



FUNDACIÓN
VALENCIAPORT



**PORTOS
DO PARANÁ**
LOGÍSTICA INTELIGENTE



Entrega 2:

Relatório da Pegada de Carbono Portos do Paraná

Maio/2025



FUNDACIÓN
VALENCIAPORT

RESUMO EXECUTIVO	6
1. INTRODUÇÃO	7
2. DESCRIÇÃO DO PORTOS DO PARANÁ	8
2.1. VISÃO GERAL.....	8
2.2. LOCALIZAÇÃO	8
2.3. ACESSOS.....	10
2.4. ÁREAS E POLIGONAIS	10
2.5. INFRAESTRUTURA E CONEXÕES.....	14
3. METODOLOGIA	21
3.1. PERÍODO DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE	21
3.2. LIMITES ORGANIZACIONAIS	21
3.3. LIMITES OPERACIONAIS	21
3.3.1. Escopo 1: emissões diretas	13
3.3.2. Escopo 2: emissões indiretas associadas à eletricidade	13
3.3.3. Escopo 3: outras emissões indiretas	13
3.3.3.1. Navios	13
3.3.3.2. Serviços de Apoio Portuário	18
3.3.3.3. Terminais.....	19
3.3.3.4. Caminhões	20
3.3.3.5. Ferrovias.....	25
3.2. FATORES DE EMISSÃO.....	27
3.3. EXCLUSÕES.....	27
4. PEGADA DE CARBONO (2023) PORTOS DO PARANÁ	28
4.1. RESULTADOS DO ESCOPO 1	28
4.2. RESULTADOS DO ESCOPO 2	29
4.3. RESULTADOS DO ESCOPO 3	30
4.3.1. Pegada de Carbono - Navios	30
4.3.1.1. Pegada de Carbono - Fundeio	32
4.3.1.2. Pegada de Carbono - Navegação	33
4.3.1.3. Pegada de Carbono - Manobra de Atracação/ Desatracação	34
4.3.1.4. Pegada de Carbono - Navio em Operação (Carga/Descarga).....	34
4.3.2. Pegada de Carbono Serviços de Apoio Portuário.....	35
4.3.3. Pegada de Carbono - Arrendatários e Operadores	37
4.3.4. Pegada de Carbono - Caminhões	41
4.3.5. Pegada de Carbono - Ferrovias	42
4.4. EMISSÕES TOTAIS DE GEE.....	43
4.4.1. Valores absolutos.....	43
4.4.2. Valores Relativos (Por Indicador).....	46
5. INCERTEZA	47
REFERÊNCIAS	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Localización Portos do Paraná.....	9
Figura 2 – Acesso Rodoviário.	11
Figura 3 – Acesso Aquaviário.	12
Figura 4 – Poligonal do Porto de Paranaguá e do Porto de Antonina.	13
Figura 5 – Relação dos berços de operação do Porto de Paranaguá.....	15
Figura 6 – Relação dos berços de operação do Porto de Antonina.	16
Figura 7 – Cais de Acostagem, Áreas Arrendadas e Contratos de Passagem do Porto de Paranaguá.	19
Figura 8 – Cais de Acostagem e Áreas Arrendadas do Porto de Antonina.	20
Figura 9 – Análise das quatro fases: fundeio, navegação, manobra de atracação/desatracação e operação (carga/descarga).	15
Figura 10 - Número de escalas por berço.	17
Figura 11 – Movimentação de carga (toneladas).....	20
Figura 12 – Acesso rodoviário interno do Porto de Paranaguá.	21
Figura 13 - Acesso rodoviário interno do Porto de Antonina.	23
Figura 14 – Emissões rodoviárias por tipo de carga.....	24
Figura 15 – Acessos e Pátios Ferroviários do Porto de Paranaguá.	26
Figura 16 – Emissões do Escopo 1 por área (exceto dragagem).....	29
Figura 17 – Percentual das emissões tCO ₂ eq correspondentes a cada fase.	31
Figura 18 – Emissões de tCO ₂ eq por tipo de carga em cada berço.	35
Figura 19 – Consumo combustível de rebocadores e barcaças.....	36
Figura 20 – Emissões de tCO ₂ eq de rebocadores e barcaças.....	37
Figura 21 – Emissões dos terminais por carga.	37
Figura 22 – Emissões dos terminais (exceto contêineres) por carga.....	38
Figura 23 – Emissões de dióxido de carbono (CO ₂ eq) por tipo de carga movimentada.....	39
Figura 24 – Índice de emissões.	39
Figura 25 – Emissão por Operador (exceto contêineres).	40
Figura 26 – Emissões totais de GEE por tipo de carga do transporte rodoviário.	41
Figura 27 – Emissões totais de GEE por tipo de carga do transporte ferroviário.....	42
Figura 28 – Pegada de carbono por escopo.....	45
Figura 29 – Pegada de carbono por área.	46

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Equipamentos, manobras e consumo por empresa.....	19
Tabela 2 – Consumos.	19
Tabela 3 – Fatores de emissão.	27
Tabela 4 – Potencial de Aquecimento Global.	27
Tabela 5 – Emissões do Escopo 1.	28
Tabela 6 – Emissões tCO ₂ eq correspondentes a cada fase.....	30
Tabela 7 – Distribuição das emissões totais de CO ₂ eq por porto.	31
Tabela 8 – Resultado das emissões totais por tipo de gás (CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O).	32
Tabela 9 – Emissões na fase de fundeio por tipo de navio.	33
Tabela 10 – Tempo médio na fase de fundeio e número de escalas por tipo de carga.	33
Tabela 11 – Emissões de fase de navegação por tipo de navio.	33
Tabela 12 – Emissões, tempo médio e número de escalas na fase de manobra de atracação/desatracação por tipo de navio.....	34
Tabela 13 – Emissões na fase de navio em operação(carga/descarga) e tempo médio de operação por tipo de navio.	35
Tabela 14 – Emissões e consumo das embarcações de serviços de apoio portuário.	36
Tabela 15 – Emissões totais de GEE por tipo de carga do transporte ferroviário.	42
Tabela 16 – Pegada de carbono por escopo.	44
Tabela 17 – Pegada de carbono total (tCO ₂ eq).....	45

LISTA DE TERMOS

Sigla	Descrição
APPA	Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de Carbono
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
IHS	Information Handling Services (Serviços de Processamento de Informações)
IMO	International Maritime Organization (Organização Marítima Internacional)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)
kg	Quilograma
t CO ₂ eq	Tonelada Dióxido de Carbono Equivalente
MDO	Marine Diesel Oil (Óleo Diesel Marítimo)
MGO	Marine Gas Oil (Óleo Diesel Marítimo Leve)
MHC	Mobil Harbour Crane (Guindaste Móvel de Porto)
MWh	Megawatt-hora
NF ₃	Trifluoreto de Nitrogênio
N ₂ O	Óxido Nitroso
PFCs	Hexafluoreto de Enxofre
PR	Paraná (Estado)
SF ₆	Hexafluoreto de Enxofre
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 Portos do Paraná 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 Portos do Paraná, abrangendo as emissões diretas e indiretas de gases de efeito estufa (GEE) do complexo portuário paranaense. 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 indicaram que, para o ano base de 2023, a Portos do Paraná emitiu um total de 678.519,84 tCO₂eq. As emissões diretas (Escopo 1) representaram 2,7% do total, enquanto as emissões indiretas associadas à eletricidade (Escopo 2) e outras emissões indiretas (Escopo 3) representaram 0,1% e 97,1%, respectivamente. Enquanto as emissões dos Escopos 1 e 2 correspondem às atividades da Autoridade Portuária, o Escopo 3 considera navios, serviços de apoio portuário, terminais, caminhões e ferrovias. Neste caso, destaca-se a atividade dos navios, representando 89,2% da pegada de carbono da Portos do Paraná.

Este estudo fornece a base para a implementação da estratégia de descarbonização da Autoridade Portuária dos portos de Paranaguá e Antonina, 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 IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. 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 Portos do Paraná, sendo que este documento apresenta em detalhes a metodologia adotada nos cálculos e os resultados alcançados.

2. DESCRIÇÃO DO PORTOS DO PARANÁ

2.1. VISÃO GERAL

Os portos do Paraná são um complexo portuário, constituído pelos portos de Paranaguá e Antonina, cuja administração é delegada pelo governo federal para o Estado do Paraná. A administração dos portos é realizada pela empresa pública estadual, Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina - APPA (Portos do Paraná) vinculada à Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística.

Como empresa pública, a administração é responsável por realizar a gestão portuária dos portos organizados paranaenses e é dirigida por um conselho administrativo e uma diretoria executiva, gerenciando as áreas públicas, acessos marítimos, berços, pátios, armazéns, equipamentos e outras instalações portuárias inseridas nas poligonais dos portos organizados. Além disso, supervisiona as áreas operacionais, nas quais a responsabilidade pode ser temporariamente delegada a parceiros privados, por meio de contratos de arrendamento, concessão ou cessão onerosa.

O modelo de gestão atual opera sob o modelo *landlord*, em que a Autoridade Portuária é responsável pela administração dos portos e por oferecer a estrutura necessária às atividades de movimentação de cargas. Assim, o poder público mantém toda a infraestrutura de acesso aquaviário, bacia de evolução, berços de atracação, acessos rodoviários, ferroviários e internos. Já a iniciativa privada é responsável pela operação e manutenção da dos terminais, equipamentos, armazéns e mão de obra, assegurando eficiência e competitividade.

2.2. LOCALIZAÇÃO

A Portos do Paraná é responsável pela gestão de dois portos organizados: o Porto de Paranaguá e o Porto de Antonina, situados, respectivamente, nos municípios de Paranaguá e Antonina, no Estado do Paraná, Brasil (Figura 1).

Sedes Administrativas:

- Porto de Paranaguá: Avenida Ayrton Senna da Silva, 161 – Bairro Dom Pedro II – CEP 83203-800 – Paranaguá/PR
- Porto de Antonina: Avenida Conde Matarazzo, 2500 – CEP 83370-000 – Antonina/PR

Figura 1 – Localização Portos do Paraná.



Fonte: Portos do Paraná, 2025.

2.3. ACESSOS

Os portos do Paraná, especificamente os de Paranaguá e Antonina, estão localizados no litoral do estado, na Baía de Paranaguá.

O acesso rodoviário pode ser realizado pela BR-277, que conecta Paranaguá a Curitiba, com ligação à BR-116 pelas rodovias PR-408, PR-411 e PR-410 (Figura 1).

Já o acesso aquaviário (Figura 3) se dá por dois principais canais, sendo:

- **Canal da Galheta**, com 22,6 km de extensão, principal via de acesso ao Porto de Paranaguá e,
- **Canal de Acesso Paranaguá–Antonina**, com 17,7 km, conectando os dois portos organizados.

2.4. ÁREAS E POLIGONAIS

A área terrestre sob jurisdição da Autoridade Portuária compreende uma projeção de aproximadamente 4,1 milhões de metros quadrados, dispondo de 5.347 metros lineares de cais e píeres.

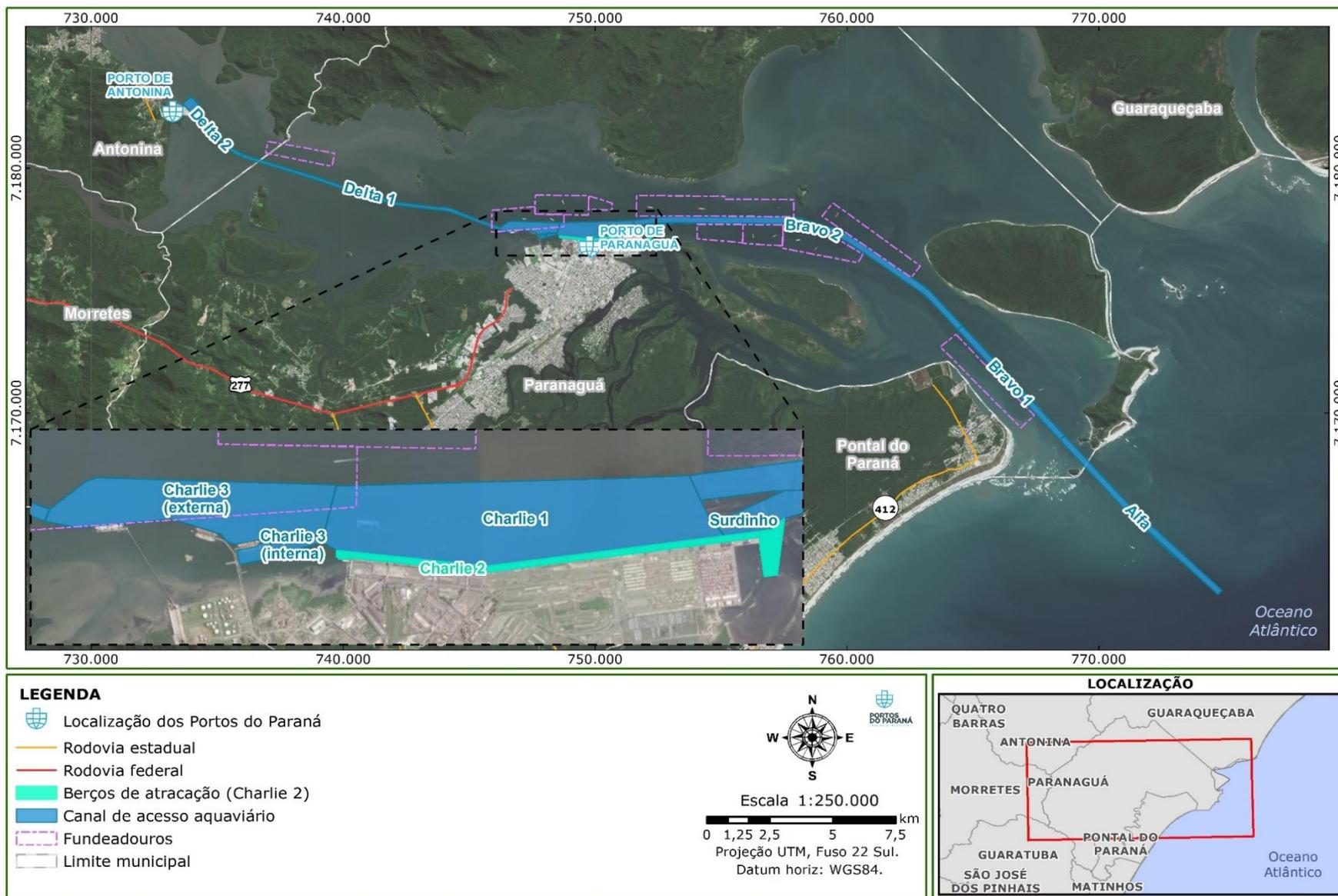
As poligonais portuárias que definem os limites das áreas de jurisdição dos portos organizados de Paranaguá e Antonina, incluindo as áreas de acesso marítimo e terrestre, instalações portuárias e infraestrutura de proteção estão ilustradas na Figura 4. Vale mencionar que essa delimitação, estabelecida por decreto do Poder Executivo, leva em conta a infraestrutura de acesso e proteção ao porto, com o objetivo de otimizar a eficiência e competitividade, conforme estabelece a Lei nº 12.815/2013.

Figura 2 – Acesso Rodoviário.



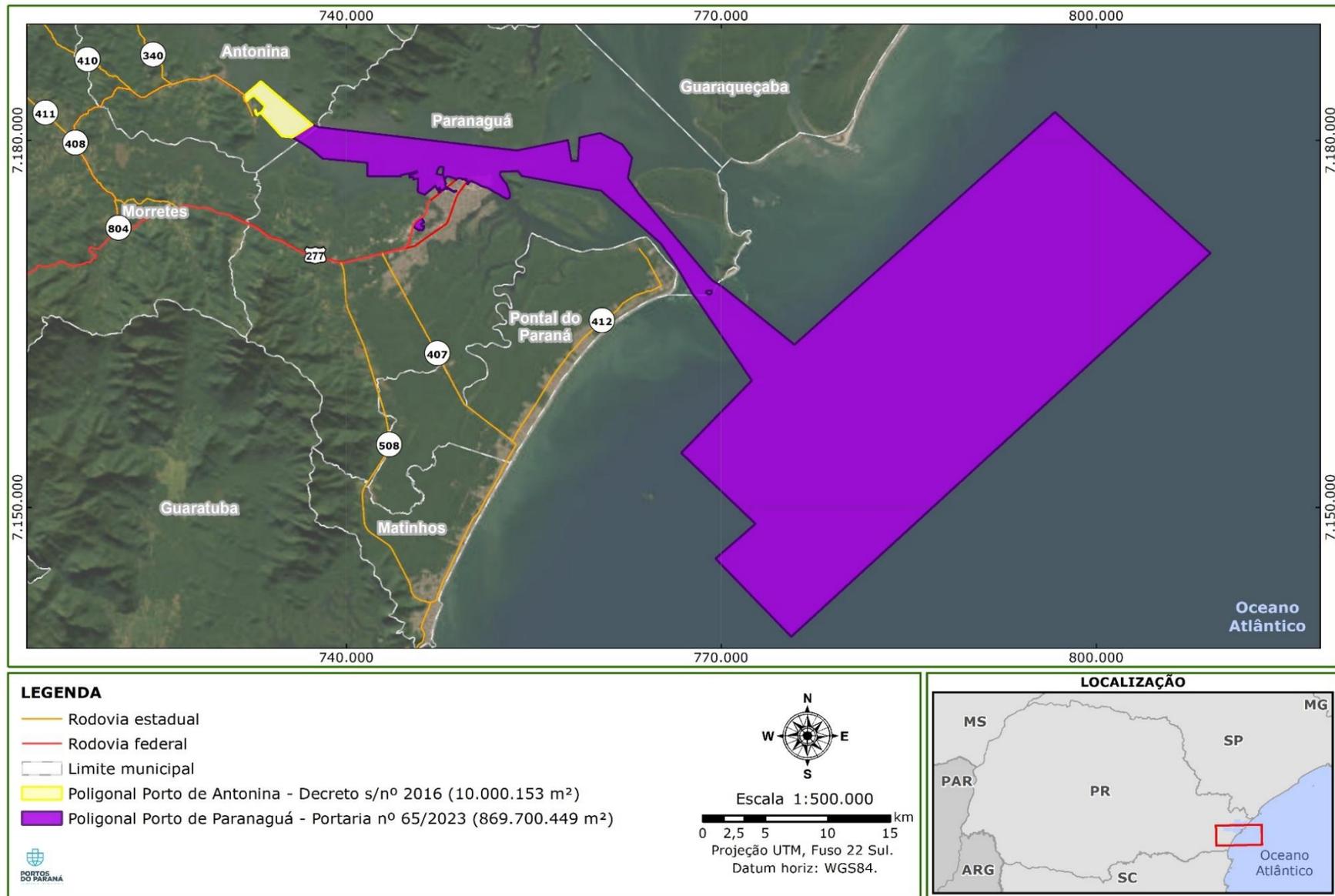
Fonte: Portos do Paraná, 2025.

