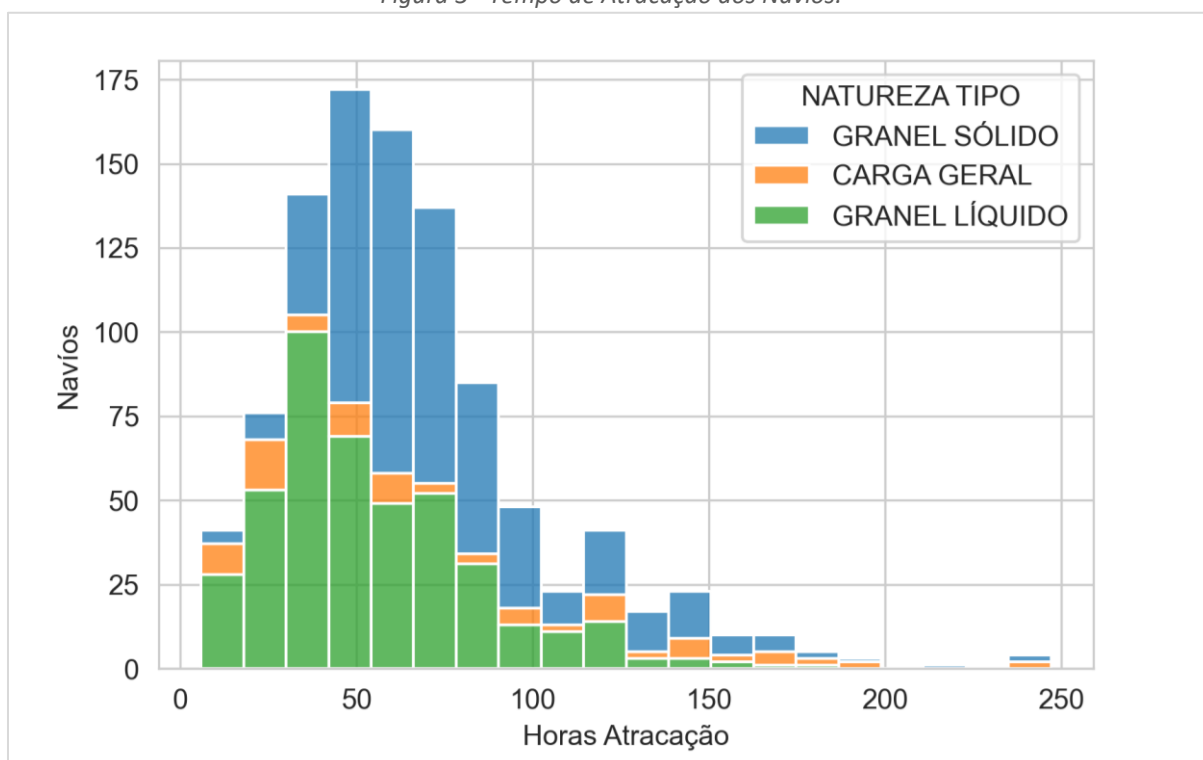
*Fonte: LabTrans/UFSC (2017).*

O gráfico a seguir apresenta a distribuição do tempo de atracação em horas dos navios no Porto do Itaquí, segmentado por tipo de carga: granel sólido, carga geral e granel líquido. Esta análise é fundamental para entender o tempo médio que cada tipo de embarcação permanece atracada, permitindo otimizar as operações portuárias e melhorar a eficiência logística.

- **Granel Sólido (azul):** Representa a maior parte das atracações, com a maioria dos navios permanecendo entre 20 e 80 horas no porto. Este dado reflete a intensidade das operações de descarga e movimentação de commodities como grãos e minerais.
- **Carga Geral (laranja):** Mostra uma distribuição mais equilibrada de tempo de atracação, com um número significativo de navios permanecendo entre 20 e 60 horas. Isso inclui uma variedade de produtos manufaturados e contêineres, que demandam diferentes níveis de manuseio e armazenamento.
- **Granel Líquido (verde):** Apresenta uma distribuição ampla, com muitos navios atracados por menos de 50 horas, mas alguns permanecendo até 150 horas ou mais. Esse padrão está associado à complexidade das operações de carga e descarga de líquidos, como petróleo e produtos químicos.

Este gráfico é essencial para identificar padrões e gargalos nas operações portuárias, auxiliando na tomada de decisões para melhorar a eficiência e reduzir o tempo de espera dos navios.

Figura 3 - Tempo de Atracação dos Navios.

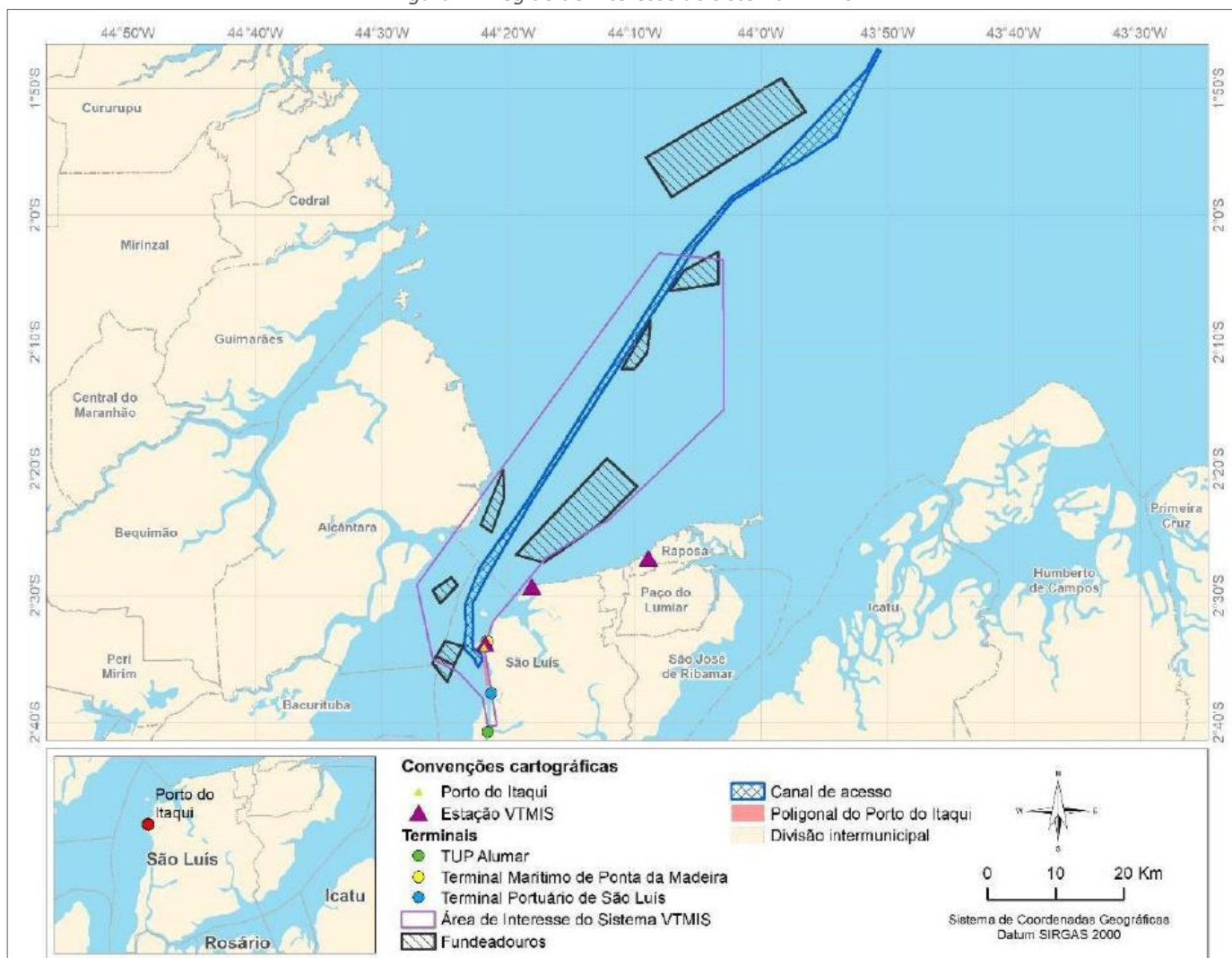


Fonte: Fundación Valenciaport.

## 2. Fundeio

Existem até oito áreas de fundeio perfeitamente delimitadas, e cada uma tem uma função específica. As oito se encontram na rota de um “canal de acesso” que comunica os cais com as zonas de fundeio mais distantes (1, 2 e 3). As zonas 4 a 8 são as que se encontram na entrada do porto. Como referência, pode-se ver o documento “pdz-itaqui”. A velocidade de navegação recomendada no canal de acesso é de 8 nós (14,8 km/h).

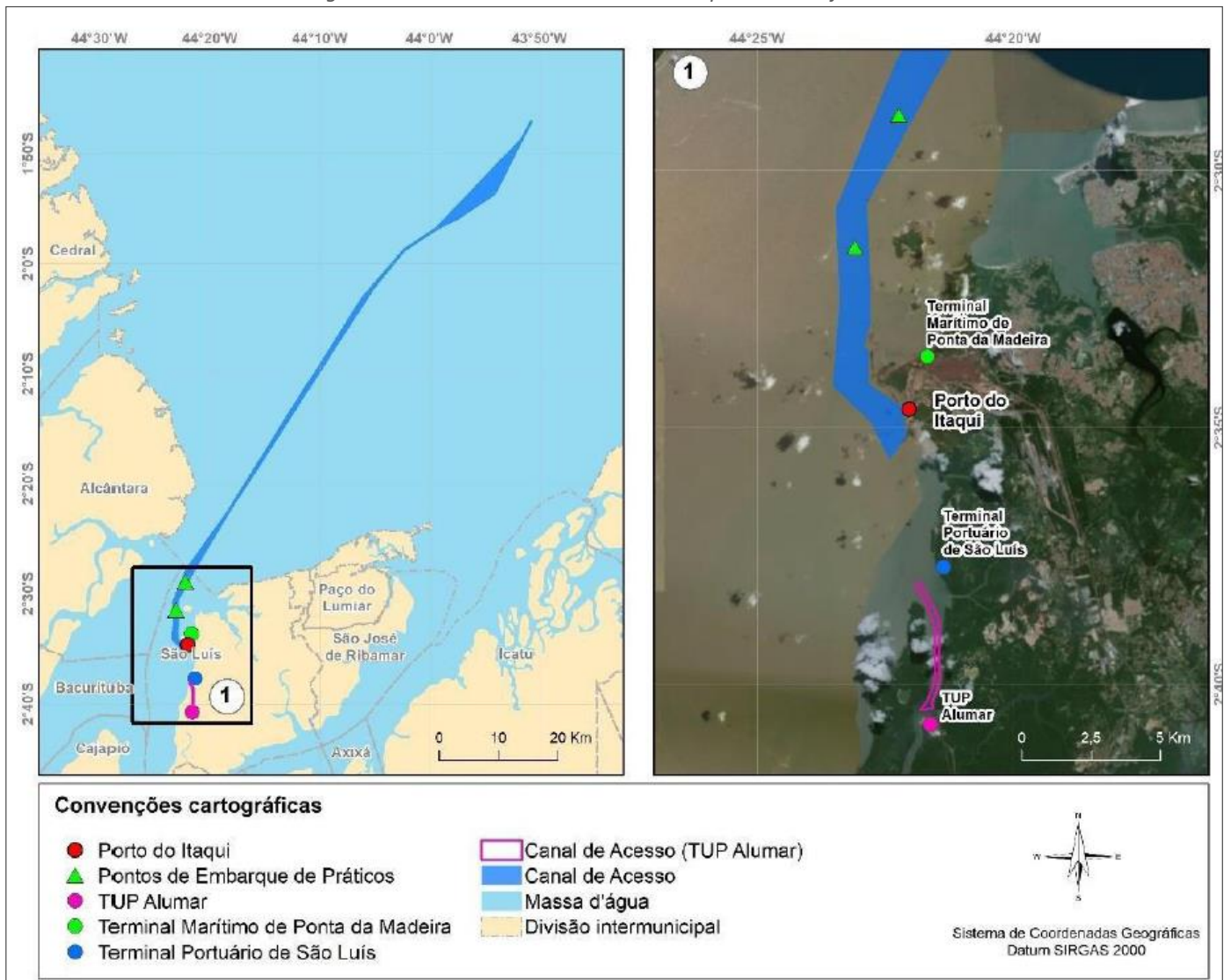
Figura 4 - Região de interesse do sistema VTMISS.



