

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

EDUARDO CONCEIÇÃO

**ANÁLISE DO IMPACTO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO
SISTEMA MODAL AQUAVIÁRIO DE SANTA CATARINA POR MEIO DO MODELO
WRF-CHEM**

FLORIANÓPOLIS

2026

EDUARDO CONCEIÇÃO

**ANÁLISE DO IMPACTO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO
SISTEMA MODAL AQUAVIÁRIO DE SANTA CATARINA POR MEIO DO MODELO
WRF-CHEM**

Dissertação apresentada ao
Mestrado Profissional em
Clima e Ambiente do
Campus Florianópolis do
Instituto Federal de Santa
Catarina para a obtenção
do diploma de Mestre em
Clima e Ambiente.

Orientador: Cássio Aurélio
Suski

FLORIANÓPOLIS

2026

Ficha de Identificação da Obra
Sistema de Bibliotecas Integradas do IFSC

C744a Conceição, Eduardo
Análise do impacto das emissões de gases de efeito estufa do sistema modal aquaviário de Santa Catarina por meio do modelo WRF-Chem / Eduardo Conceição ; orientador, Cássio Aurélio Suski. - 2026.
210 p.

Dissertação (mestrado) - Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis. Mestrado Profissional em Clima e Ambiente, Florianópolis, 2026.

Inclui bibliografia.

1. Gases de efeito estufa. 2. Transporte aquaviário - Santa Catarina (SC). 3. Mudanças climáticas. 4. Aquecimento global. 5. Modelo WRF-Chem. I. Suski, Cássio Aurélio. II. Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Mestrado Profissional em Clima e Ambiente. III. Título.

CDD 363.738



Folha de Aprovação

Aluno (a): **EDUARDO CONCEIÇÃO**

Título:	ANÁLISE DO IMPACTO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO SISTEMA MODAL AQUAVIÁRIO DE SANTA CATARINA POR MEIO DO MODELO WRF-CHEM
----------------	--

Aprovado(a) pela Banca Examinadora em cumprimento ao requisito exigido para obtenção do Título de Mestre em Clima e Ambiente

Dr(a). Cássio Aurélio Suski



Documento assinado digitalmente
CASSIO AURELIO SUSKI
Data: 02/07/2026 18:00:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador(a) / Presidente / IFSC / Itajaí – SC
Participação: ☐ Presencial ☒ Videoconferência
☒ **Aprovado** ☐ **Reprovado**

Dr(a). Walter Martin Widmer



Documento assinado digitalmente
WALTER MARTIN WIDMER
Data: 09/07/2026 16:10:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Avaliador(a) Interno / IFSC / Florianópolis - SC
Participação: ☐ Presencial ☒ Videoconferência
☒ **Aprovado** ☐ **Reprovado**

Me. Daniel Sampaio Calearo



Documento assinado digitalmente
DANIEL SAMPAIO CALEARO
Data: 09/07/2026 14:56:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Avaliador(a) Interno / IFSC / Florianópolis - SC
Participação: ☐ Presencial ☒ Videoconferência
☒ **Aprovado** ☐ **Reprovado**

Dr(a). Débora Souza Alvim



Documento assinado digitalmente
DEBORA SOUZA ALVIM
Data: 09/07/2026 13:16:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Avaliador(a) Externo / USP / Lorena - SC
Participação: ☐ Presencial ☒ Videoconferência
☒ **Aprovado** ☐ **Reprovado**

Este trabalho foi aprovado por:

() maioria simples

(x) unanimidade

Itajaí, 2 de julho de 2026



A realização desta dissertação deve-se, em grande parte, ao apoio inestimável de pessoas que confiaram em mim e me orientaram. Dedico-a, acima de tudo à minha família, esposa Viviane e filhos Felipe, João Pedro, João Gabriel e Beatriz, cuja força, paciência e compreensão iluminaram os momentos mais desafiadores, incentivando-me a prosseguir. Ao Professor Cássio Aurélio Suski, minha gratidão pela dedicação incansável, orientação exemplar e ensinamentos que transcendem o âmbito acadêmico, moldando não só este trabalho, mas toda a minha trajetória profissional.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar meu caminho, fortalecer-me nas dificuldades e permitir que eu alcançasse esta importante conquista.

Aos meus pais, Jucemar e Maria Sonia, que me ensinaram, desde cedo, o valor da educação e, lá do céu, continuam celebrando comigo cada vitória.

À minha esposa Viviane, por sua paciência, apoio incondicional e incentivo constante em todas as etapas deste mestrado. Aos meus filhos Felipe, João Pedro, João Gabriel e Beatriz, pela compreensão e apoio, que foram minha fonte de motivação em todos os momentos.

Ao meu orientador, Prof. Cássio Aurélio Suski, e ao coorientador, Prof. Sérgio Augusto Bintencourt Petrovcic, pela dedicação e parceria neste trabalho, pela troca de ideias, pesquisas e debates que enriqueceram cada etapa do processo. Ao André Luiz dos Reis, pelas orientações e discussões sobre a modelagem dos dados, destacando-se por seu domínio do modelo WRF-Chem, e a professora Débora Souza Alvim, pela orientação nas análises das imagens projetadas dos cenários. Meu sincero agradecimento a todos esses que citei, por acreditarem no meu potencial e incentivarem a busca por excelência.

Aos amigos e servidores do IFSC, Paulo Fabiano Orsi, Bruno de Souza, Sérgio Roberto Sanches, e a todos os bolsistas do Projeto WRF-Chem, pelo suporte incansável nas mais diversas situações. Todos os conhecimentos e colaborações tornaram meu trabalho ainda mais completo. Aos meus colegas de mestrado, pela troca de experiências, conversas inspiradoras e mensagens de encorajamento que fizeram a jornada mais leve e significativa.

Estendo meus agradecimentos a todos os docentes do Programa de Pós-Graduação em Clima e Ambiente (PPGCA – IFSC), que, com sua paixão pelo ensino e dedicação, estiveram presentes ao longo desta jornada de aprendizado. Suas aulas, conselhos e o ambiente de excelência que proporcionaram foram cruciais para minha formação.

Por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero reconhecimento.

“Você não pode mudar o vento, mas
pode ajustar as velas do barco para
chegar onde quer.”

Confúcio 551 a.C. – 479 a

RESUMO

Nos últimos anos as mudanças climáticas ganharam destaque global e, o transporte aquaviário, historicamente um grande emissor de gases de efeito estufa (GEE), recebeu atenção pelo seu impacto ambiental. Este estudo tem como objetivo analisar o impacto das emissões antropogênicas do sistema modal aquaviário de Santa Catarina por meio do modelo WRF-Chem. A metodologia inclui proposição de cenários futuros; elaboração do inventário de GEE do transporte aquaviário e demais fontes móveis e estacionárias de Santa Catarina no ano de 2022; e estimativa dos impactos dessas emissões no aquecimento global. A metodologia apresenta cenários futuros relevantes para planejamento de redução de GEE do modal aquaviário. Os resultados mostraram que: no cenário atual (2022), com 100% Óleo Combustível (OC), a emissão foi de 1.036.392,40 tCO₂e e zero de biogênicos; as simulações de migração para biodiesel (BD) mostraram no Cenário 1 (2030), 60% OC / 40% BD, 623.767 tCO₂e e 322.594 tCO₂ biogênicos; no Cenário 2 (2040), 40% OC / 60% BD, 417.454 tCO₂e e 483.892 tCO₂ biogênicos; e no Cenário 3 (2050), 100% BD, 4.829 tCO₂e e 806.486 tCO₂ biogênicos, indicando redução de 99,53% nas emissões de tCO₂e até 2050 com adoção integral do biodiesel nos navios, sem considerar as emissões biogênicas. Considerando-se a soma das emissões de CO₂e e CO₂ Biogênicos tem-se uma redução de 22 % nas emissões dos GEE até 2050. A estimativa dos impactos no aquecimento global resultou em uma redução de: -11,54 E⁻⁰⁸ °C considerando-se combustível fóssil + biogênico e -52,90 E⁻⁰⁸ °C apenas combustível fóssil, indicando impacto positivo. No inventário geral (rodoviário, ferroviário, aquaviário, aéreo e estacionário), o modal rodoviário apresentou 20.367.486,64 tCO₂e, correspondente a 78,37% do total das emissões de GEE no ano de 2022, evidenciando a dependência econômica desse modal e a necessidade de planejamento para adoção de combustíveis alternativos e modais menos poluentes. As simulações em WRF-Chem mostram que a substituição progressiva de combustível fóssil por biodiesel no modal aquaviário reduz significativamente concentrações de poluentes; as imagens modeladas indicam que as maiores concentrações localizam-se nas regiões portuárias do Norte do Estado, com episódios críticos entre 22h e 08h devido à estabilidade atmosférica que dificulta dispersão. No cenário projetivo de 2050 (100% biodiesel) observou-se redução de

até 50% na concentração de CO na atmosfera nos corredores marítimos, 35–50% para CO₂ e 32–50% para CH₄, contribuindo para descarbonização, melhora na qualidade do ar e alinhamento às metas climáticas. A utilização de biodiesel aparece como medida de redução eficaz, fomentada por avaliações sobre produção, distribuição e resultados práticos; esses dados são essenciais para formulação de políticas públicas e estratégias que visem a redução das emissões de GEE, a redução dos impactos ambientais e o desenvolvimento sustentável.

Palavras-Chave: Mudanças climáticas. Gases de efeito estufa. Modelo WRF-CHEM. Aquecimento global. Modal aquaviário. Diesel. Biodiesel.

ABSTRACT

In recent years, climate change has gained global prominence, and waterborne transport historically a major emitter of greenhouse gases (GHG) has come under scrutiny for its environmental impact. This study aims to analyze the impact of anthropogenic emissions from Santa Catarina's waterborne transport system using the WRF-Chem model. The methodology involves proposing future scenarios, compiling a GHG inventory for waterborne transport and other mobile and stationary sources in Santa Catarina for the year 2022, and estimating the impact of these emissions on global warming. The methodology presents future scenarios relevant to planning GHG reductions for the waterborne transport sector. The results showed that: in the current scenario (2022), with 100% fuel oil (FO), emissions totaled 1,036,392.40 tCO₂e, with zero biogenic emissions; simulations of the transition to biodiesel (BD) showed in Scenario 1 (2030: 60% FO / 40% BD) 623,767 tCO₂e and 322,594 tCO₂ (biogenic); in Scenario 2 (2040: 40% FO / 60% BD), 417,454 tCO₂e and 483,892 tCO₂ (biogenic); and in Scenario 3 (2050: 100% BD), 4,829 tCO₂e and 806,486 tCO₂ (biogenic). This indicates a 99.53% reduction in tCO₂e emissions by 2050 through the full adoption of biodiesel in ships, excluding biogenic emissions. When considering the sum of CO₂e and biogenic CO₂ emissions, a 22% reduction in GHG emissions is projected by 2050. Estimates of global warming impacts showed a reduction of 11.54×10^{-8} °C when considering both fossil and biogenic fuels, and 52.90×10^{-8} °C for fossil fuels alone, indicating a positive impact. In the overall inventory (covering road, rail, waterborne, air, and stationary sources), the road transport sector accounted for 20,367,486.64 tCO₂e representing 78.37% of total GHG emissions in 2022 highlighting the sector's economic importance and the need for planning the adoption of alternative fuels and less polluting transport modes. WRF-Chem simulations demonstrate that the progressive replacement of fossil fuels with biodiesel in the waterborne transport sector significantly reduces pollutant concentrations; modeled images indicate that the highest concentrations occur in the state's northern port regions, with critical episodes between 10:00 PM and 8:00 AM due to atmospheric stability hindering dispersion. The 2050 projection scenario (100% biodiesel) showed reductions of up to 50% in atmospheric CO concentrations along maritime corridors, as well as 35–50% for CO₂ and 32–50% for CH₄, thereby

contributing to decarbonization, improved air quality, and alignment with climate goals. The use of biodiesel emerges as an effective reduction measure, supported by assessments of production, distribution, and practical outcomes; such data are essential for formulating public policies and strategies aimed at reducing GHG emissions and environmental impacts while fostering sustainable development.

Keywords: Climate change. Greenhouse gases. WRF-Chem model. Global warming. Waterborne transport. Diesel. Biodiesel.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Emissões de GEE do Brasil de 1990 a 2020 (GtCO ₂ e).....	33
Figura 2: Requisitos da IMO para emissão de Gases de Efeito Estufa ao longo dos próximos anos.....	34
Figura 3: Impactos e abrangência dos poluentes e GEE	44
Figura 4: Mapa do estado de Santa Catarina.....	51
Figura 5: Relação entre consumo específico (Cp) e potência (P)	54
Figura 6: Relação entre consumo específico e rotação	55
Figura 7: Zona Econômica Exclusiva do estado de Santa Catarina.....	58
Figura 8: Rotas de navegação	59
Figura 9: Mapas das rodovias, ferrovias, portos e aeroportos	65
Figura 10 Distribuição espacial das emissões (mol.Km ⁻² .hr ⁻¹) horárias de monóxido de carbono (CO) simuladas com o modelo WRF-Chem para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050 no estado de Santa Catarina, no dia 14 de julho de 2022.....	84
Figura 11 Distribuição espacial das emissões (mol.Km ⁻² .hr ⁻¹) horárias de dióxido de carbono (CO ₂) simuladas com o modelo WRF-Chem para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050 no estado de Santa Catarina, no dia 14 de julho de 2022.....	86
Figura 12 Distribuição espacial das emissões (mol.Km ⁻² .hr ⁻¹) horárias de metano (CH ₄) simuladas com o modelo WRF-Chem para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050 no estado de Santa Catarina, no dia 14 de julho de 2022.....	88
Figura 13 - Distribuição espacial das concentrações (ppbv) horárias de monóxido de carbono (CO) simuladas com o modelo WRF-Chem no estado de Santa Catarina, para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050, no dia 14 de julho de 2022.....	91
Figura 14 Distribuição espacial das concentrações (ppmv) horárias de dióxido de carbono (CO ₂) simuladas com o modelo WRF-Chem no estado de Santa Catarina, para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050, no dia 14 de julho de 2022.....	93
Figura 15 - Distribuição espacial das concentrações (ppbv) horárias de metano (CH ₄) simuladas com o modelo WRF-Chem no estado de Santa Catarina, para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050, no dia 14 de julho de 2022.	96
Figura 16 - Projeções da média de 24 horas do penúltimo dia de rodada do modelo WRF-chem da Concentração Atmosférica (ppbv) e Diferença Percentual de	

Monóxido de Carbono (CO) em Santa Catarina para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050.	98
Figura 17 - Projeções da média de 24 horas do penúltimo dia de rodada do modelo WRF-chem da Concentração Atmosférica (ppmv) e Diferença Percentual de Dióxido de Carbono (CO ₂) em Santa Catarina para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050.	100
Figura 18 - Projeções da média de 24 horas do penúltimo dia de rodada do modelo WRF-chem da Concentração Atmosférica (ppbv) e Diferença Percentual de Metano (CH ₄) em Santa Catarina para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050.	102
Figura 1 Relação entre consumo específico e potência.....	168
Figura 2 Relação entre consumo específico e rotação	169
Figura 3 Zona Econômica Exclusiva do estado de Santa Catarina.....	171
Figura 4 Rotas de navegação	173
Figura 5 Distribuição espacial das emissões (mol.Km ⁻² .hr ⁻¹) horárias de monóxido de carbono (CO) simuladas com o modelo WRF-Chem para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050 no estado de Santa Catarina, no dia 14 de julho de 2022.....	186
Figura 6 Distribuição espacial das emissões (mol.Km ⁻² .hr ⁻¹) horárias de dióxido de carbono (CO ₂) simuladas com o modelo WRF-Chem para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050 no estado de Santa Catarina, no dia 14 de julho de 2022.....	188
Figura 7 Distribuição espacial das emissões (mol.Km ⁻² .hr ⁻¹) horárias de metano (CH ₄) simuladas com o modelo WRF-Chem para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050 no estado de Santa Catarina, no dia 14 de julho de 2022.....	190
Figura 8 - Distribuição espacial das concentrações (ppbv) horárias de monóxido de carbono (CO) simuladas com o modelo WRF-Chem no estado de Santa Catarina, para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050, no dia 14 de julho de 2022.....	193
Figura 9 Distribuição espacial das concentrações (ppmv) horárias de dióxido de carbono (CO ₂) simuladas com o modelo WRF-Chem no estado de Santa Catarina, para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050, no dia 14 de julho de 2022.....	195
Figura 10 - Distribuição espacial das concentrações (ppbv) horárias de metano (CH ₄) simuladas com o modelo WRF-Chem no estado de Santa Catarina, para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050, no dia 14 de julho de 2022.	198
Figura 11 - Projeções da média de 24 horas do penúltimo dia de rodada do modelo WRF-chem da Concentração Atmosférica (ppbv) e Diferença Percentual de Monóxido de Carbono (CO) em Santa Catarina para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050.	200

Figura 12 - Projeções da média de 24 horas do penúltimo dia de rodada do modelo WRF-chem da Concentração Atmosférica (ppmv) e Diferença Percentual de Dióxido de Carbono (CO ₂) em Santa Catarina para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050.	202
Figura 13 - Projeções da média de 24 horas do penúltimo dia de rodada do modelo WRF-chem da Concentração Atmosférica (ppbv) e Diferença Percentual de Metano (CH ₄) em Santa Catarina para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050.	204

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cenários propostos para análise das emissões de GEE.....	52
Tabela 2: Especificações das rotas estipuladas.....	58
Tabela 3: Lista dos Navios e número de atracações.....	70
Tabela 4: Características técnicas das Embarcações.....	71
Tabela 5: Características das embarcações e consumo de combustível.....	72
Tabela 6: Emissões totais de CO ₂ e	75
Tabela 7: Redução da temperatura em Santa Catarina	76
Tabela 8: Redução da temperatura na rota completa	77
Tabela 9: Emissões totais das fontes estacionárias e móveis.....	78
Tabela 10 Redução da temperatura de Santa Catarina com todas as fontes emissoras.....	79
Tabela 1 Cenarios propostos para análise das emissões de GEE.....	166
Tabela 2 Especificações das rotas estipuladas.....	172
Tabela 3 Emissões totais de CO ₂ e	179
Tabela 4 Redução da temperatura em Santa Catarina	180
Tabela 5 Redução da temperatura na rota completa	181

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANP	Agência Nacional do petróleo, gás natural e biocombustíveis
AIS	Sistema de Identificação Automática
Antaq	Agência Nacional de Transporte Aquaviário
CEBRI	Centro Brasileiro de Relações Internacionais
CFCs	Clorofluorcarbonetos
CH ₂	Metano
CH ₃ C=OO ₂ NO ₂	Peroxiacetilnitrato
CMAQ	Community Multiscale Air Quality Modeling System
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Dióxido de carbono
COAMPS	Coupled Ocean/Atmosphere Mesoscale Prediction System.
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos EUA
EPE	Empresa de pesquisa energética
g/kWh	Grama por quilowatt hora
GEE	Gases de Efeito Estufa
GHG	Greenhouse Gas
GNL	Gás Natural Liquefeito
GtCO ₂ e	Giga toneladas de dióxido de carbono equivalente
H ₂ S	Ácido sulfídrico
HFCs	Hidrofluorcarbonetos
HFO	<i>Heavy Fuel Oil</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA	Agência Internacional de Energia
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
IMO	Organização Marítima Internacional
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
kg/H	Quilo por hora
Kg/L	Quilo por litro
KW	Quilowatt
LCQAR	Laboratório de Controle da Qualidade do Ar.
MDO	Marine Diesel Oil

MGO	Marine Gas Oil
MM5	Fifth-Generation Penn State
Mol.Km ⁻² .hr ⁻¹	Mol por quilometro quadrado por hora
MPAS	Model for Prediction Across Scales
N ₂ O	Óxido nitroso
NDC	Nationally Determined Contribution
NF ₃	Trifluoreto de nitrogênio
NH ₃	Amônia
NO ₃	Nitrato
NO _x	Óxidos de nitrogênio
PFCs	Perfluorcarbonos
PIB	Produto Interno Bruto
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PPM	Particulas por milhão
PPMV	Partes por milhã por volume
QGIS	Quantum Geographic Information System
RPM	Rotação por minutos
SEEG	Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa
SO ₂	Dióxido de enxofre
SO ₃	Trióxido de enxofre
SO ₄ ²⁻	Sulfato
TBT	Tributilestanho
tCO ₂ e	Toneladas de dióxido de carbono equivalente
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change.
WRF CHEM	Weather Research and Forecasting model coupled with Chemistry
ZEE	Zona Econômica Exclusiva

LISTA DE SÍMBOLOS

Σ	Somatório
+	Adição
°	Grau
ln	Logaritmo Natural
<	Maior que
>	Menor que
‘	Minuto
%	Porcentagem
“	Segundo
-	Subtração
Δ	Variação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	22
1.1	JUSTIFICATIVA.....	24
1.2	OBJETIVOS.....	26
1.2.1	Objetivo Geral.....	26
1.2.2	Objetivos específicos.....	26
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
2.1	MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	27
2.2	GASES DE EFEITO ESTUFA – GEE.....	31
2.3	DIESEL.....	35
2.4	BIODIESEL.....	36
2.5	AQUECIMENTO GLOBAL.....	37
2.6	FONTES EMISSORAS DE GEE.....	41
2.7	MODELAGEM AMBIENTAL.....	47
3	METODOLOGIA.....	51
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	51
3.2	PROPOSIÇÃO DE CENÁRIOS PARA O MODAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO DE SANTA CATARINA.....	52
3.3	ESTABELECIMENTO DO INVENTÁRIO DE GASES DO EFEITO ESTUFA (GEE) PROVENIENTES DAS COMBUSTÕES DO MODAL AQUAVIÁRIO.....	52
3.3.1	Identificação dos navios que atracaram nos portos de Santa Catarina no ano de 2022.....	53
3.3.2	Características de cada embarcação.....	53
3.3.3	Detalhamentos dos dados técnicos para cálculo de consumo de combustível.....	54
3.3.4	Detalhamentos das rotas e percurso das embarcações.....	56
3.3.5	Cálculo da quantidade de combustível utilizado pelas embarcações.....	60
3.3.6	Cálculo das emissões de GEE no modal aquaviário.....	61

3.4	ESTIMATIVA DOS IMPACTOS DAS EMISSÕES DE GEE PROVENIENTES DAS COMBUSTÕES DO MODAL AQUAVIÁRIO NO AQUECIMENTO GLOBAL	61
3.5	INVENTÁRIO DE GEE DAS FONTES MÓVEIS E ESTACIONÁRIAS DE SANTA CATARINA	62
3.6	ESTIMAR OS IMPACTOS DAS EMISSÕES DE GEE PROVENIENTES DAS FONTES MÓVEIS E ESTACIONÁRIAS DE SANTA CATARINA NO AQUECIMENTO GLOBAL	65
3.7	MODELAGEM DAS EMISSÕES E CONCENTRAÇÕES DE GEE DO MODAL AQUAVIÁRIO DE SANTA CATARINA	65
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
4.1	IDENTIFICAÇÃO DOS NAVIOS QUE ATRACARAM NOS PORTOS DE SANTA CATARINA NO ANO DE 2022	70
4.2	CARACTERÍSTICAS DE CADA EMBARCAÇÃO	71
4.3	DETALHAMENTO DAS ROTAS E PERCURSO DE CADA EMBARCAÇÃO	72
4.4	CÁLCULO DA QUANTIDADE DE COMBUSTÍVEL UTILIZADO PELAS EMBARCAÇÕES	72
4.5	CÁLCULO DAS EMISSÕES DE GEE DE FONTES AQUAVIÁRIAS	73
4.6	ESTIMATIVA DOS IMPACTOS DAS EMISSÕES DE GEE PROVENIENTES DAS COMBUSTÕES DO MODAL AQUAVIÁRIO NO AQUECIMENTO GLOBAL	75
4.7	INVENTÁRIO DOS GEE DAS FONTES MÓVEIS E ESTACIONÁRIAS DE SANTA CATARINA	77
4.8	ESTIMATIVA DOS IMPACTOS DAS EMISSÕES DE GEE PROVENIENTES DAS COMBUSTÕES ESTACIONÁRIAS E MÓVEIS DE SANTA CATARINA NO AQUECIMENTO GLOBAL	79
4.9	MODELAGEM E SIMULAÇÃO GEOESPACIAL DAS EMISSÕES E CONCENTRAÇÕES DE GEE DO MODAL AQUAVIÁRIO	80
5	PRODUTOS DESENVOLVIDOS	104
5.1	INVENTÁRIO DAS EMISSÕES DE GEE DO MODAL AQUAVIÁRIO EM SANTA CATARINA	104
5.2	INVENTÁRIO DAS EMISSÕES DE GEE NA ROTA COMPLETA DAS EMBARCAÇÕES	104

5.3	INVENTÁRIO DAS EMISSÕES DE GEE, DAS FONTES MÓVEIS E ESTACIONÁRIAS DE SANTA CATARINA.....	105
5.4	MAPAS DE EMISSÕES DE GEE DO MODAL AQUAVIÁRIO DE SANTA CATARINA.....	105
5.5	MAPAS DE CONCENTRAÇÕES DE GEE DO MODAL AQUAVIÁRIO DE SANTA CATARINA.....	105
5.6	RELATÓRIO TÉCNICO CONCLUSIVO DO MODAL AQUAVIÁRIO	106
5.7	PARTICIPAÇÃO DE EVENTOS	107
5.8	SUBMISSÃO DE ARTIGOS.....	107
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	108
7	REFERÊNCIAS	112
	APÊNDICE A – DADOS GERAIS.....	129
	APÊNDICE B – CARACTERÍSTICAS DAS EMBARCAÇÕES	140
	APÊNDICE C - RELATÓRIO TÉCNICO CONCLUSIVO	163

1 INTRODUÇÃO

A análise das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no sistema modal aquaviário de Santa Catarina é um tema que envolve diversos aspectos interdisciplinares, incluindo a área de transportes, meio ambiente, economia e política. As projeções do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022), para o período de 2030 a 2052 demonstram um cenário alarmante: espera-se um aumento global de até 1,5 °C na temperatura média do planeta. Esta projeção de aumento é fundamentada em uma sólida base de evidências, que apresenta consequências generalizadas e devastadoras para o nosso planeta. Entre essas implicações, pode-se destacar o aumento do nível do mar, a ocorrência mais frequente e intensa de ondas de calor, a ameaça iminente de extinção de diversas espécies em nossa biodiversidade, impactos altamente significativos nos ecossistemas naturais e uma desestabilização nos padrões climáticos, resultando em perturbações nos regimes de chuva. Essa perspectiva negativa, embasada por fontes de autoridade como o IPCC (2022), assim como pesquisas de Mohammed *et al.* (2021) e Yang *et al.* (2014), destacam a urgência de ações concretas e imediatas para reduzir os impactos das mudanças climáticas.

O modal aquaviário é objeto de estudo global contínuo, pois sua atividade é fonte geradora de muitos impactos ambientais. Dentre esses impactos, Friess *et al.* (2019) destacam a persistente perda global de manguezais devido à conversão para infraestrutura costeira, como portos, com consequências negativas para a biodiversidade. A utilização de tintas anti-incrustantes, mesmo as modernas, ainda libera biocidas no ambiente marinho, com Thomas *et al.* (2021) revisando os impactos de novos biocidas (cobre e zinco) e alternativas não biocidas que podem liberar microplásticos. Segundo Carlessi, Petrenko e Barros-Platiau (2020), o desenvolvimento portuário e o aumento do tráfego marítimo exercem pressão sobre cidades litorâneas, fomentando em cidades costeiras brasileiras, conflitos de uso do solo, poluição sonora e do ar (tráfego pesado) e alterações sociais. A transferência de espécies invasoras pela água de lastro é outro desafio, com Briski *et al.* (2022) concluindo que, apesar dos avanços nas regulamentações, a implementação e fiscalização precisam melhorar para reduzir novas introduções, ressaltando a necessidade de tecnologias de tratamento mais eficientes e cooperação internacional. Adicionalmente, conforme dados da International Maritime Organization (IMO, 2023), a queima de combustível fóssil no setor marítimo contribui

significativamente para as emissões globais de gases de efeito estufa. Comer *et al.* (2023) apontam a adoção de combustíveis alternativos de baixo carbono como medida eficiente para a descarbonização, que exigirá investimentos em pesquisa, infraestrutura e políticas públicas.

O setor de transportes emerge como um dos principais vilões no que se refere às emissões de gases de efeito estufa decorrentes da queima incompleta de combustíveis fósseis. Em 2016, esse setor desempenhou um papel significativo, sendo responsável por uma parcela alarmante de 24% das emissões globais de dióxido de carbono, conforme dados de referências confiáveis (Wang; GE, 2019). No entanto, as ramificações dessas emissões vão muito além das estatísticas frias. Elas têm um impacto profundo e multifacetado em nossa sociedade e no ambiente. Um dos principais desafios é a qualidade do ar, que é comprometida devido à liberação de poluentes atmosféricos prejudiciais. Esses poluentes afetam negativamente a saúde humana, independentemente do meio de transporte utilizado, como destacado por estudos relevantes (Nunes, 2017; Fan *et al.*, 2018).

A substância predominante liberada na queima de combustíveis fósseis é o dióxido de carbono, que figura como um dos principais culpados pelo fenômeno do aquecimento global, contribuindo significativamente para o aumento do efeito estufa do planeta (Carvalho, 2011). Este ciclo vicioso, coloca em evidência a necessidade premente de medidas estratégicas para reduzir o impacto ambiental e a urgência de promover alternativas de transportes mais sustentáveis, que possibilitem o crescimento econômico, preservando a qualidade atmosférica do planeta.

A eficiência operacional dos portos está intrinsecamente ligada à qualidade e funcionalidade de sua infraestrutura de transporte, tornando-a um elemento crítico e central para o desempenho dessas instalações (Mafaldo, 2020). Isso ocorre porque a infraestrutura de transporte é a espinha dorsal que conecta os portos com o restante da rede logística e, por sua vez, com a economia global.

Essa interdependência se estende além do simples fluxo de mercadorias e cargas, abrangendo também fatores como a pontualidade, a segurança e a capacidade de resposta das operações portuárias. Em outras palavras, a infraestrutura de transporte não apenas facilita o movimento de bens, mas também influencia diretamente a competitividade e a eficiência dos portos em um cenário cada vez mais globalizado e exigente.

1.1 Justificativa

As mudanças climáticas e os eventos extremos têm se intensificado nas últimas décadas em virtude do aumento da concentração de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera terrestre e, em Santa Catarina o contexto não é diferente. O estado possui uma economia diversificada, o agronegócio, o turismo e as indústrias ajudam a compor a esse cenário, mas destaca-se também por grandes volumes de importações e exportações que são feitos nos portos, que correspondem aproximadamente 5% a 6% da movimentação total de toneladas de carga do país, mas quando olhamos especificamente para a movimentação de contêineres (que concentra o maior valor agregado em importações e exportações), a participação de Santa Catarina salta para quase 20% do total nacional, segundo a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ).