Figura 3 – Acesso Aquaviário.



Fonte: Portos do Paraná, 2025.

Figura 4 – Poligonal do Porto de Paranaguá e do Porto de Antonina.



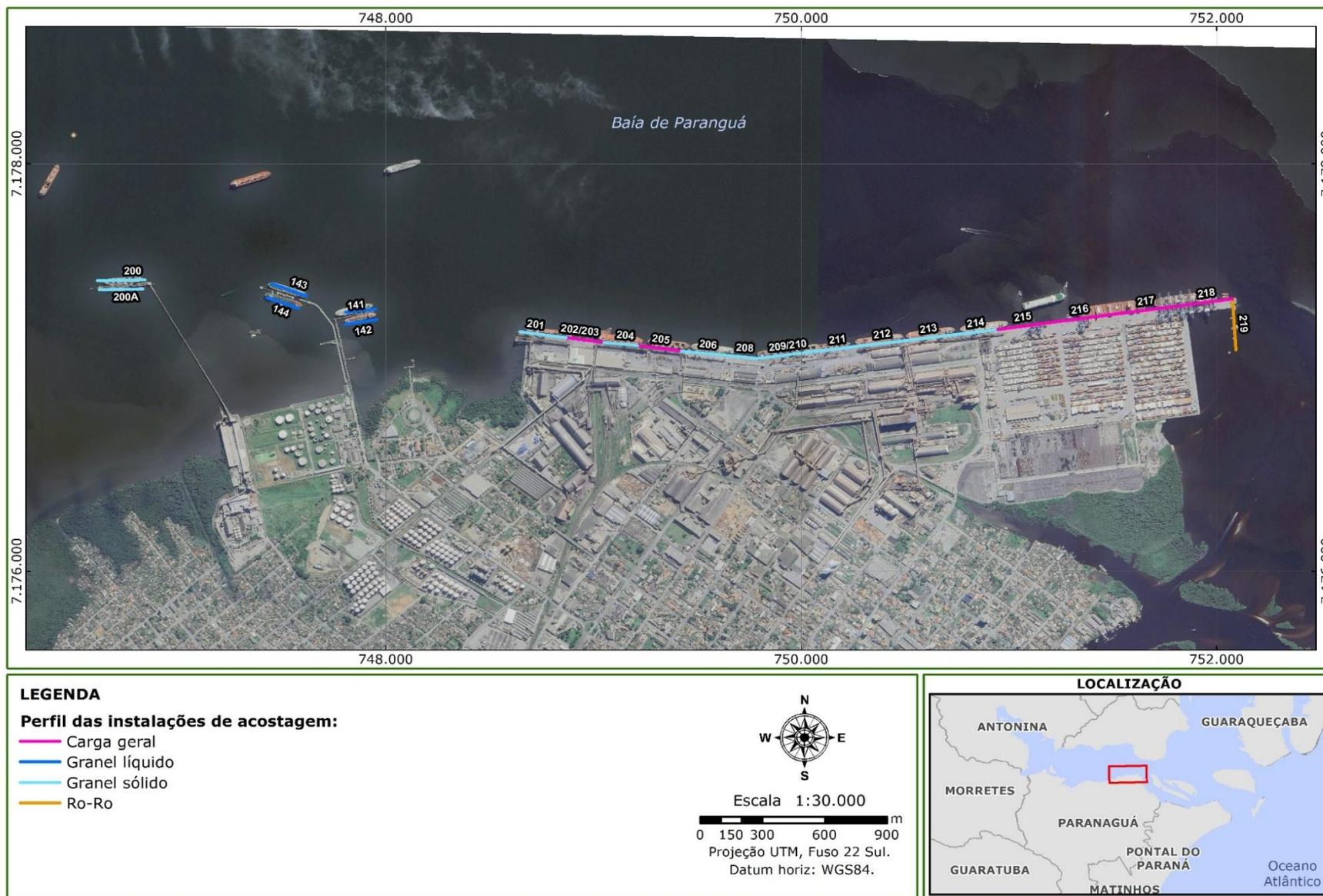
Fonte: Portos do Paraná, 2025

2.5. INFRAESTRUTURA E CONEXÕES

O complexo portuário dos portos do Paraná, possui uma infraestrutura robusta para atender às demandas logísticas e comerciais da região que vai além do Estado do Paraná, com influência em São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e, atingindo além da fronteira do Brasil, o Paraguai. Estrutura que atende padrões do comércio marítimo nacional e internacional (Figura 5 e Figura 6).

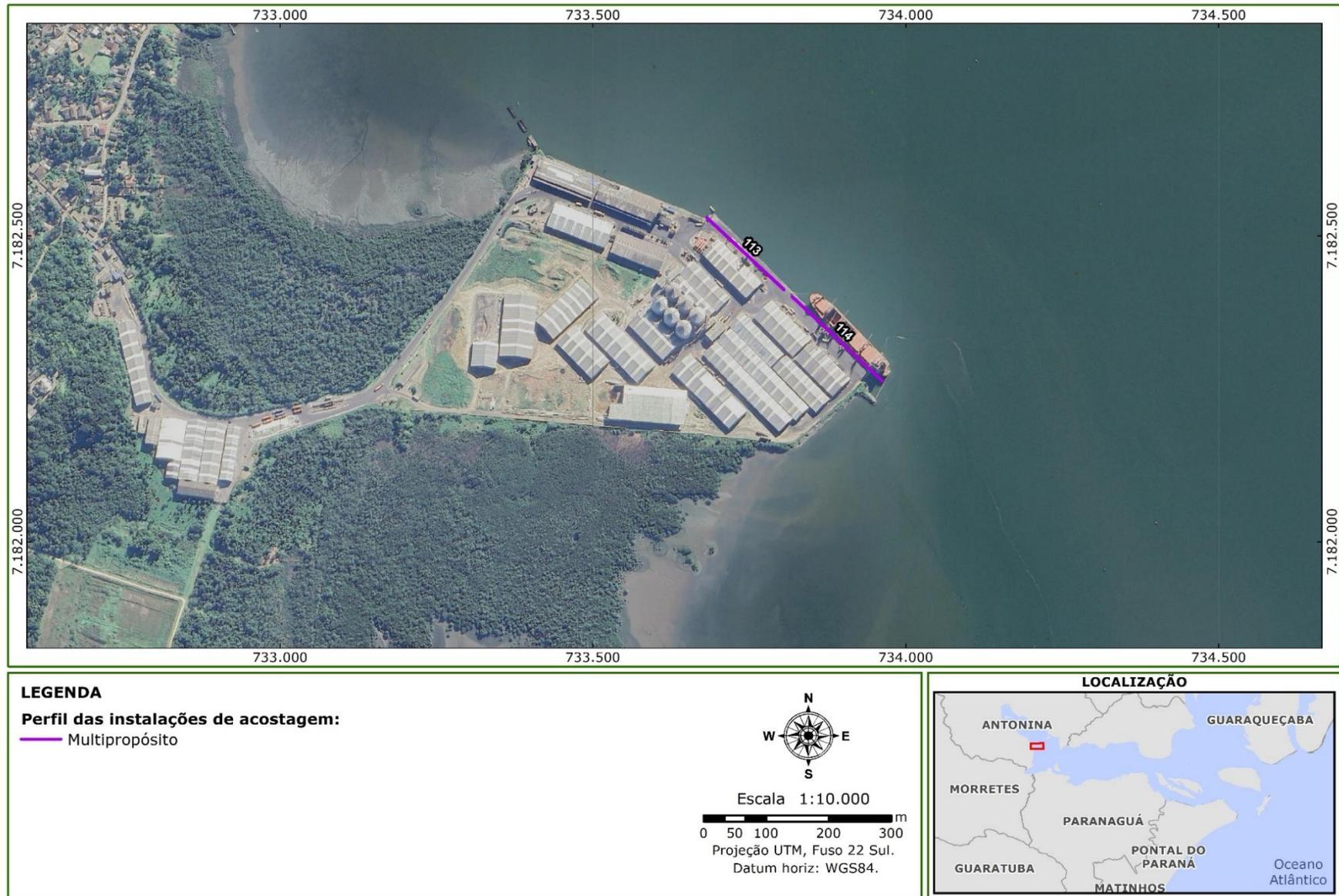
- **Berços e píeres:** 347 metros de extensão, distribuídos em 24 berços de atracação, sendo:
 - 16 berços no cais comercial de Paranaguá;
 - 4 berços em 2 píeres dedicados a granéis líquidos, sendo 1 píer público e 1 píer de terminal de uso privado (TUP);
 - 2 berços em 1 píer específico para fertilizante;
 - 02 berços em Antonina (113 e 114) – terminal arrendado (Porto Ponta do Félix-Antonina).

Figura 5 – Relação dos berços de operação do Porto de Paranaguá.



Fonte: Portos do Paraná, 2025.

Figura 6 – Relação dos berços de operação do Porto de Antonina.



Fonte: Portos do Paraná, 2025.

Principais aspectos de infraestrutura e capacidade operacional – Portos de Paranaguá e Antonina:

Área Total

- **4.129.801,3 m²** de área terrestre sob jurisdição da Autoridade Portuária.

Infraestrutura de Atracação

- **Cais e píeres:** 5.347 metros lineares.
- **Total de berços:** 24
 - 16 berços no cais comercial de Paranaguá;
 - 4 berços em 2 píeres destinados a granéis líquidos;
 - 2 berços em 1 píer dedicado a fertilizantes;
 - 2 berços no Porto de Antonina.

Capacidades Estáticas de Armazenagem

- **Granéis sólidos:** 1.775.000 toneladas.
- **Fertilizantes:** 3.000.000 toneladas (incluindo a retroárea).
- **Granéis líquidos:** 946.040 m³.

Capacidade Operacional

- **Movimentação anual de contêineres:** até 1,5 milhão de TEU's.
- **Capacidade nominal de embarque no Corredor de Exportação:** até 9.000 toneladas/hora.
- **Capacidade média de descarga de fertilizantes:** cerca de 6.000 toneladas/dia/navio.

Equipamentos Operacionais

- **Guindastes móveis portuários (MHC):** 6 unidades, com capacidade entre 64 e 104 toneladas, utilizados para descarga de granéis sólidos e carga geral.
- **Shiploaders (carregadores de navios):** 10 equipamentos.

Operadores Portuários

- **45 empresas** devidamente autorizadas e atuantes nas operações portuárias.

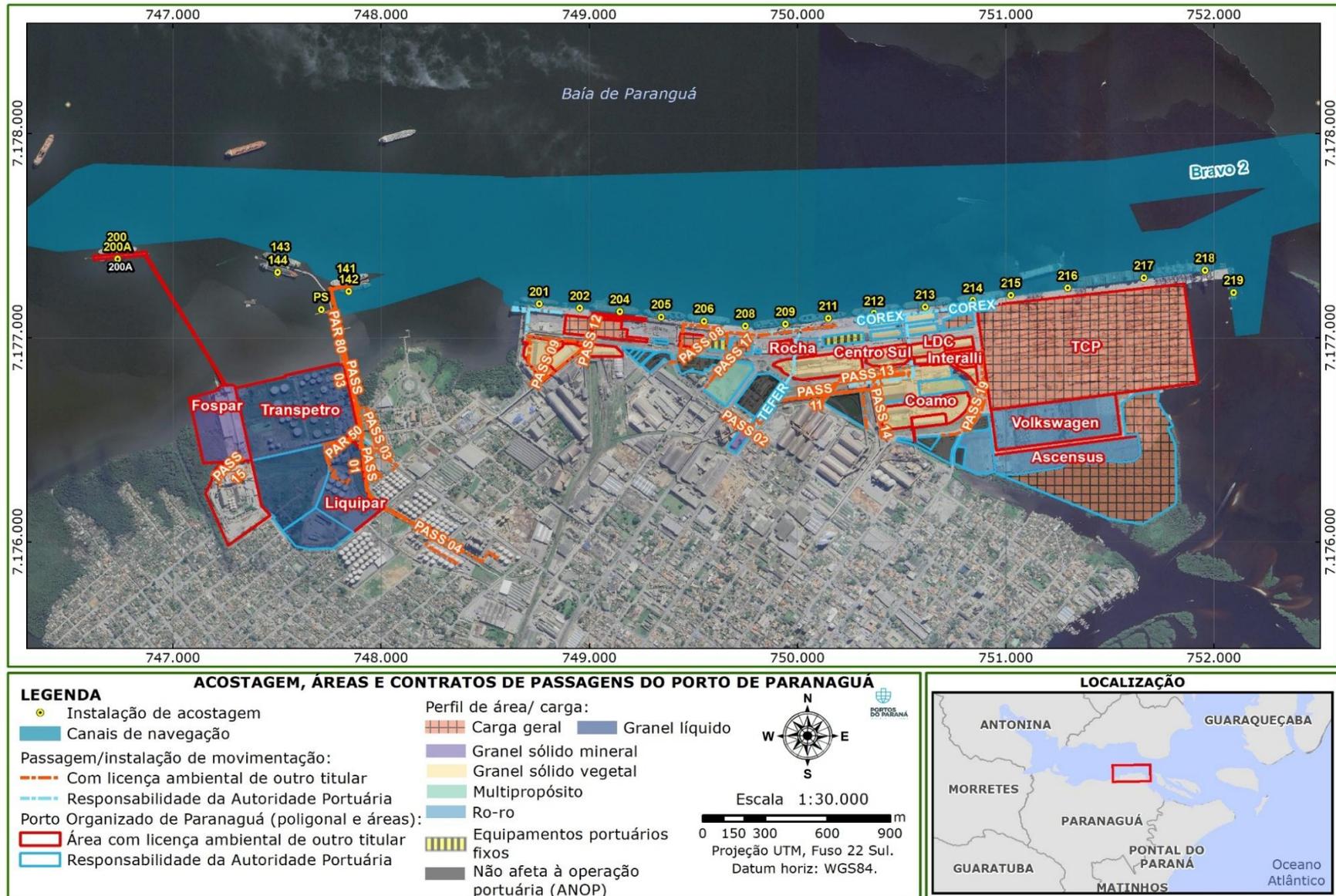
Calado Operacional

- 12,5 metros - adequado para embarcações de grande porte.