Fonte: Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) do Porto do Itaqui.

Como pode ser visto na imagem a seguir, há dois pontos de embarque de práticos, a partir dos quais se considera que começa a zona de manobra.

Figura 5 - Canal de acesso ao Porto do Itaqui e TUPs adjacentes.



Fonte: Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) do Porto do Itaqui.

A Baía de São Marcos possui **8 fundeadouros** numerados de norte a sul, cada um deles com uma característica predominante, segundo a Autoridade Marítima em suas cartas e publicações náuticas:

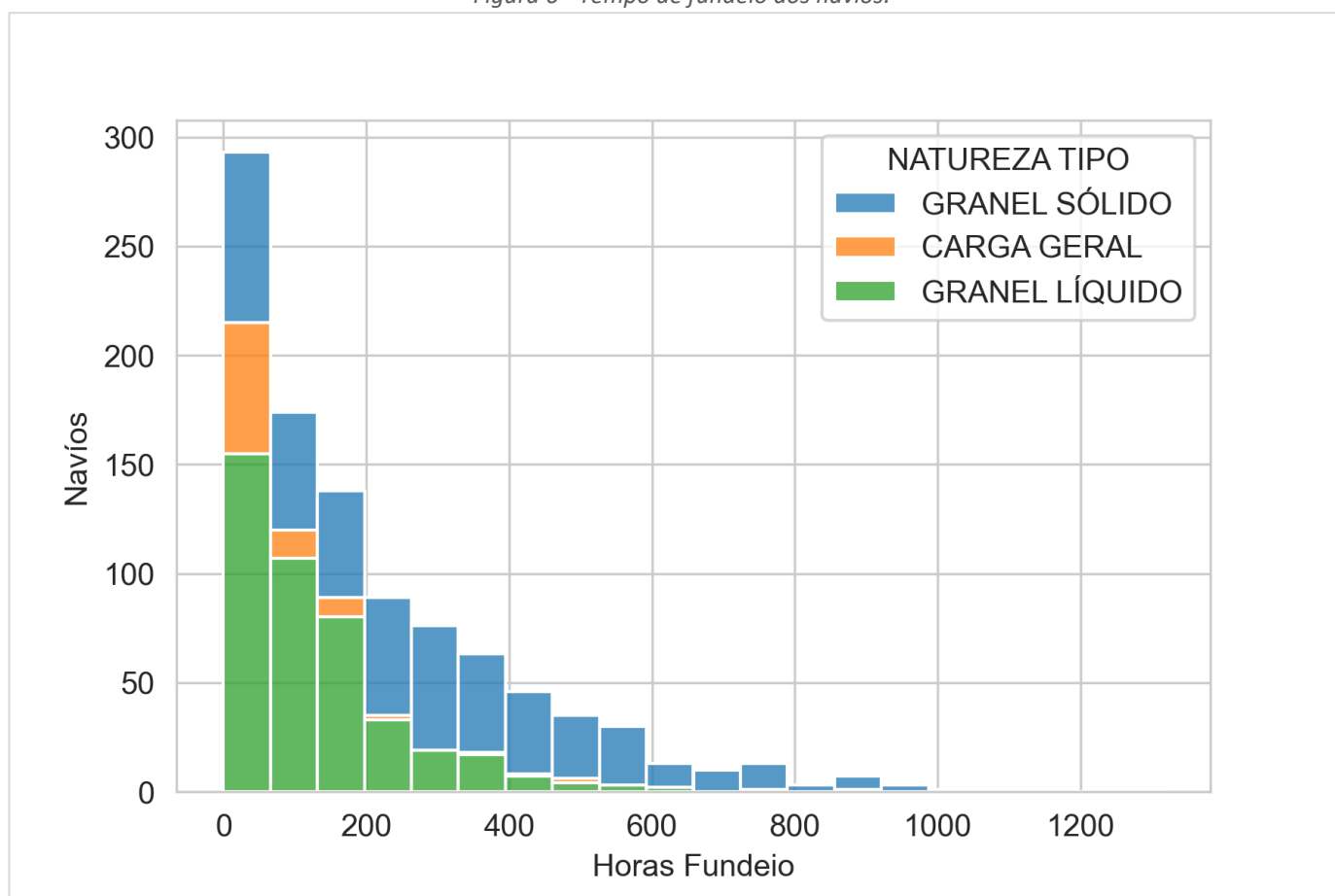
- O **fundeadouro nº 1** é para navios com destino ao terminal de Ponta da Madeira, com calados superiores a 11 m, navios em litígio e navios em reparo importante;
- Os **fundeadouros nº 2 e 3** são destinados a navios com calado igual ou superior a 11 m, aguardando a maré;
- Os **fundeadouros nº 4, 5 e 6** são destinados a navios com calado menor que 11 m, aguardando para proceder ao porto e/ou TUP; O fundeadouro nº 6 está em desuso;
- O **fundeadouro nº 7** é destinado a navios com calado inferior a 11 m, aguardando para proceder ao porto e/ou TUP. O uso desta área deve ser autorizado pelo representante da Autoridade Marítima;



- O **fundeadoiro nº 8** é destinado a navios com calado inferior a 11 m em situações de quarentena, carga e descarga de combustíveis e explosivos. O uso desta área deve ser autorizado pelo representante da Autoridade Marítima;

Segundo essas informações, as zonas de fundeio mais utilizadas para entrar no Porto de Itaquí seriam as **4, 5 e 7 para navios com calado menor de 11 m, e as zonas 2 e 3 para navios com calado igual ou maior de 11 m**. Além disso, logo após passar pelos fundeadouros 4 e 5 é onde se encontra a linha de embarque de práticos.

Figura 6 - Tempo de fundeio dos navios.



Fonte: Fundación Valenciaport.

### 3. Manobra

A manobra começa no ponto de embarque do práctico. As emissões são contabilizadas duas vezes, uma para a entrada e outra para a saída. Assume-se uma velocidade média de manobra de 5 nós (9,26 km/h) e uma distância média percorrida de 13,886 km.

#### 4. Navegação

Existem dois grupos principais de fundeio, um mais distante, que compreende as zonas 2 e 3, e outro na entrada do porto e próximo ao ponto de embarque de práticos, que compreende as zonas 4, 5 (junto à entrada do porto) e 7, dentro do porto. As zonas 2 e 3 são destinadas a navios com calado de 11 m ou superior, e o restante a navios com menos de 11 m de calado.

Assume-se que as emissões na navegação são aquelas realizadas pelos navios que fazem fundeio nas zonas 2 e 3, e depois navegam pelo canal de acesso até entrar na zona de manobra. Obtém-se uma distância média através do canal de acesso ao porto entre as zonas de fundeio 2 e 3 e o ponto onde começa a manobra, para os navios de 11 m ou mais de calado, que se assume fundearão nas zonas 2 e 3. Esta distância média percorrida no canal de acesso é de 46,569 km.

Para as zonas 4, 5 e 7 não há uma distância de navegação entre o fundeio e o começo da manobra, portanto, nesses casos, para navios com menos de 11 m de calado, assume-se que não há distância nem emissões na navegação.

##### 3.3.3.2. Rebocadores

Considerando as emissões provenientes do consumo de MDO (Marine Diesel Oil) pelos rebocadores que auxiliam nas operações de atracação e desatracação.

Existem três empresas de rebocadores que prestam serviço no porto de Itaquí: Wilson Sons, Saam Towage e Camorim. Durante o ano de 2022, um total de 24 rebocadores dessas três empresas realizaram um total de 2036 manobras de atracação e 2017 manobras de desatracação, totalizando 4053. A tabela a seguir mostra as operações e o número de rebocadores por empresa.

Tabela 2 - Número de manobras.

Empresa	Número	Manobras no ano	Atracação	Desatracação
Wilson Sons	14	1656	818	838
Saam Towage	6	1422	724	698
Camorim	4	975	494	481

Fonte: Fundación Valenciaport.

Levando em conta que, em 2022, um total de 997 navios escalaram, a média de manobras por escala é de 2,04 nas manobras de atracação e 2,02 nas de desatracação. Isso indica que, na maioria das vezes, são necessários apenas 2 rebocadores na operação, sendo necessário 3 em ocasiões esporádicas. Os valores anteriores foram fornecidos pela EMAP, não sendo exatamente iguais aos fornecidos pelas empresas de rebocadores (Wilson Sons, Camorim e Saam Towage). Utilizaram-se os dados da EMAP por serem mais completos.

### 3.3.3.3. Terminais

Incluem as emissões de GEE geradas nos terminais privados que operam dentro do complexo portuário, incluindo o consumo de diesel, gasolina, GLP, etanol e eletricidade.

Nos terminais foram coletados dados de consumo relacionados com as operações de 12 operadores e arrendatários do porto: Moinhos, VLI, Vale Cobre, Itacel, G5, Consórcio Tegram (ALZ, CLI, TCN e Viterra), Copi, Granel Química, Transpetro, Eneva, Operador Data, Pedreiras, Ziran e Utracargo.

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

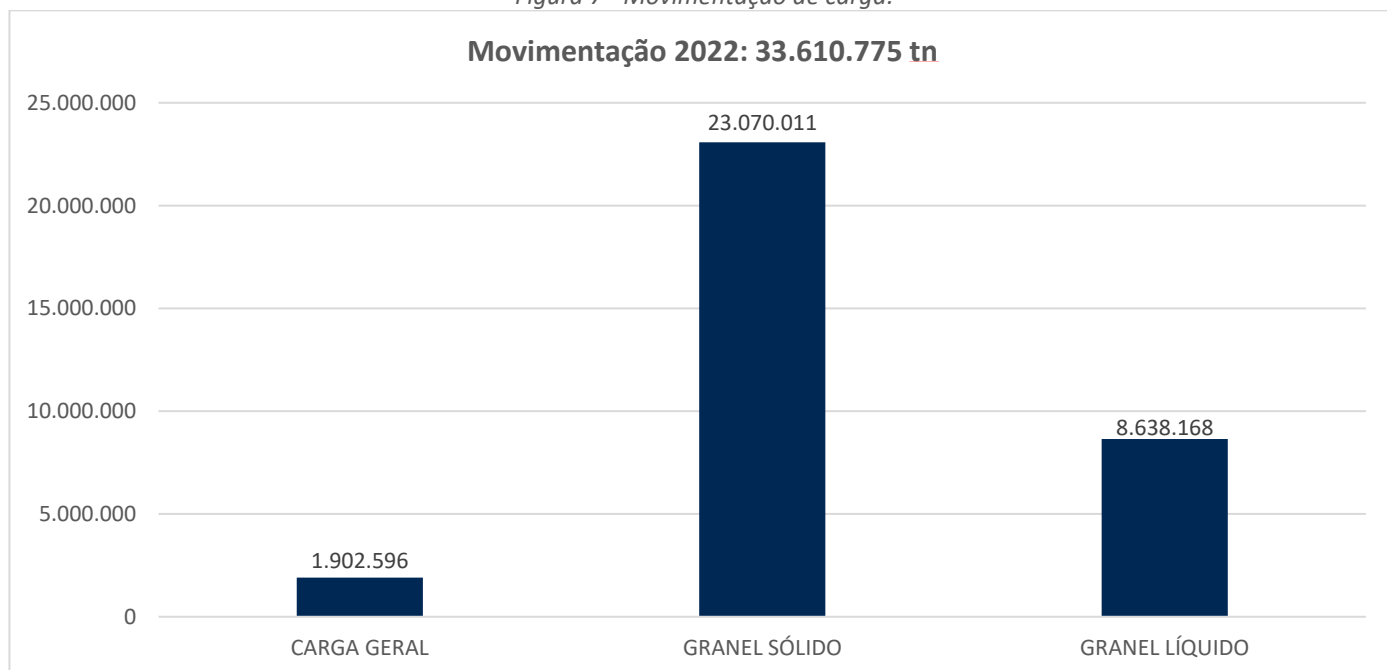
Tabela 3 - Consumos.