O modal aquaviário é responsável por movimentar em média de 80% a 90% de toda mercadoria no mundo, ou seja, um sistema de transporte vital para a economia, mas esse volume de movimentação tem consequências ao meio ambiente consideráveis, pois as embarcações que são o centro dessa logística, utilizam-se predominantemente motores a combustão (combustível fóssil), tornando-se um modal que é responsável por 3% de emissão globais de CO₂, o principal GEE. Historicamente, esse modal teve sua movimentação praticamente duplicada, onde passou de 30.000 milhões de toneladas-milhas no ano de 2000 para 58.988 milhões de toneladas-milhas em 2020, ou seja, se faz necessários investimentos em novas tecnologias de motores e combustíveis com menos emissões de GEE.

Diante deste contexto, onde o estado de Santa Catarina é rota de milhares de embarcações por ano, e que globalmente é aceito que o transporte aquaviário é responsável por impactos ambientais nas proximidades de áreas portuárias e rotas de navegação, mais especificamente nas zonas costeiras, fazem-se necessários mais estudos sobre o modal aquaviário e seus impactos no estado de Santa Catarina, pois, poucas pesquisas foram elaboradas e, conseqüentemente, há uma carência de dados para que se possam planejar ações mais eficientes.

O estado de Santa Catarina, nas últimas décadas vem sofrendo eventos climáticos extremos e, diversas ações estão em planejamento na perspectiva de reduzir os agentes causadores de tais eventos, assim como reduzir os impactos causados pelos mesmos. No entanto, ainda há uma dificuldade bastante grande em

termos de nível de resolução de imagens de satélites que captam os GEE no planeta e, devido a isso, as modelagens são de extrema importância no intuito de estabelecer modelos que possibilitem estimar os GEE. Esta pesquisa busca, através de ferramentas reconhecidas internacionalmente, apresentar resultados que auxiliem nos planejamentos de ações de redução de GEE e base para futuras pesquisas.

Investir na melhoria e expansão da infraestrutura de transporte que atende aos portos não é apenas uma necessidade óbvia, mas também uma estratégia vital para impulsionar a eficiência das operações portuárias e, por conseguinte, contribuir para o desenvolvimento econômico regional e global. Portanto, reconhecer a importância desse fator primordial é essencial para o planejamento e o aprimoramento contínuo das atividades portuárias.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o impacto das emissões antropogênicas do sistema modal aquaviário de Santa Catarina por meio do modelo WRF-Chem

1.2.2 Objetivos específicos

- Propor cenários para o modal de transporte aquaviário de Santa Catarina;
- Estabelecer o inventário de gases do efeito estufa (GEE) gerados pelo modal aquaviário no estado de Santa Catarina;
- Estimar os impactos das emissões de GEE provenientes das combustões do modal aquaviário de Santa Catarina no aquecimento global;
- Inventariar, adicionalmente, os GEE das fontes móveis e estacionárias de Santa Catarina;
- Estimar os impactos das emissões de GEE provenientes das fontes móveis e estacionárias de Santa Catarina no aquecimento global.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Mudanças Climáticas

No planeta Terra, o clima e os ecossistemas estão intrinsecamente ligados à qualidade do ar e toda alteração causada por poluentes e GEE são espalhados em grandes áreas. A poluição do ar é a contaminação do ambiente interno ou externo por qualquer agente químico, físico ou biológico que modifica as características naturais da atmosfera e, muitos são os fatores que aumentam a poluição, por exemplo, as queimadas das florestas e a queima de combustível fóssil, ambos também são fontes de emissões de GEE (WHO, 2021).

A mudança do clima é uma alteração atribuída direta ou indiretamente à atividade humana que modifica a composição da atmosfera global e que seja adicional à variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis de tempo. As alterações climáticas ocorrem por causa de mudanças internas dentro do sistema climático ou na interação de seus componentes, ou por causa de mudanças no forçamento externo (refere-se a fatores que afetam o balanço de energia do sistema climático, ou seja, a quantidade de energia que entra e sai da Terra), por razões naturais, ou ainda devido às atividades humanas. Geralmente não é possível fazer uma atribuição clara entre essas causas. As projeções da mudança do clima no futuro relatadas pelo IPCC (2021), geralmente consideram apenas a influência sobre o clima dos aumentos antrópicos de gases de efeito estufa e outros fatores relacionados ao homem.

O Inventário de Avaliação do Impacto das Emissões Veiculares, Queimadas, Industriais e Naturais na Qualidade do ar em Santa Catarina (UFSC/LCQAR, 2022), detalha os problemas que as mudanças climáticas têm trazido para diversos setores, mas evidencia a poluição do ar/saúde humana, principalmente nos grupos mais vulneráveis como crianças e idosos.

Para o pesquisador Kornhuber *et al.* (2024), os vários eventos climáticos recentes que quebraram recordes, como ondas de calor extremo em várias regiões do mundo estão aumentando significativamente e mais rápida em magnitude do que os modelos climáticos de última geração previram sob o aquecimento global, causando impactos substanciais nos sistemas ecológicos e sociais.

O aumento nas emissões antropogênicas de GEE nas últimas décadas, levaram a muitas mudanças químicas e físicas no sistema climático, e segundo Lemes (2023), essas alterações afetam diretamente o balanço energético e hídrico

da atmosfera, podendo afetar o transporte de umidade da Amazônia no continente sul-americano (incluindo a bacia do Prata), que é crucial para o regime hídrico do sudeste brasileiro, completa ainda o referido pesquisador, não apenas o processo de desmatamento deve ser evitado, mas o aumento das emissões de CO₂, de forma geral. Para S. Sultana (2023), o cuidado com uso exagerado do carvão e diesel que são as duas formas mais comuns e utilizadas do combustível fóssil, é essencial para redução dos impactos ao planeta.

A mudança climática é atualmente um fenômeno inquestionável e amplamente pesquisado por diversas áreas da ciência. Metodologicamente, considera-se que, sem uma reflexão profunda e interdisciplinar sobre as mudanças climáticas e suas múltiplas dimensões, a visão sobre esse fenômeno pode ser estreitada, o que resulta em prejuízos. Isso ocorre porque a ciência não se desenvolve em um compartimento estanque, mas na interação de disciplinas e perspectivas (García; Sanz, 2018).

Segundo García e Sanz (2018), embora haja evidências científicas, principalmente meteorológicas, indicando que o planeta está enfrentando um aquecimento global que exige uma ação decisiva por parte dos seres humanos, é fundamental adotar máxima cautela ao investigar as razões por trás dessa mudança climática global, considerada por alguns como única e irreversível na história do planeta. Todas as áreas devem ser ouvidas e envolvidas nessa causa.

Para Zúñiga (2023), a mudança climática configura-se como uma grave ameaça à saúde da humanidade, desestabilizando os ambientes naturais e impactando profundamente a qualidade de vida em suas diversas dimensões, abrangendo desde o contexto socioeconômico até a operacionalidade dos sistemas de saúde. Dessa forma, atua como um fator de amplificação, com o potencial de comprometer ou até mesmo anular os avanços significativos alcançados na área da saúde nas últimas décadas.

Segundo os Relatórios Nacionais de Avaliação Climática (IPCC, 2021), os efeitos esperados para as mudanças climáticas para os Estados Unidos e, conseqüentemente, poderá se repetir a nível mundial: Nível do mar subirá significativamente, entre 0,3 e 2 metros até 2100, devido ao derretimento do gelo e à expansão térmica da água, intensificando inundações costeiras; Clima global continuará a aquecer ao longo do século, com a magnitude da mudança dependendo das emissões de gases de efeito estufa e da sensibilidade climática da

Terra; Furacões tornar-se-ão mais fortes e intensos no Atlântico Norte, com aumento na intensidade das tempestades e nas taxas de precipitação; Secas e ondas de calor, espera-se que se tornem mais intensas no Sudoeste, enquanto as ondas de frio serão menos intensas e frequentes, com todas as estações aquecendo e eventos de calor extremo tornando-se anuais até o final do século com altas emissões; Temporada de incêndios florestais será mais longa e severa no Oeste, com a área queimada podendo aumentar de duas a seis vezes até 2050, e também com aumento previsto em regiões chuvosas como o Sudeste, elevando riscos à saúde pela fumaça e custos de combate; Padrões de precipitação mostraram mudanças desiguais, com aumento no norte dos EUA no inverno e primavera e diminuição no sudoeste, além de uma tendência de aumento em eventos de precipitação intensa; Temperaturas globais continuarão a subir, com os últimos anos sendo os mais quentes já registrados, uma tendência sem precedentes nos últimos 24.000 anos, que pode ser mitigada com a redução de emissões; O Gelo no Ártico é muito provável que o Oceano Ártico fique essencialmente livre de gelo no final do verão antes de meados do século; Estação sem geadas terá sua duração prolongada em todo o país, especialmente no oeste dos EUA, afetando ecossistemas e agricultura, com aumentos ainda maiores previstos com a continuidade das altas emissões de gases de efeito estufa.

A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2023) reporta que o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (2021), concluiu que os perigos relacionados ao clima estão emergindo com maior rapidez e intensidade do que as projeções anteriores, tornando a adaptação ao aquecimento global acelerado um desafio ainda maior. O relatório da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2023) revela que 3,6 bilhões de indivíduos residem em áreas de alta vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas, sofrendo as consequências mais severas em sua saúde. Na última década, a taxa de mortalidade decorrente de eventos climáticos extremos em regiões vulneráveis foi quinze vezes superior à observada em áreas menos vulneráveis.

Com o clima em transformação, eventos meteorológicos e climáticos intensos e repetidos se tornam cada vez mais comuns, como tempestades, ondas de calor extremo, inundações, secas e incêndios florestais. Tanto direta, quanto indiretamente, as mudanças climáticas têm consequências negativas para a saúde, levando ao aumento das taxas de mortalidade, doenças não transmissíveis,

surgimento e disseminação de doenças transmissíveis e emergências de saúde, entre outras consequências.

A mudança climática exige que a sociedade atue por meio da mitigação e da adaptação. A mitigação envolve a diminuição das emissões de gases de efeito estufa (GEE) para evitar ou minimizar os efeitos das mudanças climáticas, enquanto a adaptação visa reduzir os impactos negativos e aproveitar eventuais oportunidades. A adaptação é necessária, independentemente da quantidade de emissões reduzidas, já que as atividades humanas já alteraram o clima, levando a recordes anuais na temperatura média global (Brasil, 2024).

É importante ressaltar que a mitigação e a adaptação não são ações excludentes, mas sim complementares e interdependentes. Mas a mitigação, ou seja, a redução na emissão de GEE é fundamental para evitar os piores impactos da mudança climática a longo prazo, uma atitude emergencial para tentar frear essas alterações.

É importante conscientizar a humanidade sobre a importância da preservação ambiental, focando em ações como o reflorestamento, a gestão adequada de materiais biodegradáveis e não degradáveis, e a atribuição de responsabilidades às empresas para que cumpram suas funções e as regulamentações existentes. Busca-se, assim, a transformação dos métodos tradicionais de transporte, a intensificação do reflorestamento e a adoção de novas abordagens na construção de moradias mais sustentáveis, utilizando, por exemplo, postes de energia reutilizados, estruturas de casas, molduras e telhados ecologicamente corretos. Além disso, é fundamental implementar o uso de energia limpa e reduzir experimentos científicos que possam causar danos ao meio ambiente e à própria humanidade em prol do desenvolvimento urbano, o qual tem resultado em um aumento de construções e na diminuição da fauna e flora. Conforme Zúñiga (2023) pode-se inferir que o aquecimento global consiste no aumento progressivo da temperatura terrestre devido ao efeito estufa, provocado pelas emissões de CO₂ resultantes da atividade humana na superfície do planeta.

A alteração da temperatura ao longo do tempo tem desequilibrado o clima, gerando impactos tanto para os seres humanos quanto para o planeta. Em algumas regiões, as mudanças climáticas manifestam-se em secas, diminuindo as áreas cultiváveis. Em outras, causam tempestades severas que provocam inundações e deslizamentos de terra, danificando residências e comunidades. Adicionalmente,

como já mencionado, observa-se o aumento das temperaturas devido ao efeito estufa. A isso se soma o derretimento das geleiras, que eleva o nível do mar e leva ao desaparecimento de diversas espécies. A frequência e a instabilidade das mudanças climáticas dificultam a adaptação de algumas espécies, elevando o risco de doenças cardíacas, respiratórias e outras complicações, como aponta Zúñiga (2023).

O aquecimento global se estabeleceu como um dos problemas mais urgentes da história recente, capturando a atenção global nas últimas décadas, com um consenso generalizado de que sua causa direta e inegável reside na emissão antropogênica de gases de efeito estufa (GEE), que atuam como uma barreira isolante na atmosfera.

2.2 Gases de efeito estufa – GEE

A intensificação do efeito estufa resulta em mudanças climáticas significativas, que se manifestam em padrões climáticos alterados, aumentando a frequência e intensidade de eventos extremos, como furacões, secas e inundações e a elevação do nível do mar. Essas mudanças têm implicações profundas para ecossistemas, economias e sociedades em todo o mundo, aumentando problemas como a insegurança alimentar, a escassez de água e a migração forçada. A resposta a essas questões requer ações coordenadas e urgentes, incluindo a redução das emissões de gases de efeito estufa e a implementação de práticas sustentáveis em diversas esferas, como a energia, a agricultura, transporte, indústrias e o uso do solo. O efeito estufa é, essencialmente, um fenômeno natural que permite à Terra manter temperaturas adequadas para o desenvolvimento da vida. A radiação solar atinge a superfície terrestre, é parcialmente absorvida e, em seguida, reemitida na forma de radiação infravermelha. Os responsáveis por esse fenômeno são os gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), ozônio troposférico (O_3), clorofluorcarbonetos (CFCs), hidrofluorcarbonetos (HFCs), trifluoreto de nitrogênio (NF_3) e os perfluorcarbonos (PFCs) que absorvem a radiação solar e a reemitem, mantendo o calor na atmosfera. No entanto, atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e a agricultura intensiva, têm aumentado

consideravelmente as concentrações desses gases, intensificando o efeito estufa e, consequentemente, elevando as temperaturas globais (Junges *et al.*, 2018)

Desde a Revolução Industrial, a emissão de gases de efeito estufa (GEE) aumentou significativamente. A concentração de dióxido de carbono, um dos principais GEE, na atmosfera subiu de 280 ppm para cerca de 415 ppm, intensificando o efeito estufa e ocasionando mudanças climáticas (WWF-BRASIL, 2024).

De acordo com IPCC (2013), Potencial de Aquecimento Global (*Global Warming Potential* - GWP) é uma medida que avalia a capacidade de um gás de efeito estufa de reter calor na atmosfera em comparação ao dióxido de carbono (CO₂) ao longo de um período específico, geralmente de 100 anos. De acordo com o IPCC (2013), o GWP considera tanto a intensidade do efeito estufa de cada gás quanto o tempo que ele permanece na atmosfera antes de ser removido por processos naturais. Essa métrica é essencial para entender o impacto relativo dos diferentes gases nas mudanças climáticas e para formular políticas de redução que visem reduzir as emissões de gases de efeito estufa de forma eficaz, pois, cada fonte de emissão tem sua especificidade, gerando protocolos diferentes.

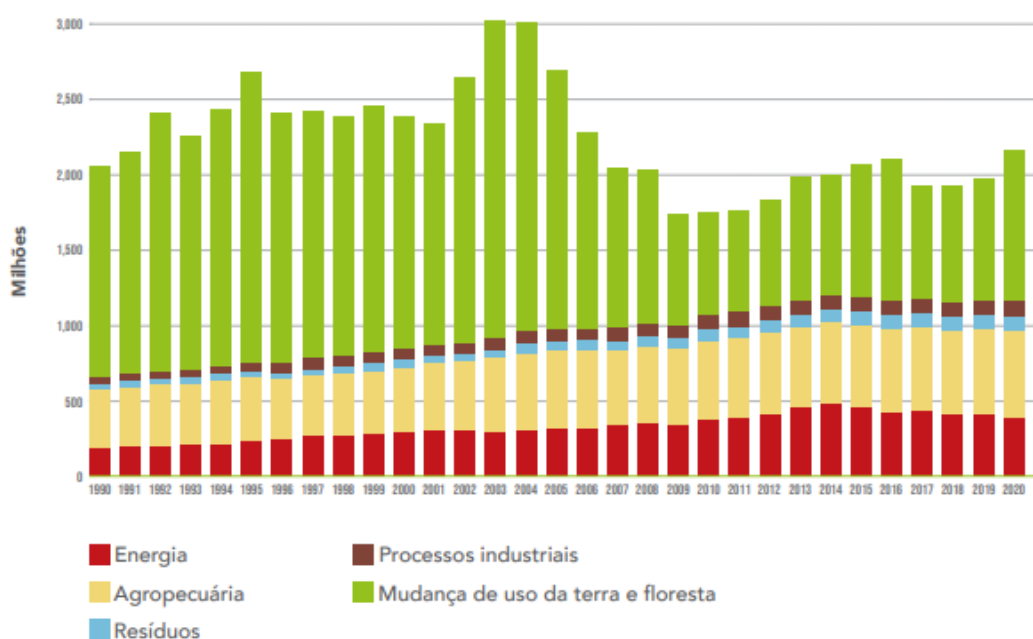
O Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima (SEEG, 2021), apresenta uma nova coleção de dados (Figura 1). No período entre 1990 a 2020, há duas tendências principais: a primeira é, como também visto no ano de 2019, a franca reversão da redução de emissões verificada no Brasil entre 2004 e 2010. Desde 2010, ano da regulamentação da PNMC (Política Nacional sobre Mudança do Clima), que estabeleceu a primeira meta doméstica de redução de emissões do Brasil, o país elevou em 23,2% a quantidade de gases de efeito estufa que despeja na atmosfera todos os anos. A segunda tendência é muito preocupante, é que a curva ascendente de emissões coloca o Brasil em desvantagem para o ano de 2021, quando se inicia o período de cumprimento da Contribuição Nacionalmente Determinada NDC (*Nationally Determined Contribution*), que se trata de um componente fundamental do Acordo de Paris, no qual cada país apresenta suas metas e ações para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e combater as mudanças climáticas.

A Figura 1 confirma a predominância nas atividades humanas de desmatamento e o uso do solo (agricultura intensa) como uma fonte histórica das

emissões e um acréscimo considerável no setor de agropecuária, ambas, frutos de necessidade alimentar mundial.

No entanto, nas últimas décadas há um crescimento do setor de energia e uma redução do uso da terra e floresta, o que possibilita repensar as ações de mitigação em cada período do tempo.

Figura 1: Emissões de GEE do Brasil de 1990 a 2020 (GtCO₂e)



Fonte: SEEG (2021)

Grandes emissores de gases de efeito estufa, como o Brasil e os demais países do G20, têm a responsabilidade maior pela forte redução de emissões necessária para cumprir o objetivo do Acordo de Paris de estabilizar o aquecimento da Terra em 1,5°C neste século. A janela para que isso ocorra, segundo o IPCC (2021), é estreita: o mundo inteiro precisaria reduzir suas emissões em 7,6% ao ano todos os anos entre 2021 e 2030. A Agência Internacional de Energia (IEA), em seu *World Energy Outlook 2021*, estimou em 14 bilhões de toneladas de CO₂ equivalente o total de emissões que precisam ser abatidas em 2030 para que o mundo entre na trajetória de 1,5°C. Atualmente, as metas nacionais colocadas na mesa nos levam na direção dos 2,7°C.

É necessário, portanto, aumentar sobremaneira a ambição das ações de redução de emissões para evitar os piores efeitos da mudança do clima. E os dados do SEEG (2021), mostram que o Brasil está no caminho inverso. Mesmo com um

tombo na economia o PIB em 2020 teve uma retração de 4,1% as emissões de gases de efeito estufa sofrem uma aceleração, a maior alta percentual desde 2003.

A maioria dos motores marítimos depende de combustíveis fósseis, cuja combustão libera gases significativos. Entre eles, destacam-se, o monóxido de carbono (CO) gerado justamente pela queima incompleta de combustíveis pesados, o dióxido de carbono (CO₂), um dos principais gases de efeito estufa, os óxidos de nitrogênio (NO_x) e de enxofre (SO_x), responsáveis por problemas ambientais e de saúde, e o material particulado, proveniente da queima incompleta, os motores marítimos priorizam a potência e operam por longos períodos em rotações constantes e cargas altíssimas, com combustíveis mais densos e menos refinados o que pode favorecer a queima imperfeita e a geração de poluentes em algumas faixas de carga.

Para Barbosa (2022), grandes esforços têm sido dedicados para se alcançar reduções significativas nas emissões de carbono, visto que os requisitos exigidos pela IMO são cada vez mais restritivos, tendo-se como meta a redução da emissão de carbono entre 2023 a 2030 de 40%, o índices de redução de emissões exigidos pela IMO para embarcações existentes e novas EEXI (*Efficiency Existing Ship Index*), e redução de 50% GEE até o ano de 2050 (Figura 2).

Ao se utilizar combustíveis fósseis, paga-se um alto preço quanto às emissões de carbono. A natureza levou milhões de anos para armazenar uma gigantesca quantidade de energia sob a forma de hidrocarbonetos. Por sua vez, a humanidade, nos últimos dois séculos, transformou esta energia química, através do processo de combustão, em outras formas de energia (mecânica, térmica etc.), no entanto, ao custo da liberação de todo esse carbono na atmosfera. Com este cenário, a busca de combustíveis alternativos se tornou fundamental para a humanidade e substituir a cadeia energética, passando por uma renovação de suas fontes, é hoje um dos principais desafios.

Figura 2: Requisitos da IMO para emissão de Gases de Efeito Estufa ao longo dos próximos anos



Fonte: Barbosa, 2022

Com todo esse cenário de mudanças climáticas causadas pelas emissões de GEE, principalmente o CO₂, responsável direto pelo aquecimento global, se faz necessário, medidas que visem a redução das emissões, no intuito de reduzir ou até mesmo frear o aquecimento global.

O aumento da proporção de gases de efeito estufa em um ambiente além do limite causa o aquecimento global. Isso resulta em muitos efeitos adversos, como elevação do nível médio do mar, inundações frequentes, secas, ciclones, declínio da fertilidade do solo, perturbação do ciclo de vida, esgotamento da cobertura vegetal, mudanças nas condições climáticas, etc (Goel, 2021).

2.3 Diesel

Existem diferenças fundamentais que demonstram que o óleo diesel marítimo comercialmente denominado Marine Gas Oil (MGO) não se trata de uma simples variação do combustível rodoviário comum, sendo formulado especificamente para atender às rigorosas diretrizes operacionais e ambientais estabelecidas pela Organização Marítima Internacional e regulamentadas no âmbito nacional pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2020; IMO, 2019). Diferente do combustível terrestre, o MGO é composto por frações destiladas mais leves, apresentando menor viscosidade e sendo 100% mineral. Por outro lado, o segmento de navegação de longo curso e grandes embarcações utiliza predominantemente o óleo combustível marítimo, historicamente conhecido como Heavy Fuel Oil (HFO) ou Bunker, nas suas formulações modernas ajustadas aos limites normativos, Very Low Sulfur Fuel Oil (VLSFO) (Corbett et al., 2007; IMO, 2019). Trata-se de um combustível residual, de altíssima viscosidade e densidade, obtido a partir das frações mais pesadas do refino do petróleo, o que exige sistemas complexos de pré-aquecimento a bordo para garantir sua fluidez e atomização na câmara de combustão.

Em termos ambientais e regulatórios, enquanto o MGO atende diretamente ao limite global de enxofre de 5.000 ppm (0,5% m/m) estabelecido pela convenção IMO 2020 por meio do seu processo de refino, o uso do óleo combustível pesado de alto teor de enxofre em navios de grande porte só permanece autorizado mediante a instalação de sistemas de limpeza dos gases de exaustão (scrubbers) (IMO, 2019). Além disso, a especificação do ponto de fulgor para o MGO e demais combustíveis marítimos exige um limite mínimo de 60 °C expressivamente superior ao piso de

38°C exigido para o diesel rodoviário, parâmetro crucial para garantir a segurança contra riscos de incêndio em ambientes confinados e com alta solicitação térmica, como as praças de máquinas (ANP, 2020; PETROBRAS, 2023). A elevada densidade de impurezas e o teor de enxofre característicos da matriz mineral desses combustíveis marítimos (sejam destilados ou residuais) reforçam a relevância da introdução do biodiesel, cuja matriz isenta de enxofre e de menor opacidade atua como um vetor direto na redução de particulados e na promoção da transição energética do setor náutico (Lin et al., 2016; Nabi et al., 2019).

2.4 Biodiesel

A vantagem ambiental do biodiesel em relação aos combustíveis derivados do petróleo reside fundamentalmente na dinâmica do seu ciclo de vida e na origem do carbono emitido durante a combustão. Ao contrário dos combustíveis fósseis, que extraem para a atmosfera estoques de carbono retidos no subsolo há milhões de anos injetando emissões líquidas adicionais de dióxido de carbono fóssil (CO_2 fóssil) que agravam o efeito estufa, a produção de biodiesel opera em uma cadeia fechada de carbono (IPCC, 2021; Silva et al., 2022). Nessa dinâmica circular, as matérias-primas vegetais (como a soja, a palma ou a mamona) capturam e sequestram o CO_2 da atmosfera por meio do processo de fotossíntese durante o seu crescimento biológico, convertendo a energia solar e a matéria inorgânica em biomassa rica em lipídios (Ferreira et al., 2023). Consequentemente, o gás liberado na exaustão de motores alimentados por biodiesel é classificado como CO_2 biogênico. A diferença conceitual e ambiental entre o CO_2 biogênico e o CO_2 fóssil é determinante nas metodologias de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): enquanto o carbono fóssil representa uma adição líquida ao balanço atmosférico, o carbono biogênico apenas reemite o CO_2 que foi recentemente absorvido pelas plantas na etapa agrícola do biocombustível, fechando o ciclo neutro de carbono (IPCC, 2021; Silva et al., 2022). Embora etapas industriais e de transporte da cadeia do biodiesel possam demandar insumos de origem fóssil, estudos de ACV demonstram que a substituição do diesel marítimo ou rodoviário por biocombustíveis é capaz de reduzir em até 70% a 90% as emissões líquidas totais de gases de efeito estufa no ciclo de vida (well-to-wake), consolidando o biodiesel como um pilar estratégico para a descarbonização do setor aquaviário (Ferreira et al., 2023; Silva et al., 2022).

A viabilidade técnica e ambiental da aplicação de biodiesel no setor de transporte aquaviário é amplamente fundamentada por evidências experimentais na literatura especializada. Avaliações de desempenho e emissões em motores diesel marítimos demonstraram que o uso de misturas contendo de 20% a 100% de biodiesel (B20 a B100) promove reduções expressivas nas emissões de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos não queimados (HC), material particulado (MP) e, notadamente, de dióxido de enxofre (SO₂), este último favorecido pelo teor insignificante de enxofre na matriz lipídica (Nabi et al., 2019). De forma complementar, ensaios focados em motores marítimos de menor porte confirmaram a eficiência do biocombustível em diminuir a opacidade da fumaça, o MP e o CO, observando-se apenas um acréscimo discreto nas emissões de óxidos de nitrogênio (NO_x), aspecto contornável com ajustes de injeção ou sistemas de pós-tratamento (Cheenkachorn et al., 2013).

Do ponto de vista da saúde pública e da qualidade do ar, a redução desses poluentes no setor de navegação traz benefícios substanciais, sobretudo para as populações residentes em zonas costeiras e estuarinas. A transição para misturas de biodiesel em embarcações atua diretamente na diminuição de frações críticas como o material particulado fino (PM_{2,5}) e o carbono elementar, reduzindo concomitantemente as concentrações de SO₂ e proporcionando uma melhoria mensurável na qualidade do ar das regiões portuárias (Lin et al., 2016). Tais reduções atenuam significativamente os riscos à saúde humana associados à queima de combustíveis fósseis pesados, visto que a exposição crônica ao PM_{2,5} e ao SO₂ está associada ao aumento na incidência de doenças cardiovasculares, exacerbação de distúrbios respiratórios crônicos (como asma e bronquite) e elevação na mortalidade precoce nas áreas urbanas contíguas aos portos (WHO, 2021).

2.5 Aquecimento global

A humanidade enfrenta um desafio existencial na forma do aquecimento global, uma elevação inequívoca da temperatura média do sistema climático terrestre, impulsionada primordialmente pelas atividades humanas (IPCC, 2021). As consequências desse fenômeno abrangem desde a intensificação de eventos climáticos extremos até a alteração de ecossistemas cruciais, representando uma ameaça direta à saúde humana, à segurança alimentar e à estabilidade

socioeconômica global (T. Sultana et al, 2023). A compreensão aprofundada das causas, impactos e das vias de mitigação, embasada em pesquisas científicas recentes, é fundamental para catalisar a ação urgente e coordenada necessária para salvaguardar o futuro.

As pesquisas científicas, consolidadas em relatórios abrangentes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (2021), demonstram de forma robusta que o aumento das concentrações de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera é o principal fator do aquecimento global. Desde a Revolução Industrial, a queima de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural) para geração de energia, transporte e processos industriais liberou vastas quantidades de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), intensificando o efeito estufa natural do planeta (IPCC, 2021). Um estudo de Friedlingstein *et al.* (2022), utilizando dados do Projeto Global de Carbono, revela que as emissões globais de CO_2 continuaram a aumentar na última década, apesar dos esforços para redução, sublinhando a persistência do desafio. Além das emissões diretas, o desmatamento e as mudanças no uso da terra também contribuem significativamente para o aumento das concentrações de GEE, liberando carbono armazenado na vegetação e no solo (IPCC, 2021).

Os impactos do aquecimento global já são evidentes em escala global e regional. O aumento das temperaturas médias está associado a ondas de calor mais frequentes e intensas, afetando a saúde humana e os ecossistemas (Perkins-Kirkpatrick; Lewis, 2020). Os padrões de precipitação estão se tornando mais extremos, com algumas regiões experimentando secas prolongadas e severas, comprometendo a agricultura e os recursos hídricos, enquanto outras enfrentam inundações devastadoras (IPCC, 2021). O aumento da temperatura dos oceanos contribui para a intensificação de tempestades tropicais e furacões, com impactos destrutivos nas comunidades costeiras (Knutson *et al.*, 2019).

Um dos impactos mais evidentes do aquecimento global é a elevação do nível do mar. O aquecimento oceânico causa a expansão térmica da água, e o derretimento acelerado de geleiras e mantos de gelo adiciona um volume significativo de água aos oceanos (IPCC, 2019). Pesquisas recentes utilizando dados de satélite, como o estudo de Bamber *et al.* (2018), confirmam a aceleração da perda de massa dos mantos de gelo da Groenlândia e da Antártica, com implicações diretas para as projeções futuras do nível do mar. As consequências

incluem a erosão costeira, a inundação de áreas baixas, a contaminação de aquíferos costeiros com água salgada e a perda de habitats costeiros cruciais para a biodiversidade (IPCC, 2019).

A resposta global ao aquecimento global é articulada principalmente através do Acordo de Paris, um tratado internacional juridicamente vinculativo com o objetivo de limitar o aumento da temperatura média global a bem abaixo de 2°C acima dos níveis pré-industriais e envidar esforços para limitar o aumento a 1,5°C (UNFCCC, 2015). Os países signatários se comprometem a apresentar e atualizar suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), detalhando suas metas de redução de emissões e adaptação. Um relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, 2023) avaliou o progresso dos NDCs, destacando a necessidade urgente de implementação significativamente maior para alcançar as metas do Acordo de Paris.