Área de Triagem e Pátios

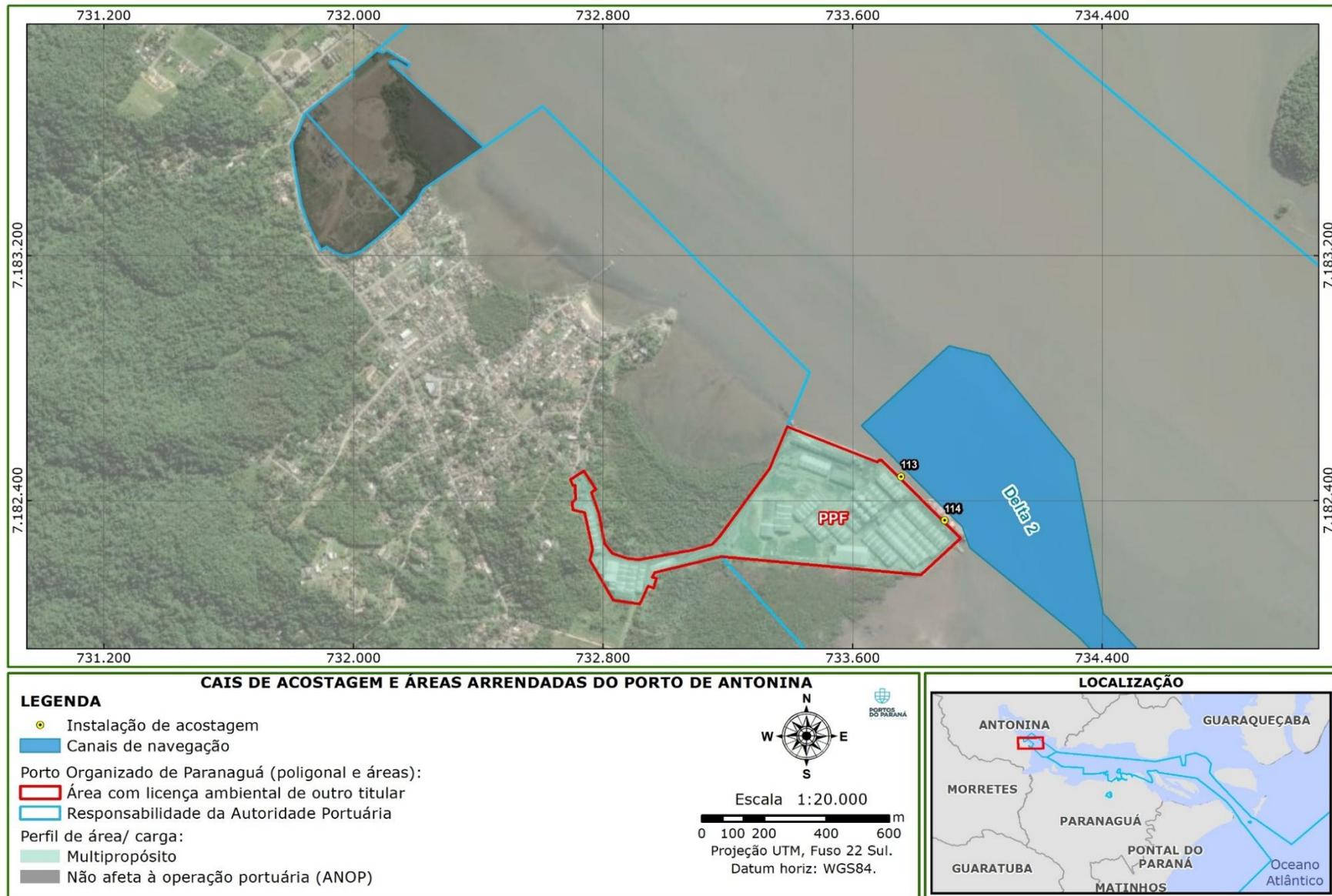
- **Pátio de triagem de caminhões:**
 - Área total: 330.000 m²
 - Capacidade estática: até 1.000 caminhões
- **Demais áreas de pátio (veículos, contêineres, outros):**
 - Área total: 538.000 m²

Figura 7 – Cais de Acostagem, Áreas Arrendadas e Contratos de Passagem do Porto de Paranaguá.



Fonte: Portos do Paraná, 2025

Figura 8 – Cais de Acostagem e Áreas Arrendadas do Porto de Antonina.



Fonte: Portos do Paraná, 2025

3. METODOLOGIA

O cálculo da pegada de carbono dos portos do Paraná 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

O ano de 2023 marca a primeira quantificação da pegada de carbono da Portos do Paraná, sendo, portanto, estabelecido como ano base do inventário de gases de efeito estufa, considerando a movimentação de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2023.

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 Portos do Paraná.

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 nos portos paranaenses pelas empresas localizadas dentro dos limites dos portos e com contratos de passagem, conforme classificação do GHG Protocol e da Guía 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 (GEE) dos portos do Paraná. Esses limites determinam quais atividades e fontes de emissão foram 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 pela Portos do Paraná. As categorias incluídas no Escopo 1 foram:

- **Fontes fixas:** emissões provenientes da combustão de Diesel S10 em geradores e casas de bombas.
- **Fontes móveis:** emissões provenientes da combustão de combustíveis em veículos operacionais, empilhadeiras, plataformas elevatórias e pás-carregadeiras. Incluem gasolina e diesel utilizados em carros de leve/pequeno porte e camionetes/utilitários.
- **Gases refrigerantes:** emissões fugitivas de gases refrigerantes como R-410A e R-22 utilizados em sistemas de refrigeração e ar-condicionado.
- **Extintores:** emissões associadas ao uso de CO₂ em sistemas de combate à incêndio.
- **Dragagem:** emissões provenientes do consumo de VLSFO e MGO em operações de dragagem para a manutenção dos acessos aquaviários dos portos.

3.3.2. Escopo 2: emissões indiretas associadas à eletricidade

As emissões indiretas associadas ao consumo de eletricidade que incluem todas as emissões de GEE resultantes de eletricidade adquirida e consumida pela APPA. As categorias incluídas no escopo 2 foram:

- **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 da Portos do Paraná, mas que não são diretamente controladas pela administração portuária. As categorias incluídas no Escopo 3 foram:

3.3.3.1. Navios

Foram consideradas as emissões associadas às operações de fundeio, navegação, manobra e atracação dos navios que operam nos portos do Paraná. 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 na Zona #12, designada como área geral para essa atividade. Essa zona está localizada em mar aberto, fora da área de operações portuárias intensivas, e permite que os navios aguardem com segurança até estarem prontos para entrar nos portos. Durante essa fase, os navios permanecem ancorados, consumindo energia principalmente por meio de seus motores auxiliares e caldeiras para manter os sistemas essenciais. As emissões de CO₂eq nesta fase são influenciadas pelo tempo de espera e pelo tipo de navio.

Navegação:

A fase de navegação começa na Zona #12 (fundeio) e se estende até um ponto de embarque do práctico nas coordenadas 25°38'38"S 48°15'06"W, adotado como referência com base nas informações fornecidas pela Portos do Paraná. Durante a navegação nos acessos aquaviários, os navios operam a uma velocidade média de 12 nós, utilizando seus motores principais. Essa fase é relevante em termos de consumo de combustível e emissões, pois os motores funcionam em plena capacidade para manter a velocidade e a estabilidade da embarcação.

Manobra de Atracação/Desatracação:

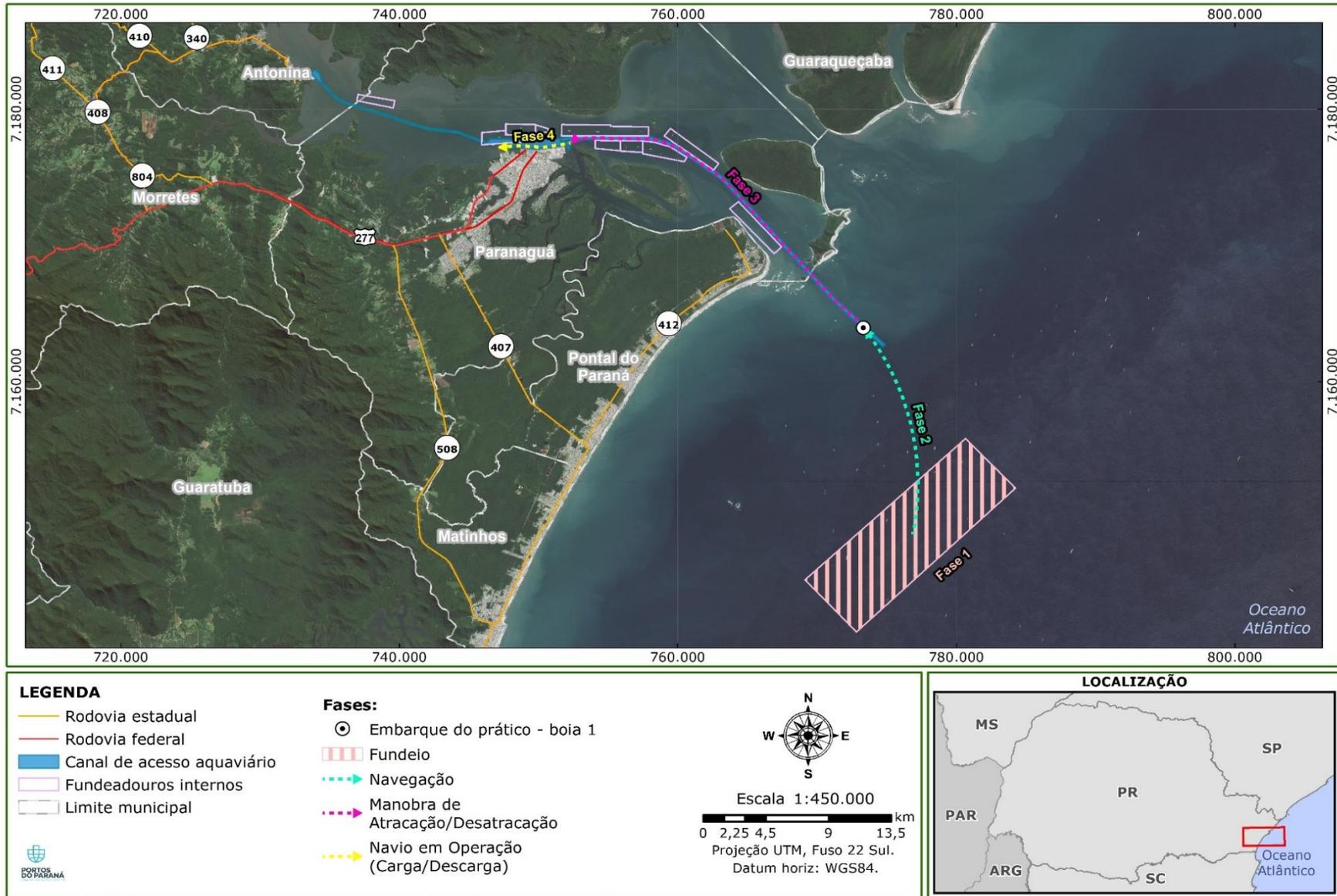
A manobra é realizada nas proximidades dos portos, onde os navios, com prácticos a bordo, ajustam sua posição para atracar nos berços designados. Também se adota, nesta zona, a velocidade média de 12 nós como referência. Esta fase inclui movimentos precisos e mudanças de direção, que exigem controle cuidadoso. Durante a manobra, os navios reduzem a velocidade e utilizam tanto os motores principais quanto os auxiliares para realizar movimentos controlados. O consumo de combustível e as emissões são menores do que na navegação, mas ainda significativos, devido à operação em baixa rotação e à necessidade de precisão.

Navio em Operação (Carga/Descarga):

A operação de carga/descarga ocorre com os navios atracados nos berços designados dentro dos portos. Durante a operação, os navios permanecem nos berços, utilizando motores para manter suas atividades. As emissões nesta fase dependem do tempo de permanência no berço.

Na Figura 9 a seguir, pode-se observar uma visão geral das diferentes fases representadas no mapa.

Figura 9 – Análise das quatro fases: fundeio, navegação, manobra de atracação/desatracação e operação (carga/descarga).



Fonte: Portos do Paraná, 2025

A análise das emissões de navios nos portos do Paraná baseou-se nas escalas marítimas registradas no ano de 2023 nos portos de Paranaguá e Antonina, fornecidas pela Autoridade Portuária. Trabalhou-se com um conjunto de dados inicial de 4.045 escalas, que posteriormente foram depuradas mediante um processo de limpeza e validação de dados, sendo reduzidas para 3.936 escalas, garantindo a precisão das informações utilizadas para o cálculo das emissões.

Dado que os dados fornecidos inicialmente não apresentavam as informações necessárias para os cálculos, relacionadas principalmente aos motores de cada navio, a informação inicial foi confrontada com a base de dados da IHS (Information Handling Services), plataforma internacional amplamente reconhecida por consolidar informações técnicas e operacionais de navios em escala global. Essa base, atualmente integrada ao grupo S&P Global, fornece dados detalhados sobre mais de 200 mil embarcações, incluindo tipo de motor, potência, combustível utilizado e outras características técnicas essenciais para a estimativa de emissões.

Dessa forma, assegurou-se a disponibilidade desses dados-chave, como a potência dos motores, que foi incorporada à base de dados inicial para complementar todos os dados necessários prévios ao cálculo. As datas de Chegada, Prático a Bordo, Atracação e Desatracação, que apresentavam desajustes temporais devido a uma imputação incorreta de dados (fornecendo valores temporais defasados e errôneos), foram ajustadas para refletir adequadamente os tempos.

Os dados utilizados incluíram informações sobre os tempos de cada fase, o tipo de navio, o modelo e a potência dos motores principais, auxiliares e caldeiras. Foram realizadas as seguintes ações para melhorar a qualidade do conjunto de dados: ajustaram-se os tipos de dados e completaram-se valores nulos, especialmente nos tempos de escala, para refletir uma imagem realista das operações.

No tratamento e correção dos dados iniciais, foram identificadas e eliminadas duplicidades e valores fora da normalidade, como a escala 68389 do navio com número IMO (Organização Marítima Internacional) 9579743, que apresentava um tempo de fundeio excessivamente longo (mais de um ano). Após o processo de depuração, trabalhou-se com um total de 3.936 escalas validadas, sobre as quais foi calculada cada uma das emissões associadas às diferentes fases.

Para cada uma dessas quatro fases operacionais, identificaram-se os tempos de operação, calcularam-se a potência e a energia consumida, e calcularam-se as emissões em toneladas de CO₂, CH₄ e N₂O. Foram utilizados os fatores de emissão do IMO 4th GHG Study, assim como a Tabela 3 do referido estudo para atribuir as potências dos motores auxiliares e caldeiras. Por fim, as emissões totais de cada escala foram obtidas somando-se as emissões calculadas em cada fase.

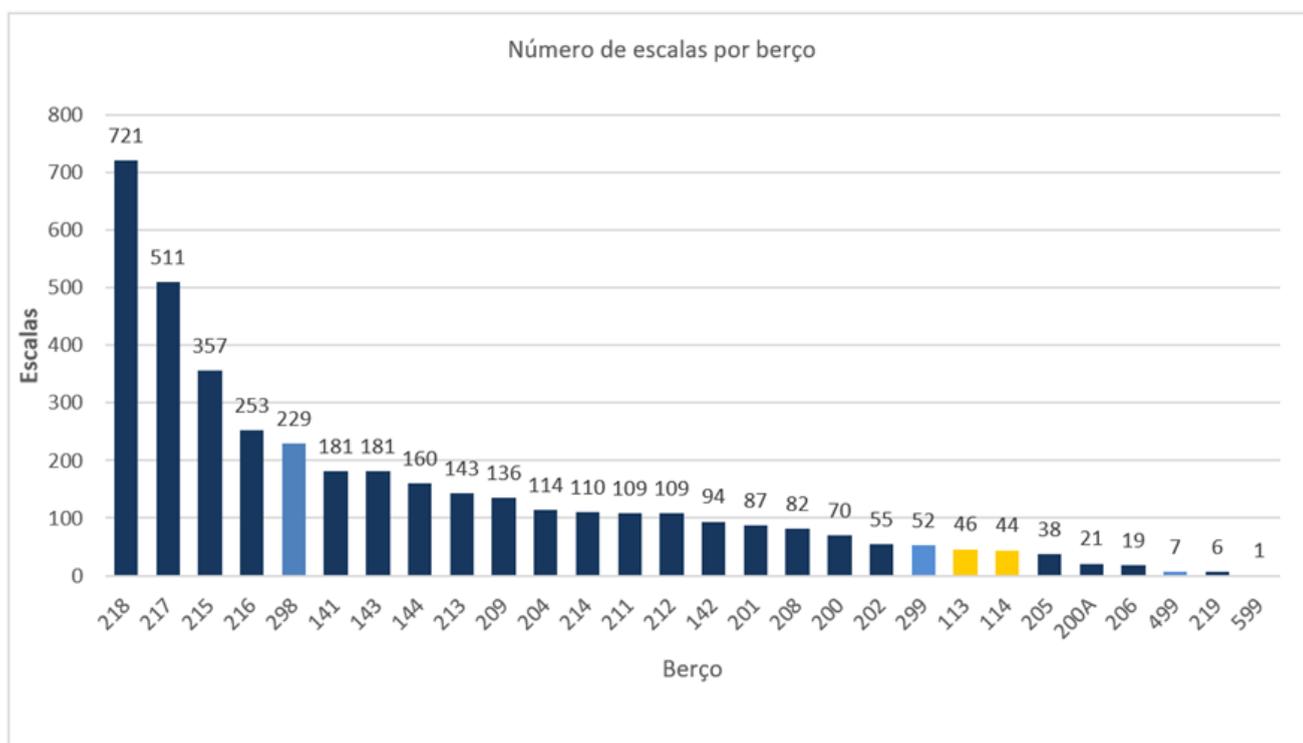
O número total de atracções da base de dados depurada, correspondente a cada um dos berços dos portos de Antonina (em amarelo) e Paranaguá (em azul), pode ser visualizado no gráfico a seguir (Figura 10), indicando a quantidade de escalas atribuídas a cada um dos berços de atracção. Além dos **24 berços físicos** de atracção

distribuídos entre os portos de Paranaguá e Antonina, o sistema operacional da Autoridade Portuária contempla **berços virtuais**, representados em azul claro na figura a seguir. Esses pontos de fundeio e referência são utilizados exclusivamente para fins operacionais, como o agendamento e o controle de navios que acessam o porto para **operações específicas**, principalmente **abastecimento (bunkering)** e apoio portuário.

Atualmente são registrados **8 berços virtuais** no sistema, classificados conforme suas finalidades operacionais:

- **298 – Bunker Comercial (Atracado)**
- **299 – Only Bunker**
- **301 – Techint – Inativo**
- **399 – Fundeadouro na Barra**
- **499 – Fundeadouro Interno**
- **599 – Apoio Portuário**
- **699 – Fundeadouro Barra – Inativo**
- **999 – Dragagem**

Figura 10 - Número de escalas por berço.



Fonte: Fundación Valenciaport.

Nota: Berços virtuais (azul claro) não correspondem a estruturas físicas de atracação, mas são fundamentais para o planejamento, segurança e organização das operações marítimas no complexo portuário dos Portos do Paraná.