	Diesel	Gasolina	GLP	Etanol	Eletricidade
Consumos	1.158.509,6 L	7.108,31 L	2.286,9 L	1.544,3 L	3.656,2 MWh

Fonte: Fundación Valenciaport.

Em função do tipo de mercadoria, a movimentação em 2022 foi de 33.610.775 toneladas, distribuídas da seguinte forma: 1.902.596 toneladas de carga geral, 23.070.011 toneladas de granéis sólidos e 8.638.168 toneladas de granéis líquidos:

Figura 7 - Movimentação de carga.



Fonte: Fundación Valenciaport.

#### 3.3.3.4. Caminhões

Leva em conta as emissões associadas ao transporte de cargas por caminhões movidos a Diesel que operam dentro do porto pelas empresas do Consórcio Tegram (ALZ, CLI, TCN e Viterra), VLI, Ultracargo, Granel, Eneva, Vale Cobre, Moinhos, Data, Copi, Pedreiras e Transpetro.

O cálculo foi realizado a partir da estimativa de dados de distância e consumo com base nas informações fornecidas. O cálculo das emissões levou em conta o consumo médio de combustível, o número de entradas no porto e a distância percorrida dentro do porto.

#### 3.3.3.5. Ferrovias

Incluindo as emissões resultantes do uso de Diesel nas operações ferroviárias dentro do Porto de Itaquí, considerando as informações detalhadas das viagens e cargas transportadas pela VLI nas operações COPI, Consórcio Tegram (ALZ, CLI, TCN e Viterra) e FTL nas operações da Itacel durante o ano de 2022.

O cálculo foi realizado com base na diversidade de dados sobre o frete transportado por trem. O cálculo considerou o número de entradas no porto, a distância percorrida dentro do porto e a carga transportada.

### 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 3 de 2023, fazendo referência aos valores de 2022, 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 e os valores do Department for Environment, Food & Rural Affairs (DEFRA) do governo britânico.

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.

Fatores de Emissão							
Fontes Emissoras		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq	Unidades	Fonte de informação
Combustíveis fósseis	Gasolina	2,212	0,001	0,0003	-	kgGEI/L	Ferramenta GHG Protocol v2023.03
	Álcool/etanol	1,457	0,0004	0,00001	-	kgGEI/L	Ferramenta GHG Protocol v2023.03
	GLP	2,932	0,003	0,00001	-	kgGEI/t	Ferramenta GHG Protocol v2023.03
	Diesel S10	2,603	0,0001	0,0001	-	kgGEI/L	Ferramenta GHG Protocol v2023.03
	HFO	3114	0,05	0,18	-	kgGEI/t	4º GHG Study IMO
Gases refrigerantes	R-410A	-	-	-	1924	PCG	Ferramenta GHG Protocol v2023.03
	R-22	-	-	-	1810	PCG	Ferramenta GHG Protocol v2023.03
Extintores	CO <sub>2</sub>	1	-	-	-	PCG	DEFRA 2022
Eletricidade	Convencional	-	-	-	0,0426	tCO <sub>2</sub> /MWh	Ferramenta GHG Protocol v2023.03
Ferrovias	Diesel	0,010	0,000001	0,0000001	-	kg CO <sub>2</sub> /tku	Ferramenta GHG Protocol v2023.03

Fonte: Fundación Valenciaport.

Tabela 5 - Potencial de Aquecimento Global.

Potencial de Aquecimento Global		
GEI	Valor	Fonte de informação
CO <sub>2</sub>	1	Ferramenta GHG Protocol v2023.03
CH <sub>4</sub>	28	Ferramenta GHG Protocol v2023.03
N <sub>2</sub> O	265	Ferramenta GHG Protocol v2023.03

Fonte: Fundación Valenciaport.

### 3.5. EXCLUSÕES

Não foram realizadas exclusões no cálculo da pegada de carbono do Porto de Itaqui de 2022.

## 4. PEGADA DE CARBONO (2022) DO PORTO DO ITAQUI

A seguir, são apresentados os resultados das emissões de GEE do Porto de Itaqui em 2022, desagregados por escopos.

### 4.1. RESULTADOS DO ESCOPO 1

Conforme descrito na seção 3.3.1, o Escopo 1 abrange as emissões diretas de GEE provenientes de fontes que são propriedade ou estão sob controle da Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP). Em 2022, as seguintes atividades contribuíram para as emissões do Escopo 1:

- **Fontes fixas:** 25.471 litros de diesel S10 em máquinas e equipamentos como gerador, torre de iluminação, motor bomba, retroescavadeira, plataforma elevatória e empilhadeira.
- **Fontes móveis:** 16.961,24 litros de gasolina, 8.552,36 litros de etanol e 17.132,59 litros de diesel S10 em veículos.
- **Gases refrigerantes:** 125 kg de R-410 e 109 kg de R-22.
- **Extintores:** 218 kg de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

As emissões resultantes são apresentadas na tabela a seguir:

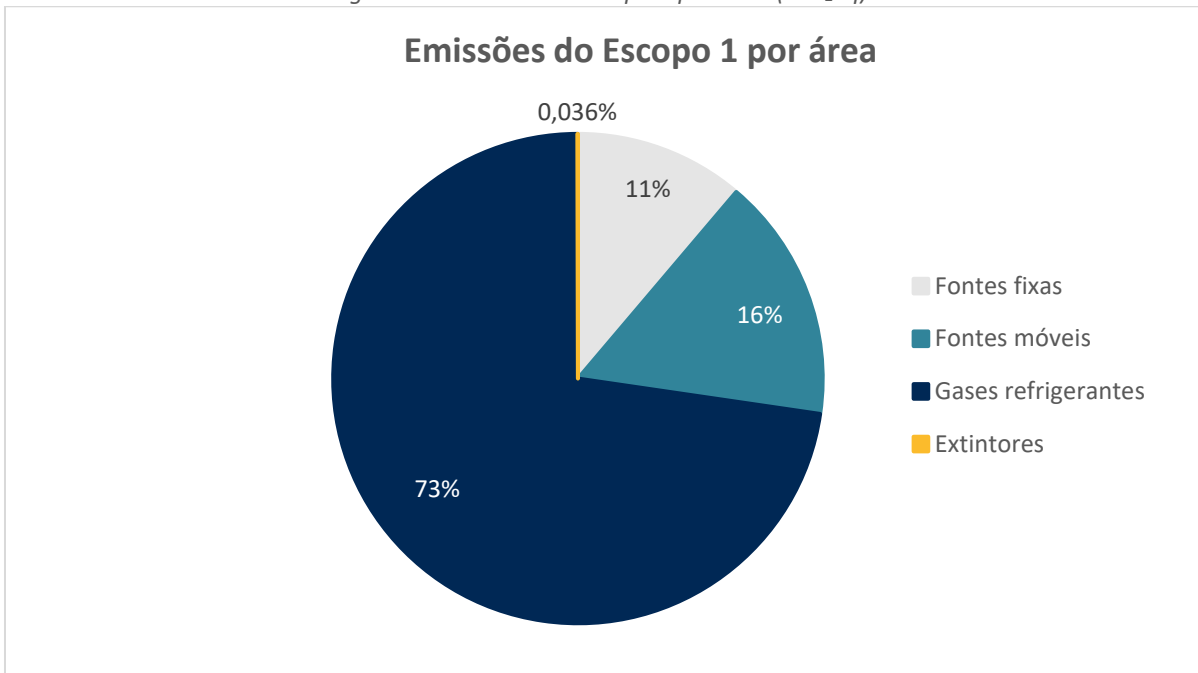
Tabela 6 - Emissões do Escopo 1.

Área	Fonte	2022					
		t CO <sub>2</sub> /fonte	t CH <sub>4</sub> /fonte	t (N <sub>2</sub> O)/fonte	t CO <sub>2</sub> eq/fonte	tCO <sub>2</sub> eq/área	t CO <sub>2</sub> eq/escopo
Fontes fixas	Diesel S10	66,30101	0,00353	0,00353	67,33487	67,33487	601,53613
Fontes móveis	Gasolina	37,51826	0,01370	0,00438	39,06361	96,93693	
	Álcool/etanol	12,46079	0,00328	0,00011	12,58178		
	Diesel S10	44,59613	0,00237	0,00237	45,29154		
Gases refrigerantes	R-410	-	-	-	239,62963	437,04633	
	R-22	-	-	-	197,41670		
Extintores	CO <sub>2</sub>	0,21800	-	-	0,21800	0,21800	

Fonte: Fundación Valenciaport.

Conforme pode ser observado no gráfico a seguir, as maiores emissões do Escopo 1 provêm da recarga de gases refrigerantes, representando 73% do total do escopo, seguidas pelas fontes móveis, que representam 16%, e pelas fontes fixas, com 11%. Enquanto isso, os extintores têm uma incidência mínima nas emissões do escopo.

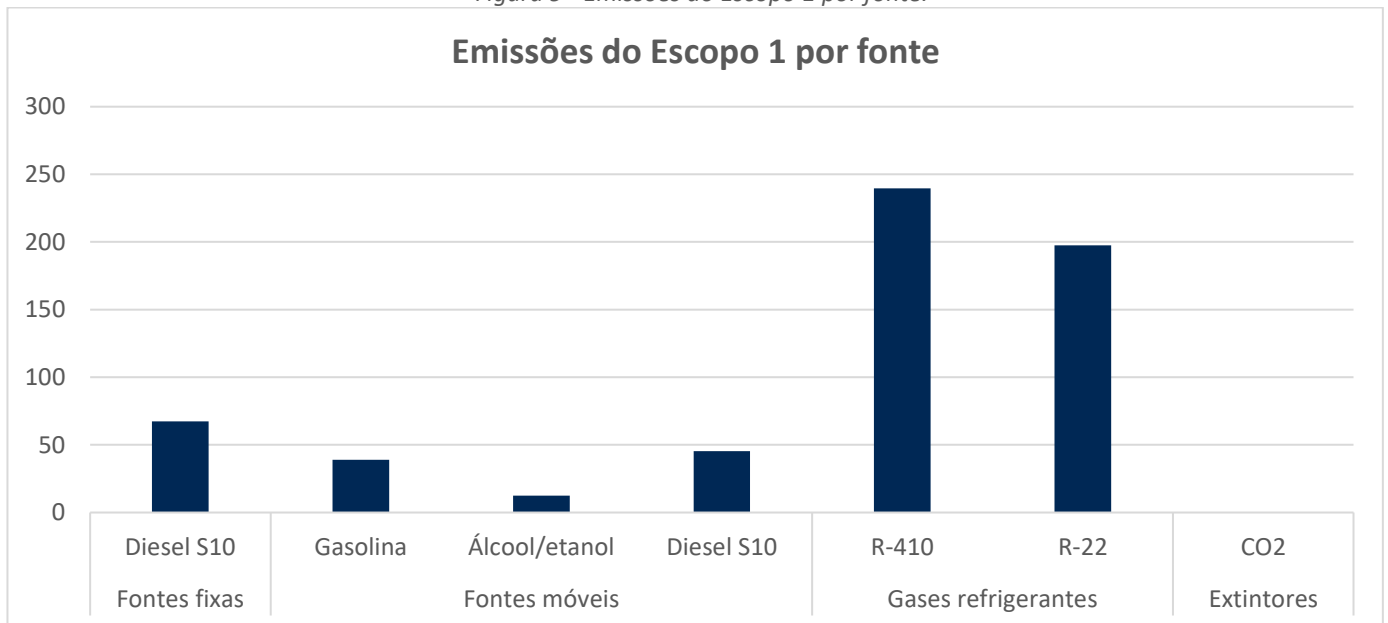
Figura 8 - Emissões do Escopo 1 por área (tCO<sub>2</sub>eq).



Fonte: Fundación Valenciaport.

Por fontes, destacam-se as emissões de ambos os gases refrigerantes, principalmente o R-410, já que, apesar de ter consumos muito parecidos ao R-22, seu potencial de aquecimento global é maior. Em segundo lugar, encontra-se o diesel, tanto de fontes fixas quanto de fontes móveis, seguido pela gasolina e etanol das fontes móveis e, bem abaixo, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dos extintores.

Figura 9 - Emissões do Escopo 1 por fonte.



Fonte: Fundación Valenciaport.