O setor de transporte marítimo, essencial para o comércio global, também contribui significativamente para as emissões de GEE. A frota mercante mundial, predominantemente movida por combustíveis fósseis, é responsável por uma parcela considerável das emissões globais de dióxido de carbono, bem como de outros poluentes atmosféricos, como óxidos de enxofre e óxidos de nitrogênio (IMO, 2020). Um estudo da Organização Marítima Internacional (2020), estimou que as emissões de GEE do transporte marítimo internacional representaram cerca de 2,9% das emissões globais de CO₂ em 2018, com projeções de aumento caso medidas de suavização não sejam implementadas.

A alta viscosidade e o teor de enxofre no combustível marítimo, embora economicamente vantajosos, resultam em emissões elevadas de poluentes que não apenas contribuem para o aquecimento global, mas também impactam a qualidade do ar e a saúde humana, especialmente em comunidades costeiras e portuárias (IMO, 2020). A relevância da substituição do combustível fóssil pelo biodiesel em embarcações ganha dimensão crítica quando analisada sob a ótica da saúde pública e da carga global de morbimortalidade. Em estudo pioneiro de escala global, Corbett et al. (2007) demonstraram que as emissões provenientes da navegação comercial são responsáveis por dezenas de milhares de mortes prematuras anualmente no mundo, decorrentes sobretudo de doenças cardiovasculares e câncer de pulmão. Os autores identificaram que esse impacto à saúde humana é impulsionado principalmente pela inalação de material particulado fino (PM_{2,5}), óxidos de enxofre

(SO_x) e óxidos de nitrogênio (NO_x) lançados pelas plumas de exaustão dos navios em regiões costeiras e portuárias. Nesse contexto, a adoção de biocombustíveis surge como uma estratégia de redução direta e eficaz: ao promover a redução substancial na formação de PM_{2,5} e virtualmente eliminar os compostos sulfurosos (SO₂) da queima, o uso de biodiesel atenua diretamente os determinantes ambientais que levam ao agravamento de enfermidades cardiopulmonares e ao aumento das taxas de mortalidade nas populações litorâneas.

A transição para combustíveis alternativos com menor ou zero emissão de carbono, como o Biodiesel, Gás Natural Liquefeito (GNL), metanol verde, amônia verde e hidrogênio verde, é um foco crescente de pesquisa e desenvolvimento no setor marítimo (DNV, 2023). Além disso, a implementação de tecnologias de eficiência energética em navios, como design otimizado de cascos, sistemas de propulsão avançados e a utilização de energia eólica auxiliar, pode reduzir significativamente o consumo de combustível e, conseqüentemente, as emissões (IMO, 2020). A pressão regulatória internacional, impulsionada pelas metas de descarbonização da IMO, está incentivando a inovação e a adoção de práticas mais sustentáveis no transporte marítimo, reconhecendo seu papel crucial na redução do aquecimento global. A urgência na redução da poluição atmosférica do setor aquaviário impulsionou avanços regulatórios globais significativos sob o amparo da Organização Marítima Internacional (IMO). A partir de 1º de janeiro de 2020, entrou em vigor a regulamentação conhecida como IMO 2020, que estabeleceu uma redução drástica no limite máximo de enxofre contido nos combustíveis marítimos de 3,5% para 0,5% m/m em âmbito global (IMO, 2019). Essa imposição normativa promoveu um declínio acentuado nas emissões diretas de dióxido de enxofre (SO₂), na formação de aerossóis de sulfato e na concentração de material particulado fino (PM_{2,5}) na atmosfera (IMO, 2019; WHO, 2021). Nesse cenário, a incorporação progressiva do biodiesel como combustível de transição alinha-se perfeitamente às exigências regulatórias internacionais, uma vez que sua matriz lipídica é isenta de enxofre, viabilizando o cumprimento rigoroso dos limites legais sem a necessidade de adaptações complexas ou instalação de lavadores de gases de exaustão (scrubbers).

Para evitar o aumento da temperatura global, foi planejada uma estratégia composta por diversas ações, incluindo a redução significativa das emissões de

gases de efeito estufa (GEE), a transição para fontes de energia renováveis, a promoção da eficiência energética e a adoção de práticas sustentáveis de uso do solo (Brasil, 2017). Nesse contexto, é vital reduzir as emissões de GEE nas suas fontes geradoras, promovendo a eficiência energética e, consequentemente, a diminuição da emissão de CO₂. As principais fontes emissoras de GEE, como os setores de transporte aquaviário, aéreo, ferroviário e rodoviário, devem ser monitoradas e analisadas para a implementação de medidas que visem minimizar seu impacto ambiental. Essas ações são essenciais para alcançar e garantir um desenvolvimento sustentável.

2.6 Fontes emissoras de GEE

A Terra tem aproximadamente 4,5 bilhões de anos e ao longo desse período a atmosfera sofreu modificações que permitiram o surgimento e manutenção da vida, uma das características da atmosfera que favorece a vida é uma condição oxidante, onde, 21% de oxigênio coexiste com espécies reduzidas como metano, amônia, monóxido de carbono e óxido nitroso. A composição geral é resultado da “vida” que vem se desenvolvendo, o teor de oxigênio é quase todo produto da fotossíntese (Wayne, 1988).

A ação humana durante a evolução dos processos industriais tem causado modificações significativas, tendo a Revolução industrial (Séc XVIII - 1760-1850) como um marco nesse processo de poluição da atmosfera (WWF-BRASIL, 2024).

Diversos eventos históricos de poluição tiveram grandes impactos na saúde da população. Em dezembro de 1930, no Vale de Meuse, Bélgica, uma intensa camada de poluição persistiu por cinco dias, resultando em 63 mortes e doenças em aproximadamente 6000 pessoas. Em outubro de 1948, em Donora, Pensilvânia, EUA, um evento semelhante causou 20 mortes e deixou quase metade da população doente. Em dezembro de 1952, em Londres, uma densa poluição atmosférica durante cinco dias levou à morte de 4000 pessoas, com episódios adicionais em 1953 e 1962. Nos anos de 1953, 1963 e 1966, Nova York também enfrentou episódios de forte poluição. A partir desses eventos, alguns países passaram a legislar, regulamentar e implementar tecnologias para a redução da poluição (Baird; Cann, 2011).

A atmosfera terrestre é uma fina camada gasosa que envolve a Terra, sendo formada por diferentes gases que se distribuem em “camadas”. No início da formação do planeta Terra, a atmosfera é composta por metano, amônia, nitrito, vapor de água e gás carbônico - resultantes das constantes erupções vulcânicas e de colisões de meteoros na superfície. Em uma “segunda fase”, surgiram os primeiros organismos vivos que realizam fotossíntese, absorvendo o gás carbônico da atmosfera e transformando-o em oxigênio. Ocorreu a maior transformação causada no planeta pelos organismos vivos, a atmosfera tornou-se “cheia” de oxigênio (Frota; Vasconcelos, 2019).

As camadas atmosféricas são classificadas por suas características essenciais à manutenção da vida no planeta. Sendo assim, a camada mais próxima da superfície da terra é chamada de Troposfera, com espessura que varia entre 10 a 16 km e contém 80% da massa total de ar e todo o vapor de água da atmosfera (onde ocorre o ciclo da água), é onde se processam todos os fenômenos meteorológicos que influenciam diretamente na dinâmica da vida sobre a terra. A camada superior é a Estratosfera, com uma altitude que chega a 50 km e com temperaturas que vão de 56 °C a -2 °C é onde se encontra a camada de ozônio. Acima se tem a Mesosfera, que vai até 80 km de altitude e com a variação na temperatura de acordo com a altitude, que inicia com -2 °C e vai até - 92 °C. A camada seguinte é a Termosfera, que vai até 450 km de altitude e contém principalmente íons NO^+ e O_2^+ , nesta camada a temperatura aumenta e pode atingir 1200 °C. A última camada é a Exosfera, que tem uma altitude de 9600 km e com ar extremamente rarefeito (Frota; Vasconcelos, 2019).

Neste contexto de um sistema altamente complexo e que se relaciona constantemente, a poluição atmosférica tem influenciado e alterado alguns ciclos. Essa ação poluente é definida como a uma forma de matéria ou energia com concentração, intensidade, tempo ou característica que possam tornar o ar impróprio, ofensivo ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar comum, danoso aos materiais, aos ecossistemas ou prejudicar a segurança, ao uso e gozo da propriedade e à qualidade de vida da comunidade (Brasil, 2014), e toda substância que causa as alterações citadas, são chamados de poluentes.

Os poluentes e os GEE que são lançados na atmosfera podem ter como origem ou fontes emissoras, naturais/biogênicas (aquelas independentes da ação humana) como, cinzas e gases de emissão vulcânica, tempestades de areia,

decomposição de animais e vegetais, partículas e gases de incêndios florestais, evaporação natural, odores e gases da decomposição de matéria orgânica e mares dos mares e oceanos. A segunda fonte emissora de poluentes é a antropogênica (gerada pela ação humana), fontes industriais, fontes móveis (veículos a gasolina, etanol, diesel e gnv), queima de lixo a céu aberto e incineração de lixo, queima de combustíveis na indústria e termelétricas e emissões de processos químicos (Mendes, 2024).

Como uma subdivisão das emissões antropogênicas, têm-se as fontes fixas, que são aquelas que não se locomovem, liberando poluentes e GEE sempre de um local específico, as indústrias são as fontes mais significativas ou de maior potencial poluidor, no entanto, deve-se ainda destacar a crescente demanda por usinas termelétricas, utilizadoras de carvão ou óleo combustível, bem como de incineradores de resíduos, os quais também se destacam por seu elevado potencial poluidor.

As fontes móveis, que são aquelas que estão em movimento, como veículos automotores (carros, motocicletas), aviões, embarcações marítimas, trens, equipamentos de construção (tratores, escavadeiras, geradores), equipamentos agrícolas (tratores, colheitadeiras), e veículos recreativos (jet skis, quadriciclos), constituem-se conjuntamente nas chamadas fontes móveis de poluição do ar. Os veículos automotores se destacam como as principais fontes, e podem ser divididos em leves, que utilizam gasolina ou etanol como combustível, e pesados que utilizam óleo diesel/biodiesel.

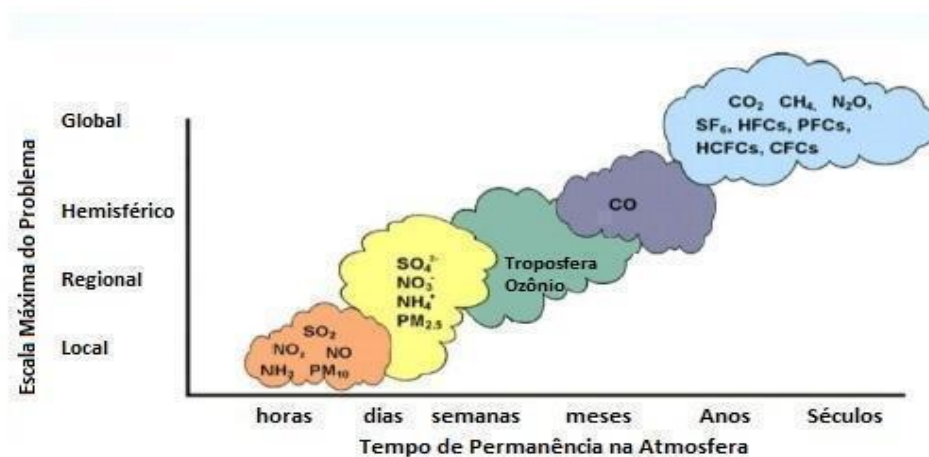
As fontes emitem duas classes de poluentes e GEE, onde os primários estão na primeira classe, que são aqueles emitidos diretamente da fonte à atmosfera, como: Material Particulado, Monóxido de Carbono (CO), o dióxido de enxofre (SO₂), o ácido sulfídrico (H₂S), os óxidos de nitrogênio (NO_x), a amônia (NH₃), o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), fuligem, aldeídos, clorofluorcarbonetos (CFCs). Na segunda classe, tem-se os poluentes secundários, que são aqueles formados na atmosfera por meio de reações químicas entre poluentes primários e/ou constituintes naturais da atmosfera, como: Ozônio, ácido sulfúrico, ácido nítrico, o trióxido de enxofre (SO₃), os nitratos (NO₃), os sulfatos (SO₄²⁻), e o peroxiacetilnitrato - PAN - (CH₃C=OO₂NO₂) (Jardim, 2001).

O transporte destes GEE acontece através das correntes de ar, onde pode ocorrer também a sua dispersão, bem como modificações físico-químicas na

atmosfera. Quando o GEE chega ao seu receptor, acontece o fenômeno chamado de imissão, onde podem ocorrer danos à saúde, propriedade ou de maneira geral ao meio ambiente. Outro fator importante, que potencializa a ação desses elementos é a sua concentração, que depende da quantidade dos GEE nas emissões, no número e densidade das fontes, na distância da fonte, nas transformações químicas e físicas na atmosfera, na quantidade de precipitação, nas características geomorfológicas da área envolvida e nas condições meteorológicas locais e gerais.

A Figura 3 apresenta os poluentes e gases de efeito estufa (GEE) e relaciona seus tempos médios de permanência na atmosfera com a extensão espacial máxima de seus impactos em diferentes compartimentos do ambiente. A presença desses elementos na atmosfera tem sido objeto de pesquisas ao longo de muitas décadas. Esses estudos têm proporcionado um conhecimento aprofundado sobre as fontes emissoras de poluentes e GEE, bem como sobre os efeitos dessas emissões no meio ambiente e na saúde pública. A análise dos tempos de permanência na atmosfera e da extensão espacial dos impactos é fundamental para compreender a dinâmica de dispersão e os impactos ambientais desses poluentes.

Figura 3: Impactos e abrangência dos poluentes e GEE



Fonte: Ferreira (2008).

O setor de transportes é responsável por um quinto das emissões globais de gases de efeito estufa (IEA, 2022). Globalmente, o transporte marítimo figura como o sexto maior emissor de dióxido de carbono em comparação com outros setores nos Estados Unidos, China, Rússia, Índia e Japão (Li *et al.*, 2023). Adicionalmente, o transporte marítimo de carga emite 16,14 g de dióxido de carbono por tonelada métrica de mercadoria transportada por quilômetro (IMO, 2022).

As emissões do transporte marítimo representam um desafio para a sustentabilidade global, apesar de ser considerado o método de transporte mais ecológico em termos de emissões de dióxido de carbono por unidade de carga por quilômetro (Zhou; Li; Yuen, 2023). Nesse contexto, a relação entre o transporte marítimo verde e a sustentabilidade reside no objetivo de reduzir as emissões de carbono e o impacto ambiental, ao mesmo tempo em que se garante a viabilidade a longo prazo das atividades marítimas (Mollaoglu *et al.*, 2024).

O termo “transporte marítimo verde” refere-se ao emprego de métodos, equipamentos e combustíveis ecologicamente corretos para a redução das emissões de gases de efeito estufa e outros poluentes gerados pelas operações marítimas (Iqbal *et al.*, 2024). Adicionalmente, o processo de neutralização de carbono no transporte marítimo implica a redução ou eliminação das emissões de carbono dos navios por meio de diversas estratégias. Estas incluem a utilização de combustíveis alternativos como o hidrogénio ou os biocombustíveis, a implementação de tecnologias energeticamente eficientes, como projetos e operações de navios otimizados, e o financiamento de iniciativas de compensação de carbono, a exemplo de projetos de energia renovável ou reflorestamento (Nguyen *et al.*, 2024).

Melhorias na pegada ambiental do setor podem ser alcançadas através da redução da velocidade de cruzeiro, da gestão total da frota, do desenvolvimento contínuo das tecnologias existentes (Dorhetso; Tefutor, 2023) e da implementação de práticas de logística verde como parte de soluções intermodais mais abrangentes (IMO, 2022). A crescente importância de reduzir a pegada de carbono (Oloruntobi *et al.*, 2024) e o impacto ambiental global do transporte marítimo através da adoção de práticas e tecnologias ambientalmente sustentáveis é notável (Gu; Liu, 2023). A incorporação de várias estratégias e iniciativas para tornar o transporte marítimo mais ecológico contribuirá para amenizar as alterações climáticas globais (Perna *et al.*, 2023).

A ecologização da indústria do transporte marítimo pode ser concretizada com o envolvimento de todas as partes interessadas do setor, incluindo operadores de navios, portos, companhias marítimas, outros prestadores de serviços logísticos e decisores políticos, na sustentabilidade ambiental, social e económica (Perna *et al.*, 2023). Iniciativas de governos, como a UE com o acordo Fit 55, que exige uma redução de 80% nas emissões do transporte marítimo até 2050 (Vilkas, 2023), e de

grandes empresas internacionais de logística (Fan *et al.*, 2018) terão um impacto significativo na redução das emissões globais de tCO₂. Além disso, organizações não governamentais e partes interessadas com crescente consciência ambiental estão a trabalhar nesta questão para melhorar as emissões (Jiang *et al.*, 2023). Dada a ameaça das emissões à sustentabilidade, torna-se crucial compreender as suas causas para implementar mudanças significativas. A combustão de combustíveis fósseis é reconhecida como a principal causa das emissões, e considerá-los como um fator de risco (Zhou; Li; Yuen, 2023) pode auxiliar na redução do seu impacto no comércio global.

Para reduzir as emissões e melhorar a sustentabilidade, abordagens como a combinação de diferentes modos de transporte (Li *et al.*, 2023), mudanças na combinação de combustíveis, maior utilização de modos de transporte sustentáveis e digitalização (Bag *et al.*, 2024) têm sido examinadas. Conforme mencionado, o transporte marítimo verde desempenha um papel vital na garantia da sustentabilidade na indústria marítima, visando reduzir as emissões de carbono e alcançar a neutralidade carbónica (Greene; Jia; Rubio-Domingo, 2020). Isso mitiga as alterações climáticas e promove uma abordagem mais ecológica às operações marítimas (Von Malmborg, 2024). Portanto, a relação entre o transporte marítimo verde e a sustentabilidade reside na redução dos danos ambientais e na garantia da resiliência em longo prazo do setor marítimo no contexto mais amplo do desenvolvimento sustentável (Karvounis; Theotokatos; Boulougouris, 2024).

Considerando a literatura, existem esforços para implementar medidas de neutralização de carbono no transporte marítimo (Mukherjee *et al.*, 2023). No entanto, a constatação de que as implementações ainda não atingiram as dimensões desejadas revelou a necessidade de prever as emissões marítimas. A literatura demonstra, portanto, que estão a ser feitos esforços para programar medidas de neutralização de carbono no transporte marítimo, mas a escala dessas medidas precisa ser ampliada. Assim, ao estimar com precisão as emissões, identificar os riscos mais críticos que contribuem para as emissões e classificá-los por ordem de importância, o estudo serve como uma forma de informar legisladores, partes interessadas da indústria e pesquisadores sobre as áreas em que as intervenções devem se concentrar.

O avanço nas pesquisas mais especializadas sobre os gases de efeito estufa (GEE) e os poluentes atmosféricos, deve-se ao grande conhecimento da química

atmosférica e ao uso de equipamentos de monitoramento da qualidade do ar. A química atmosférica permite a compreensão detalhada das reações e processos que ocorrem na atmosfera, influenciando a distribuição e a concentração de poluentes. Equipamentos avançados de monitoramento, como sensores e estações de medição, desempenham um papel importante na coleta de dados precisos sobre a qualidade do ar. Além disso, o uso de ferramentas computacionais para modelagem numérica dos processos atmosféricos, oceânicos e de superfície é essencial para simular cenários ambientais e identificar tendências de maneira rápida e segura. Essas simulações possibilitam prever os impactos das emissões de GEE e poluentes.

2.7 Modelagem ambiental

A química atmosférica é fundamental para o clima global, a qualidade do ar, a saúde humana e os ecossistemas, tanto terrestres, quanto marinhos. Desde meados do século XX, o aumento do interesse pelo clima levou a um crescimento significativo nas pesquisas sobre as propriedades químicas da atmosfera. Esse campo tem atraído cientistas de diversas áreas, muitos dos quais se tornaram pioneiros em estudos atmosféricos (Duce *et al.*, 2022).

A química desempenha um papel significativo na meteorologia, influenciando o balanço de radiação e a interação entre aerossóis e núcleos de condensação de nuvens. Da mesma forma, as nuvens e a precipitação têm um impacto substancial na química atmosférica, afetando os processos de transformação e remoção de substâncias químicas. Alterações locais nos padrões de vento e na turbulência também afetam o transporte de produtos químicos. Na atmosfera, os processos químicos e físicos estão interligados. Portanto, simular e prever a qualidade do ar é desafiador, pois requer a consideração de fatores meteorológicos, como velocidade e direção do vento, turbulência, radiação, nuvens e precipitação, bem como processos químicos, como emissões, deposição e transformações (Grell *et al.*, 2005).

O uso de ferramentas computacionais para modelagem numérica dos processos atmosféricos, oceânicos e de superfície é fundamental para simular cenários ambientais e identificar tendências de maneira rápida e segura. O aumento da capacidade computacional facilitou significativamente o uso dessas ferramentas,

reduzindo os tempos de processamento. Isso popularizou o uso de modelos numéricos de previsão do tempo, que antes eram predominantemente utilizados em centros operacionais especializados. Os modelos ambientais de mesoescala, como MM5, COAMPS, WRF, MPAS e CMAQ, são utilizados para pesquisa e para melhorar o entendimento e desenvolvimento das parametrizações desses processos, visando sua aplicação em modelos de previsão ambiental em larga escala (Silva *et al.*, 2021).

O MM5 é um modelo de previsão atmosférica de mesoescala e escala regional, baseado em coordenadas sigma de área limitada e não hidrostático. Suas características incluem: capacidade de múltiplos ninhos, (dinâmica não hidrostática que permite simulações detalhadas em escalas de alguns quilômetros), capacidade multitarefa em sistemas de memória compartilhada e distribuída, assimilação de dados quadridimensionais e diversas opções de parametrização física. As versões mais recentes do MM5 incorporam melhorias significativas para aplicações climáticas, como atualizações regulares das condições de limite inferior (temperatura da superfície do mar e gelo marinho), duas opções para modelagem da superfície terrestre e escolhas avançadas de física, como transferência radiativa, que são especialmente precisas em simulações de longo prazo (Leung; Michalakes; Bian, 2001).

O COAMPS, um Sistema de Previsão de Mesoescala Oceano/Atmosfera Acoplado unidirecional, foi transformado em um sistema de seis vias totalmente acoplado ar-oceano. Este avanço inclui previsão integrada do tempo, das ondas e do estado do mar. A integração foi realizada utilizando a Estrutura de Modelagem do Sistema Terrestre (ESMF) de última geração, fazendo do COAMPS o primeiro modelo de área limitada a implementar o ESMF, permitindo o acoplamento harmonioso de múltiplos modelos especializados em um sistema flexível e integrado de modelagem (Hodur *et al.*, 2019).

O WRF (*Weather Research and Forecasting*) é um sistema numérico de previsão do tempo e simulação atmosférica, utilizado para pesquisa e aplicações operacionais. Ele é amplamente adotado pela comunidade acadêmica e operacional para fortalecer a colaboração entre elas. Desenvolvido em um esforço multiagências, o WRF busca avançar na compreensão e previsão do clima em mesoescala, além de facilitar a transferência de conhecimento da pesquisa para operações. Com uma variedade de opções de física e dinâmica, reflete a

contribuição de uma ampla comunidade científica. Além disso, seu sistema de assimilação de dados WRFVar pode incorporar diversos tipos de observações para obter condições iniciais precisas, enquanto o modelo WRFChem permite a modelagem da química do ar (Skamarock; Klemp; Dudhia, 2008).

O Workshop sobre Modelagem Química em Modelos de nuvem e mesoescala, realizado no Centro Nacional de Pesquisas Atmosféricas de 6 a 8 de março de 2000, marcou o início da implementação da química no WRF. Seu objetivo era avaliar abordagens e metodologias para essa modelagem. Desde então, vários módulos químicos foram incorporados ao WRF, resultando no modelo WRF-Chem "online" (Grell *et al.*, 2005).

Os modelos fotoquímicos, como o utilizado no WRF-Chem, abordam a dispersão de poluentes na atmosfera ao simular os processos físicos e reações fotoquímicas. Esses fenômenos influenciam as substâncias químicas na atmosfera e determinam como suas concentrações variam no espaço e no tempo. Ele combina e resolve de maneira simultânea os módulos de meteorologia e química para oferecer uma visão abrangente das condições atmosféricas e da distribuição de poluentes (Silva Junior; Andrade, 2013).

Para atender a necessidade de compreensão do processo de emissão e consumo de CO₂ e CH₄ são fundamentais simulações de transporte de gases de efeito estufa em alta resolução, e o modelo WRF-Greenhouse Gas (WRF-GHG) como uma expansão do WRFVPRM se conecta ao modelo de fotossíntese e respiração de vegetação (VPRM). Enquanto o WRF-VPRM se concentra no transporte passivo de dióxido de carbono (CO₂) em alta resolução, o WRF-GHG vai além, incluindo também o transporte passivo de metano (CH₄) e monóxido de carbono (CO). Este modelo calcula de forma online os fluxos de CO₂, CH₄ e CO a partir de diversos processos, ou offline, utilizando um modelo externo para calcular os fluxos que são então integrados ao WRF-GHG (Beck *et al.*, 2012).

O MPAS-A ou MPAS (*Model for Prediction Across Scales-Atmosphere*) foi criado pelo NCAR (*National Center for Atmospheric Research*) para servir como uma extensão global ao modelo WRF. A radiação solar no MPAS é mais intensa do que no WRF e nas medições, o que sugere uma menor cobertura de nuvens no MPAS em comparação com o WRF. Embora o MPAS simule bem a meteorologia da camada superior da atmosfera, os erros são um pouco maiores do que aqueles observados no WRF (Bullock Jr, 2018).

O modelo CMAQ por sua vez é um modelo euleriano tridimensional de qualidade do ar que foi criado principalmente para previsões regionais de qualidade do ar pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA). Ele simula os processos meteorológicos e químicos que afetam a evolução das espécies gasosas e dos aerossóis na atmosfera. Diferentemente do modelo WRF-Chem, o modelo WRF/CMAQ é um modelo de qualidade do ar '*offline*' que realiza o cálculo dos campos meteorológicos e químicos de forma sequencial. E ambos os modelos de qualidade do ar têm sido amplamente utilizados para prever a qualidade do ar (Choi., 2019).

3 METODOLOGIA

O desenvolvimento deste estudo está embasado nas seguintes etapas: Proposição de cenários para o modal de transporte aquaviário de Santa Catarina; Estabelecimento do inventário de gases do efeito estufa (GEE) provenientes das combustões do modal aquaviário de Santa Catarina; Estimativa dos impactos das emissões de GEE provenientes das combustões do modal aquaviário de Santa Catarina no aquecimento global e; Estabelecimento do Inventário dos GEE das fontes móveis e estacionárias de Santa Catarina e; Estimativa dos impactos das emissões de GEE provenientes das fontes móveis e estacionárias de Santa Catarina no aquecimento global.

3.1 Área de estudo

Delimita-se como área de estudo, o estado de Santa Catarina (Figura 4), uma das 27 unidades federativas do Brasil, situada entre os paralelos $25^{\circ}57'41''$ e $29^{\circ}23'55''$ ambos de latitude sul e entre os meridianos $48^{\circ}19'37''$ e $53^{\circ}50'00''$ ambos de longitude oeste. Abrangendo uma extensão territorial de 95.738 km², e a população de 7.609.601 habitantes, conforme censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022).

Figura 4: Mapa do estado de Santa Catarina



Fonte: Souza et al. (2020).

3.2 Proposição de cenários para o modal de transporte aquaviário de Santa Catarina

A proposição de cenários (Tabela 1), que foi aplicada nesta pesquisa, seguiu os mesmos parâmetros que foram utilizados nas outras pesquisas realizadas para os modais rodoviário, aéreo, ferroviário e fontes estacionárias já realizadas no Programa de Pós-Graduação em Clima e Ambiente (PPGCA), obtendo-se assim, um padrão metodológico dos cenários, que possibilitou-se gerar o inventário geral para o estado. Assim, utilizou-se como referência para dados de entrada o ano de 2022 (cenário atual) para o modal aquaviário de Santa Catarina. Os cenários futuros (2030, 2040 e 2050), apresentaram um plano de redução das emissões de GEE, onde foi realizada a substituição gradativa do uso do Óleo Combustível (OC), para o Biodiesel (BD). Baseando-se nos dados do cenário atual (ano 2022), pode-se realizar uma comparação entre os cenários, e suas respectivas emissões dos GEE. Para assegurar uma proposição realista e alcançável, foram considerados os dados de navegação fornecidos pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2024).

Tabela 1: Cenários propostos para análise das emissões de GEE

Fontes	2022 (Atual)	2030	2040	2050
Embarcações de grande porte	OC: 100%	OC: 60% BD: 40%	OC: 40% BD: 60%	BD: 100%

Fonte: Autor, 2024.

3.3 Estabelecimento do inventário de gases do efeito estufa (GEE) provenientes das combustões do modal aquaviário

No processo de elaboração do diagnóstico das emissões de GEE provenientes da combustão do modal aquaviário de Santa Catarina, fez-se necessárias informações relevantes, tais como, identificação dos navios, quantidades, características de motorização, consumo de combustível, fatores de emissão, localizações e tráfego das embarcações no estado de Santa Catarina. Foram realizadas consultas na Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2024), e no sistema *MarineTraffic*.

Para quantificação do consumo de combustíveis do modal aquaviário de Santa Catarina, foi elaborado estudo dos tipos de embarcações, assim como dos

dados de motorização de cada embarcação, com o objetivo de planificar o crescimento das emissões locais de GEE provenientes da combustão móvel, correlacionando a quantidade consumida de combustíveis por embarcação e o número de embarcações que transitaram em Santa Catarina.

3.3.1 Identificação dos navios que atracaram nos portos de Santa Catarina no ano de 2022

Os dados de atracação foram retirados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2024). Os portos relacionados para as buscas foram: Porto de Itajaí, Porto de Navegantes, Porto de São Francisco, Porto de Itapoá e Porto de Imbituba. Na ANTAQ, foi filtrado a série histórica do ano de 2022 das embarcações que navegaram nos portos de Santa Catarina. Cada embarcação possui um nome que a identifica, que pode ser alterado de acordo com a empresa que o administra e, para evitar duplicidade de dados, foi utilizado a identificação internacional da Organização Marítima Internacional IMO, que é uma referência exclusiva para navios e para armadores registrados e empresas de gestão, com o intuito de reforçar a segurança marítima e reduzir fraudes. Nesta busca, além da identificação das embarcações, foram coletadas as quantidades de atracações por navio e os portos de origem e destino.