3.3.3.2. Serviços de Apoio Portuário

Para o cálculo das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) associadas aos serviços de apoio portuário na Portos do Paraná (Portos de Paranaguá e Antonina), foram coletados dados operacionais de empresas responsáveis pela operação de rebocadores e barcaças de abastecimento de combustível. As barcaças de abastecimento são embarcações empregadas no transporte e fornecimento de combustíveis a navios atracados ou fundeados, desempenhando uma função estratégica no apoio logístico das operações portuárias.

As empresas que operam na Portos do Paraná são:

1. Empresa 28
2. Empresa 29
3. Empresa 30
4. Empresa 31
5. Empresa 32
6. Empresa 33

As empresas listadas nos itens de 1 a 5 são de rebocadores, já a empresa do item 6, é uma empresa de bunkering. Uma planilha do Excel foi usada para solicitar dados das diferentes empresas, onde os seguintes dados foram solicitados:

1. Número de equipamentos;
2. Manobras por equipamentos e,
3. Consumo de combustível (em litros): neste caso, o combustível considerado foi o diesel marítimo.

A Tabela 1 a seguir apresenta o total de equipamentos, manobras realizadas e consumo de combustível (MDO – Marine Diesel Oil) reportado pelas empresas prestadoras de serviços de rebocadores que atuaram no complexo portuário paranaense em 2023.

Destaca-se que o número de rebocadores indicados não representa uma frota fixa, mas sim os equipamentos mobilizados ao longo do ano conforme a demanda operacional. Trata-se de uma movimentação flutuante e pontual, refletindo a atuação efetiva dos ativos utilizados nas operações de atracação, desatracação e apoio às embarcações.

Tabela 1 – Equipamentos, manobras e consumo por empresa.

Empresa	Equipamentos	Manobras	Consumos (L de MDO)
Empresa 28	5 rebocadores	1.309	548.234
Empresa 29	2 rebocadores	1.409	294.945
Empresa 30	11 rebocadores	3.027	826.685
Empresa 31	6 rebocadores	2.446	651.780
Empresa 32	3 rebocadores	3.134	759.628
Empresa 33	3 rebocadores 4 barcaças	503 803	125.886 47.754

Fonte: Fundación Valenciaport.

Conforme apresentado na tabela acima, encontram-se reunidas as informações referentes às manobras realizadas e ao consumo de combustível dos rebocadores que atuaram nos portos de Paranaguá e Antonina durante o ano de 2023.

Para os cálculos a serem apresentados no Item 4.3 deste documento, foram utilizados os valores dos fatores de emissão da IMO.

3.3.3.3. 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, etanol, xisto 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 26 operadores, arrendatários e detentores de contrato de passagem da Portos do Paraná.

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 os seguintes mencionados na Tabela 2:

Tabela 2 – Consumos.

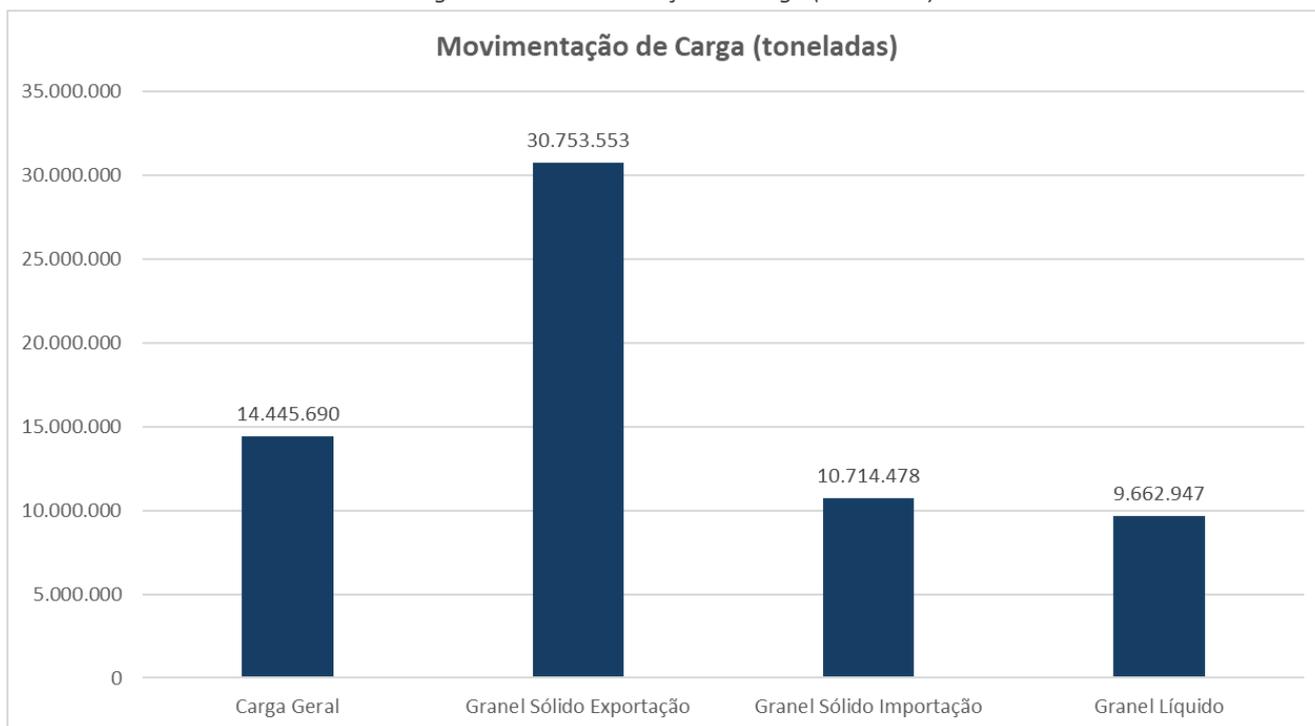
	Diesel	Gasolina	GLP	Etanol	Xisto	Eletricidade
Consumos	11.263.246,19 l	84.032,29 l	275.063,00 kg	3.345,64 L	1.652.190 kg	52.049.210,52 kWh

Fonte: Fundación Valenciaport.

Em função do tipo de mercadoria movimentada, a movimentação em 2023 foi de 65.576.668 toneladas, distribuídas da seguinte forma: 14.445.690 toneladas de carga geral, (22%, das quais 90% são contêineres), 41.468.031 toneladas de granéis sólidos (63%), das quais 30.753.553 são de exportação (47% do total) e

10.714.478 de importação (16% do total), e 9.662.947 toneladas de graneis líquidos (15%) (Figura 11).

Figura 11 – Movimentação de carga (toneladas).



Fonte: Fundación Valenciaport.

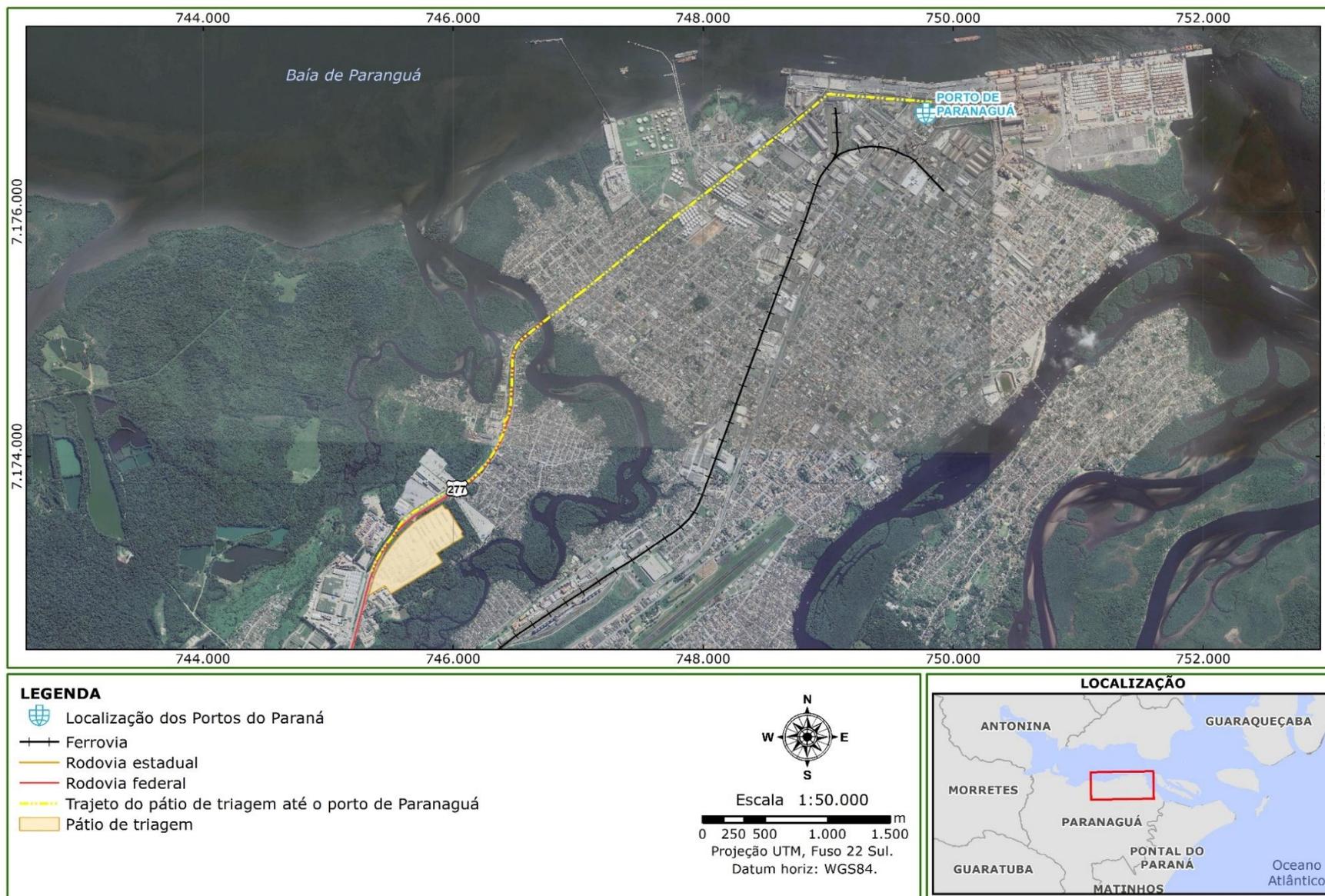
3.3.3.4. Caminhões

Para fins do cálculo da pegada de carbono associado ao transporte rodoviário de cargas, foi estabelecido um recorte geográfico que compreende exclusivamente as áreas internas dos terminais portuários localizados nos municípios de Paranaguá e Antonina (Porto Ponta do Félix), sob administração da Portos do Paraná. Essa delimitação inclui os acessos internos, vias de circulação, áreas de carga e descarga, pátios operacionais e demais estruturas pertencentes à zona primária portuária.

O transporte rodoviário operado no complexo portuário Portos do Paraná, são feitos exclusivamente por caminhões, que transportam cargas a granel sólido ou líquido. Considerando que todos os contemplados utilizam como combustível, o diesel.

O cálculo foi realizado a partir da estimativa de dados, considerando a distância de **8 km por viagem**, no acesso interno do Porto de Paranaguá, conforme mapa a seguir (Figura 12) e consumo com base nas informações fornecidas pelas empresas acima citadas. O cálculo das emissões levou em conta o consumo médio de combustível, o número de entradas nos portos e a distância percorrida dentro da área portuária.

Figura 12 – Acesso rodoviário interno do Porto de Paranaguá.



Fonte: Portos do Paraná, 2025.

A distância interna percorrida pelos caminhões dentro da área portuária do Porto de Antonina, considerando o trecho entre o ponto de controle de acesso rodoviário e os terminais de carga, é de aproximadamente 2 km (Figura 13). Esse trajeto abrange vias internas destinadas à circulação de veículos de carga, incluindo o percurso entre os portões de entrada e as áreas de armazenagem e operação próximas aos berços de atracação.

A medição considera exclusivamente a malha viária localizada dentro do perímetro portuário administrado pelo Porto Ponta do Félix. Contudo, para este terminal, os dados fornecidos pela empresa referem-se apenas ao volume total de combustível consumido, sem detalhamento quanto ao número de viagens realizadas.

Dessa forma, o cálculo das emissões foi realizado com base direta no consumo de combustível informado. Assim, embora a distância interna seja conhecida, ela não foi utilizada como parâmetro no cálculo das emissões, por não influenciar o resultado neste caso específico.

Figura 13 - Acesso rodoviário interno do Porto de Antonina.



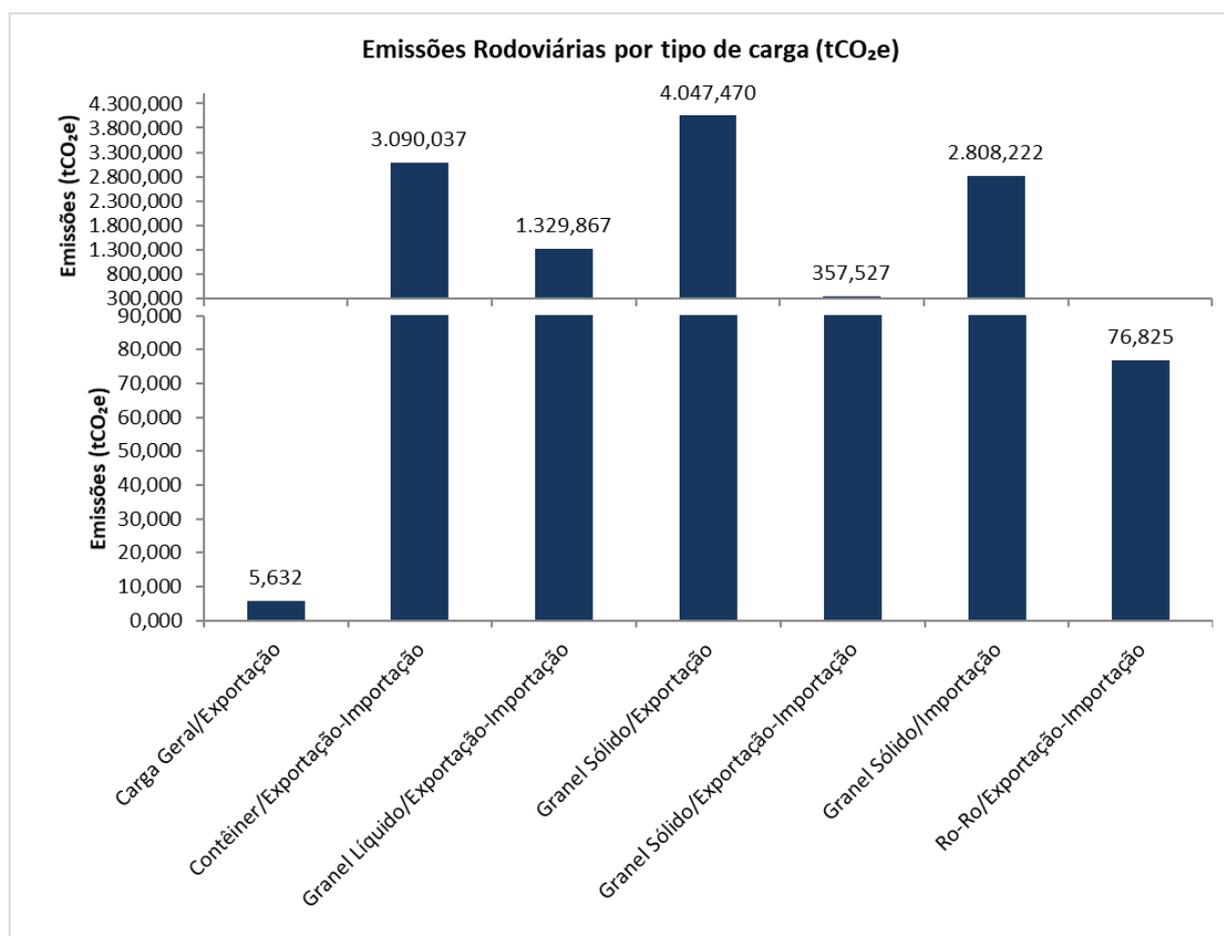
Fonte: Portos do Paraná, 2025.

As emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) provenientes do transporte rodoviário foram estimadas com base nos tipos de carga movimentados no complexo portuário dos Portos do Paraná. O gráfico a seguir (Figura 14) apresenta os valores absolutos de emissões, expressos em toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂eq), para cada categoria de carga.

A maior contribuição foi observada no transporte de granel sólido (exportação), com 4.047,47 tCO₂eq, seguido pelas cargas containerizadas (exportação e importação), que totalizaram 3.090,04 tCO₂eq, e pelo granel sólido (importação), com 2.808,22 tCO₂eq. As emissões relativas ao transporte de granel líquido (exportação e importação) somaram 1.329,87 tCO₂eq, enquanto o granel sólido (exportação e importação) registrou 357,53 tCO₂eq.

As menores contribuições foram associadas ao transporte de Ro-Ro (exportação e importação), com 76,83 tCO₂eq, e à carga geral (exportação), com 5,63 tCO₂eq.

Figura 14 – Emissões rodoviárias por tipo de carga.



Fonte: Fundación Valenciaport.

Esses resultados evidenciam o impacto expressivo das cargas a granel nas emissões totais do modal rodoviário, reforçando a importância de estratégias específicas de mitigação voltadas a esse perfil de operação.