## 4.2. RESULTADOS DO ESCOPO 2

---

O Escopo 2 refere-se às emissões indiretas de GEE resultantes do consumo de eletricidade pela EMAP. Em 2022, a EMAP consumiu 2601,93 MWh de eletricidade convencional, o que gerou 110,83 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>eq).

Tabela 7 - Emissões do Escopo 2.

Área	Fonte	t CO <sub>2</sub> /fonte	t CH <sub>4</sub> /fonte	t N <sub>2</sub> O/fonte	t CO <sub>2</sub> eq/fonte	tCO <sub>2</sub> eq/área	t CO <sub>2</sub> eq/escopo
Eletricidade	Convencional	110,83	-	-	110,83	110,83	110,83

Fonte: Fundación Valenciaport.

## 4.3. RESULTADOS DO ESCOPO 3

---

As emissões do Escopo 3 englobam outras emissões indiretas que ocorrem no Porto de Itaquí. No cálculo do Escopo 3 do Porto de Itaquí, foram consideradas as emissões de navios, rebocadores, terminais, caminhões e ferrovias.

### 4.3.1. Pegada de Carbono dos Navios

Nesta seção, abordaremos a pegada de carbono específica dos navios que atracam no Porto do Itaquí, detalhando as emissões associadas às atividades de fundeio, cais, manobra e navegação.

### 4.3.2. Atracação

A tabela a seguir apresenta uma análise detalhada das emissões de dióxido de carbono equivalente associadas às operações de cada berço de atracação no Porto do Itaquí, divididas por tipo de carga: carga geral, granel líquido e granel sólido. Os dados são fundamentais para compreender a contribuição de cada segmento para a pegada de carbono total do porto. O total geral das emissões foi de 58.789,68 tCO<sub>2</sub>eq, destacando a importância de granéis líquidos e sólidos.

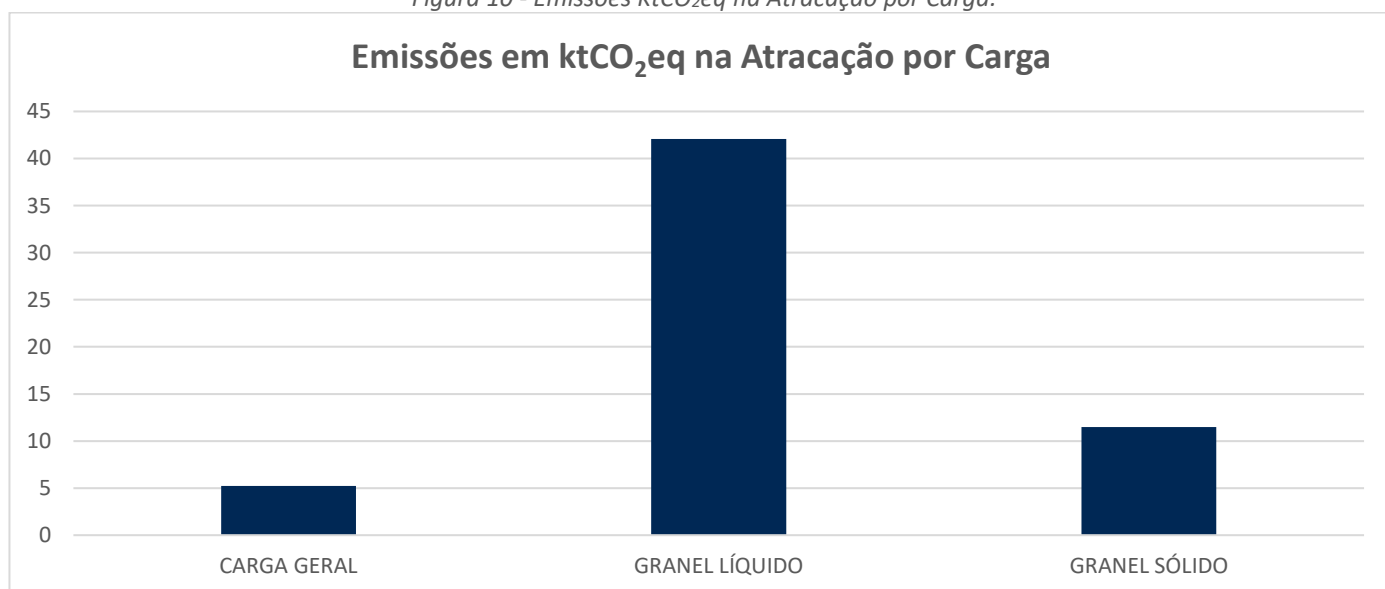


Tabela 8 - Emissões KtCO<sub>2</sub>eq.

Kt CO <sub>2</sub> eq				
Berço	Carga geral	Granel líquido	Granel sólido	Total
99	3,06	0,00	0,24	3,30
100	0,18	0,00	2,97	3,15
101	0,03	0,00	1,94	1,97
102	1,85	1,06	1,13	4,04
103	0,08	0,00	2,80	2,88
104	0,01	12,52	0,09	12,62
105	0,00	0,15	2,34	2,49
106	0,00	16,04	0,00	16,04
108	0,00	12,30	0,00	12,30
<b>Total general</b>	<b>5,21</b>	<b>42,08</b>	<b>11,50</b>	<b>58,79</b>

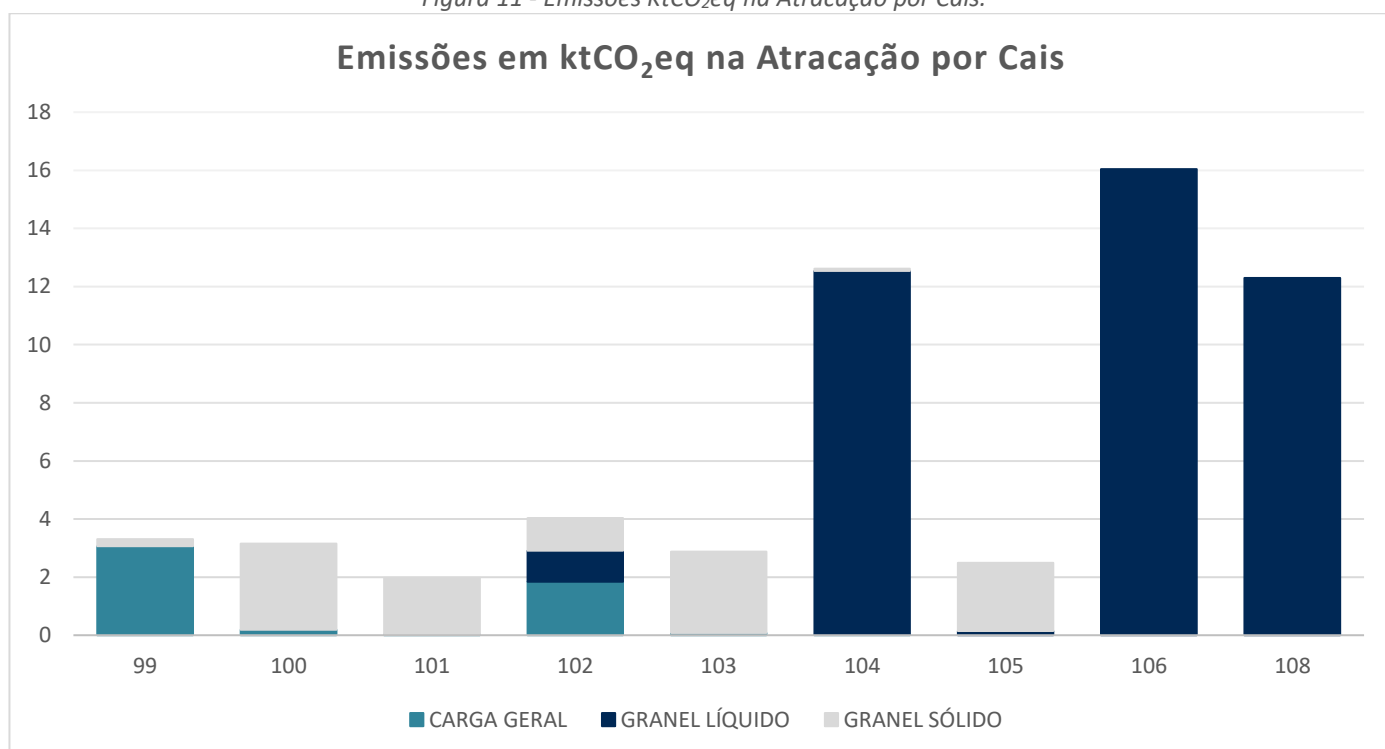
Fonte: Fundación Valenciaport.

Figura 10 - Emissões KtCO<sub>2</sub>eq na Atracação por Carga.



Fonte: Fundación Valenciaport.

Figura 11 - Emissões KtCO<sub>2</sub>eq na Atracação por Cais.



### 4.3.3. Fundeio

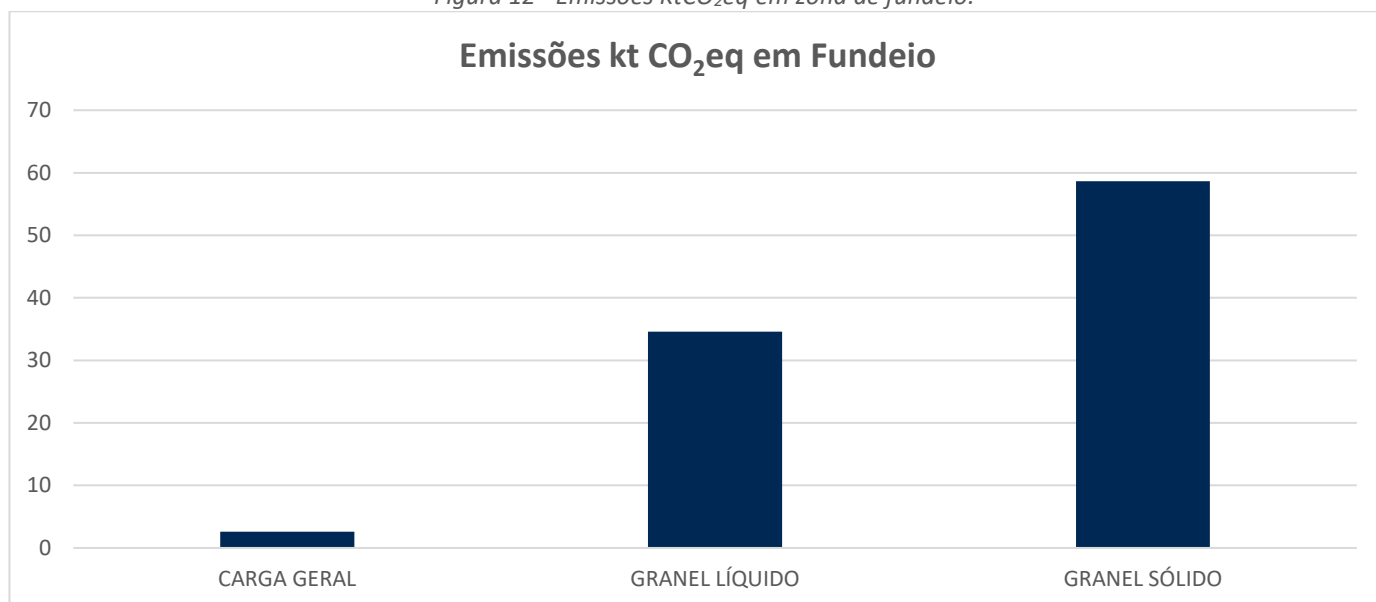
Os resultados são apresentados a seguir:

Tabela 9 - Emissões KtCO<sub>2</sub>eq em zona de fundeio.

KtCO <sub>2</sub> eq Fundeio	
Carga geral	2,59
Granel líquido	34,58
Granel sólido	58,62
<b>Total geral</b>	<b>95,79</b>

Fonte: Fundación Valenciaport.

Figura 12 - Emissões KtCO<sub>2</sub>eq em zona de fundeio.



Fonte: Fundación Valenciaport.

#### 4.3.4. Manobra

Os resultados são os seguintes:

Tabela 10 - Emissões KtCO<sub>2</sub>eq em Manobra.

Kt CO <sub>2</sub> eq Manobra	
Carga geral	0,68
Granel líquido	2,32
Granel sólido	2,53
<b>KtCO<sub>2</sub> eq totais</b>	<b>5,53</b>

Fonte: Fundación Valenciaport.