3.3.2 Características de cada embarcação

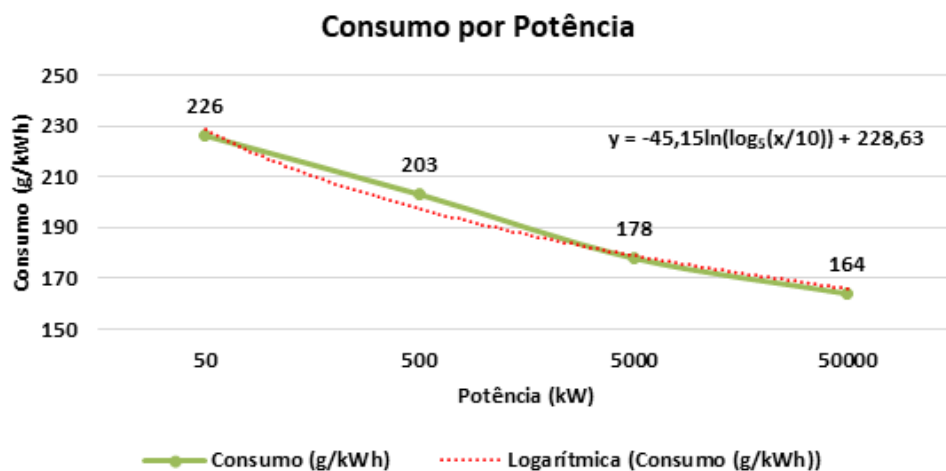
Toda embarcação de grande porte, possui um número de registro que é fornecido pela Organização Marítima Internacional (IMO). O registro da IMO, é uma identificação exclusiva para os navios e para armadores registrados e empresas de gestão, esse número permanece vinculado ao casco dos navios por toda a sua vida, independentemente de mudanças no nome, na bandeira ou no proprietário (segurança e reduzir fraude). Com a informação do IMO de cada embarcação, foi utilizado a ferramenta chamada *MarineTraffic*, que é uma plataforma online que fornece informações, em tempo real, sobre o tráfego marítimo em todo o mundo. Essa plataforma é alimentada por dados coletados de fontes como radares, AIS (Sistema de Identificação Automática) e outros sistemas de localização de navios.

Nesta mesma plataforma, ficam armazenadas as características técnicas de cada embarcação, como tipo de embarcação, dimensões, toneladas, capacidade de carga, projeto e motor. No bloco específico sobre motor, informações importantes foram extraídas, como: número de motores, potência (kW), rotação (rpm) e tipo de combustível.

3.3.3 Detalhamentos dos dados técnicos para cálculo de consumo de combustível

Para obtenção do valor de consumo de combustível de cada embarcação, foi realizada uma pesquisa pelos grandes fabricantes de motores para navios. Foram encontrados 4 grandes fabricantes que são responsáveis por motorizar grande parte da frota mundial, que são: *Hyundai*, *Man*, *Doosan* e *Mitsubishi*. Com os dados de potência de cada motor, obtidos no *MarineTraffic*, e comparando com os dados fornecidos em catálogos dos fabricantes de motores, encontrou-se um padrão entre potência, rotação e consumo específico dos motores. Identificado esse comportamento padrão entre essas variáveis, foram determinadas as curvas de consumo por potência e foi aplicada uma função logarítmica. A Figura 5 e a equação 1 apresentam a relação entre potência (kW) e consumo específico (g/kWh). Aplicou-se a função logarítmica gerada pelo gráfico, obtendo-se o consumo específico por potência (Cp) através dos ajustes das variáveis, potência (P) e número de motores (Nm), que foram obtidos no Marine Traffic para cada embarcação.

Figura 5: Relação entre consumo específico (Cp) e potência (P)



Fonte: Autores (2024).

$$C_p = \left(-45,15 \times \ln \ln \left(\log \log 5 \left(\frac{P}{10} \right) + 228,63 \right) \right) \times Nm \quad (1)$$

Onde:

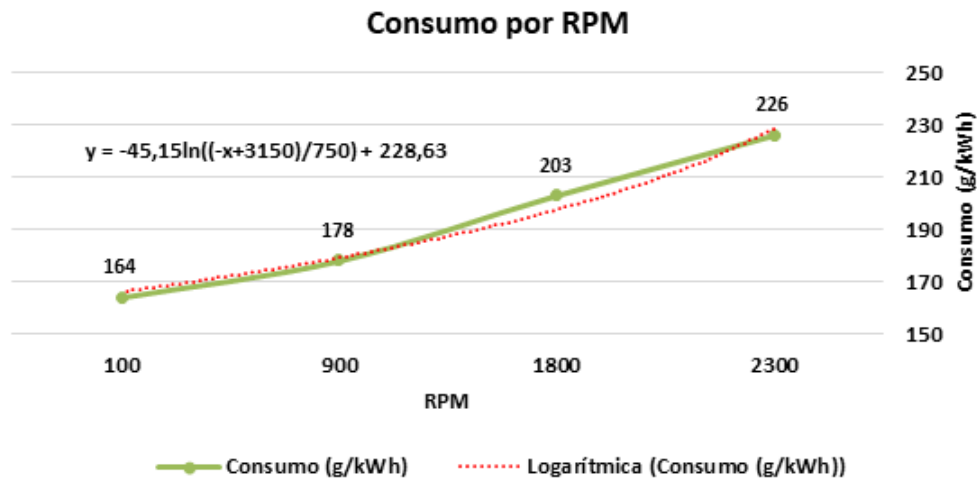
C_p : consumo específico por potência (g/kWh)

P : potência (kW)

N_m : número de motores

Como forma de validar os dados obtidos na equação 1 (Consumo por potência), foi gerado o gráfico (Figura 6) e a equação 2, onde utilizou-se a relação rotação (rpm) por consumo específico (g/kWh). Aplicou-se a função logarítmica gerada pelo gráfico, obtendo-se o consumo específico (C_{rpm}), através dos ajustes das variáveis, rotação (rpm) e número de motores (N_m), que foram obtidos pelo *Marine Traffic* para cada embarcação.

Figura 6: Relação entre consumo específico e rotação



Fonte: Autores (2024).

$$C_{rpm} = \left(\left(\frac{-45,15 \times \ln \ln (-RPM + 3150)}{750} \right) \times 228,63 \right) \times Nm \quad (2)$$

Onde:

C_{rpm} : Consumo específico por RPM (g/kWh)

RPM: rotações por minuto (rpm)

N_m : número de motores

Com o objetivo de validar a relação entre os consumos específicos (relação potência e rotação), foi calculada, através da equação 3, a diferença entre as médias de ambos e aplicado uma função quadrática para tratar os dados com resultados negativos.

$$Dm = \sum \frac{(|C_p - C_{rpm}|)}{N} \quad (3)$$

Onde:

D_m : diferença média

C_p : consumo específico por potência (g/kWh)

C_{rpm} : consumo específico por rpm (g/kWh)

N: número de embarcações

Com os dados de consumo específico por potência e os valores de potência do motor de cada embarcação, foi possível calcular, através da equação 4, o consumo em Kg/h de cada embarcação. Ainda na preparação dos dados para a etapa de análise dos GEE, foi convertido o consumo para L/h, por meio da equação 5, utilizando o valor de densidade do óleo combustível, que equivale a 0,99 kg/L.

$$C_k = C_p \times P \quad (4)$$

Onde:

C_k : consumo do navio (kg/h)

C_p : consumo específico por potência (g/kWh)

P: potência (kW)

$$C_l = \frac{C_k}{D_d} \quad (5)$$

Onde:

C_l : consumo do navio (L/h)

C_k : consumo do navio (kg/h)

D_d : densidade do óleo combustível (kg/L)

3.3.4 Detalhamentos das rotas e percurso das embarcações

Para determinar a quilometragem que cada navio percorreu em 2022, os dados de velocidade em Nós (unidade de velocidade utilizado no setor marítimo) foram obtidos no *MarineTraffic* e foram convertidos para km/h com o uso da equação 6. Além disso, com os portos de origem e destino de cada navio, foram criadas 8 rotas gerais, sendo 7 delas rotas externas e uma rota interna, que corresponde a navegação de cabotagem, realizada na costa brasileira e dentro da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) que corresponde a 200 milhas náuticas (370 km). Todas as rotas analisadas foram subdivididas em três pontos principais localizados no estado de Santa Catarina: Complexo Portuário de São Francisco do Sul (Porto de Itapoã e São

Francisco do Sul), Complexo Portuário de Itajaí (Porto de Itajaí e Porto de Navegantes) e Porto de Imbituba. Essa divisão foi adotada com base nos dados de atracação utilizados na pesquisa, que registram a movimentação marítima no estado concentrada nesses três grandes terminais portuários. Observou-se que, em todas as rotas, as embarcações passam por esses pontos. Assim, por exemplo, uma rota proveniente da Europa, ao ingressar na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira, é segmentada em três trajetórias distintas, conforme o destino final da embarcação em um desses terminais.

$$V = V_n \times 1,852 \quad (6)$$

Onde:

V: velocidade do navio (km/h)

V_n : velocidade do navio (nós)

A Figura 7 apresenta o mapa que ilustra a Zona Econômica Exclusiva (ZEE) do estado de Santa Catarina, destacando a região marítima sobre a qual o estado tem certos direitos econômicos exclusivos, conforme definido pela legislação brasileira e internacional (área na cor azul escuro). A ZEE refere-se ao espaço marítimo situado além do mar territorial (normalmente até 200 milhas náuticas da costa), onde o país ou estado tem direitos exclusivos para explorar recursos naturais (pesca, petróleo, gás, etc.) e realizar pesquisas. Os símbolos de âncoras indicam a localização dos portos do litoral catarinense que fazem parte desta pesquisa, que são: Itapoá, São Francisco do sul, Itajaí, Navegantes e mais ao sul do estado o Porto de Imbituba.

Figura 7: Zona Econômica Exclusiva do estado de Santa Catarina



Fonte: Autor (2025)

A Tabela 2, apresenta as 8 rotas que foram geradas a partir dos itinerários das embarcações, disponibilizados no site da Agência Nacional de Transportes Aquaviário (ANTAQ), com destino aos portos de Santa Catarina (Itapoá, São Francisco do Sul, Itajaí, Navegantes e Imbituba). Os portos de origem e destino de cada viagem foram utilizados para determinar os pontos de início e fim de cada trajetória, possibilitando a criação das rotas, que foram classificadas em dois grupos: no primeiro grupo tem-se a "Distância de rota completa", que considera todo percurso realizado pela embarcação, e no segundo grupo, "Distância dentro do limite de SC", correspondendo ao deslocamento dentro da costa do estado de Santa Catarina e da Zona Econômica Exclusiva, como ilustrado na Figura 8.

Tabela 2: Especificações das rotas estipuladas

Nome da rota	Porto de referência	Especificações	Distância de rota completa (km)	Distância dentro do limite de SC (km)
Europa	Portugal - Lisboa	Países europeus, Norte da África e Noroeste da Ásia	8500	122
Ásia	China - Shanghai	Países da Ásia	20400	360
África	África do Sul - Johannesburg	Países do Sudeste e Centro-Leste da África	6800	360
Oceania	Austrália - Sidney	Países da Oceania	17800	330
América do Norte	EUA - Los Angeles	Países da América do Norte	13960	122,5
América	Chile - Valparaíso	Países do Sudoeste, e	6800	330

do Sul		Centro-Oeste da América do Sul		
América Central	Panamá - Manzanillo	Países da América Central e Norte e Nordeste da América do Sul	8520	122,5
Brasil	Brasil Norte/Sul	Estados do Brasil ao Norte de SC	410	102
		Estado do Rio Grande do Sul	410	330

Fonte: Autor, 2024

Estabelecidas as rotas e seus pontos geográficos de origem e destino, foi possível determinar as distâncias. Para essa informação se utilizou o programa de processamento geoespacial Quantum GIS (QGIS). Esses dados de distâncias de cada rota foram agregados às informações de cada navio que teve seu destino ou origem nos portos de Santa Catarina no ano de 2022 (total de 10584 rotas analisadas). Para realizar esse processo, admitiu-se o limite marítimo de 370 km para o Estado de Santa Catarina, dentro dessa região, embarcações vindas do Sul, percorrem 330 km e aqueles vindos do Norte constituem uma distância de 102 km. Além disso, observa-se que as atracações realizadas somente entre os portos de Santa Catarina foram desconsideradas.

Figura 8: Rotas de navegação



Fonte: Autor (2024).

3.3.5 Cálculo da quantidade de combustível utilizado pelas embarcações

Sabendo-se a distância percorrida dentro do Estado, sua rota completa e a velocidade média que cada embarcação navega, foi possível mensurar o tempo gasto pelas embarcações para realizar esses percursos na rota completa (Equação 7) e rota em Santa Catarina (Equação 9). A quantidade de combustível utilizada pelos navios na rota completa e em Santa Catarina foram calculadas por meio das equações 8 e 10, respectivamente.

$$t_c = \frac{d_c}{V} \quad (7)$$

Onde:

t_c : tempo de rota completa (h)

d_c : distância percorrida na rota completa (km)

V : velocidade do navio (km/h)

$$C_{tc} = C_l \times t_c \quad (8)$$

Onde:

C_{tc} : consumo total na rota completa (L)

C_l : consumo de combustível do navio (L/h)

t_c : tempo de rota completa (h)

$$t_{sc} = \frac{d_{sc}}{V} \quad (9)$$

Onde:

t_{sc} : tempo gasto dentro de SC (h)

d_{sc} : distância percorrida dentro de SC (km)

V : velocidade do navio (km/h)

$$C_{tsc} = C_l \times t_{sc} \quad (10)$$

Onde:

C_{tsc} : Consumo total dentro de SC (L)

C_l : consumo de combustível do navio (L/h)

t_{sc} : tempo gasto dentro de SC (h)

3.3.6 Cálculo das emissões de GEE no modal aquaviário

Determinou-se o inventário de GEE por meio da utilização da ferramenta do programa Brasileiro GHG *Protocol* na versão 2023, reconhecida internacionalmente, pois se trata de uma plataforma online que auxilia as organizações na publicação de seus inventários de emissões corporativas de GEE. Esta define uma série de etapas para a criação de um inventário de emissões, considerando os Escopos 1, 2 e 3. Neste estudo, foi utilizado o Escopo 1 (emissões diretas), com ênfase na ferramenta de cálculo relacionada à queima de combustíveis fósseis no setor hidroviário.

Nesta etapa, seguiram-se os cenários propostos pela pesquisa, onde para cálculo de emissões geradas pela queima do Óleo Combustível foi utilizada somente a seção de Transporte Hidroviário e para cálculo de comparação da geração de GEE entre Óleo Combustível e Biodiesel foram utilizadas as seções Transporte rodoviário (Biodiesel)

Na aba de introdução, foram preenchidos os dados gerais e o ano de inventário, em nosso caso 2022 (informação importante). Na aba seguinte, foi selecionado o item “Combustão móvel”, e para cálculo das emissões provenientes das embarcações, foi utilizado a seção de Transporte Hidroviário, onde foi alimentada o programa (Cálculo de emissões de GEE por transporte de carga por consumo de combustível no ano de), com dados de Tipo de Combustível (Óleo Combustível) e Consumo Anual (litros). Para o cálculo das emissões provenientes do Biodiesel, foi utilizada a seção de Transporte Rodoviário, onde foi alimentado o programa, (Cálculo de emissões por tipo de combustível no ano de 2022), com dados de Tipos de Combustível (Biodiesel B100), e Consumo Anual (litros). No cálculo dos cenários, com utilização do Biodiesel, foram aplicadas as duas seções na mesma planilha, obedecendo às porcentagens propostas na pesquisa (Tabela 1).

3.4 Estimativa dos impactos das emissões de GEE provenientes das combustões do modal aquaviário no aquecimento global

Para estimar os impactos das emissões de GEE, provenientes da combustão das embarcações que navegaram em Santa Catarina, no aquecimento global, foi utilizada a equação de Ellis (2013) (Equação 11) para correlacionar as

concentrações de CO₂ (CO₂e Total e/ou CO₂ Biogênico) com o aumento da temperatura global e, conseqüentemente, com os impactos em eventos climáticos relevantes para a região.

$$\Delta T = 1,66 \ln \left(\frac{C}{C_0} \right) \quad (11)$$

- ΔT será a variação da temperatura global, em grau Celsius;
- C_0 será a concentração inicial de CO₂, em ppm;
- C será a concentração final de CO₂, sendo utilizado para estimar o aumento da temperatura;

Ellis (2013) destaca que os GEE apesar de compor apenas 0,04% da concentração atmosférica, o CO₂ atua como um regulador vital do clima terrestre, agindo como um 'termostato' para a atmosfera. Mesmo uma pequena variação em sua concentração pode desencadear mudanças significativas na temperatura global. Esta dinâmica ocorre devido ao fato de que o nitrogênio e o oxigênio, apesar de serem os principais constituintes atmosféricos, não absorvem a radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre.

3.5 Inventário de GEE das fontes móveis e estacionárias de Santa Catarina

O estabelecimento de um inventário de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) das fontes móveis e estacionárias de Santa Catarina é de suma importância para entender a contribuição de diferentes fontes para com as mudanças climáticas. Esse inventário permite identificar as principais fontes de emissões e possibilita novos planejamentos e ações para redução dos impactos ao meio. Além disso, um inventário bem elaborado é essencial para a conformidade com normas e regulamentos ambientais, tanto em âmbito nacional quanto internacional.

Utilizando-se de pesquisas realizadas em dissertações de mestrado já defendidas no Programa de Pós-Graduação em Clima e Ambiente do IFSC e que tiveram metodologias semelhantes, porém com fontes de emissões distintas, por conta de cada objeto de pesquisa, possibilitou-se a análise de outras fontes emissoras móveis e estacionárias que utilizam combustíveis fósseis, no estado de Santa Catarina, no ano de 2022.

Essa iniciativa contribui para o entendimento dos impactos ambientais relacionados ao uso de combustíveis fósseis e para o desenvolvimento de estratégias de mitigação no estado, possibilitando o estabelecimento de um inventário de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) GEE das fontes móveis e estacionárias de Santa Catarina.

O inventário envolve além da fonte relacionada ao modal aquaviário, pesquisas que analisaram as fontes rodoviárias, ferroviárias, aéreas e estacionárias de Santa Catarina. Esses estudos das fontes emissoras de GEE tiveram como objetivos gerais:

- Analisar os impactos da emissão de gases do efeito estufa (GEE) dos sistemas modais rodoviários e ferroviários na rota de cargas portuárias no Estado de Santa Catarina. Para tanto, foram utilizados dados de movimentação para os portos catarinenses, para os modais rodoviário e ferroviário, referente ao ano de 2022 e analisados por meio da utilização da ferramenta do Protocolo Brasileiro de Gases de Efeito Estufa - *GHG Protocol*, na versão 2022, bem como o modelo WRF-Chem. Por meio da ferramenta *GHG Protocol* foram analisados os dados base e outros cinco cenários, com diferentes incrementos que incentivam a ampliação do uso de ferrovias como estratégia na redução de emissões (Lamim, 2023);

- Analisar os impactos das emissões antropogênicas de fontes móveis aéreas de transporte de passageiros em Santa Catarina. A metodologia se baseia na investigação dos cenários do transporte aéreo em Santa Catarina, na avaliação das emissões antropogênicas, na criação de um inventário de emissões, com auxílio do WRF-CHEM e na consideração dos impactos dessas emissões no aquecimento global. Como resultado, identificou-se o efeito das emissões de fontes móveis aéreas de transporte de passageiros em Santa Catarina no aquecimento global, assim pode-se estabelecer uma proposição de cenários que propôs alternativas de reduções das emissões com a utilização de Combustíveis de Aviação Sustentáveis (*Sustainable Aviation Fuels* - SAF), (Kusumi, 2024);

- Realizar o inventário das emissões de GEE provenientes das combustões estacionárias e móveis de Santa Catarina e avaliar os impactos dessas emissões no contexto das mudanças da temperatura global. A metodologia baseou-se na análise e quantificação dos locais das emissões de GEE provenientes de fontes das combustões estacionárias e móveis de Santa Catarina; na avaliação das emissões de GEE provenientes das combustões estacionárias e móveis de Santa Catarina,

por meio de simulações quantitativas e qualitativas e; na Estimativa dos impactos das emissões de GEE provenientes das combustões estacionárias e móveis de Santa Catarina no aquecimento global (Deus, 2024).

Com os dados e resultados alcançados pelas presentes pesquisas sobre as emissões de GEE em Santa Catarina, após compilados dos dados adquiridos pelas pesquisas citadas, foi possível a elaboração de um inventário de emissões de GEE das fontes móveis e estacionárias de Santa Catarina e seus respectivos cenários futuros, considerando o ano de 2022 como referência.

A Figura 9: Mapas das rodovias, ferrovias, portos e aeroportos, mostra a estrutura de rodovias, ferrovias, portos e aeroportos do estado de Santa Catarina, que foi área de estudo do inventário do estado, destacando a rede de transporte que suporta a economia e logística local. A estrutura geral do mapa está assim representada: Rodovias federais (vermelho), principais vias de transporte interestadual e nacional; Rodovias estaduais (verde), liga cidades dentro do estado; Ferrovias estaduais (pontilhado preto), Linhas férreas para transporte de cargas e passageiros; Limites municipais (cinza); Símbolos de aeroportos (amarelo) e portos (âncora preta).

Figura 9: Mapas das rodovias, ferrovias, portos e aeroportos



Fonte: Autor (2025)

3.6 Estimar os impactos das emissões de GEE provenientes das fontes móveis e estacionárias de Santa Catarina no aquecimento global

A estimativa teve como base os dados das emissões que foram encontradas nos inventários dos modais ferroviário (Lamim, 2023), aéreo (Kusumi, 2024), rodoviário/estacionário (Deus, 2025) e o modal aquaviário que é o objeto de pesquisa desse estudo, dados que tem como objetivo de mensurar o possível impacto na temperatura global. A metodologia teve como área de estudo o estado de Santa Catarina, e por isso a concentração média de CO₂ em PPM no ano de 2022 esteve em média de 415 PPM. Essa etapa seguiu a mesma metodologia do item 3.4.

3.7 Modelagem das emissões e concentrações de GEE do modal aquaviário de Santa Catarina

O passo seguinte foi a avaliação da emissão e concentração dos GEE por meio de simulações quantitativas, utilizando a modelagem da qualidade do ar em escala regional, através do modelo Weather Research and Forecasting with

Chemistry (WRF-Chem). A modelagem é uma técnica usada para representar, simular e analisar sistemas complexos através de modelos matemáticos, computacionais ou físicos. No contexto dos GEE, a modelagem é fundamental para entender e prever como diferentes fatores influenciam as emissões de GEE e seus impactos no clima (IPCC, 2014). Sua análise química é completamente consistente com a componente meteorológica (WRF), ambos usam os mesmos esquemas de transporte, grade (horizontal e vertical) e os esquemas físicos para o transporte sub-grade. O modelo WRF-Chem inclui emissões biogênicas, deposição seca e esquemas de fotólise acopladas com hidrometeoros e aerossóis (Grell et al., 2005), acrescido de diferentes módulos que podem ser acoplados (Skamarock; Klemp; Dudhia, 2008). Modelos numéricos são amplamente utilizados no estudo de processos de modelagem e simulação geoespacial das emissões de gases, pois conseguem descrever com precisão o desenvolvimento dos gases de efeito estufa. Entre os vários modelos disponíveis, o WRF (Weather Research and Forecasting) é um dos mais utilizados, pois considera detalhadamente múltiplos processos físicos e possui esquemas de parametrização relativamente ricos. Estudos demonstraram que o esquema ideal depende significativamente do tempo ou do estado climático e da escala de aplicação, não havendo um esquema que apresente melhor desempenho de forma geral (Jankov *et al.*, 2011). Para simular a concentração e o comportamento atmosférico dos poluentes no ambiente marítimo de Santa Catarina, costa brasileira e das rotas internacionais, empregou-se o Modelo Weather Research and Forecasting with Chemistry (WRF-Chem), versão 3.4. Este é um modelo atmosférico de mesoescala com química acoplada, capaz de simular de forma integrada a interação entre os processos meteorológicos e químicos.

O domínio do modelo foi configurado para abranger todo o estado de Santa Catarina, utilizando uma resolução espacial horizontal de 5 km (definida por 160 pontos no eixo leste-oeste e 110 pontos no eixo norte-sul) e 31 níveis verticais. Com base na planilha de Lat-Lon, que foi gerada pelo programa Qgis, desenvolveu-se um programa no Python para extrair os dados da planilha com todas as rotas preparadas para o WRF-Chem, no mesmo programa, geraram-se pontos médios entre as coordenadas, e com os dados de velocidade média, potência do motor e consumo específico (Apêndice A), determinou-se a distância entre esses pontos e o consumo de combustível por coordenada (em um ano).

Após uma série de testes iniciais para ajustar as parametrizações e a definição do domínio, optou-se por uma grade única de 5 km, visto que configurações com grade aninhada não demonstraram melhorias significativas nos resultados para os objetivos da pesquisa.

Para a inicialização do modelo e o fornecimento das condições de contorno, empregaram-se dados de entrada específicos. As condições meteorológicas, tanto de níveis de pressão quanto de superfície, foram obtidas da reanálise European Centre For Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF, 2023) ERA5, do Copernicus Climate Change Service, com disponibilidade em intervalos de 6 horas. As condições químicas de contorno, referentes às concentrações de fundo de CO, CO₂ e CH₄, utilizaram dados do GEOS5 (NASA, 2023) para o CO₂, e do WACCM WACCM do NCAR (2023) para o CO e o CH₄, acessados via o portal do National Center for Computational Sciences (NCCS) da NASA. Tais condições de contorno são fundamentais para representar adequadamente a composição química atmosférica ao longo do domínio simulado, permitindo uma avaliação robusta da influência das emissões regionais.

O processo de modelagem envolveu etapas detalhadas de preparação dos dados para o WRF-Chem. Inicialmente, o WPS (WRF Preprocessing System) foi utilizado para interpolar as condições meteorológicas e geográficas (como uso do solo e topografia) para a grade do modelo. Os dados de emissão, que são o foco deste estudo e foram levantados especificamente para a ZEE de Santa Catarina, foram construídos por meio de um programa desenvolvido em Fortran. É importante ressaltar que essas emissões foram geradas em dois níveis verticais para uma melhor representação na atmosfera. Este programa foi responsável por gerar um arquivo binário contendo os dados de emissão de fontes móveis do modal aquaviário para a grade do modelo. Posteriormente, esses dados binários foram convertidos para o formato compatível com o WRF utilizando o utilitário `convert_emis` (da versão 3.4 do WRF), e as condições iniciais e de contorno para a química foram inseridas via o utilitário MOZBC. A metodologia química para o tratamento das emissões seguiu as diretrizes do GHG Protocol.

Na composição dos dados para modelagem, os fatores de emissão utilizados foram o de CO₂ (3,106 KgCO₂/Litros), CH₄ (0,000401 Kg CH₄/Litro), ambos os dados obtidos no programa GHG-Protocol. O valor para o fator de emissão do CO, teve como fonte o que estabelece a Environmental Protection Agency (EPA) dos Estados

Unidos, documentados no relatório AP-42, Seção 1.3. Conforme descrito na literatura técnica, as emissões de CO em fontes de combustão externa dependem diretamente da eficiência de oxidação do combustível. A presença deste poluente nos gases de exaustão é resultado, principalmente, da combustão incompleta do óleo, para motores operando com óleo combustível residual (como o Bunker), adota-se o fator de emissão que varia 0,0023 a 0,0557 kg CO/Litros (EPA, 2010).

A avaliação das emissões estimadas foi realizada por meio de simulações quantitativas de qualidade do ar em escala regional. Para isso, o período de 8 a 14 de julho de 2022 foi selecionado, uma semana caracterizada por temperaturas amenas, ausência de precipitações e céu predominantemente limpo em Santa Catarina. Essas condições meteorológicas são ideais para a verificação das concentrações, pois favorecem a estabilidade atmosférica e uma dispersão limitada de poluentes, o que contribui para a acurácia das simulações.

No modelo WRF-Chem, as concentrações atmosféricas de gases e poluentes são o resultado das complexas interações simuladas e não são diretamente medidas ou obtidas de fontes externas como as emissões. Elas são calculadas dinamicamente pelo modelo, que integra as emissões de GEE (provenientes dos dados levantados para Santa Catarina e processados em dois níveis verticais conforme o GHG Protocol), as condições meteorológicas (da reanálise ERA5), e as concentrações químicas de fundo (do GEOS5 para CO₂ e WACCM para CO e CH₄). O WRF-Chem então transporta, dispersa e reage quimicamente essas espécies, além de considerar processos de deposição, resolvendo as equações atmosféricas em cada ponto da grade de simulação para gerar as concentrações finais.

O WRF-Chem, como um sistema acoplado, combina a modelagem meteorológica geoespacial com a modelagem química da atmosfera de forma totalmente integrada. Ambas as componentes compartilham os mesmos esquemas de transporte e a mesma grade de resolução (5 km horizontal e 31 níveis verticais), além de parametrizações físicas comuns aplicadas ao transporte sub-grade. O modelo incorpora uma variedade de processos atmosféricos relevantes, incluindo emissões antropogênicas, biogênicas, deposição seca e esquemas de fotólise acoplados com hidrometeoros e aerossóis (Grell *et al.*, 2005). Sua flexibilidade permite a integração de diversos módulos complementares (Skamarock; Klemp; Dudhia, 2008), tais como: predição e simulação do tempo ou clima regional (REAL); modelagem acoplada tempo/dispersão/qualidade do ar com interação química

completa (CHEM), incluindo previsão de ozônio, radiação ultravioleta, material particulado e processos associados às mudanças climáticas; simulações de alta resolução (LES); e modelagem de queimadas (FIRE), entre outros (Iriart *et al.* 2016). Nesta pesquisa, a aplicação do WRF-Chem concentrou-se especificamente na simulação da dispersão de gases de efeito estufa (GEE), com base nas emissões diretas provenientes das combustões do modal aquaviário na ZEE do estado de Santa Catarina.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Identificação dos navios que atracaram nos portos de Santa Catarina no ano de 2022

O resultado da busca no site da ANTAQ para se obter a movimentação de embarcações nos portos de Santa Catarina, apresentou um total de 10.426 atracações, que foram realizadas por 733 embarcações, distribuídas assim: complexo portuário de São Francisco do Sul com 8.680 atracações (83,27%), complexo portuário de Itajaí com 1.014 atracações (9,73%) e porto de Imbituba com 732 atracações (7,02%). Na Tabela 3, tem-se um estrato da compilação dos dados sobre os navios que atracaram em SC, seu número de registro na IMO e quantidade de atracações no ano de 2022.

Essas informações foram registradas com todos os dados e embarcações e podem ser visualizadas no Apêndice A.

Tabela 3: Lista dos Navios e número de atracações

IMO	Nome da embarcação	Total de atracações
9144055	ABDUL M	1
9651541	ACADIA DESGAGNES	1
9276171	ACHILLE	1
9701243	ADALINE	1
9727467	ADRIANA ROSE	1
9149859	ADVANCE	1
9650626	AENEAS	1
9351737	AFRICAN BLUE CRANE	1
9636462	AFRICAN CHEETAH	1
9888857	AFRICAN FINCH	1
9802322	AFRICAN FLAMINGO	1
9728485	AFRICAN GOSHAWK	1
9599779	AFRICAN HORNBILL	2
9919553	AFRICAN ISABELLE	1

Fonte: Autor (2024).

4.2 Características de cada embarcação

Identificadas as embarcações e seu número de registro na IMO, buscou-se no site *Marine Traffic* as especificações, como: a sua classificação (graneleiro, porta container, petroleiro, carga geral), suas características de construção e motorização. A Tabela 4, apresenta de forma reduzida, com apenas três embarcações como exemplo, as características técnicas obtidas e de maior relevância para a pesquisa, como: características construtivas e de projetos, capacidade de transporte e lastro, dados específicos do motor principal (potência, consumo, rotação), o tipo de combustível (Diesel marítimo, refere-se ao Óleo combustível que foi utilizada na pesquisa) e número de motores. Os dados das demais embarcações encontram-se no Apêndice B.