3.3.3.5. Ferrovias

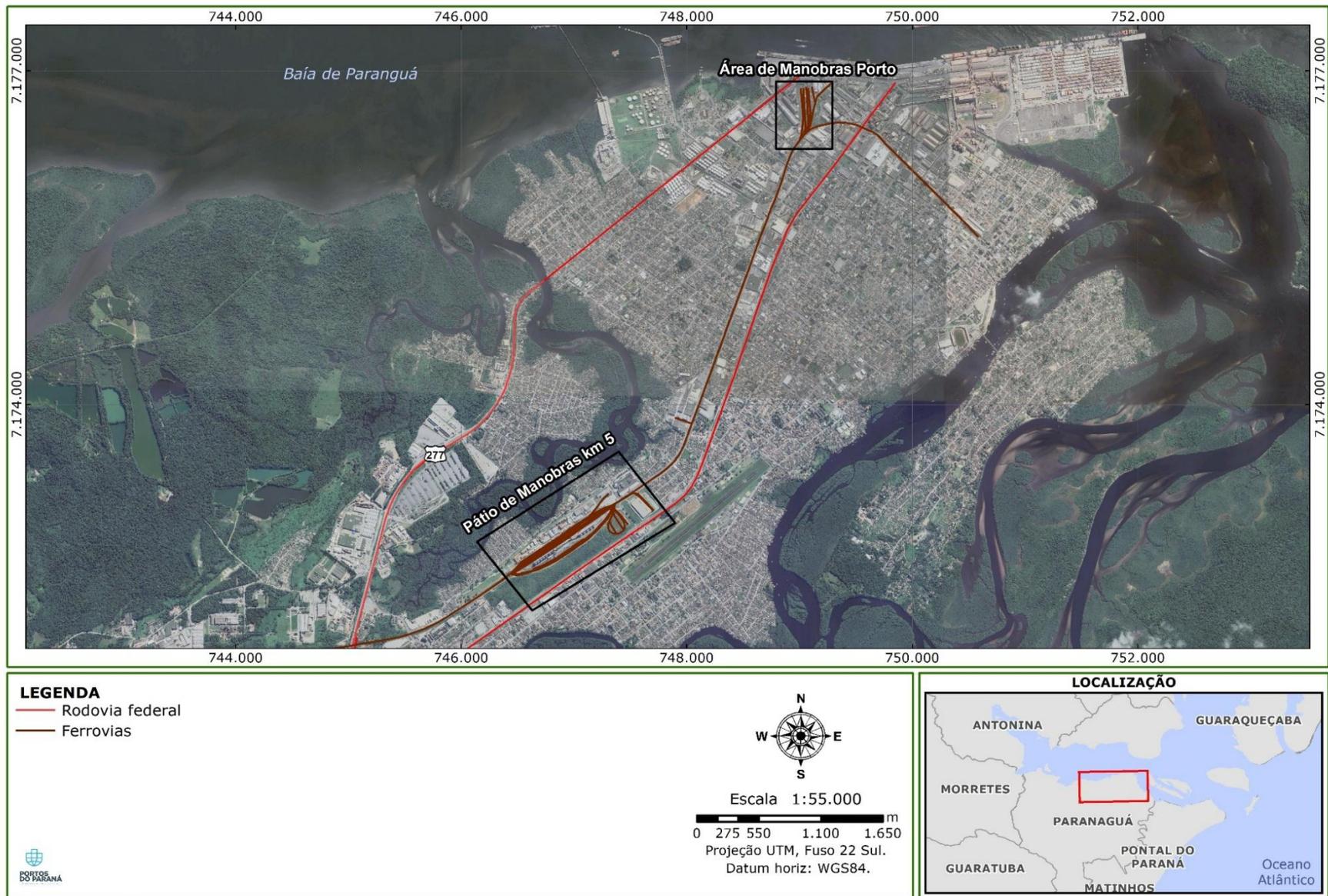
No âmbito deste relatório, as emissões provenientes da operação ferroviária foram consideradas exclusivamente dentro dos limites geográficos da área portuária administrada pela Portos do Paraná, localizada no município de Paranaguá. Esse recorte espacial abrange os trilhos, pátios ferroviários, áreas de manobra e demais estruturas internas que integram a zona portuária e que são utilizadas pelas locomotivas no processo de movimentação de cargas.

Para obtenção dos dados sob a movimentação ferroviária nos portos do Paraná, foram considerados as emissões resultados do uso do diesel pelas locomotivas no ano de 2023, operacionalizado exclusivamente pela empresa 35.

O cálculo foi realizado com base na diversidade de dados sobre o frete transportado por trem. O cálculo considerou o número de entradas nos portos, a distância percorrida dentro da área portuária e o tipo de carga transportada.

A Figura 15 a seguir, mostra o acesso ferroviário, os Pátios de Manobras do Km 05 e o D. Pedro II, chegando aos terminais.

Figura 15 – Acessos e Pátios Ferroviários do Porto de Paranaguá.



Fonte: Portos do Paraná, 2025

3.2. 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.

A seguir são apresentadas nas Tabela 3 e Tabela 4, os fatores de emissão utilizados para o cálculo.

Tabela 3 – Fatores de emissão.

Fontes emissão		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GWP	Unidades
Combustíveis fósseis	Óleo Diesel	2,603	0,00014	0,00014	-	kgGEE/L
	Gasolina	2,212	0,000807717	0,00025847	-	kgGEE/L
	HFO	3114	0,05	0,184	-	kgGEE/t
	GLP	2,932476588	0,002881356	0,000009	-	kgGEE/kg
	Etanol	1,457	0,0003841	0,000013	-	kgGEE/L
	Xisto	0,002793	0,000381	0,000229	-	kgGEE/kg
	MGO	3,206	0,0003017	0,0000862	-	tGEE/t
Gases refrigerantes	R-22	-	-	-	1810	GWP
	R-410A	-	-	-	1923,5	GWP
Extintores	CO ₂	1	-	-	-	kgGEE/kg
Eletricidade	Convencional	0,038509565	-	-	-	kgGEE/kWh
Ferrovias	Diesel	0,0102	0,000001	0,0000001	-	kg CO ₂ /tku

Fonte: GHG Protocol e IMO.

Tabela 4 – Potencial de Aquecimento Global.

GEE	Valor
CO ₂	1
CH ₄	28
N ₂ O	265

Fonte: GHG Protocol.

3.3. EXCLUSÕES

Não foram consideradas exclusões no cálculo da pegada de carbono da Portos do Paraná.

4. PEGADA DE CARBONO (2023) PORTOS DO PARANÁ

A seguir, são apresentados os resultados das emissões de GEE da Portos do Paraná em 2023, desagregados por escopos.

4.1. RESULTADOS DO ESCOPO 1

O Escopo 1 abrange as emissões diretas de GEE provenientes de fontes que são de propriedade ou estão sob o controle da Portos do Paraná. Em 2023, as seguintes fontes contribuíram para as emissões do Escopo 1:

- **Fontes fixas:** 7.609,78 litros de diesel consumidos por geradores e casas de bombas;
- **Fontes móveis:** 34.881,77 litros de gasolina consumida por carros leve/pequeno porte e 81.778,06 litros de diesel consumidos por caminhonetes/utilitários, veículos operacionais, minicarregadeiras, plataformas elevatórias e pás-carregadeiras;
- **Gases refrigerantes:** recarga de 13,6 kg de R-22 e 11,3 kg de R-410A;
- **Extintores:** recarga de 162 kg de extintores de CO₂;
- **Dragagem:** consumo de 5.919.346 litros de VLSFO e 101.590 litros de MGO.

Os resultados das emissões do Escopo 1 são apresentados na Tabela 5 a seguir:

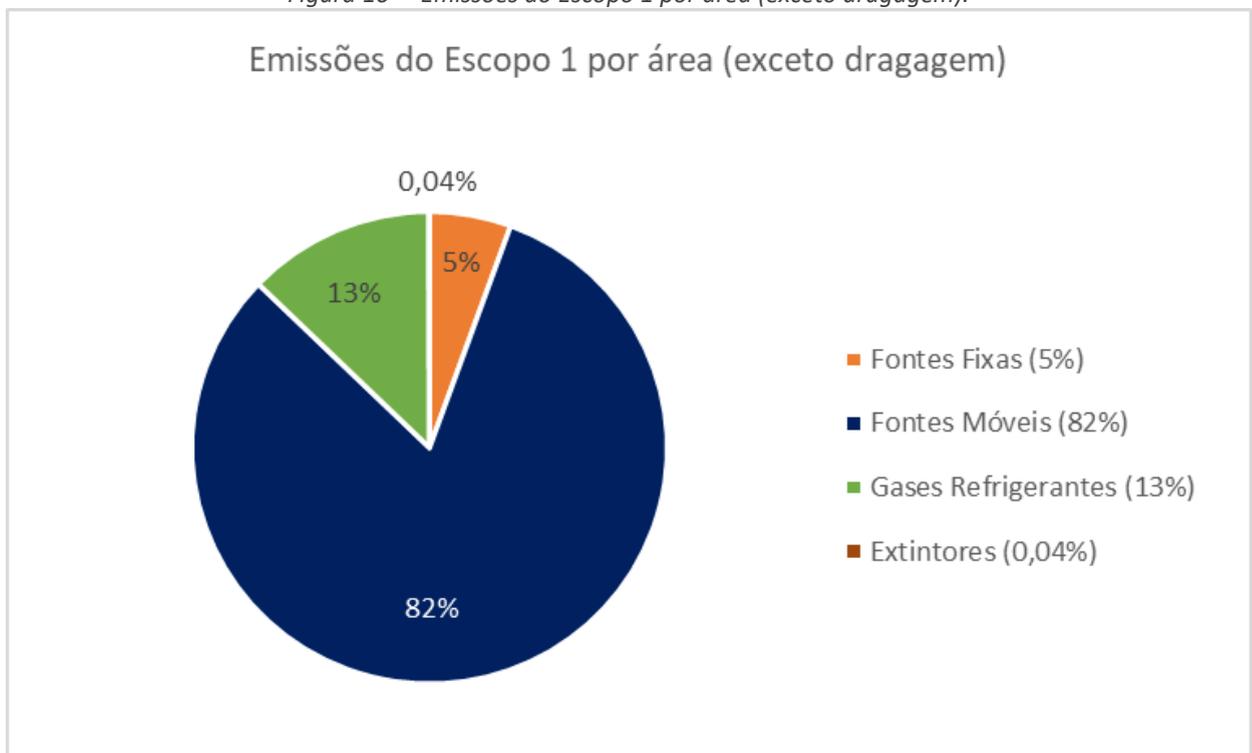
Tabela 5 – Emissões do Escopo 1.

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	20,02	0,003	0,0002	20,14	20,14	18.577,90
Fontes móveis	Gasolina	77,16	0,028	0,0090	80,34	296,52	
	Diesel	212,87	0,011	0,0113	216,19		
Gases refrigerantes	R-22	-	-	-	24,62	46,35	
	R-410A	-	-	-	21,74		
Extintores	CO ₂	-	-	-	0,16	0,16	
Dragagem	VLSFO	17.619,96	0,28	1,04	17.903,78	18.214,72	
	MGO	306,16	0,005	0,02	310,95		

Fonte: Fundación Valenciaport.

Como resultado, identificou-se que 99% das emissões do Escopo 1 provêm da dragagem realizada em 2023. Essa atividade apresenta grande variabilidade anual, de acordo com as necessidades de manutenção e expansão da Portos do Paraná. Excluindo essa atividade do Escopo 1, as emissões das demais fontes se distribuem conforme Figura 16 a seguir:

Figura 16 – Emissões do Escopo 1 por área (exceto dragagem).



Fonte: Fundación Valenciaport.

As fontes móveis representam a segunda principal fonte de emissão do Escopo 1, com destaque para o consumo de gasolina. Em seguida, aparece a recarga dos gases refrigerantes e, em menor proporção, as fontes fixas, sendo que a recarga dos extintores apresenta uma contribuição muito pequena nas emissões do escopo.

4.2. RESULTADOS DO ESCOPO 2

O Escopo 2 refere-se às emissões indiretas de GEE resultantes do consumo de eletricidade da Portos do Paraná.

Em 2023, a Autoridade Portuária consumiu 20.300,03 MWh de eletricidade convencional, considerando que a mesma ainda não possui implementada uma certificação que possa rastrear as fontes de energia consumidas, o que gerou 781,75 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂eq).

4.3. RESULTADOS DO ESCOPO 3

As emissões do Escopo 3 abordam emissões indiretas que ocorrem nos Portos do Paraná. Para o cálculo desse escopo, foram consideradas as emissões de navios, rebocadores e barcaças, terminais, caminhões e ferrovias.

4.3.1. Pegada de Carbono - Navios

Foram identificadas quatro fases operacionais em que se divide cada escala portuária: Fundeio, Navegação, Manobra de Atracação/Desatracação, Navio em Operação (Carga/Descarga). Cada fase foi analisada individualmente para determinar o consumo de combustível e as emissões associadas a cada uma delas.

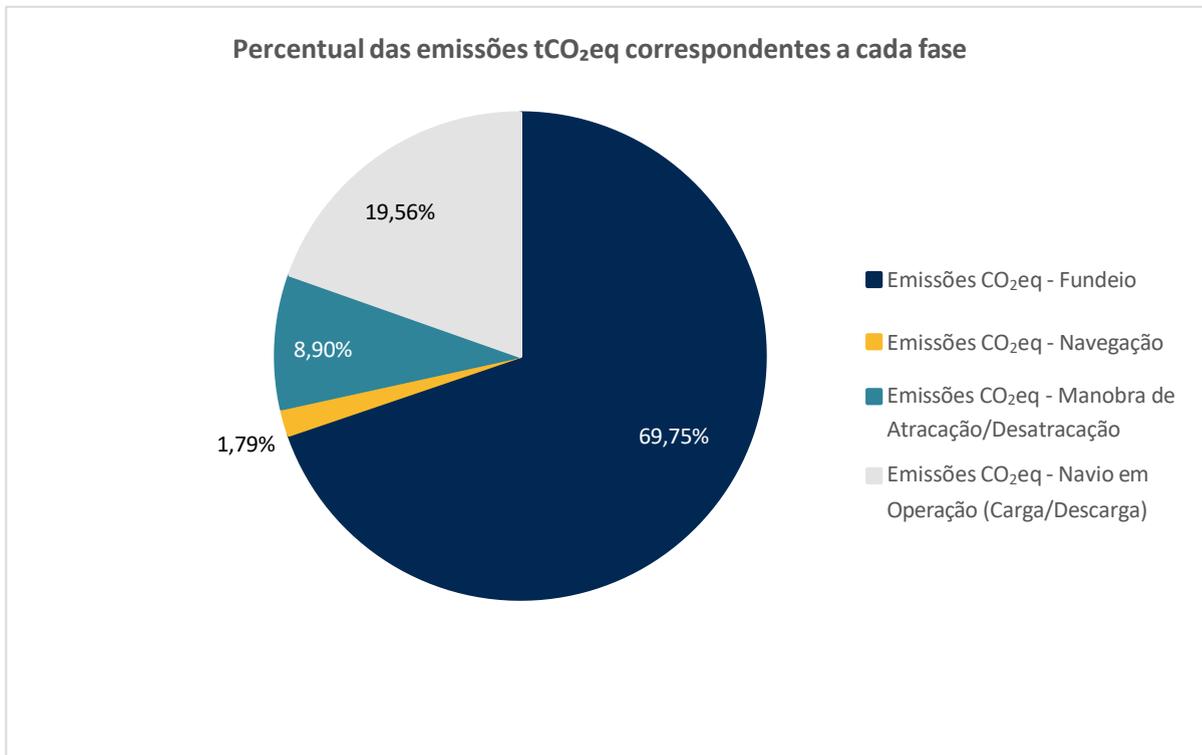
A Tabela 6 apresenta uma visão geral das emissões correspondentes às diferentes fases para cada tipo de navio que realizou escala nos portos e a Figura 17 apresenta o percentual das referidas emissões.

Tabela 6 – Emissões tCO₂eq correspondentes a cada fase.

Tipo de navio	Emissões tCO ₂ eq - Fundeio	Emissões tCO ₂ eq - Navegação	Emissões tCO ₂ eq – Manobra de Atracação/ Desatracação	Emissões tCO ₂ eq - Operação (Carga/Descarga)	Emissões tCO ₂ eq – Totais
Carga geral	1.359,50	117,03	634,34	2.244,70	4.355,57
Contêiner completo	38.457,14	8.121,74	40.413,17	30.614,42	117.606,48
Granel líquido	42.116,85	723,65	4.624,90	45.536,03	93.001,44
Granel sólido	337.906,21	1.425,00	5.397,20	36.401,98	381.130,39
Marinha do Brasil/Militar	36,28	1,44	11,29	194,56	243,57
Passageiros	16,25	29,75	170,06	203,32	419,39
Pure Car Carrier (PCC)	436,71	65,09	466,30	477,43	1.445,53
Ro-Ro	2.054,38	355,63	2.154,29	2.804,02	7.368,32
Total	422.383,33	10.839,33	53.871,54	118.476,47	605.570,68

Fonte: Fundación Valenciaport.

Figura 17 – Percentual das emissões tCO₂eq correspondentes a cada fase.



Fonte: Fundación Valenciaport.

Esta análise das emissões totais da Portos do Paraná revela a distribuição das emissões entre os portos de Paranaguá e Antonina (Tabela 7):

- Paranaguá é o principal contribuinte, representando 99,03% das emissões totais de CO₂eq, com um total de 599.691,83 toneladas de CO₂eq. Esse alto percentual reflete a maior atividade portuária, o volume de carga movimentado e a intensidade das operações nesse porto.
- Por outro lado, Antonina contribui com apenas 0,97% das emissões totais, equivalentes a 5.878,85 toneladas de CO₂eq. Essa baixa contribuição sugere uma escala de operações significativamente menor em comparação com Paranaguá.