#### 4.3.5. Navegação

Os resultados são os seguintes:

Tabela 11 - Emissões KtCO<sub>2</sub>eq em Navegação.

Kt CO <sub>2</sub> eq Navegação	
Carga geral	0,39
Granel líquido	2,72
Granel sólido	2,84
<b>Kt CO<sub>2</sub> eq totais</b>	<b>5,95</b>

Fonte: Fundación Valenciaport.

### 4.3.6. Total Navios

Foram registradas 998 escalas em 2022, realizadas por 658 navios distintos. O IMO do navio “Presidente Castelo Branco” está errado e o navio não foi encontrado, portanto, a escala foi eliminada. Assim, restam 997 escalas e 657 navios distintos.

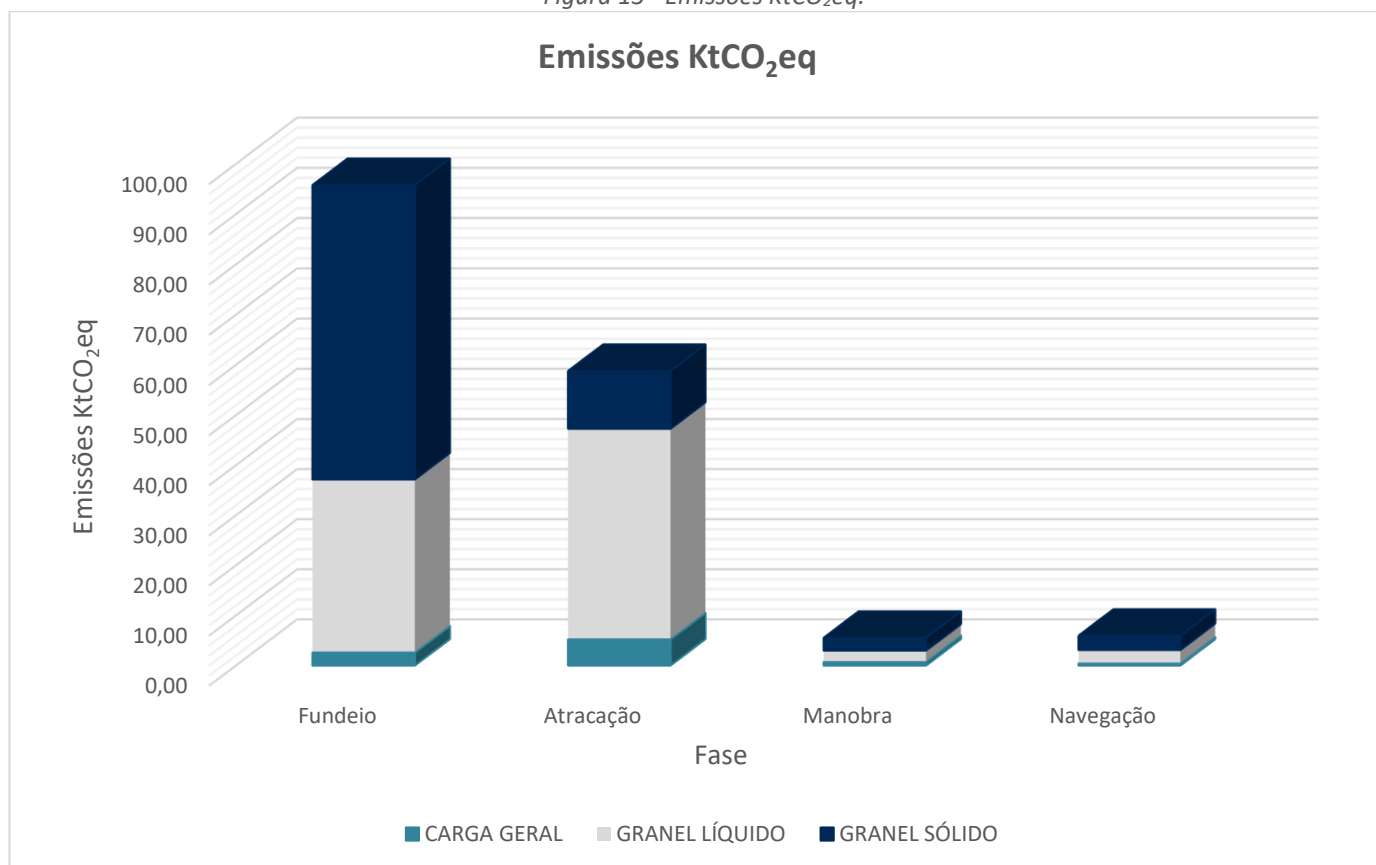
Os resultados das emissões totais são os seguintes:

Tabela 12 - Emissões KtCO<sub>2</sub>eq.

	kt CO <sub>2</sub> eq fundeio	kt CO <sub>2</sub> eq cais	kt CO <sub>2</sub> eq manobra	kt CO <sub>2</sub> eq navegação	kt CO <sub>2</sub> eq totais
Carga geral	2,59	5,21	0,68	0,39	<b>8,87</b>
Granel líquido	34,58	42,08	2,32	2,72	<b>81,69</b>
Granel sólido	58,62	11,50	2,53	2,84	<b>75,50</b>
<b>kt CO<sub>2</sub>eq totais</b>	<b>95,79</b>	<b>58,79</b>	<b>5,53</b>	<b>5,95</b>	<b>166,06</b>

Fonte: Fundación Valenciaport.

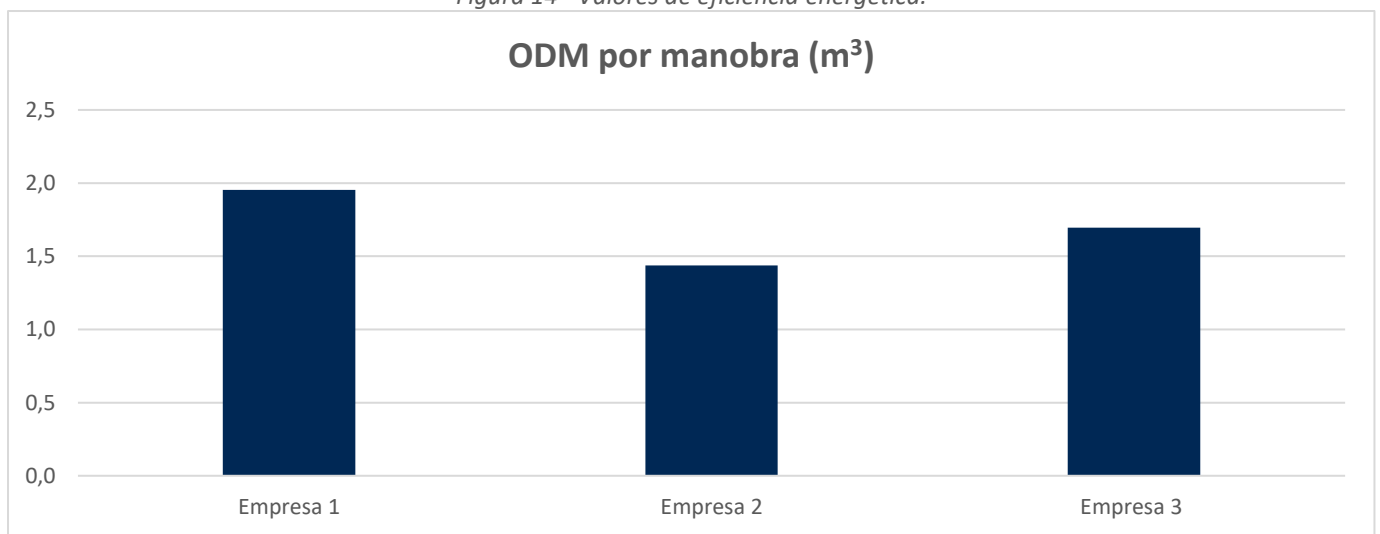
Figura 13 - Emissões KtCO<sub>2</sub>eq.



#### 4.3.7. Pegada de Carbono dos Rebocadores

Os rebocadores utilizam como combustível Óleo Diesel Marítimo (ODM). Uma empresa de rebocadores forneceu valores de consumo de ODM, outra empresa forneceu o total de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitido (sendo possível estimar a quantidade de combustível a partir do seu fator de emissão), enquanto não há dados da terceira. Portanto, decidiu-se utilizar o valor de eficiência energética (consumo por manobra) das duas empresas das quais temos informações e assumir, para a empresa sem dados, um valor de eficiência energética médio das anteriores. A figura a seguir mostra os valores de eficiência calculados e propostos durante o cálculo.

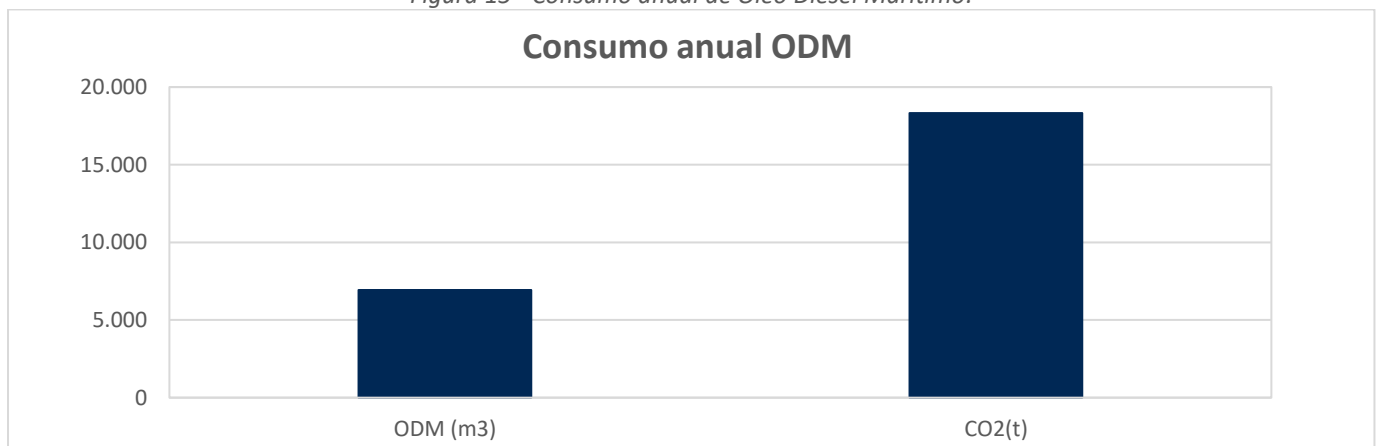
Figura 14 - Valores de eficiência energética.



Fonte: Fundación Valenciaport.

A partir do valor estimado, é possível calcular o consumo total anual de ODM de todo o serviço de rebocadores, assim como as emissões totais de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), resultando em emissões de 18.325 toneladas. Os resultados são apresentados na figura a seguir.

Figura 15 - Consumo anual de Óleo Diesel Marítimo.

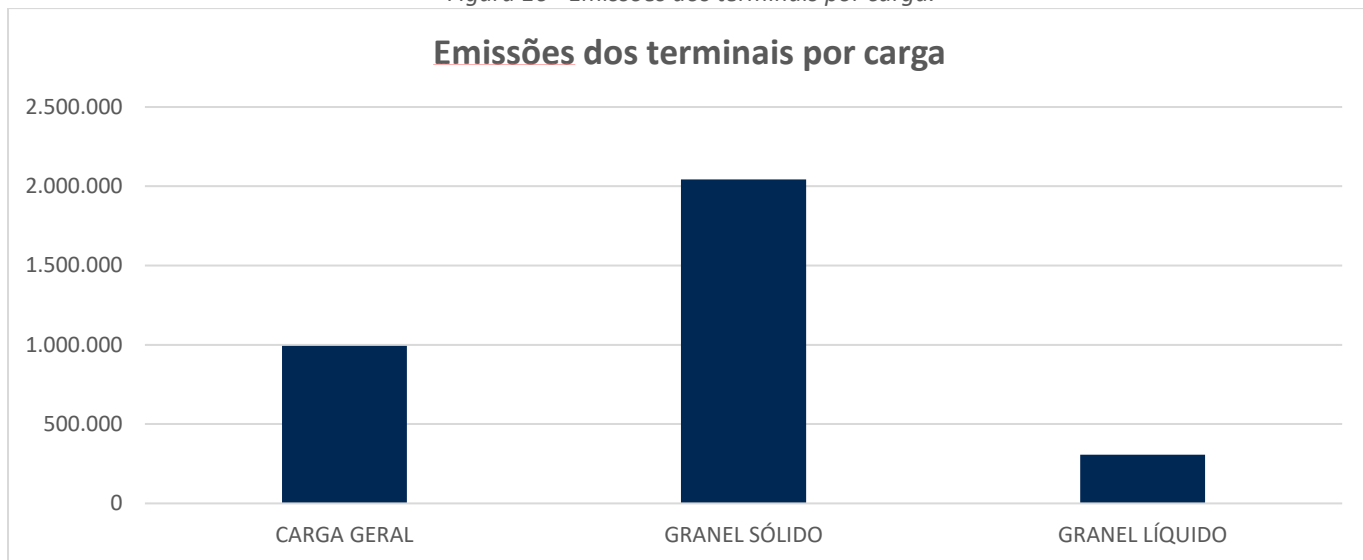


Fonte: Fundación Valenciaport.