Tabela 4: Características técnicas das Embarcações

Especificações das embarcações			
Nome do Navio	ABDUL M	ACADIA DESGAGNES	ACHILLE
IMO	9144055	9651541	9276171
Tipo de navio	Graneleiro	Carga geral	Graneleiro
Dimensões			
Comprimento total	183m	119.8m	225m
Comprimento entre perpendiculares	176,3 milhões	115m	215m
Largura moldada	30,95m	18.2m	32,26m
Profundidade	16,4m	10.6m	19,39m
Rascunho	11,81m	8.47m	14,13m
Tonelagem			
Arqueação bruta	25537	7875	40119
Tonelagem líquida	15927	4043	25947
Tonelagem de porte bruto	46570	11353	76878
Tonelagem de deslocamento	53459	-	87720
Capacidade			
Capacidade de lastro	24676m ³	-	35311m ³
Fardo	57083m ³	-	88.984m ³
Grão	58209m ³	14330m ³	90588m ³
Capacidade de óleo combustível	2.098 m ³	-	2.279m ³
Projeto			
Quilha colocada	6/14/1998	15-11-2010	06-06-2002
Tipo de casco	Casco Duplo	Casco Duplo	Casco Duplo
Material do casco	Aço	Aço	Aço
Número de baralhos	1	1	1
Velocidade	14,3 nós	13kn	14kn
Motor			
Número de motores	1	1	1
Calibre	480mm	320mm	600 mm
Cilindros	6	8	5
Poder	7.594 kW	4000kw	9.318 kW
RPM	114 rpm	600rpm	89 rpm
AVC	2.000 mm	480mm	2.400 mm
Hélice	1 passo fixo	1 passo controlável	1 passo fixo
Tipo de combustível	DIESEL MARÍTIMO	DIESEL MARÍTIMO	DIESEL MARÍTIMO

Fonte: Autor (2024).

4.3 Detalhamento das rotas e percurso de cada embarcação

A mensuração das distâncias percorridas por cada embarcação em suas viagens entre porto de origem e porto de destino (Equação 6) resultou em 2.308.292 km percorridos na costa catarinense e 107.567.040 km de percurso total. Esses dados são resultado da soma de todas as distâncias percorridas extraídos do Apêndice A.

4.4 Cálculo da quantidade de combustível utilizado pelas embarcações

Com os dados das distâncias totais que os navios percorreram, foi possível calcular o consumo total de combustível nas navegações no estado de SC (Equações 7 e 8) e o consumo total de combustível no percurso completo das embarcações (Equações 9 e 10). Foi consumido, em 2022, em Santa Catarina, um total de 331.750.971,46 litros de Óleo Combustível, e na navegação completa, um total de 16.201.048.053,29 litros de Óleo Combustível.

O consumo total de combustível, tanto no estado de SC, quanto no percurso total das embarcações, foram os dados que possibilitaram prosseguir para o próximo passo da metodologia, o cálculo total das emissões no GHG *Protocol*. Na Tabela 5 tem-se um estrato do Apêndice A. Nela apresentaram-se de forma reduzida (três embarcações), dados técnicos, resultados das equações e valores totais de consumos.

Tabela 5: Características das embarcações e consumo de combustível

Dados	Embarcações		
IMO	9144055	9651541	9276171
Tipo de Navio	Graneleiro	Carga geral	Graneleiro
Nº de Motores (Nm)	1	1	1
Potência (kW) (P)	7.594	4.000	9.318
RPM (rpm) (RPM)	114	600	89
Consumo específico por Potência (g/kWh) (Cp)	164,69	169,28	163,32
Consumo específico por RPM (g/kWh) (Crpm)	165,5	173,38	165,13
Diferença Quadrática (JCp - Crpm)	0,81	4,09	1,81
Consumo (kg/h) (Ck)	1.250,68	677,13	1.521,83
Consumo (L/h) (Cl)	1.427,72	772,98	1.737,25
Atracações	1	1	1
Velocidade (nós) (Vn)	14,3	13	14
Velocidade (km/h) (V)	26,48	24,08	25,93
Distância em SC (km) (dsc)	360	122,5	360
Distância rota completa (km) (dc)	20.400,00	13.960,00	20.400,00
Tempo em SC (h) (tsc)	13,60	5,09	13,88
Tempo rota completa (h) (tc)	770,39	579,73	786,73
Consumo total em SC (L) (Ctsc)	19.410,09	3.932,31	24.119,17
Consumo total rota completa (L) (Ctc)	1.099.905,14	448.122,96	1.366.752,80

Fonte: Autor (2024).

4.5 Cálculo das emissões de GEE de fontes aquaviárias

Na Tabela 6, tem-se os resultados das emissões de CO₂e encontrados por meio do GHG Protocol com base nos volumes de combustíveis consumidos pelas embarcações, onde são apresentados o cenário atual (ano 2022) e os cenários futuros (2030 – 2040 – 2050), a determinação da projeção de cenários até o ano de 2050, foi devido a utilização por diversas pesquisas desse mesmo prazo, sinalizado como um período limite para que o clima comece apresentar efeitos positivos, referentes as mudanças atuais na redução das emissões de GEE, pois dados do International Transport Forum (ITF, 2020) mostraram que se nada for feito para reduzir as emissões, os valores iram triplicar até 2050 e consequentemente, teremos mudanças climáticas irreversíveis.

Os dados estão divididos em dois grandes blocos, os que apresentaram as emissões de CO₂ equivalentes e CO₂ Biogênicos geradas em Santa Catarina e as emissões geradas na rota completa das embarcações, considerando a distância percorrida desde seu porto de origem, até o porto de destino, tendo-se como referência o estado de Santa Catarina, como seu ponto partida ou chegada.

A pesquisa analisou as emissões de GEE do transporte aquaviário, o cenário atual (2022), que considerou o uso de 100% de Óleo Combustível (OC), obteve-se uma emissão de 1.036.392,48 tCO₂e e zero de emissão de biogênicos. Nos cenários seguintes teve-se como objetivo a simulação da migração do combustível tradicional para o Biodiesel (BD), onde se obteve os seguintes resultados: Cenário 1 (2030), com 60% OC e 40% BD, uma emissão total de 623.767,209 tCO₂e e 322.594,64 tCO₂ Biogênicos; cenário 2 (2040), com 40% OC e 60% BD, uma emissão total de 417.454,57 tCO₂e e 483.891,96 tCO₂ Biogênicos; cenário 3 (2050), com 100% BD, uma emissão total de 4.829,29 tCO₂e e 806.486,61 tCO₂ Biogênicos. Os dados mostraram uma redução de 99,53% na emissão de tCO₂e até o ano de 2050 caso seja adotado 100% do Biodiesel nos navios, sem considerar as emissões biogênicas. Já com a soma das emissões de CO₂e mais CO₂ Biogênicos, ter-se-á uma redução de 22 % nas emissões dos GEE até 2050.

Na pesquisa da rota completa, obtiveram-se os seguintes resultados de emissões: Cenário atual (2022), utilizando 100% OC, 50.612.193,65 tCO₂e e zero de emissão de biogênicos. Nos cenários futuros: Cenário 1 (2030), com 60% OC e 40% BD, uma emissão total de 30.461.651,66 tCO₂e e 15.753.899,12 tCO₂ Biogênicos;

cenário 2 (2040), com 40% OC e 60% BD, uma emissão total de 20.386.380,66 tCO₂e e 23.630.848,69 tCO₂ Biogênicos; cenário 3 (2050), com 100% BD, uma emissão total de 235.838,67 tCO₂e e 39.384.747,82 tCO₂ Biogênicos.

Os dados da pesquisa estão alinhados com tendências observadas em estudos recentes. Por exemplo, teste realizado no Brasil com misturas de biodiesel com diesel marítimo mostrou uma redução nas emissões de GEE de até 19% com 24% de adição de biodiesel no combustível marítimo, sem impacto no desempenho dos motores e já há uma autorização da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível, para comercialização para uso em navios (ANP, 2024). Estudos conduzidos pela Universidade do Rio Grande do Norte (UFRN), também comprovaram que o uso de biodiesel de segunda geração pode reduzir as emissões em 78% a 85% por grama de CO₂e, em relação ao diesel convencional (Brasil Energia, 2025). Esses resultados são apoiados pela análise técnica detalhada da viabilidade do uso do biodiesel (EPE, 2024), em motores marítimos, que mostrou funcionamento normal dos motores e consumo semelhante ao diesel tradicional. Sob o aspecto da segurança operacional, a literatura aponta que a mistura não compromete o ponto de fulgor do combustível; pelo contrário, devido às propriedades nativas do biodiesel que apresenta ponto de fulgor superior a 120°C, a sua adição ao diesel marítimo auxilia na manutenção desse parâmetro bem acima do limite mínimo de 60°C exigido pela Convenção SOLAS (Brasil, 2019), garantindo a segurança contra riscos de inflamabilidade nos tanques de armazenamento das embarcações. Por fim, destaca-se a necessidade de adaptações operacionais, como a troca gradual do combustível para evitar problemas nos filtros devido ao efeito detergente do biodiesel.

Portanto, os dados apresentados para o litoral catarinense corroboram com a literatura recente, que aponta o uso de biodiesel como uma das estratégias mais promissoras para a descarbonização do transporte marítimo, com potencial de redução das emissões de CO₂e superior a 80% até 2050.

Tabela 6: Emissões totais de CO₂ e

Área de estudo	Fontes	2022 (Atual)	2030	2040	2050
		100% - OC	60% - OC 40% - BD	40% - OC 60% - BD	100% - BD
Santa Catarina	Emissões totais em CO ₂ equivalente (ton. métricas)	1.036.392,48	623.767,20	417.454,57	4.829,29
	Emissões totais em CO ₂ Biogênicos (ton. métricas)	0	322.594,64	483.891,96	806.486,61
Rota Completa	Emissões totais em CO ₂ equivalente (ton. métricas)	50.612.193,65	30.461.651,66	20.386.380,66	235.838,67
	Emissões totais em CO ₂ Biogênicos (ton. métricas)	0	15.753.899,12	23.630.848,69	39.384.747,82

Fonte: Autor (2024).

4.6 Estimativa dos impactos das emissões de GEE provenientes das combustões do modal aquaviário no aquecimento global

Para se estimar os impactos das emissões de GEE provenientes das combustões do modal aquaviário em Santa Catarina e na rota completa, no aquecimento global, foi aplicada a equação 11 (Ellis, 2013) e, com isso, se obteve os resultados para cada cenário proposto pela pesquisa para Santa Catarina (Tabela 7) e para rota completa (Tabela 8).

A Tabela 7 mostra projeções para três cenários futuros (2030 – 2040 – 2050), para as embarcações que navegaram em Santa Catarina, apresentando os dados de variação de temperatura (ΔT), e a redução nas emissões dos GEE (em ppm). No campo sobre combustível, tem-se a comparação de duas situações, onde um delas apresenta as emissões totais, considerando a soma do combustível fóssil + biogênico, e na outra situação, é apresentada a emissão total somente do combustível fóssil.

Quanto as emissões (em ppm), percebe-se que a diminuição ao longo dos anos, contribui para a redução dos impactos causados pelo modal aquaviário. A variação de temperatura (ΔT) apresenta valores negativos, que indicam uma

redução na temperatura, sugerindo um efeito potencialmente positivo na redução das mudanças climáticas.

Os dados corroboram para reforçar a importância na redução das emissões de GEE, pois, com a redução da emissão ao longo dos anos, resulta-se em uma diminuição da temperatura global.

Tabela 7: Redução da temperatura em Santa Catarina

Variação de Temperatura em Santa Catarina				
		Cenários		
		2030	2040	2050
Combustível Fossil + Combustível Biogênico	Redução na emissão (ppm)	11,54 E ⁻⁰⁶	17,31 E ⁻⁰⁶	28,85 E ⁻⁰⁶
	ΔT (°C) SC	-4,61 E ⁻⁰⁸	-6,92 E ⁻⁰⁸	-11,54 E ⁻⁰⁸
Combustível Fossil	Redução na emissão (ppm)	52,90 E ⁻⁰⁶	79,35 E ⁻⁰⁶	132,25 E ⁻⁰⁶
	ΔT (°C) SC	-21,16 E ⁻⁰⁸	-31,74 E ⁻⁰⁸	-52,90 E ⁻⁰⁸

Fonte: Autor, 2024

A Tabela 8 mostra projeções para três cenários futuros (2030 – 2040 – 2050) para embarcações em sua rota completa, apresentando os dados de variação de temperatura e a redução nas emissões dos GEE. Assim como na Tabela 7, a variação de temperatura e as emissões reduziram progressivamente ao longo do tempo, indicando um impacto cumulativo. No campo sobre combustível, a Tabela 8 compara dois contextos: as emissões totais, considerando a soma do combustível fóssil + biogênico, comparado com a emissão total somente do combustível fóssil.

A redução na emissão (em ppm) aumenta de forma consistente ao longo do tempo para ambos os tipos de combustíveis em todos os cenários. Isso sugere uma melhoria na qualidade do ar ou redução de impacto ambiental, à medida que se avança nos cenários. A ordem de grandeza entre os combustíveis é significativamente diferente. A variação de temperatura (ΔT) também aumenta em magnitude (valor absoluto) ao longo dos anos, o que sugere impactos cumulativos.

Tabela 8: Redução da temperatura na rota completa

Variação de Temperatura na rota completa				
		Cenários		
		2030	2040	2050
Combustível Fóssil + Combustível Biogênico	Redução na emissão (ppm)	563,67 E ⁻⁰⁶	845,508 E ⁻⁰⁶	1409,18 E ⁻⁰⁶
	ΔT (°C)	-225,46 E ⁻⁰⁸	-338,20 E ⁻⁰⁸	-536,673 E ⁻⁰⁸
Combustível Fóssil	Redução na emissão (ppm)	2538,4 E ⁻⁰⁶	3875,1 E ⁻⁰⁶	6458,5 E ⁻⁰⁶
	ΔT (°C)	-1033,3 E ⁻⁰⁸	-1550,1 E ⁻⁰⁸	-2583,4 E ⁻⁰⁸

Fonte: Autor, 2024

Observa-se uma redução que auxilia na desaceleração do aquecimento global. Os valores apresentados para a redução na emissão dos GEE, embora pequenos em magnitude, podem ter um impacto significativo no longo prazo. A redução na emissão (em ppm) aumenta de forma consistente ao longo do tempo em todos os cenários propostos. Esses dados são um ponto de partida para entender as tendências climáticas em Santa Catarina. No entanto, é essencial aprofundar a análise, considerando outros fatores relevantes e explorando os impactos em diferentes setores.

4.7 Inventário dos GEE das fontes móveis e estacionárias de Santa Catarina

O inventário de GEE tem como objetivo maior, trazer dados mais atuais sobre as emissões de GEE das principais fontes móveis e estacionárias do estado de Santa Catarina. Como se pode observar na Tabela 9, o modal rodoviário é o principal responsável pelas emissões de CO₂ equivalentes no Estado, representando mais de 70% do total. As fontes estacionárias vêm em segundo lugar, com 16%. Os demais modais (ferroviário, aéreo e aquaviário) possuem uma participação bem menor, mas ainda relevante.

Tabela 9: Emissões totais das fontes estacionárias e móveis

Ano	Autor	Fonte	Emissões (tCO ₂ e)	%
2022	Deus, 2025	Rodoviária	20.367.486,64	78,37
		Estacionária	4.298.122,84	16,54
	Este estudo	Aquaviário	1.036.392,48	3,99
	Kusumi, 2024	Aérea	254.249,59	0,98
	Lamim, 2023	Ferrovário	32.104,01	0,12
		TOTAL	25.988.355,56	100

Fonte: Autor (2025).

Os dados apresentados são essenciais para a elaboração de políticas públicas, pois permitem identificar as principais fontes de emissão de GEE, especialmente as fontes móveis, como o transporte rodoviário, que responde por 78% das emissões totais de CO₂ equivalentes em Santa Catarina. Essa predominância indica a forte dependência do transporte individual e de cargas por rodovias no estado. Para um futuro mais sustentável, é importante adotar medidas como: investir em sistemas de transporte coletivos eficientes e acessíveis; aumentar a malha ferroviária e sua utilização para o transporte de cargas e passageiros; incentivar o uso de bicicletas e a mobilidade a pé por meio da construção de ciclovias e calçadas adequadas; estimular a adoção de veículos elétricos e híbridos; promover a eficiência energética no setor de transportes, fomentar a cabotagem e implementar políticas de incentivo ao uso de combustíveis menos poluentes. Caso não sejam tomadas medidas para frear ou reduzir as emissões, o cenário futuro será de mudanças climáticas ainda mais extremas, uma vez que o acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera intensifica o efeito estufa, levando ao aquecimento global e suas consequências.

4.8 Estimativa dos impactos das emissões de GEE provenientes das combustões estacionárias e móveis de Santa Catarina no aquecimento global

A Tabela 10 mostra o impacto de cenários futuros na temperatura do estado de Santa Catarina para o ano de 2050, considerando um cenário em que há uma substituição completa dos combustíveis fósseis por biodiesel em todas as fontes móveis e estacionárias do estado. Os dados da tabela indicam, a redução na emissão de gases expressa em ppm (partes por milhão), com valor de $438,746 \text{E}^{-06}$ ppm. Esse valor representa a diminuição significativa da concentração de gases de efeito estufa, causada pela adoção do biodiesel, uma fonte de energia renovável com menor impacto emissivo em comparação aos combustíveis fósseis. A variação da temperatura (ΔT) global projetada é de $-176,348 \text{E}^{-08} \text{°C}$. Essa estimativa de variação temperatura indica a diminuição do aquecimento climático local como consequência direta da redução das emissões.

Em resumo, mesmo que a redução numérica da temperatura projetada seja pequena em escala absoluta, ela indica uma tendência importante para atenuar o aquecimento regional ao longo do tempo, especialmente considerando os efeitos acumulativos das emissões e as políticas de mitigação climática para 2050.

Esses dados apontam que o cenário de substituição para biodiesel pode contribuir para uma mitigação relevante dos impactos das mudanças climáticas em Santa Catarina, com impacto na redução da emissão de gases de efeito estufa e consequente diminuição na temperatura média regional, especialmente no horizonte de meio século.

Tabela 10 Redução da temperatura de Santa Catarina com todas as fontes emissoras

Impacto dos cenários futuros na temperatura Santa Catarina	
	2050
Redução na emissão (ppm)	$438,746 \text{E}^{-06}$
ΔT (°C) SC	$-176,348 \text{E}^{-08}$

Fonte: Autor, (2025)

Considerando a redução estimada de aproximadamente $176,348 \text{E}^{-08} \text{°C}$ ($0,00000176348 \text{°C}$) na temperatura global decorrente da substituição de fontes fósseis por fontes biogênicas no estado de Santa Catarina, é possível realizar uma

extrapolação proporcional em escala mundial. Tomando como base a população catarinense de cerca de 8 milhões de habitantes frente à população global superior a 8 bilhões de pessoas, a ampliação dessa transição energética para todo o planeta poderia representar uma redução aproximada de 0,0017 °C na temperatura média global em 2050. Embora aparentemente pequena essa diminuição possui relevância climática significativa, especialmente quando associada a outras estratégias globais de mitigação de gases de efeito estufa. O resultado demonstra o potencial da substituição de combustíveis fósseis por fontes biogênicas como medida complementar no enfrentamento das mudanças climáticas e na redução do aquecimento global.

4.9 Modelagem e simulação geoespacial das emissões e concentrações de GEE do modal aquaviário

As simulações realizadas por meio do modelo numérico WRF-Chem, possibilitaram a geração de mapas de emissão (Figuras 10 a 12) e concentração (Figuras 13 a 15) do monóxido de carbono (CO) e dos GEE, tais como, dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄), considerando o último dia de simulação como base, ou seja, 14 de julho de 2022, na ZEE do estado de Santa Catarina. As projeções abrangeram a aplicação de cenários nos anos de 2030, 2040 e 2050, caracterizados pela substituição gradativa de combustíveis fósseis por biocombustíveis nas seguintes proporções: 40% (Cenário 2), 60% (Cenário 3) e 100% (Cenário 4), respectivamente. O estudo incluiu a geração de mapas de emissões horárias e concentrações, além de dados de diferença em relação à ano base de 2022. A metodologia permitiu avaliar detalhadamente o comportamento das emissões antropogênicas sob os distintos cenários propostos, que visam a redução dos efeitos causados pelos GEE.

As Figuras 10 a 12 ilustram os cenários projetivos de emissão de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄). Os dados são apresentados desde o cenário atual (2022) até o ano de 2050, expressos em mol por quilômetro quadrado por hora (mol.Km⁻².h⁻¹), unidade que mede a quantidade de gás liberada no ambiente por uma determinada área ao longo do tempo. As colunas dessas figuras representam os diferentes cenários temporais, enquanto as linhas exibem as emissões em seis intervalos horários específicos ao longo do dia (22h,

04h, 08h, 12h, 16h e 20h). Essa organização horária é fundamental para analisar a variabilidade diurna das emissões, uma vez que reflete as distintas dinâmicas dos padrões de tráfego do modal aquaviário em um ciclo de 24 horas.

A correlação entre os dados quantitativos de tráfego marítimo de 2022 e a modelagem WRF-Chem permite validar o modelo ao demonstrar que a intensidade das emissões é diretamente proporcional ao volume operacional de cada polo, onde o Complexo de São Francisco do Sul, detentor de 83,27% das atracações (8.680 operações), apresenta os maiores índices de emissão de CO₂ no cenário BASE, com valores superiores a 6000 mol.Km⁻².hr⁻¹, enquanto o Complexo de Itajaí (9,73%) e o Porto de Imbituba (7,02%) registram magnitudes significativamente menores e mais localizadas. A transição energética proposta atua como uma estratégia direta de redução dessa carga, uma vez que a utilização de biocombustíveis em motores por compressão promove uma combustão mais eficiente e completa devido à presença de oxigênio na estrutura molecular do combustível (Coneac; Ciotta; Carvalho, 2023). Sob essa ótica, a substituição de 40% do combustível fóssil em 2030 reduz os picos de CO₂ em São Francisco do Sul para a faixa de 5000 mol.Km⁻².hr⁻¹, e a progressão para 60% em 2040 e 100% de biodiesel em 2050 promove uma descarbonização profunda, reduzindo a intensidade de CO nos canais de acesso, que tinham níveis próximos a 500 mol.Km⁻².hr⁻¹ e passaram a ter valores abaixo de 200 mol.Km⁻².hr⁻¹, provando que a eficiência química do biocombustível neutraliza o impacto ambiental mesmo nos cenários de alta densidade de tráfego.

Na Figura 10 observa-se que a emissão de CO é extremamente localizada e específica aos pontos de operação. Os pontos de maior emissão (300 e 400 mol.Km⁻².hr⁻¹) estão quase exclusivamente nos canais de acesso aos complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí. As emissões tão pontuais são reflexo do alto tráfego de navios e também outros fatores como, maiores quantidades de manobras das embarcações, acelerações e quando os motores operam em cargas variáveis (típico de entradas de porto), onde a combustão tende a ser menos eficiente. As rotas que estão mais afastadas da costa têm apresentando níveis de emissão entre 100 a 200 mol.Km⁻².hr⁻¹, indicando que, em velocidade de cruzeiro constante, a emissão de CO por quilômetro é significativamente menor. Os modelos gerados dos complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí reforçam a dinâmica da operação do modal, em regime de 24/7, pois a emissão de CO mostram-se constantes nos diferentes horários (22h às 20h), observa-se que a emissão não

oscila durante o ciclo de 24h, o que reforça que a variação que observamos está diretamente associada a intensidade do tráfego marítimo.

Para analisar os cenários de emissão de Monóxido de Carbono (CO) com base na substituição progressiva por biodiesel (40% em 2030, 60% em 2040 e 100% em 2050), deve-se focar na intensidade das emissões nas rotas e portos. Diferente dos mapas de concentração, que mostram para onde o gás se desloca; os mapas de emissão mostram a redução direta na ponta do escapamento dos navios.

No Cenário Base, Figura 10, (100% óleo combustível), as rotas de acesso aos portos de São Francisco do Sul e Itajaí apresentam níveis de emissão com valores entre 400 e 500 mol.Km⁻².hr⁻¹. Isso indica uma queima menos eficiente, típica do combustível fóssil pesado, especialmente em manobras portuárias onde o motor exige variações de carga.

No Cenário 2030, Figura 10, (40% biodiesel) nota-se uma suavização imediata nas emissões, onde pontos mais críticos no cenário Base começam a tender para níveis de 300 a 350 mol.Km⁻².hr⁻¹. A redução de 40% começa a revelar a eficiência do uso do biocombustível, para eliminar os picos extremos de emissão de CO nos canais de acesso portuário.

No Cenário 2040, Figura 10, (60% biodiesel) a predominância nas rotas portuárias passa a ter níveis de emissão entre 200 a 300 mol.Km⁻².hr⁻¹. As linhas de navegação de longo curso (paralelas à costa) tornam-se quase imperceptíveis, operando em níveis abaixo de 150 mol.Km⁻².hr⁻¹.

No Cenário 2050, Figura 10, (100% biodiesel) a emissão atinge seus níveis mais baixos. Mesmo nos portos, os hotspots são reduzidos (próximo a 200 mol.Km⁻².hr⁻¹). A emissão de CO cai para menos da metade da original em termos de intensidade, refletindo a combustão muito mais completa do biodiesel, até mesmo o Porto de Imbituba, embora nesse contexto, um baixo tráfego marítimo, a linha de aproximação também mostra redução para níveis abaixo de 150 mol.Km⁻².hr⁻¹.

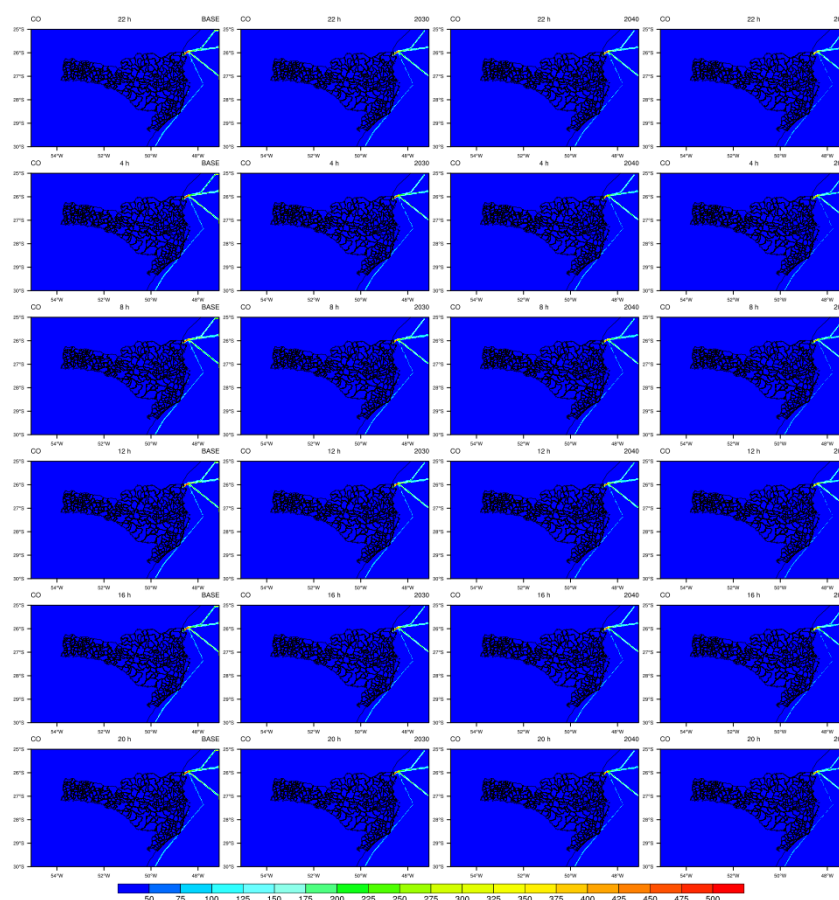
A substituição do óleo combustível por biodiesel traz uma melhora técnica clara na redução das emissões. Se observar os pontos de acesso aos portos no cenário BASE, apresenta-se níveis entre 400 a 550 mol.Km⁻².hr⁻¹, no cenário 2050, esses mesmos pontos apresentam-se predominantemente de 150 a 300 mol.Km⁻².hr⁻¹. O biodiesel tende a ter um índice de oxigênio maior que o diesel fóssil, o que favorece uma combustão mais completa.

O Norte e o Centro do litoral de SC são as áreas que mais emitem CO e, conseqüentemente, as que mais se beneficiarão da troca de combustível.

Os mapas mostram que essa característica química se traduz em linhas de navegação mais limpas ao longo das décadas. Para as cidades portuárias de Santa Catarina, o cenário 2050 representa não apenas uma meta climática, mas uma melhoria qualidade do ar, já que o CO é um poluente tóxico que ficará menos concentrado nas áreas urbanas vizinhas aos portos.

Em termos de processo de queima, essa presença de oxigênio molecular no biodiesel favorece uma combustão mais completa, com menor formação de produtos de combustão parcial, como monóxido de carbono (CO) e material particulado (Lehmann, 2015; Lobo, 2009). A redução desses poluentes atmosféricos é crucial para a saúde pública, visto que a exposição a níveis elevados de CO reduz a capacidade de transporte de oxigênio no sangue, agravando doenças cardiovasculares, enquanto a inalação de material particulado especialmente as frações finas e ultrafinas está associada ao aumento de internações e mortalidade por distúrbios respiratórios e cardiopulmonares (WHO, 2021; Chen et al., 2023). Estudos experimentais com motores a combustão interna indicam que a incorporação de biodiesel em misturas com óleo diesel reduz significativamente as emissões de CO e de partículas sólidas, mantendo o desempenho do motor, o que reforça a vantagem ambiental desse biocombustível (Melo et al., 2024; Faria et al., 2021). Esses dados corroboram com a proposta da presente pesquisa, fornecendo embasamento técnico para a construção de políticas de transição energética marítima voltadas à saúde ambiental em Santa Catarina.

Figura 10 Distribuição espacial das emissões ($\text{mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$) horárias de monóxido de carbono (CO) simuladas com o modelo WRF-Chem para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050 no estado de Santa Catarina, no dia 14 de julho de 2022.



Fonte: Autor, (2026)

A Figura 11 apresenta as emissões de CO_2 na ZEE de Santa Catarina. Nas análises, destacam-se as linhas de navegação e a área do complexo portuário de São Francisco do Sul, com níveis de emissão acima de $6000 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$.

A análise diária das emissões é relativamente constante nas imagens, indicando que o modelo assume um fluxo contínuo de embarcações ao longo das 24 horas. A pequena variação visual entre 4h, 12h e 20h, o que sugere que a operação portuária em Santa Catarina mantém uma carga de emissão estável, sem grandes paralizações na operação no modal aquaviário.

No Cenário Base, Figura 11, (100% óleo combustível) as principais rotas de navegação e os acessos aos complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí apresentam picos de emissão atingindo o topo da escala (valores superiores a $6000 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$). Este cenário reflete a alta densidade de carbono dos combustíveis

fósseis navais, com emissões contínuas e elevadas tanto em manobras portuárias quanto em navegação de cruzeiro.