Tabela 7 – Distribuição das emissões totais de CO₂eq por porto.

Porto	Emissões tCO ₂ eq - Total	% Emissões CO ₂ eq - Total
Paranaguá	599.691,82	99,03%
Antonina	5.878,84	0,97%
	605.570,67	100%

Fonte: Fundación Valenciaport.

Considerando a totalidade da categoria navios, as emissões por tipo de gás dos Portos do Paraná estão apresentadas na Tabela 8 a seguir:

Tabela 8 – Resultado das emissões totais por tipo de gás (CO₂, CH₄ e N₂O).

Emissões totais CO ₂ (t)	Emissões totais CH ₄ (t)	Emissões totais N ₂ O (t)
596.170,5549	9,5724	34,4607

Fonte: Fundación Valenciaport.

A seguir, são detalhadas as emissões associadas às atividades de Fundeio, Navegação, Manobra de Atracação/Desatracação, Navio em Operação (Carga/Descarga).

4.3.1.1. Pegada de Carbono - Fundeio

A fase de fundeio compreende o tempo em que os navios permanecem em espera antes de entrarem nos portos. Durante essa fase, as emissões provêm principalmente do uso de motores auxiliares e caldeiras. A seguir, são apresentadas as emissões totais dessa etapa, que somam 422.383,33 tCO₂eq, juntamente com um detalhamento na Tabela 09, onde é possível observar o total de emissões de CO₂eq associadas a cada tipo de navio presente na zona de fundeio. Essa fase representa a maior parcela das emissões entre as quatro fases analisadas, correspondendo a 62,25% do total das emissões de CO₂eq provenientes dos navios nos Portos do Paraná.

Como pode ser observado na referida tabela (Tabela 9), as emissões de CO₂eq durante o processo de fundeio nos Portos do Paraná, evidencia uma distribuição desigual das emissões de acordo com o tipo de navio. Os navios de granel sólido são os maiores contribuintes nessa fase, com 337.906,21 toneladas de CO₂eq, o que equivale a aproximadamente 80% do total de emissões nessa etapa. Esse predomínio reflete a intensa atividade de embarcações dedicadas ao transporte de granéis sólidos.

Em segundo lugar, os navios de granel líquido contribuem com 42.116,85 toneladas de CO₂eq, representando cerca de 10% do total. Esse tipo de navio, que transporta produtos como petróleo e seus derivados, também tem um impacto relevante, embora significativamente menor que o dos graneleiros sólidos. Os navios porta-contêineres completos ocupam a terceira posição, com 38.457,14 toneladas de CO₂eq, o que representa aproximadamente 9% das emissões totais durante o fundeio.

Os demais tipos de navios, como Ro-Ro, carga geral, Pure Car Carrier-PCC, Marinha do Brasil/Militar e passageiros, apresentam contribuições marginais, somando em conjunto menos de 1% das emissões totais.

Tabela 9 – Emissões na fase de fundeio por tipo de navio.

Tipo de navio	Emissões tCO ₂ eq - Fundeio
Granel sólido	337.906,21
Granel líquido	42.116,85
Contêiner completo	38.457,14
Ro-Ro	2.054,38
Carga geral	1.359,50
Pure Car Carrier (PCC)	436,71
Marinha do Brasil/Militar	36,28
Passageiros	16,25
Total	422.383,33

Fonte: Fundación Valenciaport.

Tabela 10 – Tempo médio na fase de fundeio e número de escalas por tipo de carga.

Tipo de carga	Média de horas no fundeio	Número de escalas
Carga geral	20	1.864
Granel líquido	100	736
Granel sólido	564	1.309
n/a	77	27
Total	216	3.936

Fonte: Fundación Valenciaport.

4.3.1.2. Pegada de Carbono - Navegação

Na fase de navegação, os navios operam seus motores principais e auxiliares para se deslocarem em direção aos portos de Paranaguá e Antonina. Na Tabela 11, são detalhadas as emissões de navegação, que totalizam 10.839,33 tCO₂eq, distribuídas conforme o tipo de navio.

Tabela 11 – Emissões de fase de navegação por tipo de navio.

Tipo de navio	Emissões tCO ₂ eq - Navegação
Carga geral	117,03
Contêiner completo	8.121,74
Granel líquido	723,65
Granel sólido	1.425,00
Marinha do Brasil/Militar	1,44
Passageiros	29,75
Pure Car Carrier (PCC)	65,09
Ro-Ro	355,63
Total	10.839,33

Fonte: Fundación Valenciaport.

4.3.1.3. Pegada de Carbono - Manobra de Atracação/ Desatracação

A fase de Manobra de Atracação/ Desatracação abrange as operações de aproximação, entrada e saída dos berços, durante as quais os motores principais operam em cargas parciais. Devido à variabilidade dos tempos nessa fase, foi realizada uma análise específica para cada tipo de navio. As emissões geradas nesta etapa somam 53.871,54 tCO₂eq e são apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12 – Emissões, tempo médio e número de escalas na fase de manobra de atracação/desatracação por tipo de navio.

Tipo de navio	Emissões tCO ₂ eq - Manobra de Atracação/ Desatracação	Média de tempo (horas) - Manobra de Atracação/ Desatracação	Número de escalas
Carga geral	634,34	1,50	108
Contêiner completo	40.413,17	1,65	1.505
Granel líquido	4.624,90	1,93	686
Granel sólido	5.397,20	1,06	1.390
Marinha do Brasila/Militar	11,29	1,76	6
Passageiros	170,06	1,73	7
Pure Car Carrier (PCC)	466,30	1,76	38
Ro-Ro	2.154,29	1,63	196
Total	53.871,54	1,49	3.936

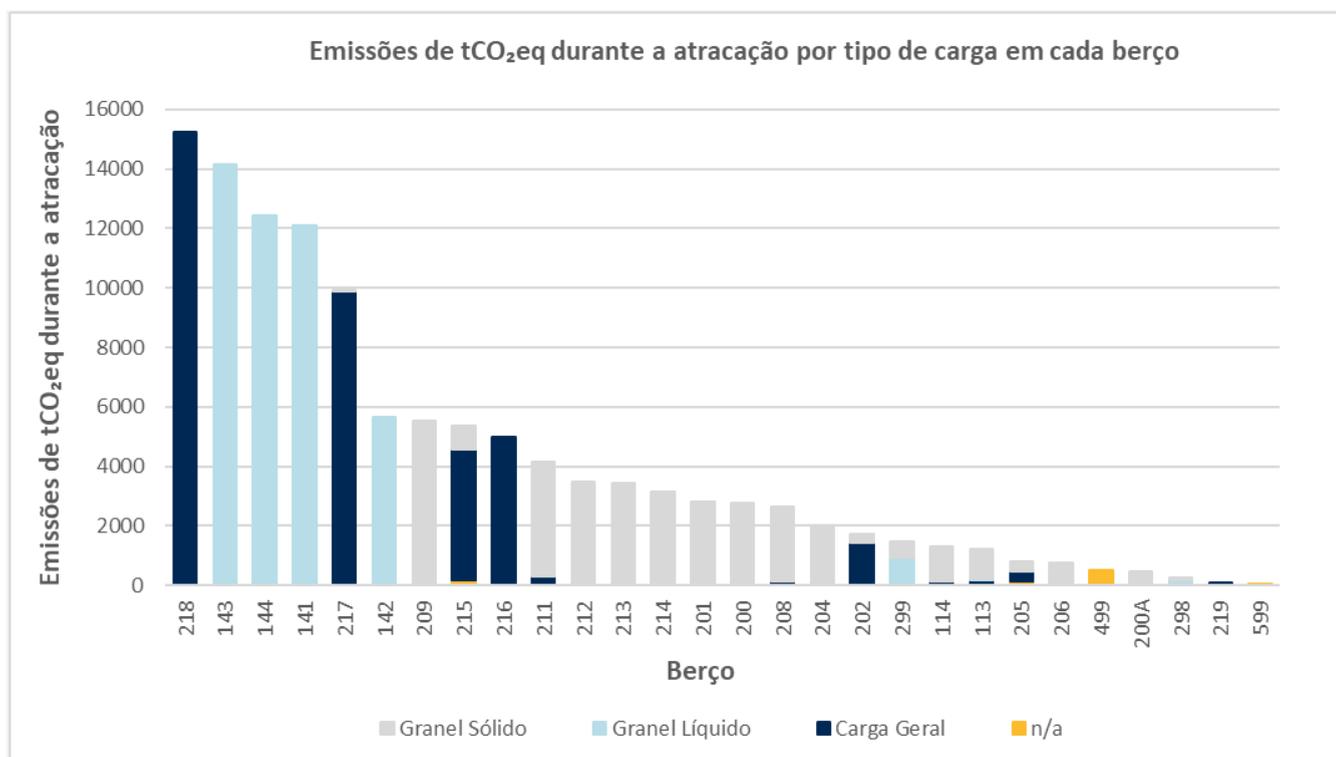
Fonte: Fundación Valenciaport.

4.3.1.4. Pegada de Carbono - Navio em Operação (Carga/Descarga)

Durante a fase de Navio em Operação (Carga/Descarga), os navios permanecem amarrados no berço e utilizam motores auxiliares e caldeiras para manter suas operações a bordo. Essa fase representa uma fração significativa das emissões totais dos navios, devido à longa duração de algumas escalas (Figura 18).

As emissões totais estimadas nesta fase são de 118.476,46 tCO₂eq, e a análise a seguir apresenta sua distribuição por tipo de carga e tempo de permanência no berço (Tabela 13).

Figura 18 – Emissões de tCO₂eq por tipo de carga em cada berço.



Fonte: Fundación Valenciaport.

Tabela 13 – Emissões na fase de navio em operação(carga/descarga) e tempo médio de operação por tipo de navio.

Tipo de navio	Emissões tCO ₂ eq - Operação (Carga/Descarga)	Média de tempo (horas) - Operação (Carga/Descarga)
Carga geral	2.244,70	40,89
Contêiner completo	30.614,42	15,11
Granel líquido	45.536,03	39,36
Granel sólido	36.401,98	78,52
Marinha do Brasil/Militar	194,56	60,84
Passageiros	203,32	10,31
Pure Car Carrier (PCC)	477,43	11,01
Ro-Ro	2.804,02	13,14
Total	118.476,46	42,36

Fonte: Fundación Valenciaport.

4.3.2. Pegada de Carbono Serviços de Apoio Portuário

Para o cálculo da pegada de carbono gerada pelos serviços de apoio portuário nos Portos de Paranaguá e Antonina no ano de 2023, foram considerados os dados apresentados na Seção 3.3.3.2, além de informações operacionais fornecidas por empresas responsáveis pela operação de rebocadores e barcas de abastecimento de combustível.

As barcas de abastecimento são embarcações utilizadas para o fornecimento de combustíveis a navios atracados ou fundeados, desempenhando um papel estratégico no apoio logístico às operações portuárias.

A Tabela 14 a seguir apresenta os dados obtidos e calculados:

Tabela 14 – Emissões e consumo das embarcações de serviços de apoio portuário.

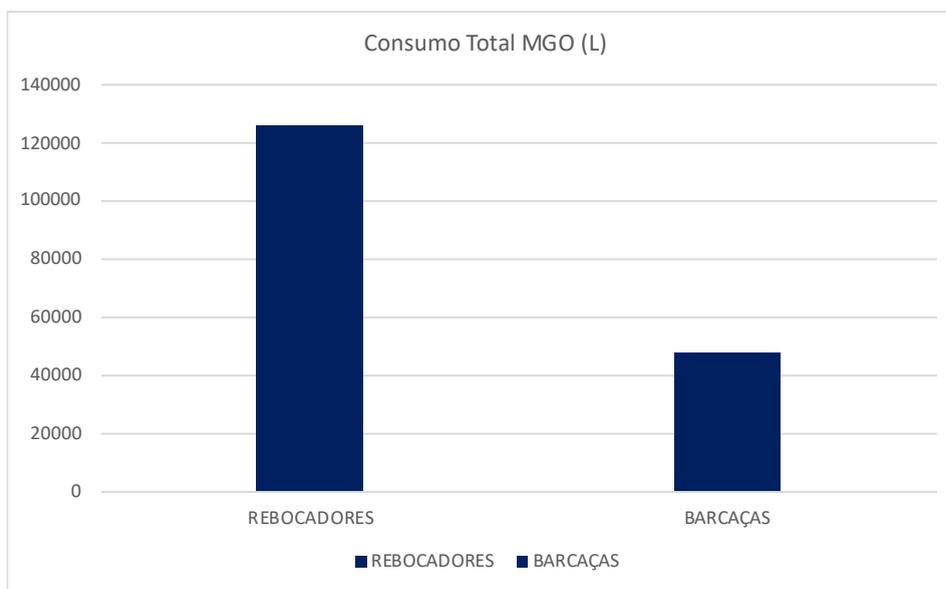
	Consumo Total MGO (L)	Consumo Total MGO (kg)	Consumo Total MGO (t)	Emissões CO ₂ (t)	Emissões CH ₄ (t)	Emissões N ₂ O (t)	tCO ₂ eq
Total	2.977.698,29	2.531.043,54	2.531,04	8.114,53	0,76	0,22	8.193,72
Média	496.283,05	421.840,59	421,84	1.352,42	0,13	0,04	1.365,62

Fonte: Fundación Valenciaport.

Deve-se observar que os dados obtidos foram consolidados, uma vez que, dependendo da empresa, as informações de consumo foram disponibilizadas de maneiras distintas. Assim, foi necessário unificar os critérios para possibilitar o cálculo global das emissões.

A Figura 19 a seguir, apresenta-se um gráfico comparativo do consumo de **Marine Gas Oil (MGO)**, expresso em litros, referente a dois tipos de embarcações que operam no ambiente portuário: rebocadores e barcaças de abastecimento de combustível. Essa comparação permite visualizar e analisar o comportamento do consumo energético dessas categorias, considerando seu papel operacional e sua contribuição para as emissões no porto.

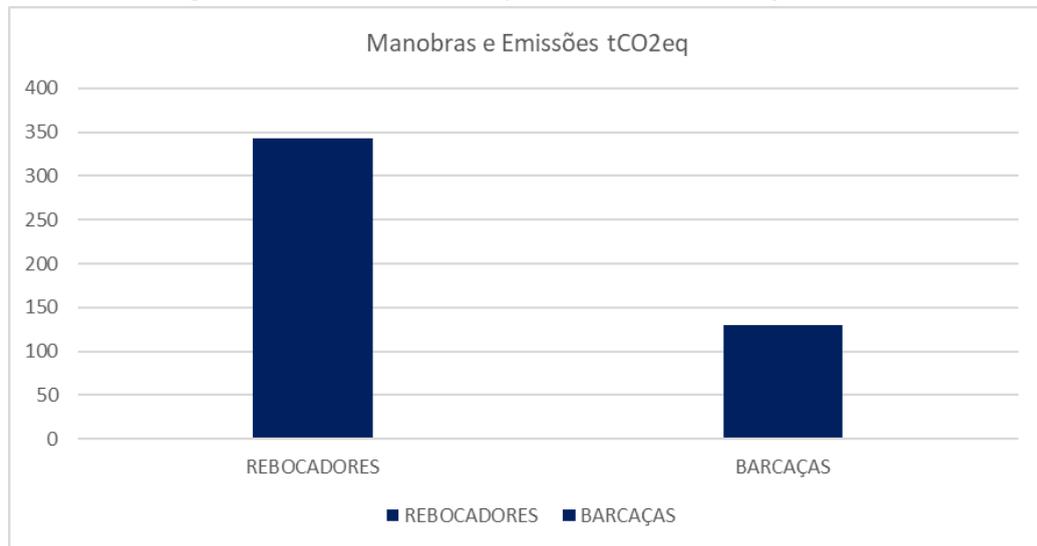
Figura 19 – Consumo combustível de rebocadores e barcaças.



Fonte: Fundación Valenciaport.

Adicionalmente a Figura 20 apresenta um gráfico comparativo das **emissões de CO₂ equivalente (tCO₂e)** geradas pelas operações dos **rebocadores** e das **barcaças de abastecimento da Navemestra**. O objetivo é evidenciar o impacto ambiental relativo de cada tipo de embarcação no contexto das atividades portuárias.

Figura 20 – Emissões de tCO₂eq de rebocadores e barças.