#### 4.3.8. Pegada de Carbonos dos Arrendatários e Operadores

O total de emissões de 2022 associadas a esta atividade é de 3.342 tCO<sub>2</sub>eq. As emissões atribuíveis a cada tipo de carga são as seguintes:

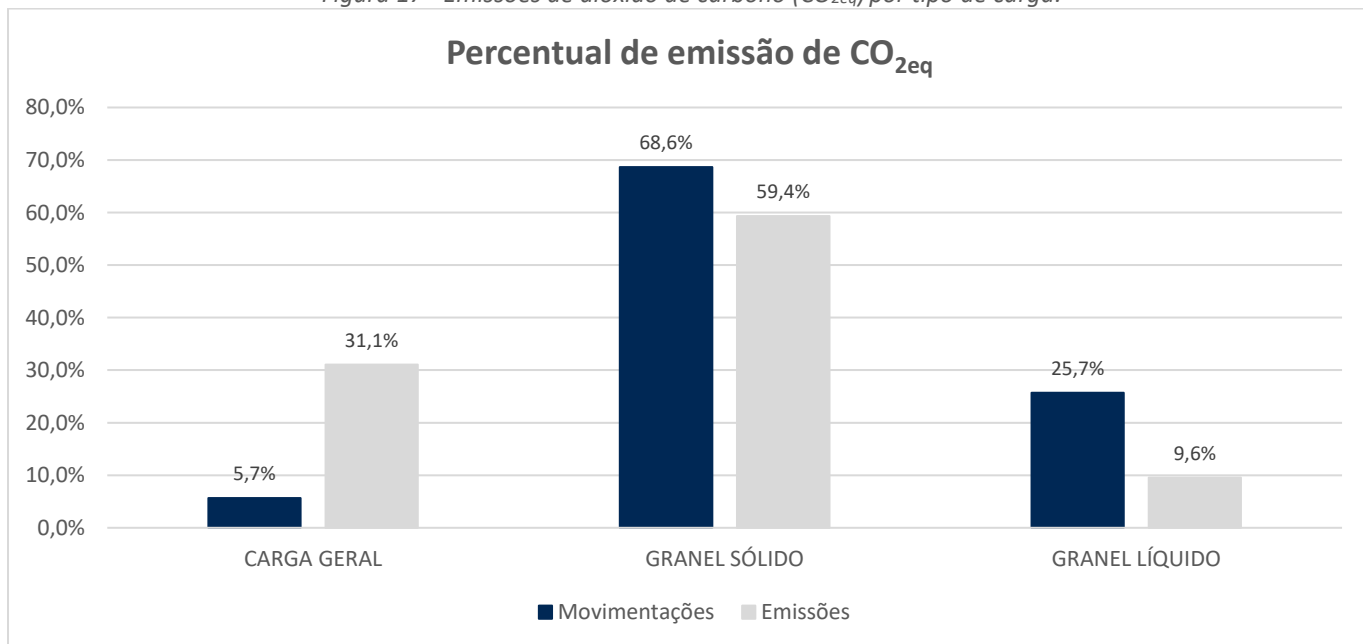
Figura 16 - Emissões dos terminais por carga.



Fonte: Fundación Valenciaport.

Assim, os granéis sólidos, que representam 69% da carga do porto, correspondem a 66% das emissões; os granéis líquidos, que representam 26% da carga total, são responsáveis por 9% das emissões; e a carga geral, que representa 6% das movimentações, representa 25% das emissões:

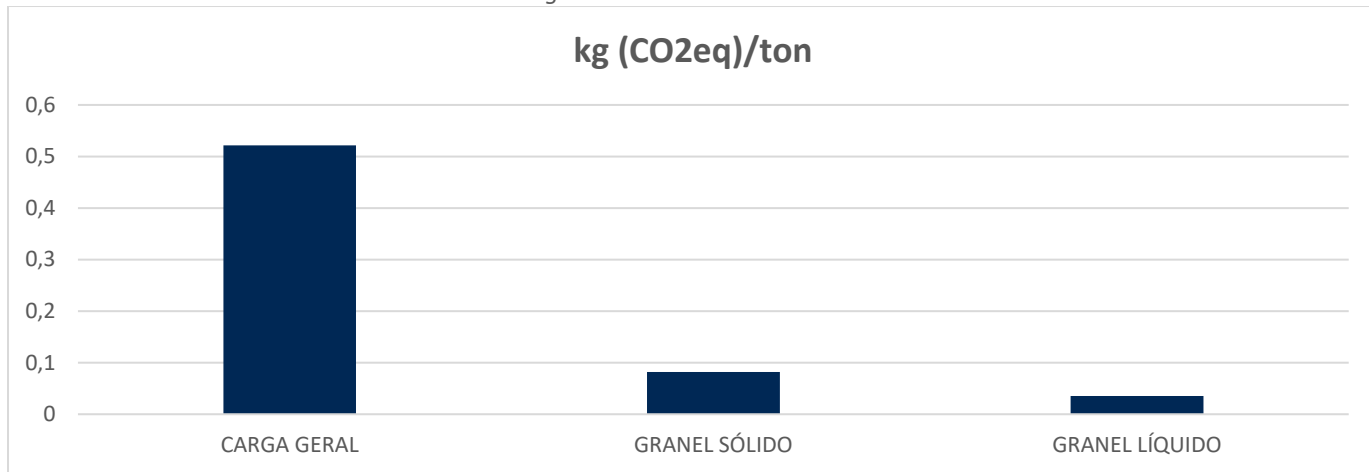
Figura 17 - Emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>eq) por tipo de carga.



Fonte: Fundación Valenciaport.

Foi calculado o índice de emissões por tonelada de mercadoria de cada tipo, sendo 0,52 kgCO<sub>2eq</sub>/tonelada para carga geral, 0,08 kgCO<sub>2eq</sub>/tonelada para granéis sólidos e 0,04 kgCO<sub>2eq</sub>/tonelada para granéis líquidos:

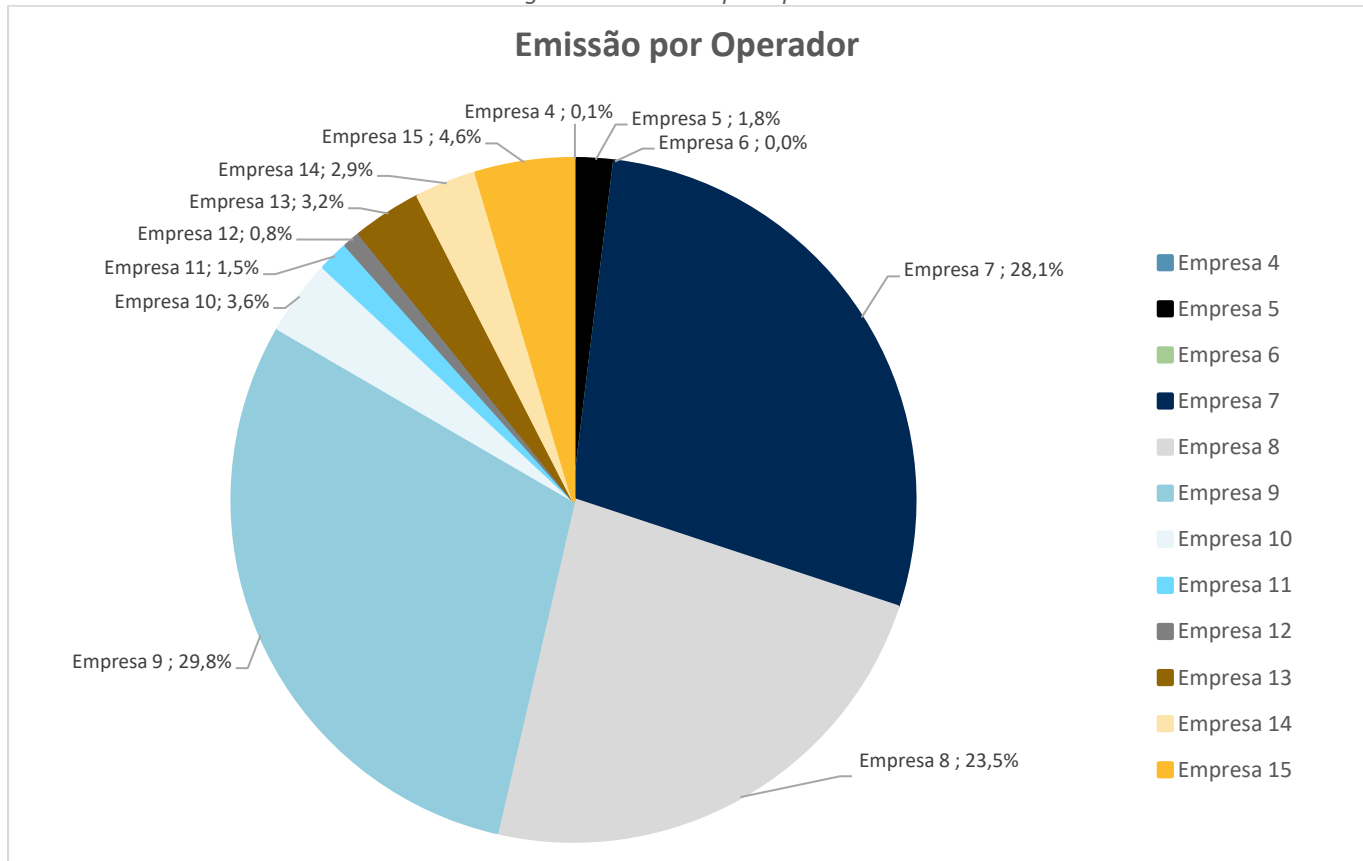
Figura 18 - Índice de emissões.



Fonte: Fundación Valenciaport.

Finalmente, no que diz respeito às emissões por operador e arrendatário, 3 operadores concentram 81% das emissões (Empresa 7, Empresa 8 e Empresa 9).

Figura 19 - Emissão por Operador.