No Cenário 2030, Figura 11, (40% biodiesel) observa-se uma sutil retração nas emissões. Os pontos que atingiam $6000 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$ começam a apresentar uma transição para faixa de 5000 a $5400 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$. A introdução de 40% de biodiesel inicia o processo de descompressão da carga poluidora nas áreas de maior tráfego.

No Cenário 2040, Figura 11, (60% biodiesel) a redução torna-se visualmente marcante. A predominância de valores acima de $5600 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$ desaparece de grande parte das rotas de longo curso, que passam a operar na faixa de 4400 a $4800 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$. As rotas paralelas à costa perdem os traçados intensos, indicando uma redução significativa na pegada de carbono por milha navegada.

No Cenário 2050, Figura 11, (100% biodiesel) o inventário apresenta sua menor intensidade. Mesmo os hotspots portuários mais críticos (complexo portuário de São Francisco do Sul) recuam para valores próximos a $4000 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$. A emissão de CO_2 não é zerada (pois a combustão do biodiesel ainda gera CO_2), mas a intensidade da fonte decresce em comparação ao fóssil, representando uma queima com menor densidade de emissão.

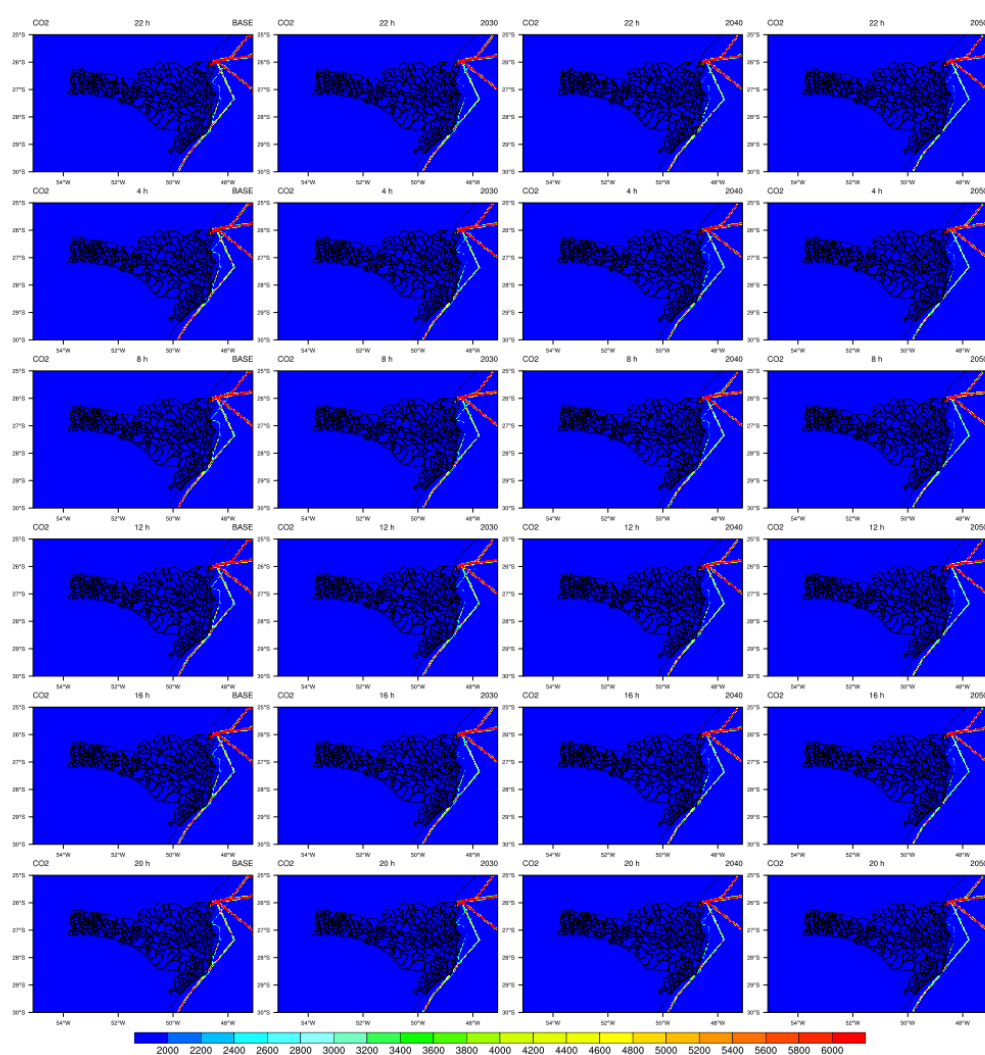
Observa-se que a área de maior impacto da redução das emissões, o complexo de São Francisco do Sul, é mais visível devido ao volume de 83% das atracções do estado no de 2022, mesmo com esse contexto a carga de emissão acumulada nos canais de acesso recua com a utilização do biodiesel. É importante ressaltar que, embora o biodiesel emita CO_2 no escapamento (conforme mostrado no modelo), ele é considerado carbono neutro ou de baixa emissão em uma análise de ciclo de vida, pois o carbono emitido foi previamente absorvido pela biomassa.

Redução das emissões ocasionada pela troca gradativa do combustível fóssil para o biodiesel fica evidenciada quando observamos que no cenário BASE, as rotas principais são dominadas por altas taxas de emissão (de 5600 a valores acima de $6000 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$), quando comparado ao cenário de 2050, as mesmas rotas adquirem níveis de 4600 a $5200 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$. Nota-se uma linha muito constante ($3000 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$) que representa a entrada e saída do complexo portuário de Itajaí. A linha vertical mais ao leste, que acompanha a costa catarinense, possui níveis próximos ($3200 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$) em grande parte da rota do modal, com pequenos pontos de emissões mais elevada, causados por frequência no encontro

das rotas ou manobras das embarcações ($5600 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$). Esses dados corroboram para comprova que a substituição pelo biodiesel reduz a intensidade da fonte, mesmo que o número de navios continue o mesmo.

Conclui-se que a transição energética para o biodiesel ataca o problema na origem, reduzindo a emissão em todo o litoral catarinense, com benefícios mais visíveis nos grandes gargalos portuários do Norte e Centro do estado.

Figura 11 Distribuição espacial das emissões ($\text{mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$) horárias de dióxido de carbono (CO_2) simuladas com o modelo WRF-Chem para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050 no estado de Santa Catarina, no dia 14 de julho de 2022.



Fonte: Autor, (2026)

Na Figura 12, observa-se que, ao contrário do CO e do CO_2 , os mapas de emissão de CH_4 aparecem quase inteiramente com valores abaixo de $2000 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$. O que isso significa: que as embarcações que utilizam óleo combustível ou

biodiesel emitem metano em quantidades significativamente menores, em termos de massa direta, do que os outros gases, embora emitido em pouca quantidade, tem uma taxa de permanência e acumulação que a modelagem de concentração captura, mas que o inventário de emissão instantânea mostra como sendo de baixa magnitude.

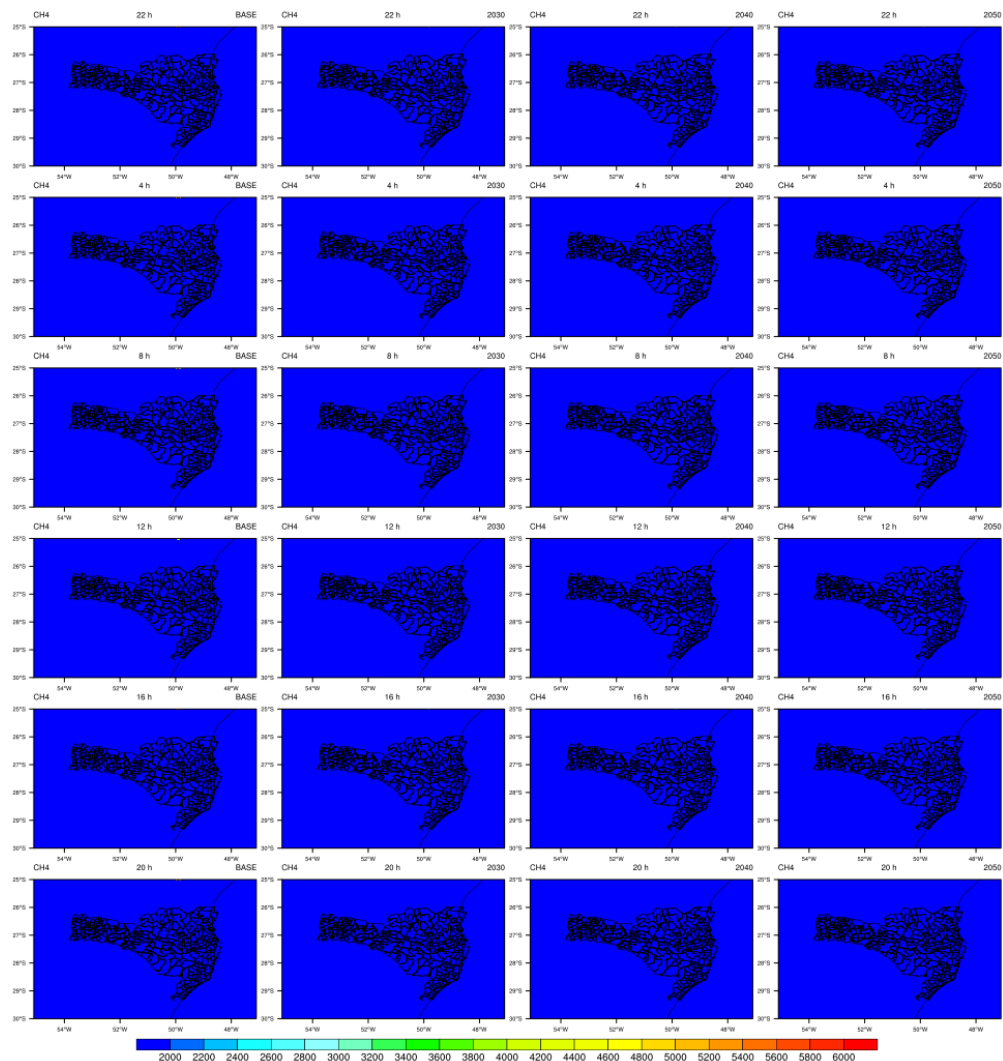
As emissões ocorrem de forma linear em todos os horários (22h, 4h, 8h, 12h, 16h, 20h). Isso prova que o fluxo de navios em Santa Catarina é constante. Mesmo sendo baixas, as emissões de metano estão estritamente vinculadas aos portos de São Francisco do Sul, Itajaí e Navegantes. Fora dessas áreas de manobra, as emissões de CH₄ em mar aberto são negligenciáveis nesta modelagem.

Conforme mostra a Figura 12 as emissões de metano são extremamente baixas na fonte. Diferente do CO₂, o metano não é o produto principal da combustão, mas sim um resíduo. Por isso, os hotspots portuários são imperceptíveis visualmente.

Observa-se no cenário de 2022 (Figura 12) e demais projetados, mantem-se um padrão visual do referido gás, indicando que a introdução do biodiesel não aumenta a emissão de CH₄, o que é um ponto positivo para a estabilidade ambiental da proposta. A eficiência da queima do biodiesel puro tende a reduzir os hidrocarbonetos não queimados e o impacto real reside no aumento da eficiência da queima, visto que o biodiesel contribui para a redução do methane slip (o metano não queimado que escapa pelo sistema de exaustão), fenômeno este que, embora sutil no mapa de emissão direta, demonstra uma redução significativa quando analisado sob a ótica do impacto cumulativo nos mapas de concentração (Zare; Montagroup; Astrou, 2022). Essa melhoria técnica corrobora a eficácia do biodiesel em reduzir resíduos de hidrocarbonetos leves, mesmo em modais de alta exigência operacional como o aquaviário catarinense.

A análise da emissão do metano no modal aquaviário de Santa Catarina traz como o principal benefício do uso do biodiesel, não é a redução da massa emitida (que já é baixa comparada ao CO₂), mas sim o controle do Potencial de Aquecimento Global (GWP). O biodiesel garante que, mesmo com o crescimento do tráfego portuário até 2050, as emissões de metano não escalarão, mantendo a atmosfera costeira livre desse gás que é 25 vezes mais potente que o CO₂ no efeito estufa.

Figura 12 Distribuição espacial das emissões ($\text{mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$) horárias de metano (CH_4) simuladas com o modelo WRF-Chem para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050 no estado de Santa Catarina, no dia 14 de julho de 2022.



Fonte: Autor, (2026)

As Figuras 13 a 15 apresentam os cenários projetivos de concentração de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4), respectivamente, na ZEE do estado de Santa Catarina. Nessas representações, as concentrações são expressas em partes por milhão por volume (ppmv) para o dióxido de carbono e partes por bilhão por volume (ppbv) para monóxido de carbono e metano, para o período simulado até o ano de 2050. As colunas ilustram os diferentes anos dos cenários, enquanto as linhas exibem as concentrações em seis intervalos horários específicos ao longo do dia (22h, 04h, 08h, 12h, 16h e 20h). Essa granularidade horária é fundamental para analisar a variabilidade diurna das

concentrações, pois reflete a dinâmica operacional dos principais portos do estado em um ciclo de 24 horas.

Os mapas de distribuição espacial das concentrações de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄), presentes na ZEE do estado de Santa Catarina, após análise das diferentes faixas horárias nos cenários propostos, nota-se que todos os gases sofrem uma influência da dinâmica diurna da camada limite atmosférica e pelo ciclo de brisa costeira, que controlam o transporte e a dispersão das emissões provenientes das rotas marítimas ao longo do litoral de Santa Catarina. Durante a madrugada e início da manhã, a atmosfera apresenta maior estabilidade, com camada limite mais baixa e predominância da brisa terrestre (terra-mar), o que reduz a dispersão e favorece o acúmulo de GEE nas áreas de emissão no oceano. Com o avanço do período diurno, o aquecimento solar promove o desenvolvimento da camada limite convectiva e o estabelecimento da brisa marítima (mar-terra), aumentando a mistura vertical e transportando as plumas de GEE em direção ao continente. Esse processo resulta em uma redistribuição espacial das concentrações, com redução relativa sobre o oceano e aumento em áreas costeiras e urbanas adjacentes durante o período da tarde, quando a circulação de brisa atinge maior intensidade. No final do dia e à noite, a diminuição da turbulência atmosférica e o enfraquecimento da brisa marítima restabelecem condições mais estáveis, favorecendo novamente o acúmulo de poluentes próximos às fontes. Assim, observa-se uma forte modulação temporal das concentrações de GEE, governada principalmente pelos processos meteorológicos locais, especialmente a interação entre estabilidade atmosférica, altura da camada limite e circulação de brisa costeira, o que reforça que a variação que se observa nos mapas de concentração, são gerados por fenômenos climáticos (vento e temperatura), e não por falta de navios em certos horários.

A Figura 13 detalha a distribuição espacial das concentrações de monóxido de carbono (CO) na ZEE do estado de Santa Catarina, considerando diferentes faixas horárias. Os resultados confirmam padrões temporais e espaciais distintos de emissão de CO, com picos concentrados (22 ppbv) às 22h (região do litoral Norte), às 4h (região do Vale do Itajaí), e 8h (região do litoral Norte e Vale do Itajaí), com um leve estreitamento na concentração localizada na ZEE, os demais horários (12h, 16h, 20h), percebe-se um aumento da concentração na ZEE. A concentração nos períodos noturno e matinal (22h, 04h e 08h) ocorre devido à estabilidade atmosférica

e à falta de radiação solar, que impedem a dispersão vertical do gás, consequentemente uma retenção do CO na superfície. No período diurno (12h e 16h), há uma redução drástica na concentração no continente, por conta do aquecimento da superfície terrestre, geram-se correntes de convecção que "limpam" o ar próximo ao solo, elevando o poluente para camadas mais altas da atmosfera ou dispersando-o mar adentro. No último cenário, observa-se a presença acentuada das emissões do proveniente do modal aquaviário. Nota-se que as maiores concentrações de CO (22 ppbv) estão alinhadas à costa, com núcleos intensos nas regiões dos portos de Itapoá, São Francisco do Sul, Itajaí, Navegantes e Imbituba. O transporte dessas plumas pela brisa marítima (especialmente às 22h e 4h) desloca o CO para o continente, criando áreas críticas de poluição atmosférica nas cidades portuárias.

No Cenário 2030, Figura 13, (40% de biodiesel) observa-se uma leve contração nos núcleos de concentrações em comparação com 2022. A substituição parcial do combustível fóssil começa a frear o aumento proporcional das emissões de monóxido de carbono. As dispersões das plumas de concentração permanecem vastas, mas o foco mantém-se na região dos complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí com pequenos sinais de atenuação.

No Cenário 2040, Figura 13, (60% de biodiesel) nota-se que o benefício da política de biocombustíveis torna-se mais evidente. Apesar de estar 18 anos à frente do ano base, as áreas de concentração máxima (acima de 18 ppbv) não se expandiram agressivamente; pelo contrário, em horários como 8h e 20h, percebe-se que os focos estão mais fragmentados do que em 2022. Isso indica que a eficiência do biodiesel em emitir menos CO.

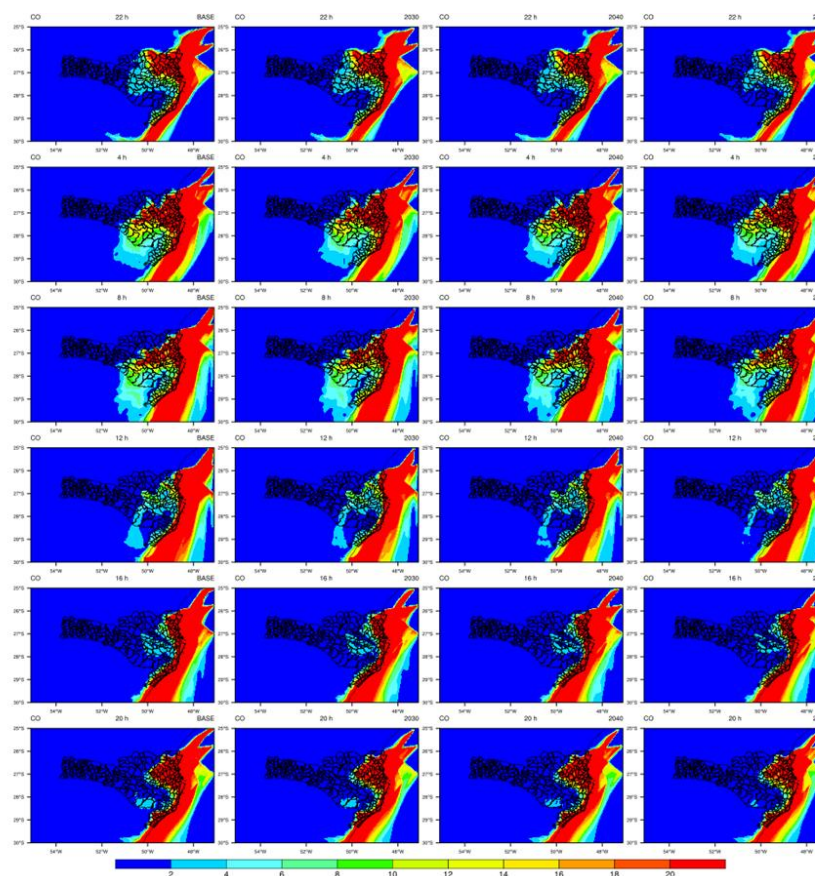
No Cenário 2050, Figura 13, (100% de biodiesel), comparado a 2022 (especialmente na linha das 22h), às áreas de influência do CO estão visivelmente mais limpas. O modelo sugere que, mesmo com o funcionamento pleno dos cinco grandes portos do estado, a substituição total por combustível renovável consegue reduzir o impacto atmosférico para níveis inferiores ou equivalentes aos de décadas anteriores.

Os mapas apresentam um padrão onde, as áreas mais próximas dos complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí, especialmente ao longo da faixa costeira, tem uma maior concentração devido a maior circulação de navios, com uma dispersão que tem uma trajetória que parte do Norte, passando pelo Vale do Itajaí e alcançando a Grande Florianópolis, esse cenário foi construído por alta

mavimentação de cargas nos complexos portuários do norte do estado, responsáveis por 93% no ano de 2022.

A análise detalhada da distribuição espaço-temporal das concentrações de CO nos cenários projetivos reforça a importância de estratégias de redução da emissão desse gás. A modelagem indica que o uso de biodiesel no modal aquaviário catarinense será fundamental para reduzir o CO, que é um poluente tóxico direto. A redução é mais benéfica justamente nos horários da madrugada, garantindo que as cidades portuárias tenham um ar muito mais limpo até 2050. Tais estratégias devem englobar, de forma prioritária, o uso de biocombustíveis em substituição aos combustíveis fósseis, o que contribuirá significativamente para a redução das concentrações de CO.

Figura 13 - Distribuição espacial das concentrações (ppbv) horárias de monóxido de carbono (CO) simuladas com o modelo WRF-Chem no estado de Santa Catarina, para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050, no dia 14 de julho de 2022.



Fonte: Autor (2026)

A Figura 14 apresenta a distribuição espacial das concentrações de dióxido de carbono (CO₂) na ZEE do estado de Santa Catarina, considerando diferentes

faixas horárias obtidas por meio de simulações. Os resultados indicam picos de emissão, especialmente nos horários de 22h (região Norte), 4h (regiões, litoral Norte, Vale do Itajaí, Serrana, Grande Florianópolis e Sul), e 8h (regiões, litoral Norte, Vale do Itajaí, Serrana, Grande Florianópolis e Sul), com um leve estreitamento na concentração localizada na ZEE. Os picos de concentração na madrugada e início da manhã são mais extensos e geralmente causados devido à inversão térmica e menor altura da camada limite atmosférica, que aprisiona os poluentes próximos à costa. No período da tarde, entre 12h e 16h, as massas tendem a se dispersar mais, impulsionadas pela radiação solar que aumenta a turbulência do ar e a brisa marítima.

No Cenário Base, Figura 14, (100% óleo combustível) o mapa inicial mostra plumas de CO₂ extremamente densas atingindo o topo da escala de 0,5 ppmv de concentração, exatamente sobre os eixos portuários. Nota-se que nos horários de 22h, 4h e 8h, há uma massa compacta de CO₂ que se desloca do litoral para o oceano e partes do continente.

No Cenário 2030, Figura 14, (40% de biodiesel) observa-se que a área de cobertura das concentrações mais críticas começa a diminuir em comparação ao ano base. Embora a mancha ainda seja extensa, a intensidade do núcleo das plumas nas regiões dos complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí apresenta-se menos saturada.

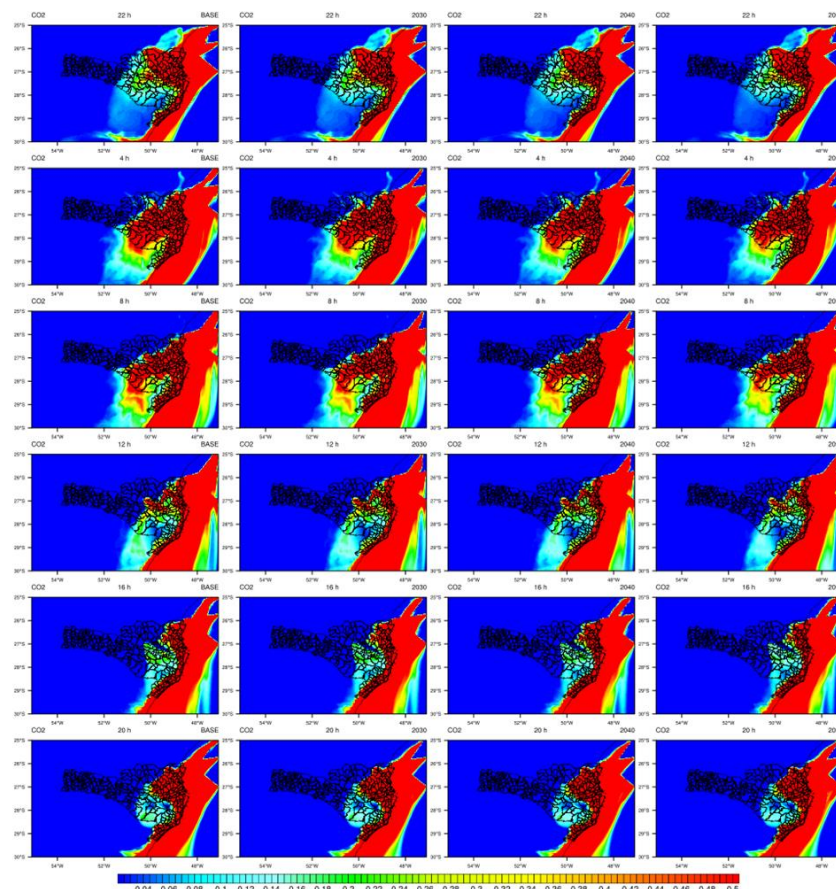
No Cenário 2040, Figura 14, (60% de biodiesel) a diferença entre as colunas fica mais notável. As concentrações médias de 0,28 a 0,38 ppmv passam a dominar áreas que antes eram estritamente 0,5 ppmv em 2022. A maior porcentagem de biodiesel impede que o CO₂ acumulado na superfície atinja os níveis críticos do cenário fóssil, onde a dispersão atmosférica mostra uma pluma mais fina e menos persistente sobre o litoral.

No Cenário 2050, Figura 14, (100% biodiesel) observa-se que atinge bons níveis de redução de concentração. Ao comparar 2050 com 2022 (especialmente na linha das 12h e 16h), as áreas com concentração entre 0,12 a 0,2 ppmv (baixa concentração) ganham muito mais espaço no território catarinense. Em termos de modelagem WRF-Chem, isso indica uma redução drástica na carga de CO₂ antropogênico proveniente das rotas marítimas. A concentração máxima (0,5 ppmv) é significativamente menor, sugerindo que o modal aquaviário de SC operaria com

uma pegada de carbono reduzida, transformando os portos em zonas de baixa emissão em relação ao cenário atual.

Os mapas apresentam um padrão onde, as áreas mais próximas dos complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí, especialmente ao longo da faixa costeira tem uma maior concentração, com uma dispersão que tem uma trajetória que parte do Norte, passando pelo Vale do Itajaí e todo litoral da Grande Florianópolis até o sul do estado. A substituição por biodiesel mostra-se eficaz para achatar os picos de poluição, especialmente nos horários críticos de baixa dispersão (madrugada). A redução é mais evidente nas áreas de influência direta das rotas de navegação, onde o biodiesel reduz a concentração acumulada que, no cenário BASE, atinge níveis elevados com uso do óleo combustível.

Figura 14 Distribuição espacial das concentrações (ppmv) horárias de dióxido de carbono (CO_2) simuladas com o modelo WRF-Chem no estado de Santa Catarina, para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050, no dia 14 de julho de 2022.



Fonte: Autor (2026)

A Figura 15 detalha a distribuição espacial das concentrações de metano (CH_4), na ZEE do estado de Santa Catarina, considerando diferentes faixas horárias. Os resultados confirmam padrões temporais e espaciais distintos de emissão de CH_4 , com picos concentrados às 4h (regiões, Norte, Vale do Itajaí, Serrana, Grande Florianópolis e Sul), e 8h (Litoral Norte, Vale do Itajaí, Serrana, Grande Florianópolis e sul), e presente na ZEE em todo o período do dia. Pico de concentração nos horários de 04h e 08h ocorre porque o metano, sendo um gás leve, mas emitido próximo à superfície, fica preso sob a camada de inversão térmica da madrugada. O vento calmo nesse período impede que o gás se disperse para o alto mar. A dispersão percebida entre 12h e 16h, geraram-se pelo aquecimento do solo e da água, onde, a atmosfera torna-se mais instável e turbulenta, e consequentemente ocasiona uma dispersão do CH_4 pela brisa marítima e corrente de ar ascendente.

No Cenário Base, Figura 15, (100% óleo combustível) o mapa inicial revela concentrações elevadas de CH_4 (0,067 a 0,075 ppbv) nas zonas costeiras, com destaque para a região que compreende os portos de Itajaí, Navegantes, Itapoá e São Francisco do Sul. Especialmente nos horários noturnos e de início da manhã (22h e 4h), a pluma de metano é densa e extensa, indicativo de altas queima de combustível fóssil, que tende a liberar hidrocarbonetos não queimados de forma mais significativa.

No Cenário 2030, Figura 15, (40% de biodiesel) nota-se uma contração visível nas plumas de maior intensidade (acima de 0.067 ppbv). Quando se compara o horário das 4h da manhã de 2022 com 2030, a área de concentração máxima, dá lugar a concentrações entre 0,052 a 0,060 ppbv. Isso sugere que a utilização do biodiesel melhora a eficiência da combustão nos motores dos navios, reduzindo a emissão residual de metano.

No Cenário 2040, Figura 15, (60% de biodiesel) a redução do metano torna-se ainda mais visível. A cauda da pluma que avança sobre o oceano e o interior do estado em horários como 8h e 12h apresentam níveis de 0,022 a 0,031 ppbv. A transição para 60% de combustível renovável demonstra que, embora a atividade portuária possa ser intensa, o perfil químico das emissões está mudando, resultando em uma atmosfera local menos carregada de gases de alto impacto térmico.

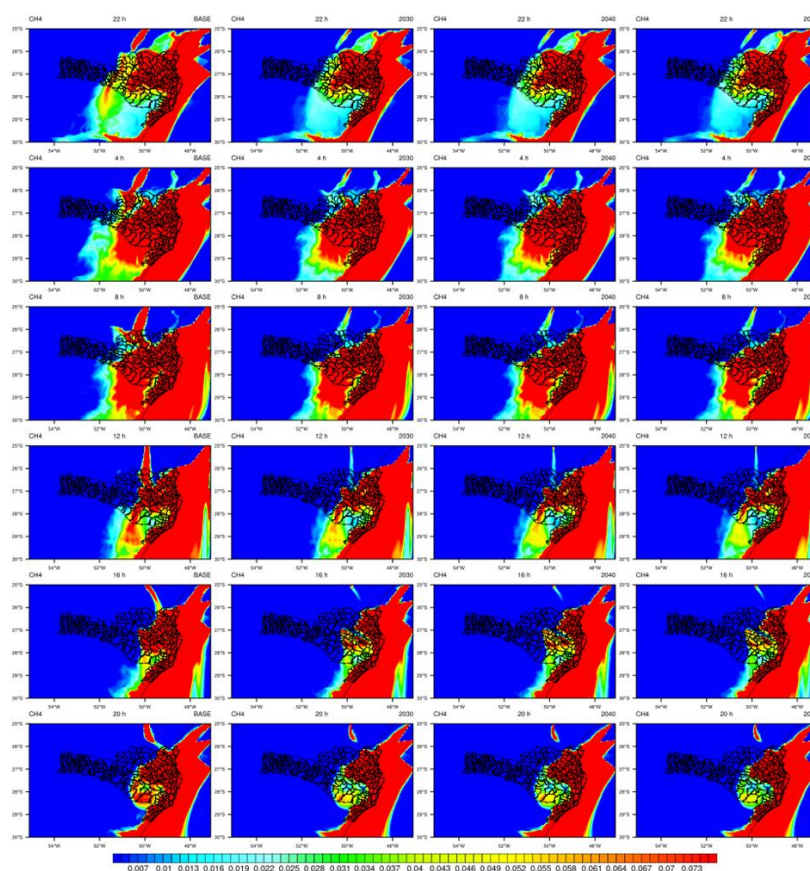
No Cenário 2050, Figura 15, (100% biodiesel) a diferença para o ano base é drástica. As áreas de alerta (0,073 ppbv) estão quase totalmente restritas aos pontos imediatos de emissão ou foram substituídas por concentrações intermediárias. Em

horários de pico, como 20h e 22h, o impacto do CH₄ no litoral catarinense é visivelmente menor do que em 2022. O modelo indica que o uso de 100% biodiesel no modal aquaviário é uma estratégia robusta para reduzir a contribuição dos portos catarinenses para o inventário de emissões de metano.