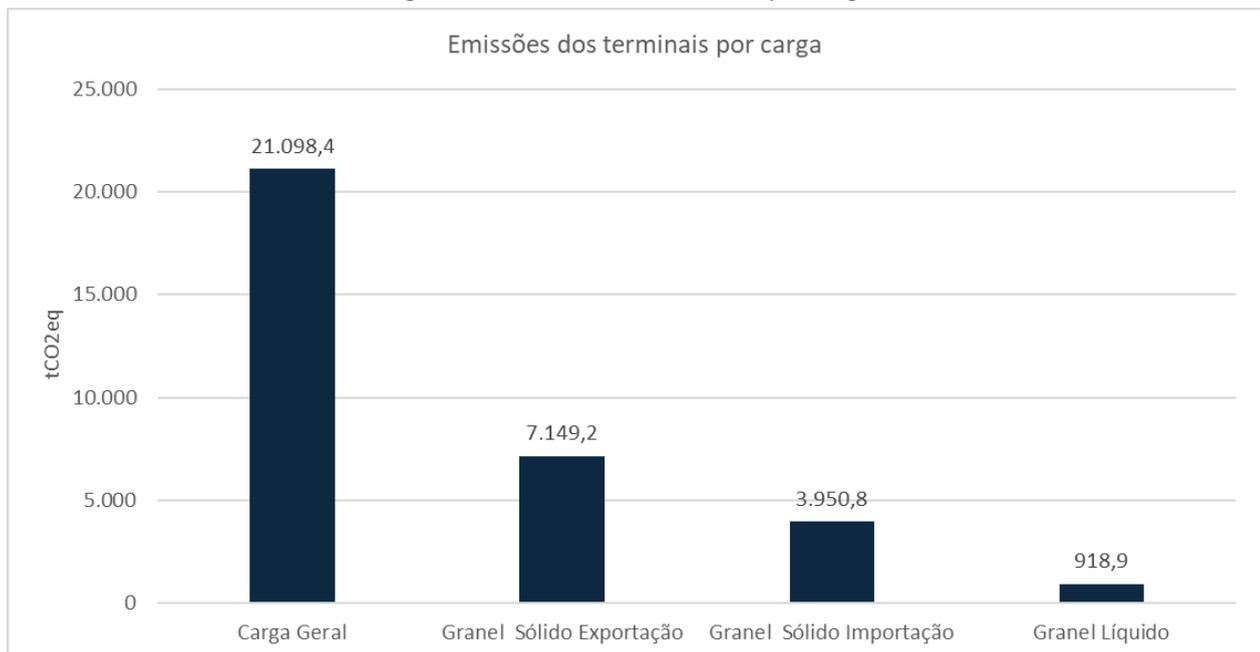


Fonte: Fundación Valenciaport.

4.3.3. Pegada de Carbono - Arrendatários e Operadores

O total de emissões em 2023 associadas as atividades executadas pelos arrendatários e operadores portuários foi de 33.117,4 tCO₂eq. Estas emissões são atribuíveis a cada tipo de carga, conforme demonstra a Figura 21:

Figura 21 – Emissões dos terminais por carga.

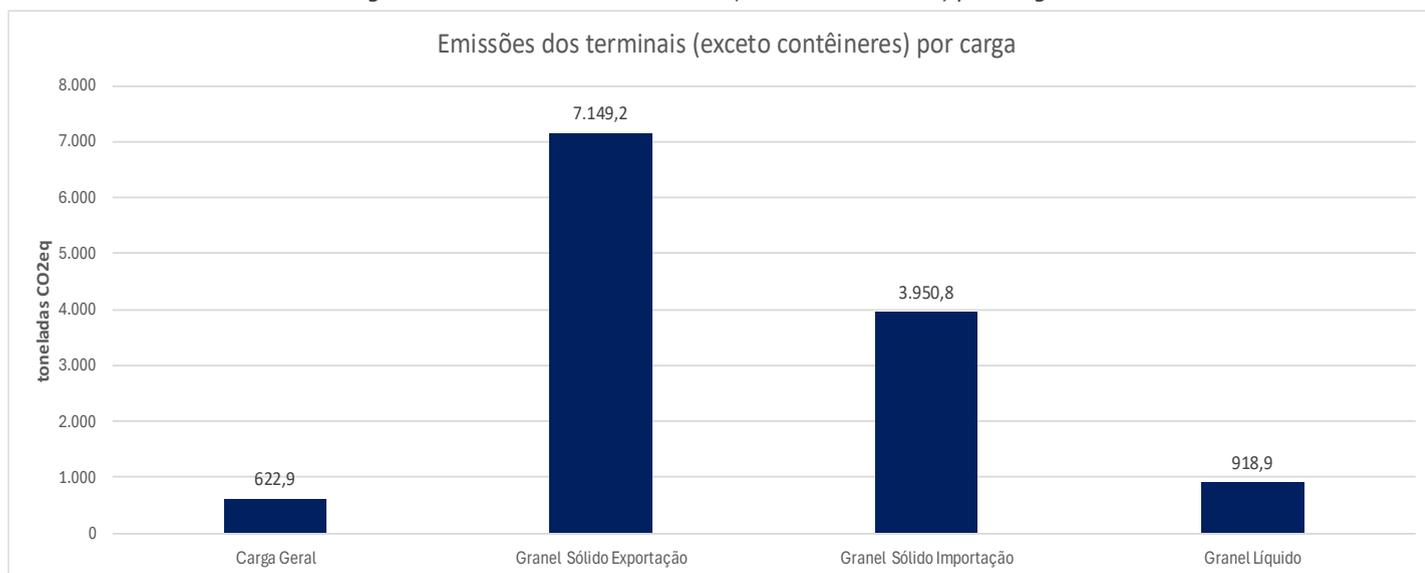


Fonte: Fundación Valenciaport.

Já as emissões associadas ao Terminal de Contêineres no ano 2023, foram de 20.475,6 tCO₂eq. Caso o Terminal de Contêineres for desconsiderado, o total de emissões em 2023 associadas à atividade de operadores e arrendatários,

foi de 12.641,9 tCO₂eq. As emissões atribuídas a cada tipo de carga, neste contexto, podem ser observadas na Figura 22:

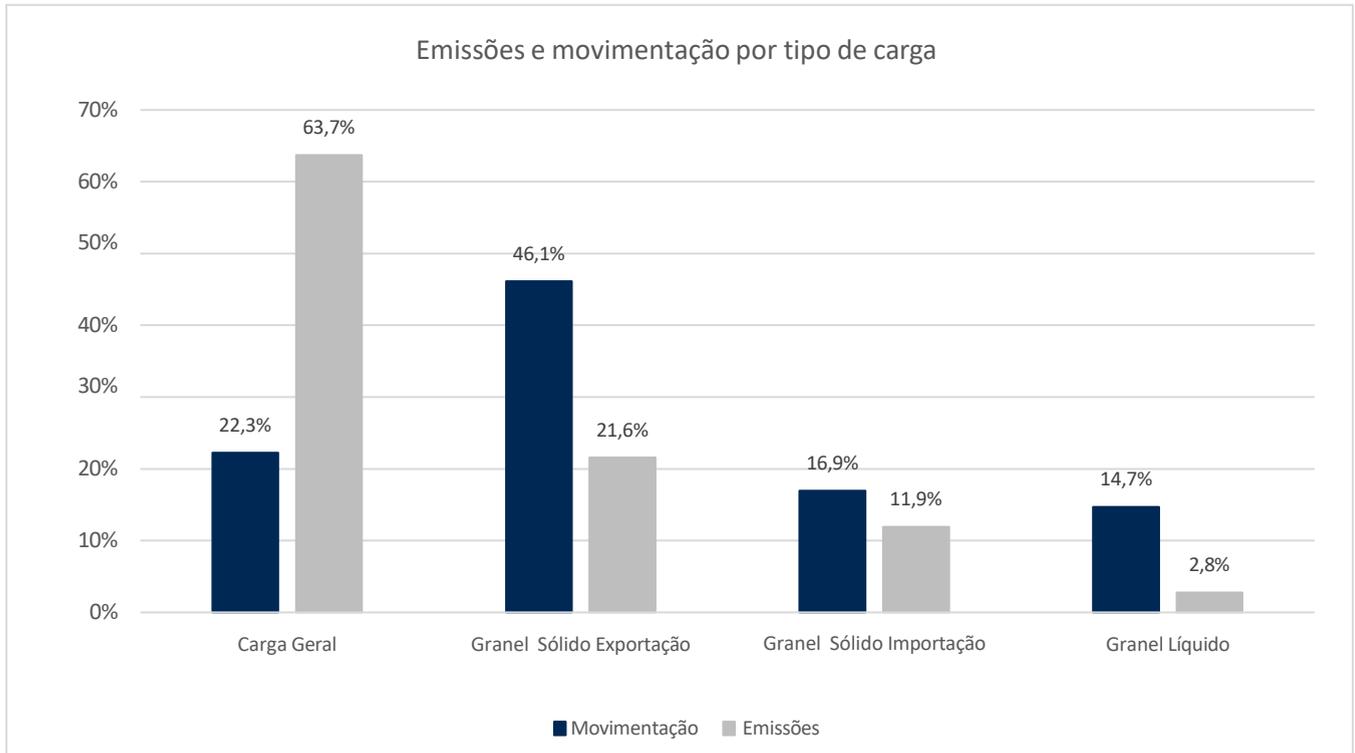
Figura 22 – Emissões dos terminais (exceto contêineres) por carga.



Fonte: Fundación Valenciaport.

Considerando toda a carga, a carga geral, que representa 22% da movimentação, é responsável por 64% das emissões. Os granéis sólidos de exportação correspondem a 46% da carga e geram 22% das emissões, os granéis sólidos de importação são 12% da carga e geram 17% das emissões, enquanto os granéis líquidos, que representam 15% da carga total, são responsáveis por 3% das emissões. Já o Terminal de Contêineres responde por 62% do total de emissões (Figura 23).

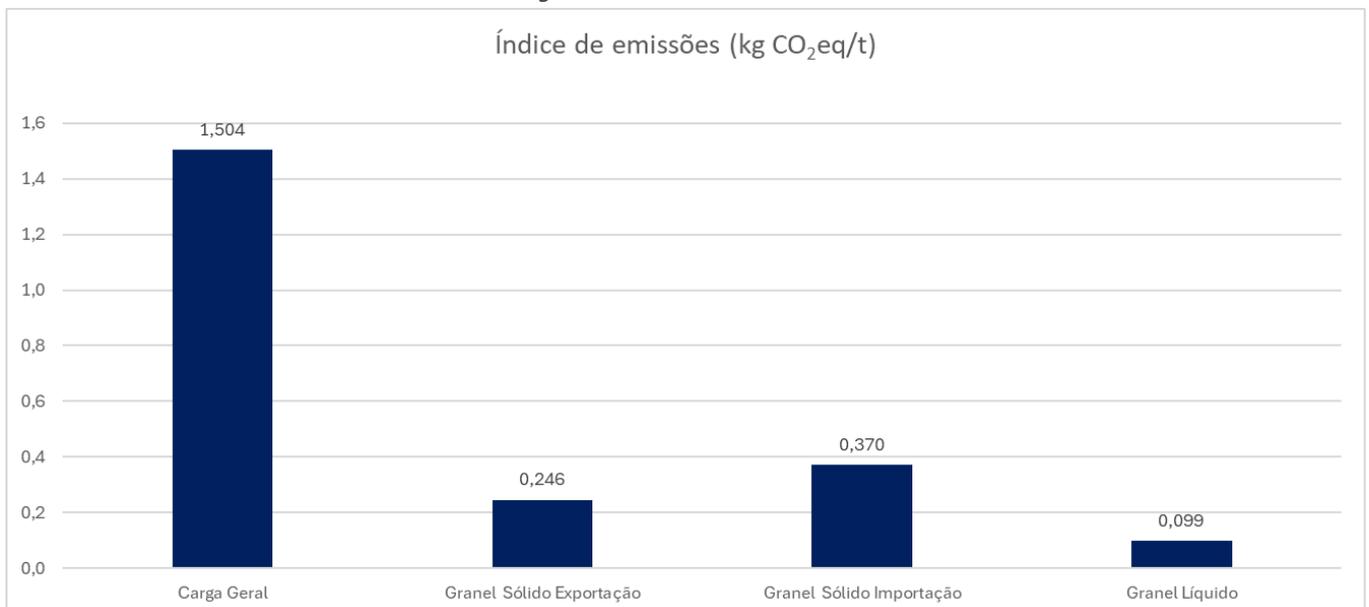
Figura 23 – Emissões de dióxido de carbono (CO₂eq) por tipo de carga movimentada.



Fonte: Fundación Valenciaport.

Foi calculado ainda o índice de emissões por tonelada para cada tipo de mercadoria, sendo 1,50 kgCO₂eq/tonelada para carga geral incluindo contêineres (0,62 kgCO₂eq/tonelada sem contêineres); 0,25 kgCO₂eq/tonelada para granéis sólidos de exportação, 0,37 kgCO₂eq/tonelada para granéis sólidos de importação e 0,10 kgCO₂eq/tonelada para granéis líquidos, como indicado na Figura 24:

Figura 24 – Índice de emissões.



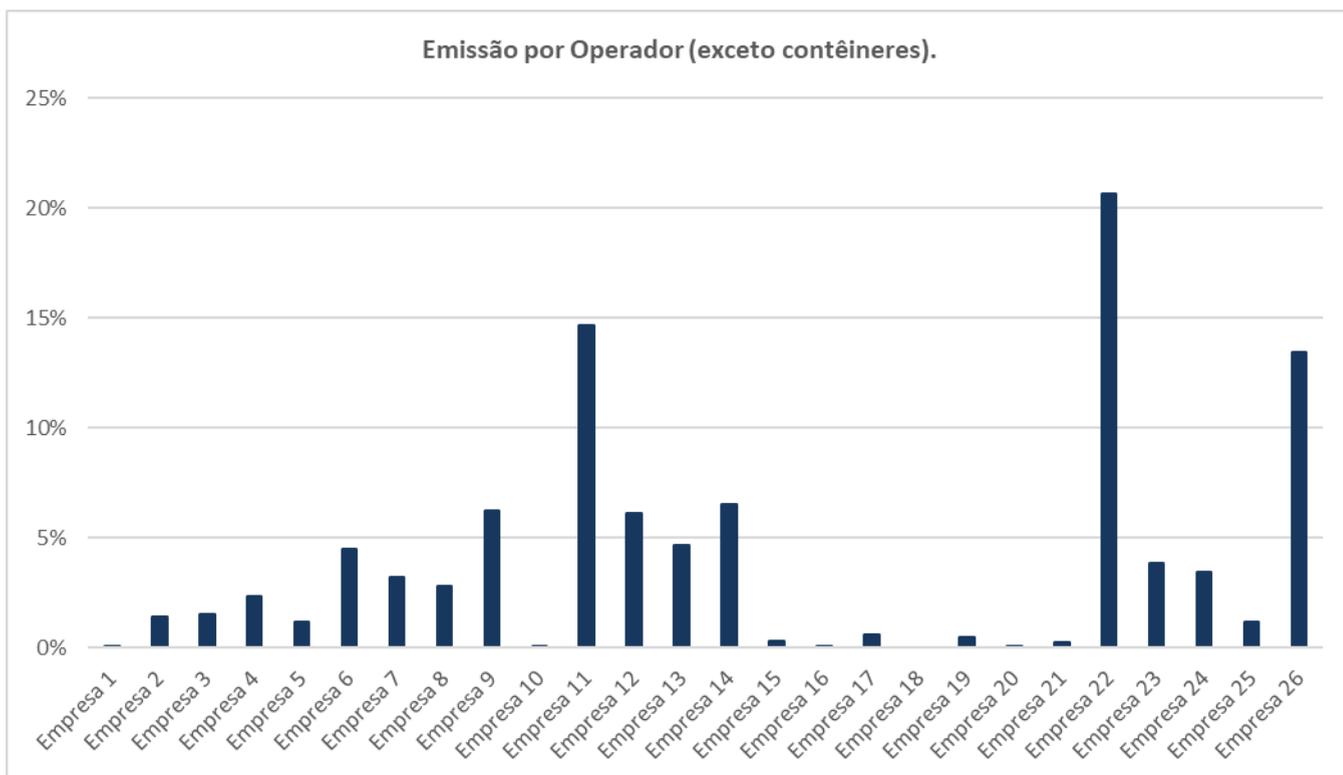
Fonte: Fundación Valenciaport.

Em termos de emissão por operador portuário, conforme discutido acima, o Terminal de Contêineres representa 62% do total de emissões, com 20.475,6 tCO₂eq de um total de 33.117,4 tCO₂eq.

As empresas 22, 11 e 26 representam quase 19% das emissões, e seis operadores (Empresa 6, Empresa 9, Empresa 12, Empresa 13, Empresa 14 e Empresa 23) somam um pouco mais de 12%. As emissões dos demais são menores.

As emissões dos demais operadores portuários são menores, conforme pode ser observado na Figura 25 abaixo:

Figura 25 – Emissão por Operador (exceto contêineres).