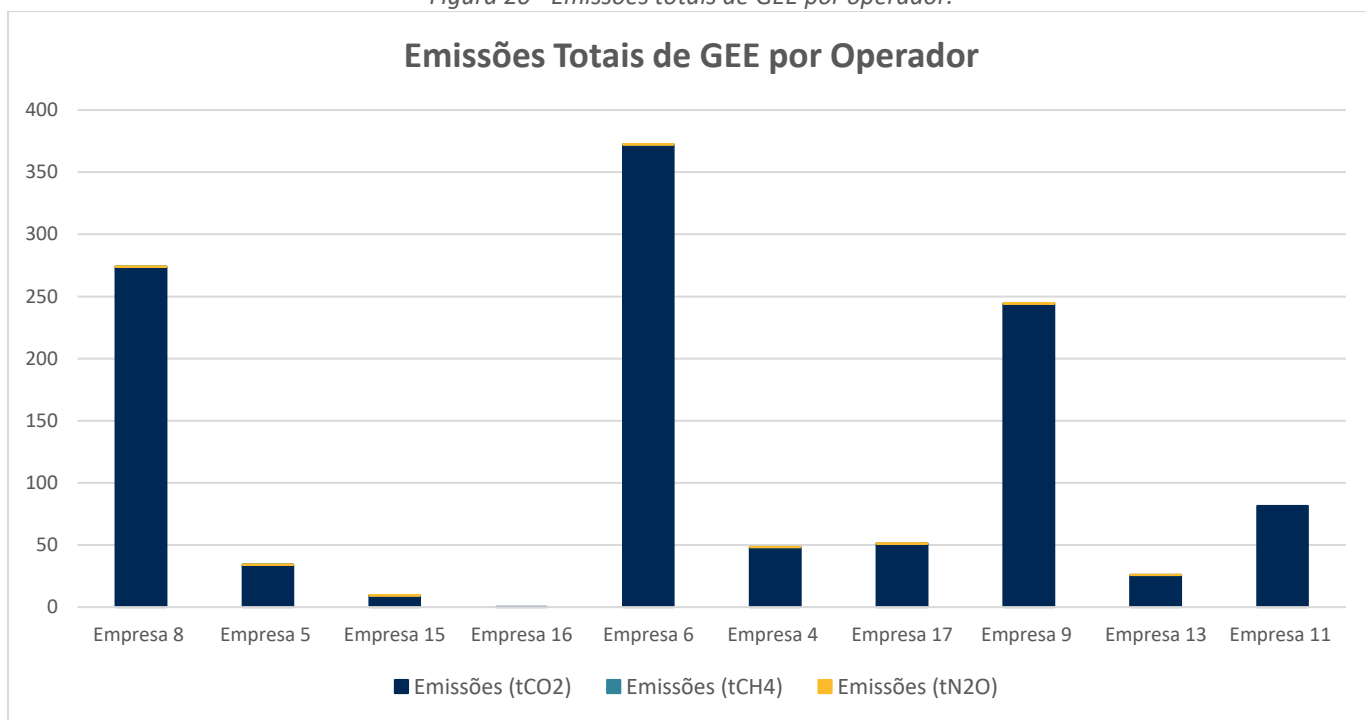


Fonte: Fundación Valenciaport.

### 4.3.9. Pegada de Carbono dos Caminhões

As operações logísticas envolvendo caminhões no Porto do Itaqui resultaram os principais gases de efeito estufa incluem o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Para ilustrar os dados de emissões totais de GEE por operador, apresentamos a seguir um gráfico de barras.

Figura 20 - Emissões totais de GEE por operador.



Fonte: Fundación Valenciaport.

### 4.3.10. Pegada de Carbono de Ferrovias

A avaliação das emissões de CO<sub>2</sub> nas ferrovias do Porto do Itaqui revela as seguintes quantidades totais:

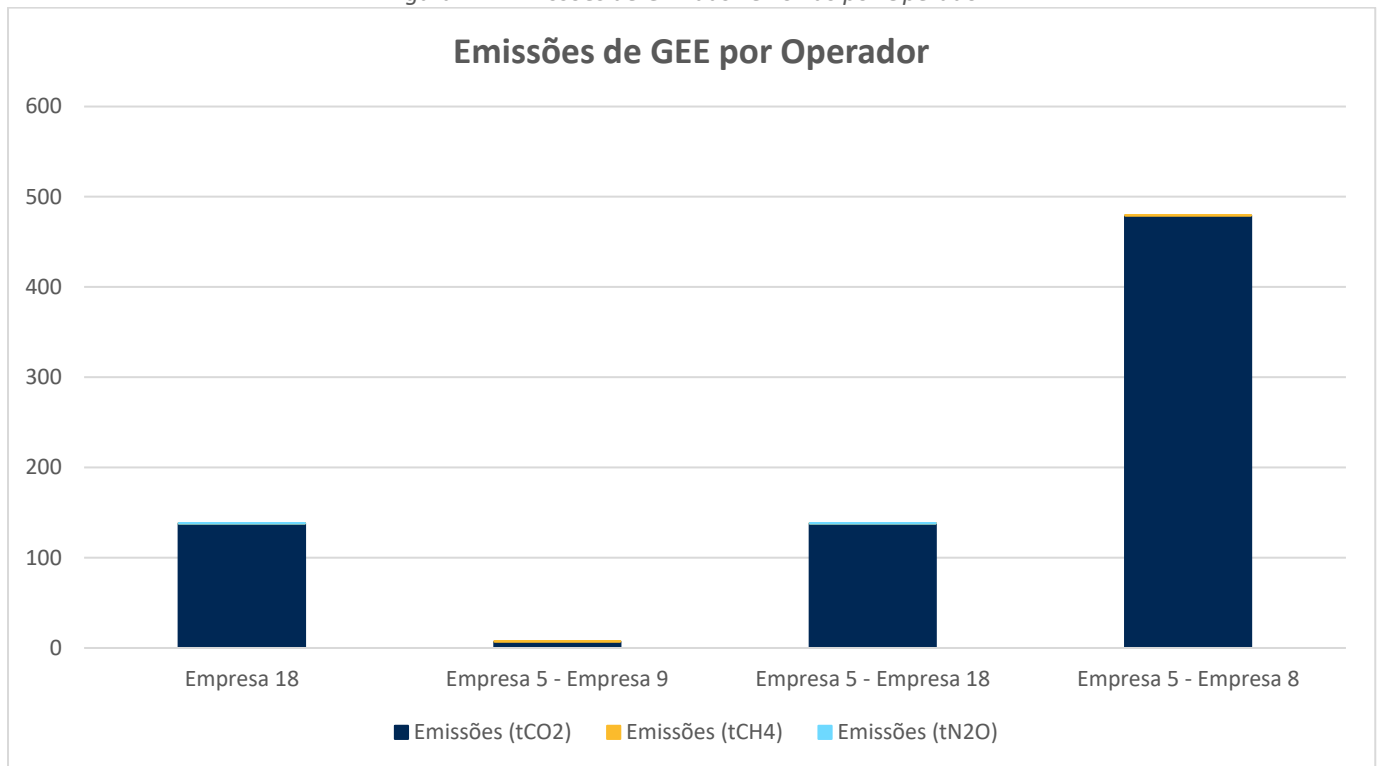
- **Empresa 18** - 137,95 tCO<sub>2</sub>
- **Empresa 5 - Empresa 9**: 7,28 tCO<sub>2</sub>
- **Empresa 5 - Empresa 18**: 137,95 tCO<sub>2</sub>
- **Empresa 5 - Empresa 8**: 479,04 tCO<sub>2</sub>

A soma total das emissões de CO<sub>2</sub> para as operadoras ferroviárias analisadas é de 762,22 tCO<sub>2</sub>. Entre as operadoras, a Empresa 5 - Empresa 8 apresenta a maior contribuição para a pegada de carbono, com 479,04 tCO<sub>2</sub>, enquanto a Empresa 5 - Empresa 9 é responsável pela menor emissão, com apenas 7,28 tCO<sub>2</sub>. Essas informações são cruciais para a formulação de estratégias de redução de emissões e para a promoção de práticas mais sustentáveis nas operações ferroviárias do Porto do Itaqui.



A seguir os dados de emissões totais de GEE por operador ferroviário por meio do gráfico de barras:

Figura 21 - Emissões de GEE das Ferrovias por Operador.



Fonte: Fundación Valenciaport.

## 4.4. EMISSÕES TOTAIS DE GEE

### 4.4.1. Valores Absolutos

A tabela a seguir mostra os resultados obtidos da pegada de carbono para o Porto de Itaqui em 2022:

Tabela 133 - Pegada de carbono do Porto do Itaquí 2022.

Pegada de carbono do Porto do Itaquí											
Escopo	Área	Fonte	2022								
			t (CO <sub>2</sub> )/fonte	t (CH <sub>4</sub> ) /fonte	t (N <sub>2</sub> O)/fonte	t (CO <sub>2</sub> ),eq/fonte	t (CO <sub>2</sub> ),eq/área	t (CO <sub>2</sub> ),eq/escopo	% fonte	% área	% escopo
Escopo 1	Fontes fixas	Diesel S10	66,30101	0,00353	0,00353	67,33487	67,33487	601,53613	0,03558%	0,03558%	0,31789%
		Fontes móveis	Gasolina	37,51826	0,01370	0,00438	39,06361		96,93693	0,02064%	
	Álcool/etanol		12,46079	0,00328	0,00011	12,58178	0,00665%				
	Diesel S10		44,59613	0,00237	0,00237	45,29154	0,02394%				
	Gases refrigerantes	R-410	-	-	-	239,62963	437,04633		0,12664%	0,23097%	
		R-22	-	-	-	197,41670			0,10433%		
	Extintores	CO <sub>2</sub>	0,21800	-	-	0,21800	0,21800		0,00012%	0,00012%	
Escopo 2	Eletricidade	Convencional	110,83047	-	-	110,83047	110,83047	110,83047	0,05857%	0,05857%	0,05857%
Escopo 3	Navios	Fundeio	94.303,97157	1,51419	5,45110	95.790,90959	166.059,05338	50,62265%	87,75727%		
		Cais	57.877,09968	0,92930	3,34550	58.789,67695		31,06860%			
		Manobra	5.443,71887	0,08741	0,31467	5.529,55272		2,92220%			
		Navegação	5.856,57064	0,09404	0,33853	5.948,91412		3,14382%			
	Rebocadores	MDO	-	-	-	17.289,500	17.289,500	9,13699%	9,13699%		
	Terminais	Diesel	3.015,60041	0,16049	0,16049	3.062,62389	3.243,93699	1,61851%	1,71432%		
		Gasolina	15,72358	0,00574	0,00184	16,37122		0,00865%			
		GLP	6,70639	0,00659	0,00002	6,89653		0,00364%			
		Etanol	2,25000	0,00140	0,00000	2,28932		0,00121%			
		Eletricidade	-	-	-	155,75603		0,08231%			
	Caminhões	Diesel	1.140,06228	0,05636	0,05634	1.156,57145	1.156,57145	0,61121%	0,61121%		
Ferrovias	Diesel	762,22678	0,02927	0,00351	763,97686	763,97686	0,40374%	0,40374%			

Fonte: Fundación Valenciaport.

No total, a pegada de carbono do Porto de Itaqui em 2022 alcançou 189.225 tCO<sub>2</sub>eq.

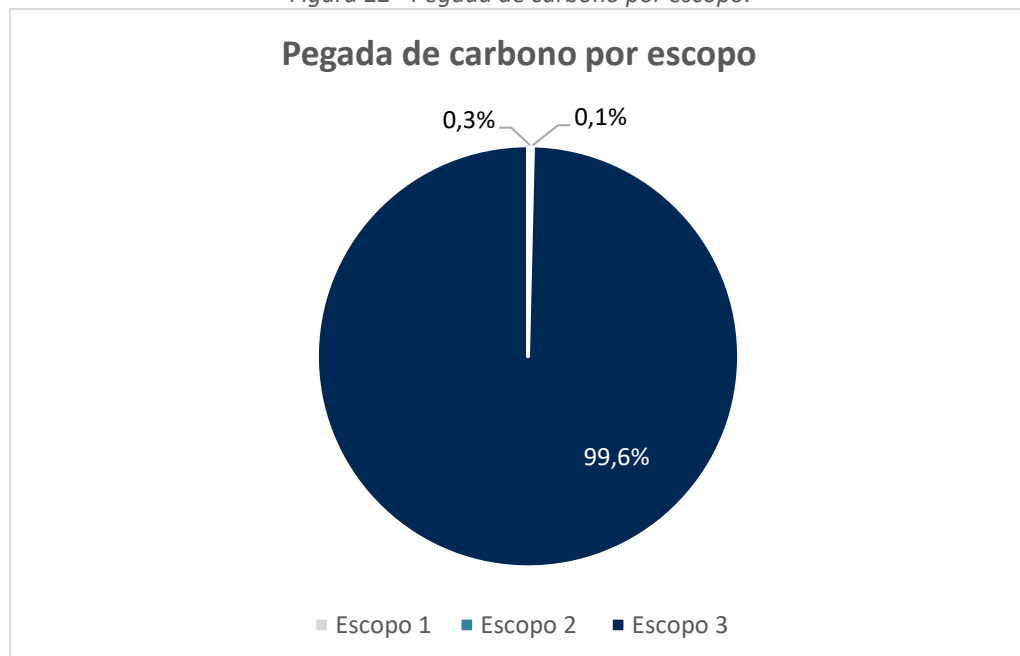
Tabela 144 - Pegada de carbono tCO<sub>2</sub>eq.