Os mapas apresentam um padrão onde, as áreas mais próximas dos os complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí, especialmente ao longo da faixa costeira tem uma maior concentração, com uma dispersão que tem uma trajetória que parte do Norte, passando pelo Vale do Itajaí e alcançando o Grande Florianópolis.

A análise detalhada da distribuição espaço-temporal das concentrações de CH₄ nos cenários projetivos reforça a importância de estratégias de redução das emissões de GEE. Embora os pontos de concentração gerados pelo modal aquaviário, continuem ativos e aparentemente o CH₄, apresenta-se com uma redução mais lenta, comparada com o CO₂ em alguns horários, a área total diminui visivelmente de 2030 a 2050, resultado que caracteriza a eficiência do biodiesel.

Figura 15 - Distribuição espacial das concentrações (ppbv) horárias de metano (CH_4) simuladas com o modelo WRF-Chem no estado de Santa Catarina, para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050, no dia 14 de julho de 2022.



Fonte: Autor (2026)

As Figuras 16 a 18 ilustram a distribuição espacial da concentração atmosférica de monóxido de carbono (CO) em parte por bilhão por volume (ppbv), dióxido de carbono (CO_2) em partes por milhão por volume (ppmv) e metano (CH_4) em partes por bilhão por volume (ppbv), respectivamente simulado na ZEE do estado de Santa Catarina, na média de 24 horas do penúltimo dia de rodada do modelo WRF-chem. Em cada figura, os mapas dispostos à esquerda representam os valores absolutos das concentrações, enquanto os mapas à direita demonstram as diferenças absolutas antropogênicas entre os cenários projetivos futuros e o ano base de 2022.

De modo geral, as simulações revelam que as maiores concentrações dos três gases se concentram predominantemente próximo aos complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí, e ao longo da faixa litorânea, esse padrão reflete a predominância das fontes de emissões antropogênicas, notadamente aquelas associadas à queima de combustíveis fósseis das embarcações. As porções Norte e

Vale do Itajaí do estado são consistentemente apontadas como áreas de maior concentração, pois no ano de 2022, passaram por esses portos 93% das rotas do modal aquaviário analisado, quando observada às rotas com destino ao porto de Imbituba, teve reduções significativas, mesmo com 7% do tráfego das embarcações.

Ao analisar as diferenças projetadas com a utilização de biocombustíveis, observa-se uma tendência de redução nas concentrações para os três gases ao longo das décadas.

Na Figura 16, monóxido de carbono (CO), no cenário base de 2022, mostra uma pluma de CO concentrada (50 ppbv) na costa de Santa Catarina (região dos complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí), estendendo-se para o oceano seguindo as rotas de navegação.

No Cenário 2030, Figura 16, (40% Biodiesel) nota-se uma leve retração da concentração para níveis de 45 ppbv na costa em comparação a 2022. O mapa de diferença mostra uma redução predominante entre 11% e 17%.

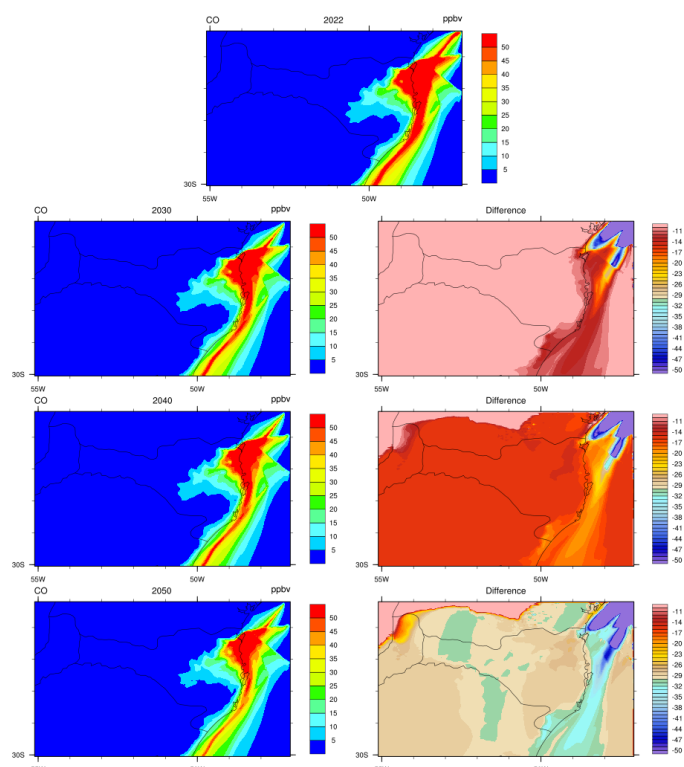
Na maior parte do território continental e oceânico adjacente. A redução mais acentuada começa a aparecer exatamente no "rastro" dos navios (as linhas diagonais no oceano), onde a substituição do combustível fóssil por biodiesel, já apresenta redução próxima aos 40% na concentração.

No Cenário 2040, Figura 16, (60% Biodiesel), a pluma de alta concentração (acima de 45 ppbv) torna-se visivelmente mais estreita. A mancha de redução se intensifica com queda de 17% a 23% na concentração de CO em quase toda a região mapeada. A influência do modal aquaviário na qualidade do ar costeiro fica evidente. A redução não é apenas no oceano, mas a substituição do combustível nos portos impacta também a dispersão de poluentes para o interior do estado de SC devido aos ventos predominantes.

Já no Cenário 2050, Figura 16, (100% Biodiesel) apresenta-se como de maior impacto. A mancha de CO na costa de Santa Catarina é significativamente menor do que em 2022. O mapa apresenta reduções que ultrapassam os 30% em várias áreas, chegando a picos de 50% nas rotas marítimas específicas. Com a utilização de 100% de biodiesel, o modal aquaviário deixa de ser um emissor primário de CO fóssil no litoral catarinense. A limpeza nas rotas de navegação e regiões próximas aos complexos portuários de Itajaí e São Francisco do Sul mostra reduções de até 50% na concentração pontual de CO em relação ao cenário original.

Observa-se que nos mapas de diferença, as linhas com níveis maiores de concentração, no cenário de 2050 seguem exatamente os corredores de transporte marítimo. Isso prova que a política de substituição de combustível no modal aquaviário é o vetor principal para a melhoria da qualidade do ar nessas coordenadas específicas.

Figura 16 - Projeções da média de 24 horas do penúltimo dia de rodada do modelo WRF-chem da Concentração Atmosférica (ppbv) e Diferença Percentual de Monóxido de Carbono (CO) em Santa Catarina para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050.



Fonte: Autor (2026)

No caso do dióxido de carbono (CO_2) (Figura 17), a dinâmica do modelo apresenta comportamento visual que segue um padrão na pesquisa, mas deve-se sempre considerar que as características dos gases têm impactos diferentes em termos de mudanças climáticas e descarbonização da cadeia logística.

No Cenário 2030, Figura 17, (40% Biodiesel) observa-se uma redução inicial da concentração de 11% a 14% na maior parte da pluma de dispersão. A redução é mais visível no entorno imediato do complexo portuário de Itajaí e complexo portuário de São Francisco do Sul. O uso de 40% de biodiesel proporciona uma redução das emissões de CO_2 do modal aquaviário, mas a mancha de alta

concentração ainda é muito vasta, indicando que a dependência fóssil ainda é dominante.

No Cenário 2040, Figura 17, (60% Biodiesel), a queda na concentração de CO₂ se intensifica, atingindo patamares de 20% a 23%. Nota-se que o benefício se estende mais para o Sul do estado (região de Imbituba) e para o interior, ocasionada pelo menor tráfego de navios nessa rota. As projeções dos modelos revelam que as emissões dos navios impactam diretamente na qualidade do ar em áreas continentais que recebem a brisa marítima carregada de poluentes.

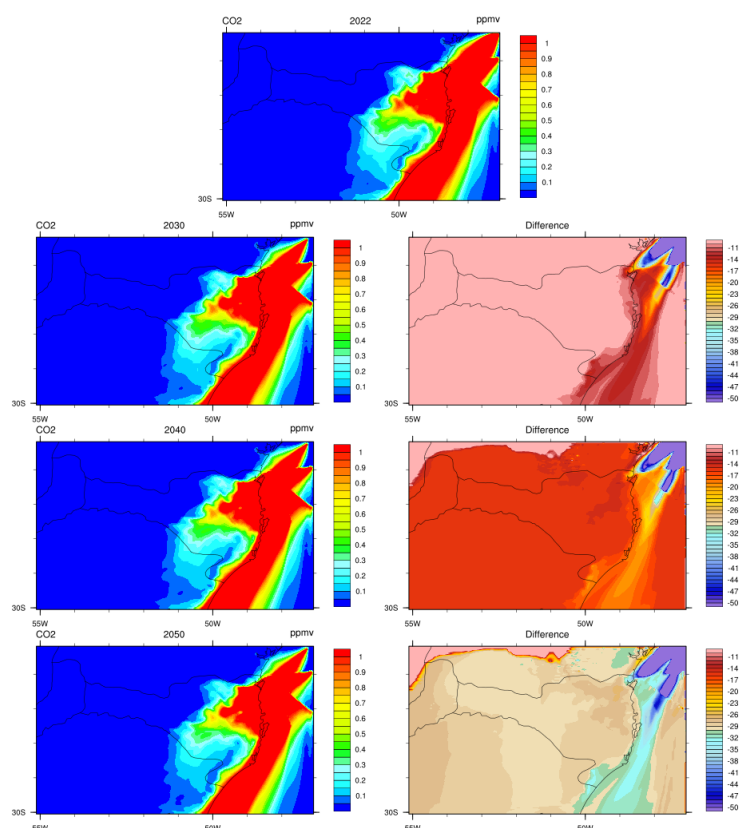
No Cenário 2050, Figura 17, (100% Biodiesel), há reduções drásticas que superam os 30% em escala regional, com as rotas de navegação apresentando quedas de até 50%, fomentando a descarbonização do modal. O mapa de concentração (esquerda) mostra uma retração significativa da pluma de CO₂ sobre a costa catarinense. As rotas marítimas tornam-se corredores limpos em comparação ao cenário de 2022.

Diferente de poluentes locais, o CO₂ tem impacto global, e sua concentração afeta diretamente o microclima da região portuária. Os mapas confirmam que a atividade portuária é responsável por grande parte das emissões de CO₂ na região leste de SC. A transição para o biodiesel no modal aquaviário é, portanto, a estratégia eficaz para reduzir a pegada de carbono do setor de transportes do estado.

Nota-se que a redução de CO₂ (cenário 2050) não fica restrita ao mar; ela avança sobre o continente, o que sugere que a frota naval contribui significativamente para o inventário de emissões das cidades litorâneas.

A transição para o biodiesel (combustível renovável) cria um ciclo fechado de carbono, onde o CO₂ emitido pelos navios em 2050 seria teoricamente compensado pelo crescimento da biomassa utilizada para produzir o combustível, resultando em um balanço muito mais favorável para Santa Catarina, ou seja, atua como um sumidouro de carbono.

Figura 17 - Projeções da média de 24 horas do penúltimo dia de rodada do modelo WRF-chem da Concentração Atmosférica (ppmv) e Diferença Percentual de Dióxido de Carbono (CO₂) em Santa Catarina para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050.



Fonte: Autor (2026)

A análise do Metano (CH₄) (Figura 18), um gás com alto potencial de aquecimento global, comparado ao CO₂ e CH₄, apresenta uma dinâmica de dispersão diferenciada nos mapas, com reduções bem marcadas nas áreas de maiores atividade portuária e logística de Santa Catarina.

No Cenário 2030, Figura 18, (40% Biodiesel), a redução inicial gira em torno de 11% a 14%, onde a maior queda se concentra na costa Centro-Norte, especificamente no rastro que sai do complexo portuário de Itajaí. É notável que a redução do metano seja "mais limpa" em termos de contorno geográfico do que a do CO₂, indicando que a queima de biodiesel emite significativamente menos hidrocarbonetos leves não queimados.

No Cenário 2040, Figura 18, (60% Biodiesel) a mancha de redução se expande e intensifica para a faixa de 17% a 23% e a conexão com o modal aquaviário fica explícita pela redução que se estende para o oceano. No continente, a redução começa a atingir cidades vizinhas aos portos, sugerindo que o uso de

biodiesel nos navios atracados melhora diretamente o ar respirado nas zonas urbanas portuárias de SC.

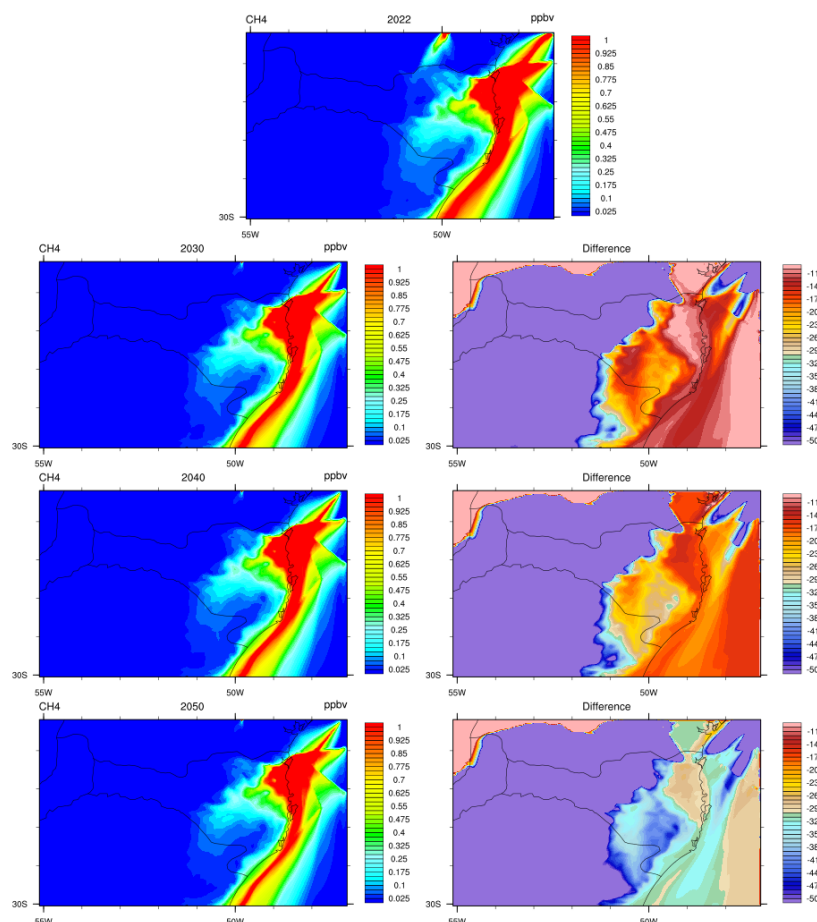
No Cenário 2050, Figura 18, (100% biodiesel) o mesmo atinge reduções de 32% a 44% em áreas de maiores emissões de GEE. Nas rotas marítimas mais profundas, a diferença chega ao patamar máximo de 50%. Há uma mudança drástica no mapa de concentração (à esquerda), onde a alta concentração praticamente desaparece da zona costeira, restando apenas um rastro residual. Isso indica que, com 100% de biodiesel, a contribuição do modal aquaviário para o metano atmosférico na região é reduzida quase à metade.

As projeções mostram que as regiões portuárias, são os pontos focais onde a mudança de combustível gera o benefício imediato para o estado. O mapa de 2050 revela que os principais corredores marítimos de SC deixam de serem fontes intensas de CH₄, o que é primordial para as metas globais para redução de GEE.

Observa-se que a redução percentual é mais forte na costa marítima do que no interior profundo do continente. Isso ocorre porque, na região costeira, o navio é a fonte principal das emissões dos GEE.

Essa análise do metano completa o tripé de poluentes (CO, CO₂, CH₄), e reforça que a transição energética no modal aquaviário é o caminho mais eficiente para redução do impacto ambiental causadas pelas atividades portuárias em Santa Catarina.

Figura 18 - Projeções da média de 24 horas do penúltimo dia de rodada do modelo WRF-chem da Concentração Atmosférica (ppbv) e Diferença Percentual de Metano (CH_4) em Santa Catarina para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050.



Fonte: Autor (2026)

A análise integrada dos dados de emissão e concentração para o modal aquaviário de Santa Catarina revela que as áreas de maior concentração de poluentes convergem invariavelmente para as regiões portuárias do Norte do Estado, com episódios críticos registrados no período da madrugada (entre 04h e 08h) em decorrência da estabilidade atmosférica que dificulta a dispersão do ar. No inventário de emissões, o CO_2 apresenta um volume massivo e constante, porém demonstra uma redução nítida em todas as rotas de navegação no cenário de 2050 com o uso de biodiesel. O Monóxido de Carbono (CO), concentrado majoritariamente nas áreas próximas dos complexos portuários e canais de acesso, apresenta a maior redução em termos de toxicidade local devido à queima mais limpa do biocombustível. Por fim, o metano (CH_4), embora possua baixa emissão na fonte, apresenta acúmulo em baías protegidas, sendo sua redução sutil, porém

fundamental para a redução do efeito estufa. Conclui-se que a maior redução absoluta proporcionada pela substituição energética recai sobre o CO₂, consolidando a viabilidade do biodiesel para justificar investimentos em infraestrutura de abastecimento nos portos catarinenses.

Diante desse cenário, evidencia-se a necessidade de atuação da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Economia Verde (SEMAE) de Santa Catarina no investimento e expansão de estações de monitoramento contínuo da qualidade do ar nessas regiões. Essa infraestrutura de monitoramento é essencial para mensurar os picos de concentração de poluente e gases de efeito estufa, observados na pesquisa e, sobretudo, para quantificar o real impacto do monóxido de carbono oriundo do combustível marítimo na zona urbana, discriminando-o das emissões de fontes veiculares terrestres. Como mecanismo prático de viabilização, sugere-se que o órgão ambiental estadual solicite a instalação e a manutenção dessas estações de monitoramento como condicionante técnica nos processos de renovação da Licença de Operação (LO) dos complexos portuários catarinenses.

Portanto, os resultados obtidos revelam que a substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis promove reduções significativas nas concentrações atmosféricas regionais de monóxido de carbono (CO) e gases de efeito estufa (GEE), como dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄) (EPE, 2025; DNV, 2025, p. 3). Essa evidência, relevante para a redução de emissões do modal aquaviário, auxiliando nos estudos recentes que projetam reduções de até 81% nas emissões do setor marítimo brasileiro até 2050 com biocombustíveis (SINAVAL, 2025).

5 PRODUTOS DESENVOLVIDOS

Produto Técnico Tecnológico (PTT) é entendido como um produto aplicado e concreto derivado da pesquisa do mestrando, que materializa os resultados do trabalho científico em forma de diagnóstico, protocolo, inventário, plano de ação, guia técnico, sistema de monitoramento ou outra solução tecnológica voltada a problemas reais ligados ao clima e ao ambiente. O PTT deve expressar como os resultados do estudo retornarão de forma objetiva à sociedade, atendendo demandas sociais, econômicas e ambientais, ao mesmo tempo, sendo essencial para evidenciar o caráter profissional e aplicado do mestrado, além de contribuir para a qualificação de gestores, empresas e comunidades frente aos desafios climáticos e ambientais. A pesquisa gerou os seguintes produtos técnicos tecnológicos:

5.1 Inventário das emissões de GEE do modal aquaviário em Santa Catarina

O Produto Técnico Tecnológico (PTT) referente ao inventário das emissões de GEE do modal aquaviário de Santa Catarina consistiu na sistematização e quantificação das emissões provenientes das embarcações que atracaram nos portos catarinenses no ano de 2022. O produto foi desenvolvido a partir da identificação das embarcações, levantamento das características técnicas dos motores, consumo de combustível e definição das rotas marítimas. Foram estimadas as emissões de CO₂, CH₄ e N₂O, convertidas em toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e), permitindo identificar o impacto ambiental do setor aquaviário estadual. O inventário fornece uma base inédita de dados para subsidiar políticas públicas de mitigação climática, planejamento portuário sustentável e futuras modelagens atmosféricas.

5.2 Inventário das emissões de GEE na rota completa das embarcações

O PTT relacionado ao inventário das emissões de GEE na rota completa das embarcações teve como objetivo ampliar a análise das emissões para além da área portuária de Santa Catarina, considerando todo o percurso realizado pelas embarcações até os portos de origem e destino. O produto contemplou a estimativa do consumo de combustível ao longo das rotas marítimas e a quantificação das

emissões associadas ao transporte internacional e nacional. A metodologia permitiu avaliar o impacto das emissões em escala ampliada, demonstrando a contribuição do transporte marítimo para o aquecimento global. Os resultados auxiliam na compreensão da pegada de carbono do setor logístico marítimo e contribuem para estudos de descarbonização do transporte aquaviário.

5.3 Inventário das emissões de GEE, das fontes móveis e estacionárias de Santa Catarina

O PTT do inventário das emissões de GEE das fontes móveis e estacionárias de Santa Catarina integrou os dados do modal aquaviário com informações dos setores rodoviário, ferroviário, aéreo e das fontes estacionárias do estado, baseado em dissertações já defendidas no Programa de Pós-Graduação em Clima e Ambiente do IFSC. O produto consolidou um inventário estadual abrangente das emissões antropogênicas de GEE referentes ao ano de 2022, permitindo identificar os principais setores emissores e sua participação percentual nas emissões totais. Os dados foram organizados em tabelas comparativas e indicadores de impacto climático, servindo como instrumento técnico para planejamento ambiental, elaboração de políticas públicas e estratégias de mitigação das mudanças climáticas em Santa Catarina.

5.4 Mapas de emissões de GEE do modal aquaviário de Santa Catarina

O PTT referente aos mapas de emissões de GEE do modal aquaviário consistiu na elaboração de produtos que representam espacialmente as emissões atmosféricas geradas pelas embarcações em Santa Catarina. Utilizando modelagem ambiental por meio do modelo WRF-Chem foram produzidos mapas horários de emissões de CO, CO₂ e CH₄ para diferentes cenários futuros de substituição de combustível fóssil por biodiesel. Os mapas permitem visualizar as regiões de maior intensidade de emissões ao longo das rotas marítimas e áreas portuárias, auxiliando no monitoramento ambiental, na gestão costeira e no planejamento de ações voltadas à redução de gases de efeito estufa.

5.5 Mapas de concentrações de GEE do modal aquaviário de Santa Catarina

O PTT dos mapas de concentrações de GEE do modal aquaviário de Santa Catarina foi desenvolvido com o objetivo de representar a dispersão atmosférica e a concentração dos poluentes emitidos pelas embarcações no território catarinense.

Por meio das simulações realizadas no modelo WRF-Chem, foram gerados mapas espaciais das concentrações de CO, CO₂ e CH₄ para os cenários de 2022, 2030, 2040 e 2050. O produto possibilita analisar a influência das emissões marítimas na qualidade do ar e identificar áreas potencialmente mais impactadas pela concentração de poluentes atmosféricos. Os resultados contribuem para estudos climáticos, monitoramento ambiental e apoio à tomada de decisão em políticas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

5.6 Relatório Técnico Conclusivo do modal aquaviário

O relatório técnico conclusivo (Apêndice C) é um documento executivo e aplicado que sintetiza os principais achados da dissertação de mestrado, traduzindo o rigor da pesquisa científica em diagnósticos e diretrizes acessíveis para as autoridades dos portos estudados e para os órgãos ambientais competentes. Seu objetivo principal é fundamentar a tomada de decisão, o planejamento e a formulação de políticas públicas voltadas à saúde pública nas regiões portuárias e de forma mais abrangente as mudanças climática, fornecendo uma base técnica sólida para planos de descarbonização, criação de zonas de baixas emissões e ações preventivas de saúde. Estruturado basicamente na metodologia, resultados e conclusão, o relatório destaca a modelagem atmosférica acoplada do WRF-Chem. Essa ferramenta permitiu integrar a meteorologia e a química da atmosfera para simular a dispersão de poluentes e as alterações microclimáticas do modal aquaviário, transformando dados complexos em mapas claros de emissões e concentrações que evidenciam visualmente os pontos críticos de poluição e a variação de temperatura nas áreas de influência dos portos. O Relatório Técnico Conclusivo foi encaminhado via mensagem eletrônica (19/08/2026) para:

- Porto de Itapoá (enviado por e-mail)
 - Porto de São Francisco do Sul (enviado por e-mail)
 - Porto de Navegantes – Portonave (enviado por e-mail)
 - Porto de Itajaí (enviado por e-mail)
 - Porto de Imbituba (enviado por e-mail)
 - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e da Economia Verde – Semae
- Protocolo nº 3209420/2026

5.7 Participação de eventos

Foi apresentado o trabalho intitulado “Análise de Impacto das emissões de Gases de Efeito Estufa do Sistema Modal Aquaviário de Santa Catarina” em dois eventos científicos, conforme segue:

1. Na forma de banner, na 2ª FIITA - Feira de Ciências e Tecnologia do IFSC Itajaí (2024). O evento reuniu estudantes e professores de escolas públicas da região, que tiveram através da pesquisa apresentada contato com dados das emissões dos GEE, gerados pelo modal aquaviário de Santa Catarina e a proposta de redução dos impactos, através da substituição do combustível fóssil pelo biogênico;
2. Na forma de comunicação oral, no V Simpósio Catarinense em Educação em Ciências (anais/sece_2024 - ISBN: 978-65-272-1235). O evento foi voltado, principalmente, aos professores de Ciências da Educação Básica que versava sobre o tema “O ambiente nas lentes da Educação em Ciências”, incluindo desdobramentos na formação de professores, nas metodologias de ensino, nas propostas pedagógicas de diferentes níveis e sistemas de ensino, no desenvolvimento cultural, na extensão e na pesquisa.

5.8 Submissão de artigos

O presente estudo foi submetido para 2 revistas científicas conforme segue:

1. Ao periódico Almanaque Multidisciplinar de Pesquisa, foi submetido o artigo intitulado “Análise de Riscos das Emissões de Dióxido de Carbono no Estado de Santa Catarina”. A submissão foi submetida processo editorial por meio do site <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/amp/authorDashboard/submission/9364> do periódico:
2. Aos Anais da Academia Brasileira de Ciências foi submetido o artigo intitulado "Cenário de Descarbonização do Transporte de Águas em Santa Catarina: Análise das emissões de GEE até 2050", que possui o seguinte ID do manuscrito AABC-2025-0964 (<https://mc04.manuscriptcentral.com/aabc-scielo>).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O transporte marítimo constitui modal essencial para a economia brasileira e, especialmente, para o estado de Santa Catarina, funcionando como via comercial vital para diversos setores econômicos. Diante do elevado tráfego de embarcações no litoral catarinense, esta pesquisa buscou quantificar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e propor cenários de mitigação dos impactos na temperatura global.

A análise das emissões de GEE do transporte aquaviário na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) de Santa Catarina revelou que, no cenário atual (2022), com uso de 100% de óleo combustível (OC), registraram-se 1.036.392,48 tCO₂e, sem emissões biogênicas. Com a substituição progressiva do OC pelo biodiesel (BD), alcançou-se, no cenário de 2050 (100% BD), emissões totais de 4.829,29 tCO₂e e 806.486,61 tCO₂ biogênicos. Aplicou-se a mesma metodologia à rota completa das embarcações, o cenário atual (2022, 100% OC) apresentou 50.612.193,65 tCO₂e e zero de emissão de biogênicos, alcançou-se, no cenário de 2050 (100% BD), emissões totais de 235.838,67 tCO₂e e 39.384.747,82 tCO₂ biogênico.

A substituição progressiva do óleo combustível (OC) pelo biodiesel (BD) nos navios redu as emissões de GEE não biogênicas (tCO₂e), embora introduza emissões biogênicas consideradas neutras em ciclos de carbono. Isso demonstra um impacto ambiental positivo, e alinhado com as metas da IMO 2050 de descarbonização no transporte aquaviário (redução de 70-100% em emissões). Os desafios de toda a logística de implantar a utilização do BD são compensadas pelos benefícios ambientais globais e fomentam a sustentabilidade em portos como os de Santa Catarina.

Para estimativa dos impactos das emissões de GEE provenientes do modal aquaviário de Santa Catarina no aquecimento global, a pesquisa apresentou reduções de 11,54E⁻⁰⁸ °C, considerando-se combustível fóssil + Biogênico. Quando se utilizou somente os dados do combustível fóssil (Óleo Combustível convencional), obteve-se uma redução de 52,9E⁻⁰⁸ °C. Os resultados evidenciam a contribuição para reduzir a velocidade do aumento da temperatura global, na substituição do combustível fóssil pelo biogênico.

A pesquisa também reuniu ao modal aquaviário, resultados alcançados em outras dissertações do Programa de Pós-Graduação em Clima e Ambiente do IFSC,

que trouxeram dados das emissões dos modais rodoviário, ferroviário, aérea e fontes estacionárias. Esses dados reunidos possibilitaram o estabelecimento do inventário geral das emissões de GEE no estado de Santa Catarina no ano de 2022.

Como resultado do inventário geral das emissões, obteve-se no modal rodoviário 20.367.486,64tCO₂e, representando expressivos 78,37% do total, em segundo lugar, a fonte estacionária contribui significativamente com 4.298.122,84tCO₂e (16,57%). As demais fontes apresentam participações menores: a aquaviário com 1.036.392,48 tCO₂e (3,99%), a aérea com 254.249,59tCO₂e (0,98%) e a ferroviária com 32.104,01tCO₂e (0,12%). O somatório de todas as fontes resulta em um total de 25.988.355,56 tCO₂e.

A dada expressão a dependência da economia ao modal rodoviário, e com sugerem um planejamento para o uso de combustíveis alternativos a esse modal e também a busca por outros meios de transporte menos poluente. Notadamente, as mudanças climáticas e os eventos extremos têm se intensificado nas últimas décadas em virtude do aumento da concentração de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera terrestre. Em Santa não é diferente. Muitos são os eventos extremos que afetam o estado.

A substituição completa dos combustíveis fósseis por biodiesel em todas as fontes móveis e estacionárias no estado de Santa Catarina até 2050 pode proporcionar uma redução significativa nas emissões de gases de efeito estufa e impactos positivos sobre a temperatura regional. Os dados do cenário futuro apresentados indicam uma redução expressiva nas emissões (438,746 E⁻⁰⁶ ppm) e uma projeção de redução de temperatura de 176,34E⁻⁰⁸ °C no estado nesse horizonte temporal.

A migração para o uso de biodiesel é uma das estratégias centrais para a meta de emissões líquidas zero em 2050 no Brasil, conforme estudos recentes de transição energética e cenários elaborados pelo Centro Brasileiro de Relações Internacionais (CEBRI, 2025). Biocombustíveis, como o biodiesel, contribuem minimamente para as emissões líquidas porque o CO₂ liberado durante a queima é em parte compensado pela absorção das plantas utilizadas em sua produção, caracterizando um ciclo mais sustentável em comparação aos combustíveis fósseis.