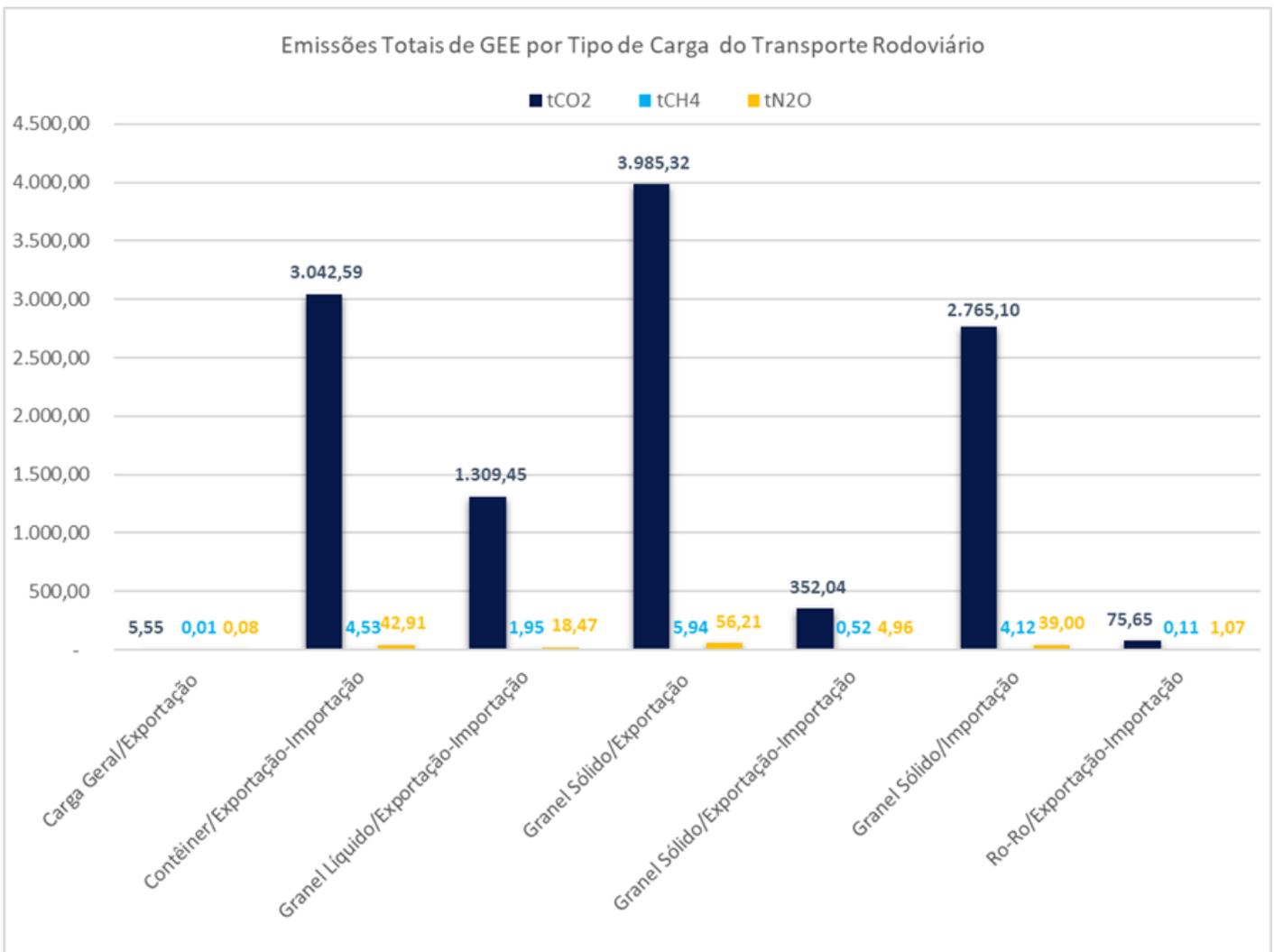


Fonte: Fundación Valenciaport.

4.3.4. Pegada de Carbono - Caminhões

As operações logísticas envolvendo caminhões por transporte rodoviário nos portos do Paraná resultaram os principais gases de efeito estufa, incluindo o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O). Em 2023, os caminhões que movimentaram cargas na Portos do Paraná emitiram 11.715,58 tCO₂eq e para ilustrar os dados de emissões totais de GEE por operador, é apresentado o gráfico de barras a seguir, por tipo de carga (Figura 26).

Figura 26 – Emissões totais de GEE por tipo de carga do transporte rodoviário.



Fonte: Fundación Valenciaport.

4.3.5. Pegada de Carbono - Ferrovias

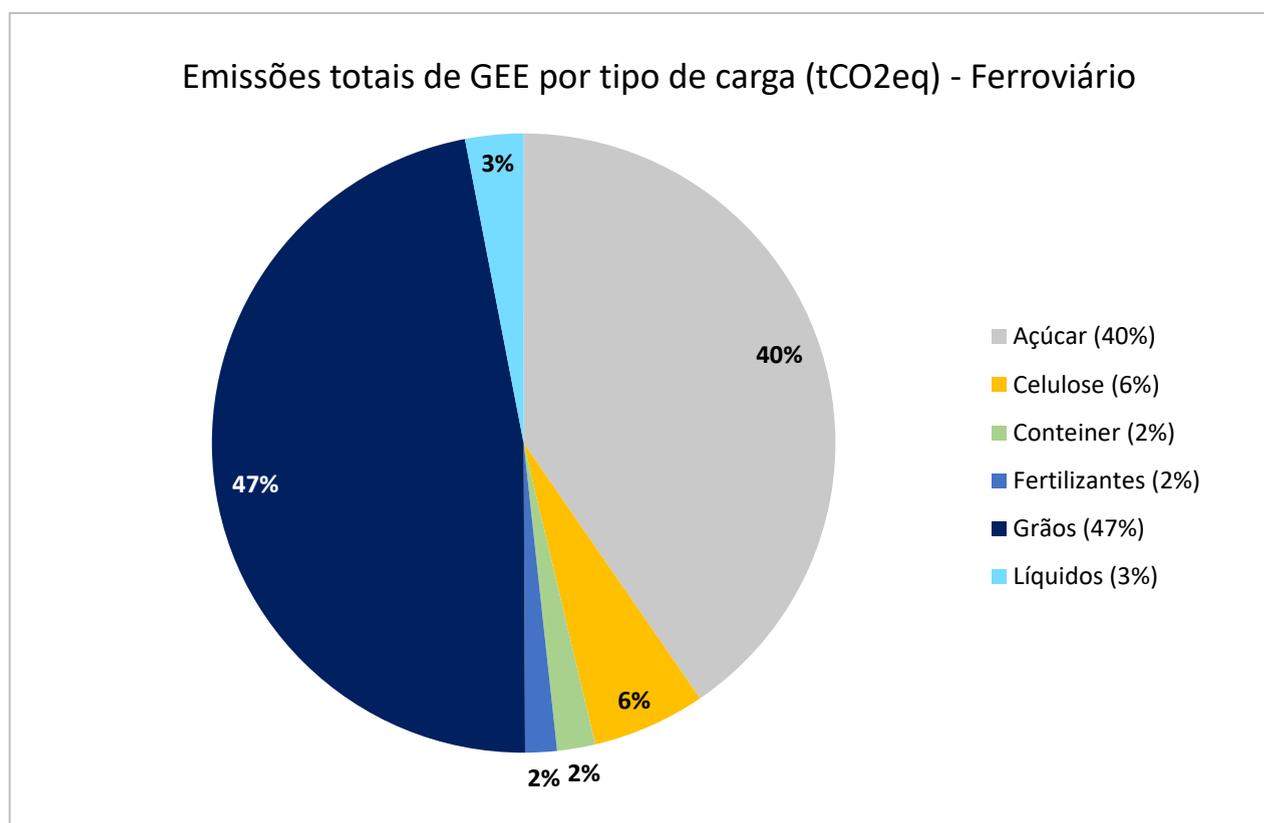
Para as emissões de GEE da operação ferroviária das cargas operacionalizadas na Portos do Paraná, são consideradas as atividades da Empresa 35, que opera exclusivamente na área supracitada, com sua emissão resultante demonstrada por tipo de carga transportada na Tabela 15 e gráfico representado pela Figura 27 a seguir.

Tabela 15 – Emissões totais de GEE por tipo de carga do transporte ferroviário.

Operador	Tipo de Carga	t CO ₂	t CH ₄	t N ₂ O	t CO ₂ eq	% emissões t CO ₂ eq
Empresa 35	Açúcar	226,61	0,015	0,018	226,63	40,43%
Empresa 35	Celulose	32,96	0,002	0,0003	32,96	5,88%
Empresa 35	Contêiner	11,09	0,001	0,0001	11,09	1,98%
Empresa 35	Fertilizantes	9,19	0,001	0,0001	9,19	1,64%
Empresa 35	Grãos	263,74	0,018	0,0021	263,76	47,05%
Empresa 35	Líquidos	16,93	0,001	0,0001	16,93	3,02%
Emissões Totais	-	560,52	0,038	0,005	560,57	100%

Fonte: Fundación Valenciaport.

Figura 27 – Emissões totais de GEE por tipo de carga do transporte ferroviário.



Fonte: Fundación Valenciaport.

4.4. EMISSÕES TOTAIS DE GEE

4.4.1. Valores absolutos

Os resultados obtidos do cálculo da pegada de carbono por escopo da Portos do Paraná em 2023, podem ser observados na Tabela 16 a seguir:

Tabela 16 – Pegada de carbono por escopo.

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	20,02	0,003	0,0002	20,14	20,14	18.577,90	0,003%	0,003%	2,7%
		Fontes móveis	Gasolina	77,16	0,028	0,0090	80,34		296,52	0,01%	
	Diesel		212,87	0,011	0,0113	216,19	46,35		0,03%	0,01%	
	Gases refrigerantes	R-22	-	-	-	24,62	0,004%		0,01%		
		R-410A	-	-	-	21,74					
	Extintores	CO ₂	-	-	-	0,16	0,00002%		0,00002%		
	Dragagem	VLSFO	17.619,96	0,28	1,04	17.903,78	18.214,72		2,6387%	2,7%	
		MGO	306,16	0,00	0,02	310,95			0,0458%		
Escopo 2	Eletricidade	Convencional	-	-	-	781,75	781,75	781,75	0,12%	0,1%	0,1%
Escopo 3	Navios	Fundeio	415.826,78	6,68	24,04	422.383,33	605.570,68	62,25%	89,2%		
		Navegação	10.671,08	0,17	0,62	10.839,33		1,60%			
		Manobra	53.035,31	0,85	3,07	53.871,54		7,94%			
		Atracação	116.637,38	1,87	6,74	118.476,47		17,46%			
	Rebocadores	MGO	8.114,53	0,76	0,22	8.193,72	8.193,72	1,21%	1,2%		
	Terminais	Diesel	Diesel	29.318,23	1,56	1,56	29.775,40	33.117,43	4,39%	4,9%	
			Gasolina	185,88	0,07	0,02	193,54		0,03%		
		GLP	561,79	0,55	0,002	829,48	0,1222%				
		Etanol	4,87	0,001	0,00004	4,92	0,001%				
		Xisto	4,61	0,63	0,38	122,33	0,018%				
		Gases fluorados	-	-	-	187,38	0,028%				
	Eletricidade	-	-	-	2.004,39	0,30%					
	Caminhões	Diesel	11.535,70	0,61	0,61	11.715,58	11.715,58	1,73%	1,7%		
Ferrovias	Diesel	560,52	0,04	0,005	562,79	562,79	0,08%	0,1%			

Fonte: Fundación Valenciaport.

No total, a pegada de carbono dos Portos do Paraná em 2023 foi de 678.519,84 tCO₂eq (Tabela 17).

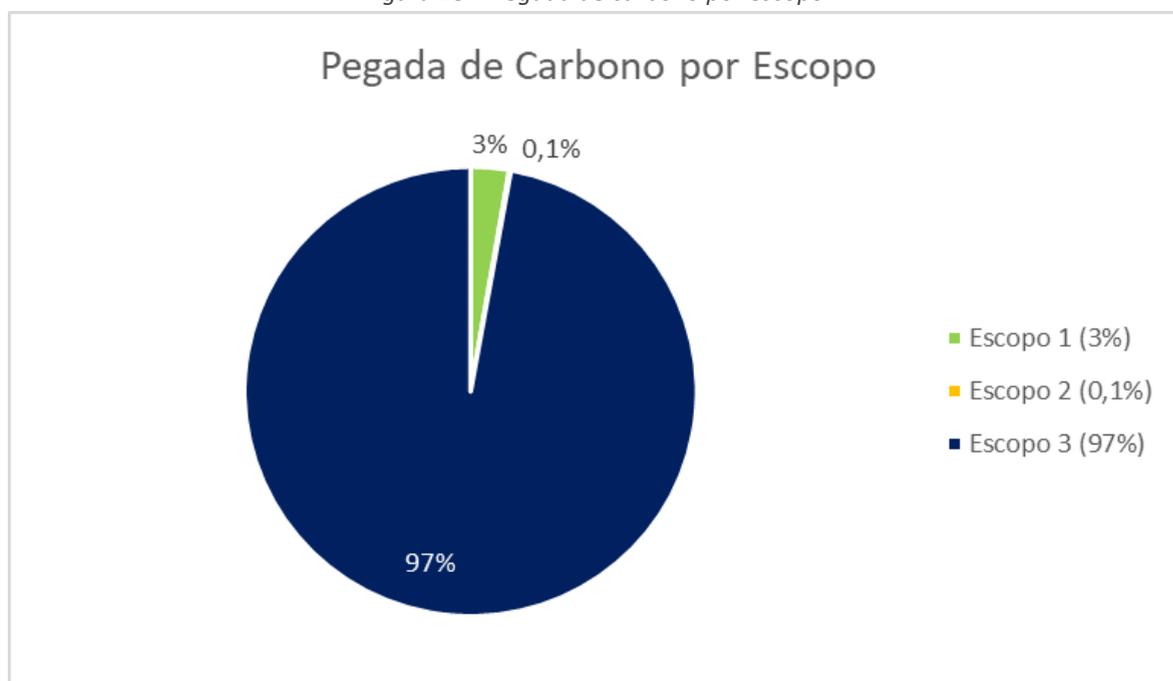
Tabela 17 – Pegada de carbono total (tCO₂eq).

Pegada de carbono (tCO ₂ eq)	2023
	678.519,84

Fonte: Fundación Valenciaport.

Por escopo, observa-se que praticamente a totalidade da pegada de carbono dos Portos do Paraná, 97,1%, se deve ao Escopo 3, ou seja, às organizações externas à Autoridade Portuária. Por sua vez, o Escopo 1 representa 2,7% e o Escopo 2, 0,1% das emissões, como evidencia a Figura 28.

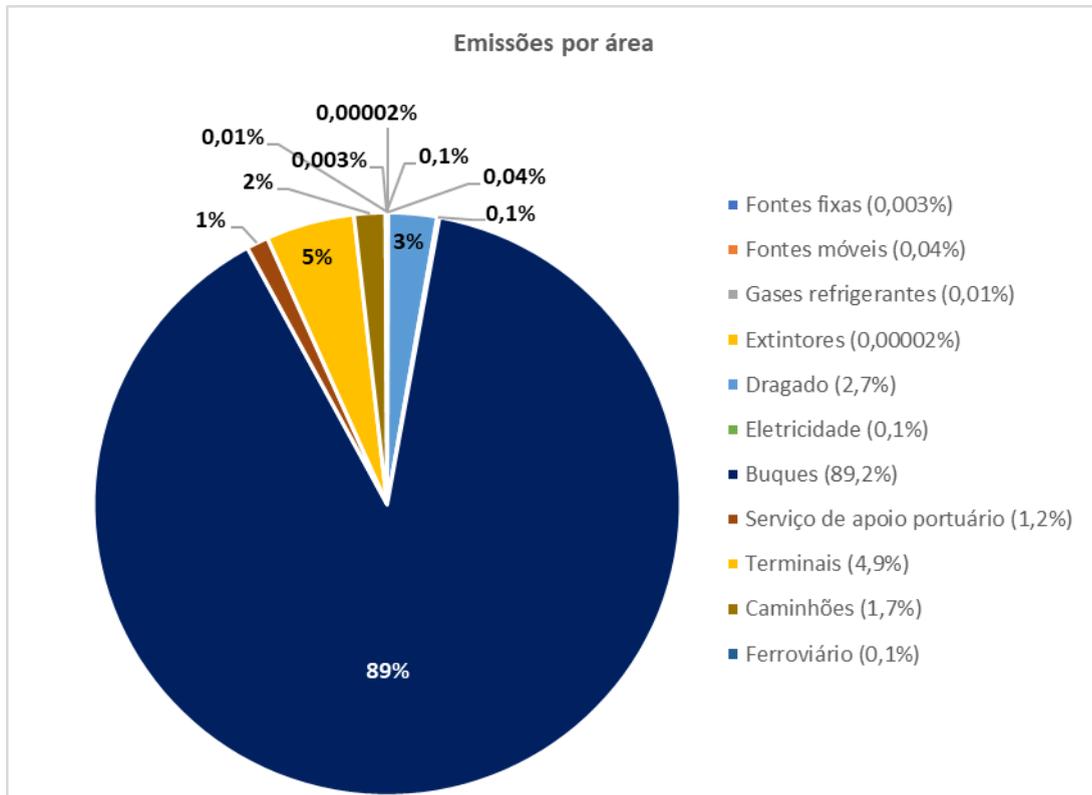
Figura 28 – Pegada de carbono por escopo.



Fonte: Fundación Valenciaport.

Por áreas, destacam-se os navios, que representam 89,2% da pegada de carbono da Portos do Paraná. Em segundo lugar, com uma incidência consideravelmente menor, estão os terminais, que correspondem a 4,9% das emissões de GEE, seguidos pela dragagem com 2,7% e pelos caminhões com 1,7%, enquanto as demais áreas representam menos de 1% (Figura 29).

Figura 29 – Pegada de carbono por área.



Fonte: Fundación Valenciaport.

4.4.2. Valores Relativos (Por Indicador)

Foi adotado como indicador de referência, o volume de movimentação da Portos do Paraná. Em 2023, foram movimentadas 65.576.668 toneladas nos portos de Paranaguá e Antonina.

As emissões relativas às toneladas movimentadas são indicadas a seguir:

$$\text{Relação de emissões} = \frac{t \text{ de } CO_2eq}{\text{toneladas movimentadas}} = \frac{678.519,84}{65.576.668} = 0,010$$

A relação de emissões dos Portos do Paraná no ano de 2023 é de 0,010 tCO₂eq por cada tonelada movimentada nos portos paranaenses.

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 da Portos do Paraná foram extraídos de fontes oficiais e específicos para cada categoria de fontes de emissão.

Cabe informar que 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.