Pegada de carbono (tCO <sub>2</sub> eq)	2022
	189.225,41

Fonte: Fundación Valenciaport.

Por escopo, observa-se que praticamente a totalidade da pegada de carbono do Porto de Itaqui pertence ao Escopo 3, ou seja, de organizações externas à EMAP. Por sua vez, o Escopo 1 representa 0,3% da pegada total do porto, e o Escopo 2 apenas 0,1%.

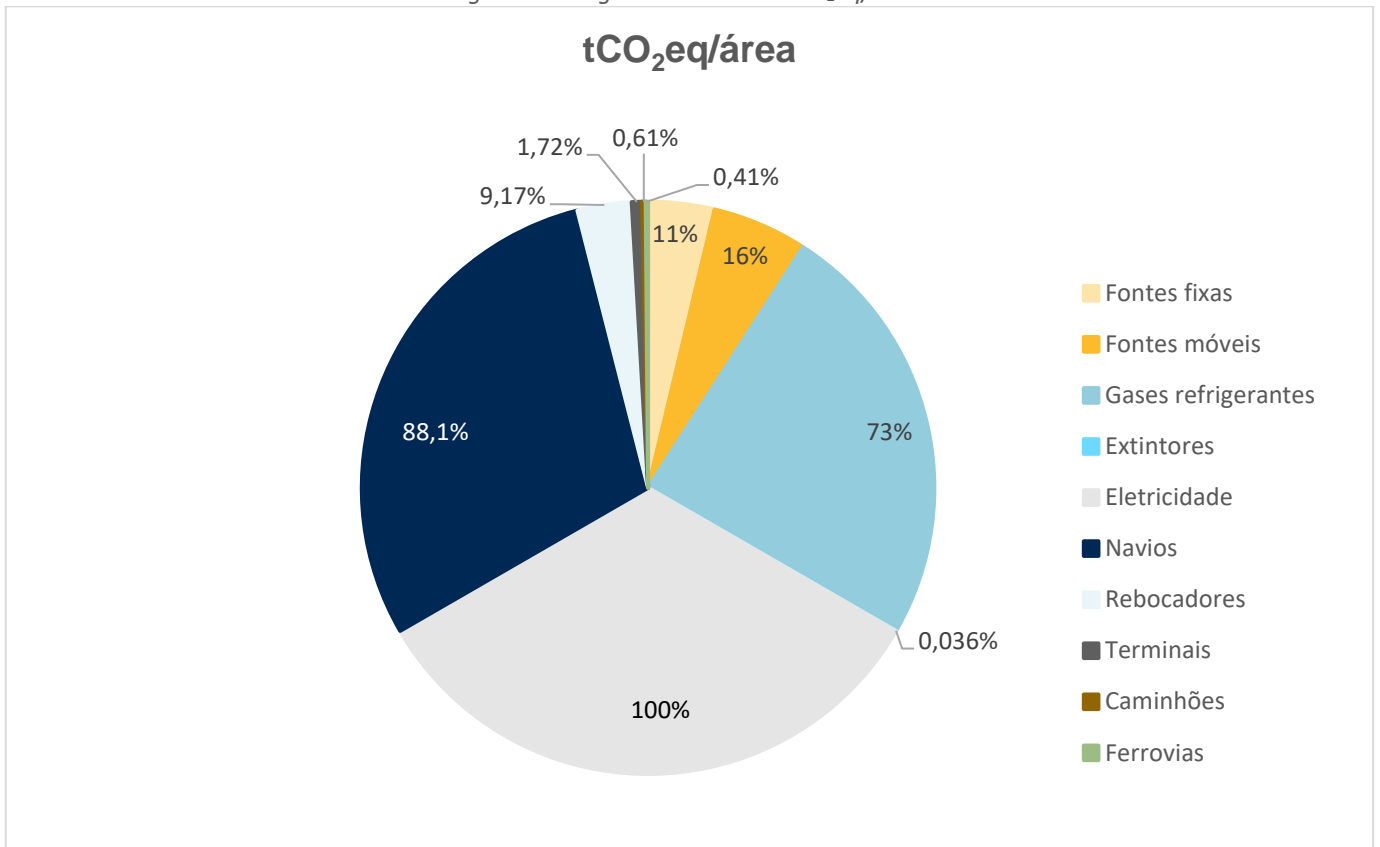
Figura 22 - Pegada de carbono por escopo.



Fonte: Fundación Valenciaport.

Por áreas, destacam-se os navios, representando 88% da pegada de carbono do Porto de Itaqui. Em segundo lugar, consideravelmente menor, estão os rebocadores, representando 9%, seguidos dos terminais com 2%. As demais áreas representam menos de <1% da pegada de carbono do Porto de Itaqui.

Figura 23 - Pegada de carbono tCO<sub>2</sub>eq/área.



Fonte: Fundación Valenciaport.

A pedido da EMAP, foram extraídas as operações de fundeio e manobra dos resultados da pegada de carbono do Porto de Itaquí. A tabela e o gráfico a seguir mostram os resultados sem essas operações.

Tabela 155 - Pegada de carbono sem fundeio e manobra.

Pegada de carbono sem fundeio e manobra do Porto do Itaquí											
Escopo	Área	Fonte	2022								
			t CO <sub>2</sub> /fonte	t CH <sub>4</sub> /fonte	t N <sub>2</sub> O/fonte	t CO <sub>2</sub> eq/fonte	tCO <sub>2</sub> eq/área	t CO <sub>2</sub> eq/escopo	% fonte	% área	% escopo
Escopo 1	Fonte fixas	Diesel S10	66,30101	0,00353	0,00353	67,33487	67,33487	601,53613	0,07660%	0,07660%	0,68430%
	Fonte móveis	Gasolina	37,51826	0,01370	0,00438	39,06361	96,93693		0,04444%	0,11027%	
		Álcool/etanol	12,46079	0,00328	0,00011	12,58178			0,01431%		
		Diesel S10	44,59613	0,00237	0,00237	45,29154			0,05152%		
	Gases refrigerantes	R-410	-	-	-	239,62963	437,04633		0,27260%	0,49718%	
		R-22	-	-	-	197,41670			0,22458%		
	Extintores	CO <sub>2</sub>	0,21800	-	-	0,21800	0,21800		0,00025%	0,00025%	
Escopo 2	Eletricidade	Convencional	110,83047	-	-	110,83047	110,83047	110,83047	0,12608%	0,12608%	0,12608%
Escopo 3	Navios	Cais	57.877,09968	0,92930	3,34550	58.789,67695	64.738,59107	66,87869%	73,64613%		
		Navegação	5.856,57064	0,09404	0,33853	5.948,91412		6,76744%			
	Rebocadores	MDO	-	-	-	17.289,50000	17.289,50000	19,66840%	19,66840%		
	Terminais	Diesel	3.015,60041	0,16049	0,16049	3.062,62389	3.243,93699	3,48402%	3,69028%		
		Gasolina	15,72358	0,00574	0,00184	16,37122		0,01862%			
		GLP	6,70639	0,00659	0,00002	6,89653		0,00785%			
		Etanol	2,25000	0,00140	0,00000	2,28932		0,00260%			
	Eletricidade	-	-	-	155,75603	0,17719%					
	Caminhões	Diesel	1.140,06228	0,05636	0,05634	1.156,57145	1.156,57145	1,31571%	1,31571%		
Ferrovias	Diesel	762,22678	0,02927	0,00351	763,97686	763,97686	0,86909%	0,86909%			

Fonte: Fundación Valenciaport.

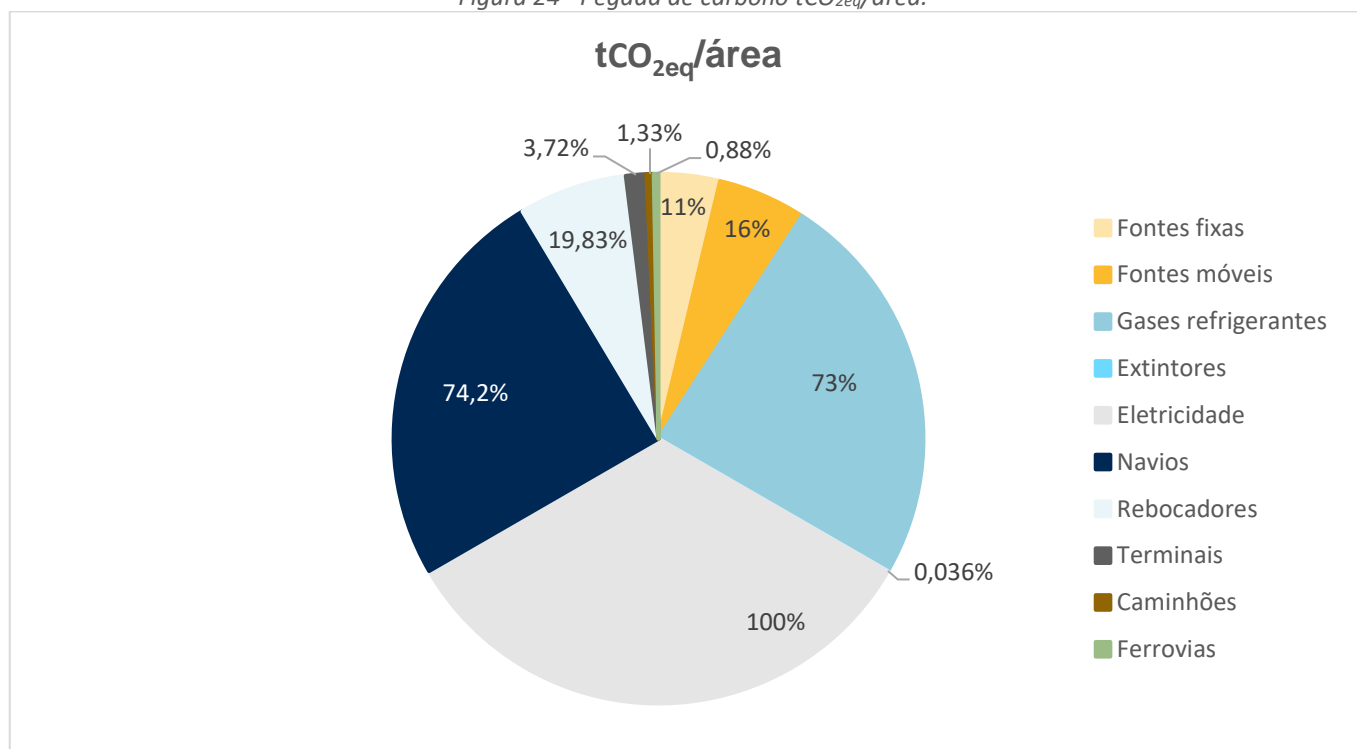
Tabela 16 - Pegada de carbono tCO<sub>2eq</sub>.

Pegada de carbono (tCO <sub>2eq</sub> )	2022
	87.904,94

Fonte: Fundación Valenciaport.

Embora a pegada de carbono do Porto de Itaquí seja reduzida consideravelmente ao excluir essas subcategorias, os navios continuam sendo os maiores emissores de GEE.

Figura 24 - Pegada de carbono tCO<sub>2eq</sub>/área.



Fonte: Fundación Valenciaport.

#### 4.4.2. Valores Relativos (Por Indicador)

Toma-se o valor da movimentação no Porto de Itaquí como indicador de referência. Em 2022, foram movimentadas 33.610.775 toneladas.

As emissões em relação às toneladas movimentadas são expressas da seguinte maneira:

$$\text{Relação de emissões} = \frac{t \text{ de } CO_{2eq}}{\text{toneladas movimentadas}} = \frac{189.225,41}{33.610.775} = 0,0056$$

A relação de emissões do Porto de Itaquí no ano de 2022 é de 0,0056 tCO<sub>2eq</sub> por cada tonelada 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 Itaquí 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 do porto 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

1. **Department for Environment, Food & Rural Affairs (DEFRA):** proporciona fatores de emissão.
2. **European Environment Agency (EEA):** A EEA fornece dados e análises detalhadas sobre o impacto ambiental do transporte, incluindo as emissões de GEE.
3. **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.
4. **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.
5. **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.
6. **Portos do Estado Guía Metodológico para o Cálculo da Pegada de Carbono em Portos (2020):** metodologia de cálculo.