A análise integrada dos dados de emissão e dispersão (cenários projetivos WRF-Chem) para o modal aquaviário de Santa Catarina revela que as áreas de maior concentração de poluentes convergem invariavelmente para as regiões

portuárias do Norte do Estado, com episódios críticos registrados no período noturno (entre 22h e 08h) em decorrência da estabilidade atmosférica que dificulta a dispersão do ar. No inventário de emissões, o CO₂ apresenta um volume massivo e constante, porém demonstra uma redução nítida em todas as rotas de navegação no cenário de 2050 com o uso de biodiesel. O monóxido de carbono (CO), concentrado majoritariamente em manobras portuárias e canais de acesso, apresenta a maior redução em termos de toxicidade local devido à queima mais limpa do biocombustível. Por fim, o metano (CH₄), embora possua baixa emissão na fonte, apresenta acúmulo em baías protegidas, sendo sua redução sutil, porém fundamental para a diminuição do efeito estufa. Conclui-se que a maior redução absoluta proporcionada pela substituição energética recai sobre o CO₂, consolidando a viabilidade do biodiesel para justificar investimentos em infraestrutura de abastecimento nos portos catarinenses.

A simulação em WRF-Chem mostrou que, a substituição progressiva do combustível fóssil pelo biodiesel no modal aquaviário de Santa Catarina reduz significativamente as concentrações do poluente CO e os GEE CO₂ e CH₄. No cenário de 2030 com 40% de biodiesel, as reduções variam de 11% a 17% para CO, 11% a 14% para CO₂ e 11% a 14% para CH₄, concentradas nos portos dos complexos portuários de Itajaí e São Francisco do Sul. Em 2040, com 60% de biodiesel, as quedas intensificam-se para 17% a 23% em CO e CH₄ e 20% a 23% em CO₂, expandindo-se às rotas marítimas e áreas costeiras. Já em 2050, com 100% de biodiesel, os impactos são máximos, alcançando até 50% de redução em CO nos corredores marítimos, mais de 35% a 50% em CO₂ nas rotas marítimas e 32% a 50% em CH₄ na faixa litorânea, promovendo descarbonização, redução do aquecimento global e alinhamento às metas climáticas.

No contexto do estado de Santa Catarina, com consideráveis fontes móveis e estacionárias, tende a beneficiar-se especialmente com a transição para biocombustíveis, já que o biodiesel apresenta menores emissões de gases poluentes e partículas em comparação ao diesel fóssil. Isso contribuiria para melhorias na qualidade do ar e para um perfil climático regional mais equilibrado.

A pesquisa apresenta uma redução de 99,53% na emissão de tCO₂e até o ano de 2050 caso seja adotado 100% do Biodiesel nos navios. Se considerar as emissões biogênicas, a soma das emissões de CO₂e mais CO₂ Biogênicos, ter-se-á uma redução de 22 % nas emissões dos GEE.

Nesse contexto, o uso do Biodiesel é uma medida de redução altamente eficaz e por se tratar de um combustível que já passou por avaliações, testes e pesquisas nos quesitos de produção, distribuição e desempenho. Em todos os gases analisados, a transição para o biodiesel mostra que o impacto é geograficamente focado nas rotas marítimas, mas o benefício ambiental se dispersa para o continente, auxiliando Santa Catarina a atingir metas rigorosas de qualidade do ar e redução dos impactos climáticos até 2050.

7 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 827, de 1º de setembro de 2020**. Estabelece a especificação do óleo diesel marítimo (DMA e DMB) a ser comercializado no território nacional. Brasília, DF: ANP, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br>. Acesso em: 4 ago. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **ANP autoriza comercialização de combustível marítimo com biodiesel**. Brasília, DF: ANP, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/canais_atendimento/imprensa/noticias-comunicados/anp-autoriza-comercializacao-de-combustivel-maritimo-com-biodiesel. Acesso em: 12 jun. 2025.

ANTAQ. **Estatístico Aquaviário**: painel de movimentação portuária. Brasília, DF: ANTAQ, 2024. Disponível em: <https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/movport.html#pt>. Acesso em: 15 mar. 2024.

BAG, Surajit *et al.* Unveiling the impact of carbon-neutral policies on vital resources in Industry 4.0 driven smart manufacturing: a data-driven investigation. **Computers & Industrial Engineering**, v. 187, elocation 109798, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109798>. Acesso em: 18 mai. 2026.

BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química ambiental**. Tradução: Marco Tadeu Grassi *et al.*; revisão técnica: Marco Tadeu Grassi. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BAMBER, Jonathan L. *et al.* Ice sheet contributions to future sea-level rise. **Nature Climate Change**, v. 8, n. 10, p. 889-895, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0256-0>. Acesso em: 25 mai. 2024.

BARBOSA, Marcelo Lopes. **Emissão zero de carbono em embarcações**: desafios, alternativas e novos combustíveis. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

BECK, Verona *et al.* **The WRF Greenhouse Gas Model (WRF-GHG)**. Jena: Max Planck Institute for Biogeochemistry, 2012. 68 p. (Technical Report, n. 25). Disponível em: https://www.bgcjena.mpg.de/bgcsystems/pmwiki2/uploads/Download/Wrfghg/WRFHG_Techn_Report.pdf. Acesso em: 18 mai. 2026.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Estudos da Resolução CNPE nº 18/2019: Comitê de Avaliação do Abastecimento de Combustíveis Aquaviários. Brasília, DF: MME, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/>. Acesso em: 19 jul. 2026.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **AdaptaClima**: adaptação à mudança do clima. Brasília: MMA, c2024. Disponível em: <http://adaptaclima.mma.gov.br/adaptacao-a-mudanca-do-clima>. Acesso em: 10 out. 2024.

BRASIL ENERGIA. Setor marítimo brasileiro embarca na transição energética. Brasil Energia, 26 mar. 2025. Disponível em: <https://brasilenergia.com.br/brasilenergia/acoes-em-transicao-energetica/setor-maritimo-brasileiro-embarca-na-transicao-energetica>. Acesso em: 12 jun. 2025

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Acordo de Paris**. Brasília, DF: MCTI, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/arquivos/pdf/acordo_paris.pdf. Acesso em: 20 nov. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade do ar no Brasil**. Brasília, DF: MMA, 2014. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/qualidade-do-ar/Diagnostico_Nete_de_Monitoramento_da_Qualidade_do_Ar.pdf. Acesso em: 15 sep. 2024.

BRISKI, Evangelina *et al.* Global patterns and drivers of ship-mediated species introductions. **Frontiers in Marine Science**, v. 9, id. 816794, 2022. Disponível em:

<https://doi.org/10.3389/fmars.2022.816794>. Acesso em: 18 abr. 2026.

BULLOCK JR, O. Russell *et al.* Adding four-dimensional data assimilation by analysis nudging to the Model for Prediction Across Scales – Atmosphere (version 4.0). **Geoscientific Model Development**, v. 11, n. 7, p. 2897-2922, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/gmd-11-2897-2018>. Acesso em: 18 mai. 2026.

CARLESSI, Nicole Monique; PETRENKO, S.; BARROS-PLATIAU, A. F. Socio-environmental impacts of port expansion in a Brazilian coastal city: A case study of Itajaí. **Journal of Environmental Management**, v. 264, id. 110456, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110456>. Acesso em: 15 ago. 2026.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. Emissões relativas de poluentes do transporte urbano. *In*: INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Boletim regional, urbano e ambiental**. Brasília: IPEA: Dirur, 2011. p. 123-139

CEBRI. **BiodieselBR**, Curitiba, 2025. Biocombustíveis serão fundamentais para carbono zero em 2050: análise de cenários para a descarbonização da economia brasileira. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/noticias/meioambiente/emissoes/biocombustiveis-serao-fundamentais-para-carbono-zero-em-2050-280825>. Acesso em: set. 2025.

CHEENKACHORN, Kraipat *et al.* Biodiesel as marine fuel for small marine diesel engines. *Energy Procedia*, Amsterdam, v. 34, p. 828-835, 2013.

CHEN, Jiayi *et al.* Long-term and short-term exposure to fine particulate matter and carbon monoxide and their effects on cardiovascular and respiratory mortality: A systematic review and meta-analysis. **Environmental Health Perspectives**, Research Triangle Park, v. 131, n. 4, p. 047001-1-047001-15, abr. 2023.

CHOI, Min-Woo *et al.* Comparison of PM_{2.5} chemical components over East Asia simulated by the WRF-Chem and WRF/CMAQ models: on the models' prediction inconsistency. **Atmosphere**, v. 10, n. 10, elocation 618, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/atmos10100618>. Acesso em: 18 mai. 2026.

CORBETT, James J. et al. **Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment**. Environmental Science & Technology, Washington, DC, v. 41, n. 24, p. 8512-8518, dez. 2007.

COMER, Bryan et al. How to align international shipping with the Paris Agreement goals. **Nature Climate Change**, v. 13, n. 1, p. 22-29, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01562-2>. Acesso em: 05 mai. 2024.

CONEAC, Gabriel Dias; CIOTTA, Marcio; CARVALHO, Matheus. Análise de emissões e desempenho de motores navais utilizando misturas de biodiesel: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Engenharia Marítima**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 45-62, 2023. Disponível em: <https://www.engenhariamaritima.com.br>. Acesso em: 19 mai. 2026.

DEUS, Edson Souza de. **Estudo das emissões de gases de efeito estufa diretas de combustões estacionárias e móveis de Santa Catarina**. 2025. Dissertação (Mestrado em Clima e Ambiente) – Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br>. Acesso em: 18 mai. 2026.

DNV. **Maritime Forecast to 2050**. Høvik: DNV, 2023. Disponível em: <https://www.dnv.com/maritime/publications/maritime-forecast/2023>. Acesso em: 2 dez. 2024.

DNV. **Maximizing the potential of biofuels in shipping**. Høvik: DNV, 2025. Disponível em: <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/maximizing-the-potential-of-biofuels-in-shipping/>. Acesso em: 18 abr. 2024.

DORHETSO, Samuel N.; TEFUTOR, Innocent K. Estimation of the most sustainable regional and trans-border infrastructure among road, rail and seaborne transport. *In*: LARYEA, Samuel; IBRAHIM, Nicholas (ed.). **Applied Research Conference in Africa**. Cham: Springer, 2022. p. 243-259.

DUCE, Robert A. *et al.* Christian Junge – a pioneer in global atmospheric chemistry. **Journal of Atmospheric Chemistry**, v. 79, n. 4, p. 219-256, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10874-022-09437-0>. Acesso em: 18 mai. 2026.

ECMWF. **ERA5**: fifth generation ECMWF reanalysis of the global climate. Reading: Copernicus Climate Change Service, 2023. Disponível em: <https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-single-levels?tab=overview>. Acesso em: 19 mai. 2026.

ELLIS, Richard. **Equation for Global Warning**: derivation and application. 2013. Disponível em: <https://www.worldstormcentral.co/globalwarmingeqn/globalwarmingeqn.html>. Acesso em: 11 out. 2023.

EPA. **AP-42**: compilation of air pollutant emission factors. 5. ed. Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency, 2010. v. 1: Stationary Point and Area Sources, section 1.3: Fuel Oil Combustion. Disponível em: <https://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/>. Acesso em: 19 mai. 2026.

EPE. **Caderno roadmap transporte aquaviário**: nota técnica n. CA-EPE-DPG-SDB-2024-17. Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-845/CA-EPE-DPG-SDB-2024-17%20Caderno%20Roadmap%20Transporte%20Aquavi%C3%A1rio.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2025.

EPE. **Nota técnica**: descarbonização do transporte aquaviário. Rio de Janeiro: EPE, 2025. Disponível em: <https://sinaval.org.br/2025/09/brasil-pode-liderar-descarbonizacao-do-transporte-aquaviario-com-bicombustiveis-diz-estudo/>. Acesso em: 18 abr. 2026.

FAN, Yee Van *et al.* A review on air emissions assessment: transportation. **Journal of Cleaner Production**, v. 194, p. 673-684, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.150>. Acesso em: 8 out. 2024.

FARIA, Erica Cristina Machado Forechi *et al.* Qualidade de combustíveis e as novas políticas ambientais. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento em Qualidade de Combustíveis**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2021. Disponível em: https://ojs.rpqsenai.org.br/index.php/rpq_n1/article/view/625. Acesso em: 19 mai. 2026.

FERREIRA, Lucas M. *et al.* **Life cycle assessment of biodiesel production from oleaginous crops for maritime application**: Carbon footprint and net energy balance. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, v. 382, p. 135240, jan. 2023.

FRIEDLINGSTEIN, Pierre *et al.* Global Carbon Budget 2022. **Earth System Science Data**, v. 14, n. 11, p. 4811-4900, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/essd-14-4811-2022>. Acesso em: 14 ago. 2025.

FRIESS, Dan. *et al.* The state of the world's mangroves in a changing climate. **Nature Sustainability**, v. 2, n. 6, p. 523-530, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3331-z>. Acesso em: 21 mai. 2024.

FROTA, Evandro Bezerra; VASCONCELOS, Nila Maria Sicard. **Química ambiental**. 2. ed. Fortaleza: EdUECE, 2019.

GARCÍA, José Luis Sampedro; SANZ, J. M. D. Climate change, ethics and sustainability: an innovative approach. **Journal of Innovation & Knowledge**, v. 3, n. 2, p. 70-75, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2017.12.002>. Acesso em: 18 mai. 2026.

GOEL, Sandeep. Global warming and climate change: a threat to environment. **Loyola Journal of Social Sciences**, v. 35, n. 2, 2021. Disponível em: <https://www.loyolajournal.in/>. Acesso em: 22 out. 2024.

GREENE, Suzanne; JIA, Haiying; RUBIO-DOMINGO, Gabriela. Well-to-tank carbon emissions from crude oil maritime transportation. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 88, elocation 102587, 2020. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102587>. Acesso em: 18 mai. 2026.

GRELL, Georg A. *et al.* Fully coupled “online” chemistry within the WRF model. **Atmospheric Environment**, v. 39, n. 37, p. 6957-6975, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2005.04.027>. Acesso em: 18 mai. 2026.

GU, Biao; LIU, Jian. A systematic review of resilience in the maritime transport. **International Journal of Logistics Research and Applications**, v. 28, n. 3, p. 257-278, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13675567.2023.2214152>. Acesso em: 18 mai. 2026.

HODUR, Richard M. *et al.* The Coupled Ocean/Atmosphere Mesoscale Prediction System (COAMPS). **Oceanography**, v. 15, n. 1, p. 88-98, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.5670/oceanog.2002.39>. Acesso em: 18 mai. 2026.

IBGE. **Censo Demográfico 2022**: características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 18 mai. 2026.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Global Energy and Climate Model 2022**: key input data - data product. Paris: IEA, 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/global-energy-and-climate-model-2022-key-input-data>. Acesso em: 27 jan. 2023.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). IMO 2020 – **Cleaner shipping for cleaner air**: resolution MEPC.305(73). London: IMO, 2019. Disponível em: <https://www.imo.org> . Acesso em: 4 ago. 2026.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Fourth IMO GHG Study 2020**. London: IMO, 2020. Disponível em: <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Fourth-IMO-GHG-Study-2020.aspx>. Acesso em: 18 mai. 2025.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **2023 IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships**. London: IMO, 2023. Disponível em: <https://www.imo.org/en/mediacentre/hottopics/pages/cutting-ghg-emissions.aspx>. Acesso em: 10 mai. 2025.

ITF. **Navigating towards cleaner maritime shipping**: lessons from the nordic region. Paris: OECD Publishing, 2020. 46 p. (International Transport Forum Policy Papers, n. 80). Disponível em: <https://www.itf-oecd.org/navigating-towards-cleaner-maritime-shipping-lessons-nordic-region>. Acesso em: 19 mai. 2026.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2022**: mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC, 2022. Disponível em: https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_FinalDraft_FullReport.pdf. Acesso em: 13 fev. 2024.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2014**: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Editors: Core Writing Team, R. K. Pachauri, L. A. Meyer. Geneva: IPCC, 2014. 151 p. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>. Acesso em: 19 mai. 2026

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate**. Edição de H.-O. Pörtner *et al.* Geneva: IPCC, 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/srocc/>. Acesso em: 05 jul. 2024.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Resumo para decisores. *In*: INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2013**: the physical science basis. Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas. Edição de T. F. Stocker *et al.* Cambridge: Cambridge

University Press, 2013. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>. Acesso em: 1 ago. 2026.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2021**: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edição de V. Masson-Delmotte *et al.* Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2022**: mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

IRIART, Paula *et al.* Uso de modelos atmosféricos de alta resolução para a determinação dos ventos no Centro de Lançamento de Alcântara. **Ciência e Natura**, v. 38, n. esp., p. 402-404, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura>. Acesso em: 19 mai. 2026

IQBAL, Rashid *et al.* Comparative study based on techno-economics analysis of different shipboard microgrid systems comprising PV/wind/fuel cell/battery/diesel generator with two battery technologies: a step toward green maritime transportation. **Renewable Energy**, v. 221, elocation 119670, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.119670>. Acesso em: 18 jun. 2024.

JANKOV, Isidora *et al.* An evaluation of five ARW-WRF microphysics schemes using synthetic GOES imagery for an atmospheric river event affecting the california coast. **Journal of Hydrometeorology**, v. 12, n. 4, p. 618-633, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1175/2011JHM1345.1>. Acesso em: 19 mai. 2026.

JARDIM, Wilson F. A evolução da atmosfera terrestre. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, São Paulo, n. esp., p. 5-8, maio 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/evolucao.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2024.

JIANG, Liping *et al.* Clean shipping governance: a systematic literature review and future research agenda. **Marine Policy**, v. 153, elocation 105655, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2023.105655>. Acesso em: 18 mai. 2026.

JUNGES, Amanda Leite *et al.* Efeito estufa e aquecimento global: uma abordagem conceitual a partir da física para educação básica. **Experiências em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 5, p. 1-26, nov. 2018. Disponível em: https://if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_Id506/v13_n5_a2018.pdf. Acesso em: 18 ago. 2024.

KARVOUNIS, Panagiotis; THEOTOKATOS, Gerasimos; BOULOUGOURIS, Evangelos. Environmental-economic sustainability of hydrogen and ammonia fuels for short sea shipping operations. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 57, p. 1070-1080, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.01.127>. Acesso em: 18 mai. 2026.

KNUTSON, Thomas *et al.* Tropical cyclones and climate change assessment: Part I: detection and attribution. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 100, n. 9, p. 1987-2006, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-18-0189.1>. Acesso em: 10 mai. 2024.

KORNHUBER, Kai *et al.* Global emergence of regional heatwave hotspots outpaces climate model simulations. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 121, n. 49, id. e2411258121, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.2411258121>. Acesso em: 3 nov. 2024.

KUSUMI, Cassia Mareco. **O aquecimento global e os aviões comerciais de Santa Catarina**: um estudo sobre as emissões de gases do efeito estufa provenientes do transporte aéreo. 2024. Dissertação (Mestrado em Clima e Ambiente) – Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br>. Acesso em: 18 mai. 2026.

LAMIM, Gabriela. **Impactos da emissão de gases de efeito estufa (GEE) do sistema modal na rota de cargas portuárias de Santa Catarina**. 2023. 115 f.

Dissertação (Mestrado em Clima e Ambiente) – Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2926>. Acesso em: 18 mai. 2026.

LEHMANN, Flávio Gustavo. **Análise da combustão e emissões em motores diesel com uso de biodiesel**. 2015. 165 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/tde-07072016-145809/>. Acesso em: 19 mai. 2026.

LEMES, Marco R. *et al.* Impacts on South America moisture transport under Amazon deforestation and 2 °C global warming. **Science of The Total Environment**, v. 905, id. 167407, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167407>. Acesso em: 28 dez. 2024.

LEUNG, L. Ruby; MICHALAKES, John G.; BIAN, Xin. Parallelization of a Subgrid Orographic Precipitation Scheme in an MM5-Based Regional Climate Model. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL SCIENCE, 2001, San Francisco. **Proceedings [...]**. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2001. p. 195-203. Disponível em: https://doi.org/10.1007/3-540-45545-0_28. Acesso em: 18 mai. 2026.

LI, Haoran *et al.* Ship carbon dioxide emission estimation in coastal domestic emission control areas using high spatial-temporal resolution data: a China case. **Ocean & Coastal Management**, v. 232, elocation 106419, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106419>. Acesso em: 28 set. 2024.

LIN, Yueh-Chien *et al.* Emission characteristics of marine diesel engines fueled with biodiesel blends. *Aerosol and Air Quality Research*, Taichung, v. 16, n. 4, p. 1002-1011, 2016.

LOBO, Iara Pilar *et al.* Biodiesel: parâmetros de qualidade e métodos analíticos. **Química Nova**, v. 32, n. 7, p. 1977-1984, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000700028>. Acesso em: 19 mai. 2026.

MAFALDO, Charles Roger. **Portos catarinenses: um diagnóstico e perspectivas dos terminais privados**. 2020. Monografia (Especialização em Ciência e Tecnologia) – Centro Tecnológico de Joinville, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2020.

SILVA, Mariana R.; OLIVEIRA, Gabriel A.; SANTOS, Paulo R. **Carbon footprint and decarbonization potential of biofuels in marine transport: A review**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Oxford, v. 168, p. 112810, out. 2022.

MELO, Thais Cristine Costa *et al.* Desempenho e emissões de misturas de diesel verde e biodiesel em óleo diesel em veículos da fase L7 do Proconve. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA, 31., 2024, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Blucher, 2024. p. 301-308. Disponível em: <https://doi.org/10.5151/simea2024-PAP62>. Acesso em: 19 mai. 2026

MENDES, Paulo R. A. **Padrões de emissões atmosféricas: fontes fixas e móveis**. Lorena: Escola de Engenharia de Lorena – EEL/USP, 2024. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4448901/mod_resource/content/0/Aula%205%20-%20Padroes%20de%20emiss%C3%A3o%20atmosf%C3%A9rica.pdf. Acesso em: 14 mai. 2025.

MOHAMMED, Safwan. *et al.* An overview of greenhouse gases emissions in Hungary. **Journal of Cleaner Production**, v. 314, p. 1-12, 2021.

MOLLAOGLU, Muge; YAZAR OKUR, Irem Gizem; GURTURK, Meltem; DOGANER DUMAN, Burcu. Review on Sustainable Development Goals in maritime transportation: current research trends, applications, and future research opportunities. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 31, n. 6, p. 8312-8329, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-023-31718-4>. Acesso em: 18 mai. 2026.

MUKHERJEE, Soma *et al.* Achieving carbon neutrality for the improvement of the business performance: a systematic literature review and future research directions. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 73, n. 8,

p. 2385-2413, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2023-0306>. Acesso em: 18 mai. 2026.

NABI, Md. Nurun; RASUL, Mohammad G. et al. Assessment of the performance, combustion and emissions of biodiesel in marine diesel engines. *Fuel*, London, v. 236, p. 1582-1590, 15 jan. 2019.

NASA. **GEOS-5 Atmospheric Data Assimilation System**. Greenbelt: Global Modeling and Assimilation Office, 2023. Disponível em: <https://portal.nccs.nasa.gov/datashare/gmao/geos-fp/das/Y2022/M07>. Acesso em: 19 mai. 2026.

NCAR. **Whole Atmosphere Community Climate Model (WACCM)**. Boulder: University Corporation for Atmospheric Research, 2023. Disponível em: <https://portal.nccs.nasa.gov/datashare/gmao/geos-fp/das/Y2022/M07>. Acesso em: 19 mai. 2026.

NGUYEN, Hoang Phuong *et al.* Artificial intelligence and machine learning for green shipping: navigating towards sustainable maritime practices. **JOIV: International Journal on Informatics Visualization**, v. 8, n. 1, p. 1-17, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.30630/joiv.8.1.1874>. Acesso em: 18 mai. 2026.

NUNES, Larissa Sarah Evangelista da Silva. **Avaliação do impacto de emissões de fontes de poluentes atmosféricos sobre a qualidade do ar**: estudo de caso no porto de Suape-PE. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

OLORUNTOBI, Oluwaseun *et al.* Decarbonising ASEAN coastal shipping: addressing climate change and coastal ecosystem issues through sustainable carbon neutrality strategies. **Environmental Research**, v. 240, elocation 117353, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117353>. Acesso em: 18 mai. 2026.

PERKINS-KIRKPATRICK, Sarah E.; LEWIS, Sophie C. Increasing trends in regional

heatwaves. **Nature Communications**, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16970-7>. Acesso em: 05 mai. 2025.

PERNA, Antonia *et al.* Alternative fuels to reduce greenhouse gas emissions from marine transport and promote UN sustainable development goals. **Fuel**, v. 338, elocation 127220, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.127220>. Acesso em: 18 mai. 2026.

PETROBRAS. **Ficha de informação de segurança de produto químico (FISPQ): Óleo Diesel Marítimo (DMA)**. Rio de Janeiro: Petrobras, 2023. Disponível em: <https://www.petrobras.com.br>. Acesso em: 4 ago. 2026.

SYSTEM FOR GREENHOUSE GAS EMISSION ESTIMATION (SEEG). **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil (1970–2020)**. [S. l.]: Observatório do Clima, 2021. Disponível em: <https://seeg.eco.br/documents>. Acesso em: 17 mai. 2024.

SILVA JUNIOR, Raimundo S.; ANDRADE, Maria de Fátima. Validação de poluentes fotoquímicos e inclusão do inventário de emissões no modelo de qualidade do ar WRF/CHEM, para a região metropolitana de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, n. 1, p. 105-121, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0102-77862013000100010>. Acesso em: 18 mai. 2026.

SILVA, Eliseo Breda da; HERDIES, Dirceu Luis; QUADRO, Mario Francisco Leal de. Análise de ferramentas computacionais utilizadas em modelos numéricos para representação de processos atmosféricos, oceânicos e de superfície. **Estrabão**, v. 2, p. 197-199, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.53455/re.v2i.32>. Acesso em: 18 mai. 2026.

SKAMAROCK, William C.; KLEMP, Joseph B.; DUDHIA, Jimy. **A description of the Advanced Research WRF version 3**. Boulder: National Center for Atmospheric Research, 2008. 113 p. (NCAR Technical Note, NCAR/TN-475+STR).

SINAVAL. **Brasil pode liderar descarbonização do transporte aquaviário com biocombustíveis**. Rio de Janeiro: SINAVAL, 2025. Disponível em:

<https://sinaval.org.br/2025/09/brasil-pode-liderar-descarbonizacao-do-transporte-aquaviario-com-bicombustiveis-diz-estudo/>. Acesso em: 18 abr. 2026.

SOUZA, J. M.; COSTA, E. M. Methodological proposal to analyze land use and land cover changes: the case of santa catarina state in brazil from 2000 to 2010. *Sustentabilidade em Debate*, [S.L.], v. 11, n. 3, p. 485-517, 31 dez. 2020. Editora de Livros IABS. <http://dx.doi.org/10.18472/sustdeb.v11n3.2020.32395>

SULTANA, Sharmin. Global warming: causes, effects, and solutions. **Journal of Environmental Science and Management**, v. 26, n. 1, p. 1-10, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.47125/jesm/2023.1/01>. Acesso em: 18 mai. 2026.

SULTANA, Tanzila *et al.* Democracy, green energy, trade, and environmental progress in South Asia: advanced quantile regression perspective. **Heliyon**, v. 9, n. 10, id. e20488, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20488>. Acesso em: 15 abr. 2025.

THOMAS, Kevin V. *et al.* Antifouling coatings: a review of environmental toxicity, regulation and future directions. **Environmental Science & Technology Letters**, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.0c00811>. Acesso em: 07 jun 2025.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Paris Agreement**. Paris: UNFCCC, 2015. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>. Acesso em: 15 mar. 2025.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Emissions Gap Report 2023**: broken record – temperatures hit new highs, yet world fails to cut emissions (again). Nairobi: UNEP, 2023. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2023>. Acesso em: 18 mai. 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Laboratório de Controle da

Qualidade do Ar (LCQAR). Avaliação do impacto das emissões veiculares, queimadas, industriais e naturais na qualidade do ar em Santa Catarina: ano base 2021. Florianópolis: LCQAR, 2022. Disponível em: <https://www.ima.sc.gov.br/index.php/qualidade-ambiental/menu-qualidade-ar/inventario-de-emissoes-atmosfericas>. Acesso em: 10 jun. 2024.

VILKAS, Gediminas. **Fit for 55**: deal on new EU rules for cleaner maritime fuels. Brussels: European Parliament, 23 mar. 2023. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20230320IPR77909/fit-for-55-deal-on-new-eu-rules-for-cleaner-maritime-fuels>. Acesso em: 18 mai. 2026.

VON MALMBORG, Fredrik. At the controls: politics and policy entrepreneurs in EU policy to decarbonize maritime transport. **Review of Policy Research**, v. 41, n. 4, p. 770-792, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ropr.12607>. Acesso em: 18 mai. 2026.

WANG, Shiyang; GE, Mengpin. **Transporte é a fonte de emissões que mais cresce**: entenda em cinco gráficos. WRI Brasil, 2019. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2019/10/transporte-fonte-de-emissoes-que-mais-cresce>. Acesso em: 24 fev. 2024.

WAYNE, Richard P. Origin and evolution of the atmosphere. **Chemistry in Britain**, London, v. 24, p. 225-230, 1988.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Air pollution**. Geneva: WHO, 2021. Disponível em: <https://www.who.int/health-topics/air-pollution>. Acesso em: 1 out. 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Global air quality guidelines**: particulate matter (PM_{2,5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization, 2021. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228> . Acesso em: 4 ago. 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Climate change**. Geneva: WHO, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>. Acesso em: 20 out. 2024.

WWF-BRASIL. **As mudanças climáticas**. Brasília: WWF-Brasil, [2024]. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/. Acesso em: 10 out. 2024.

YANG, Le et al. Progress in the studies on the greenhouse gas emissions from reservoirs. **Acta Ecologica Sinica**, v. 34, n. 4, p. 204-212, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2013.05.011>. Acesso em: 18 mai. 2024.

ZARE, Ali; MONTAGROUP, Thomas; ASTROU, Paul M. Evaluation of methane emissions and combustion efficiency in marine engines fueled with biodiesel blends. **Journal of Marine Science and Technology**, London, v. 27, n. 4, p. 312-328, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/journal/11804>. Acesso em: 19 mai. 2026.

ZHOU, Yuan; LI, Xinjia; YUEN, Kum Fai. Sustainable shipping: a critical review for a unified framework and future research agenda. **Marine Policy**, v. 148, elocation 105478, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105478>. Acesso em: 18 mai. 2025.

ZÚÑIGA, Harold Luis Mendoza. Consequences of global warming. **SCT Proceedings in Interdisciplinary Insights and Innovations**, v. 1, id. 74, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.56294/piii202374>.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

APÊNDICE B – CARACTERÍSTICAS DAS EMBARCAÇÕES

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
ABDUL M	9144055	Graneleiro	183m	176,3 m	30,95m	16,4m	25537	15927	46570	53459	24676m³	2.098 m³	CASCO DUPLO	Aço	14,3 nós	1	480mm	6	7.594 kW	114 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
ACADIA DESGAGNES	9651541	Carga geral	119,8m	115m	18,2m	10,6m	7875	4043	11353	-	-	-	-	Aço	13kn	1	320mm	8	4000kw	600rpm	480mm	Diesel marítimo
ACHILLE	9276171	Graneleiro	225m	215m	32,26m	19,39m	40119	25947	76878	87720	35311m³	2.279m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	600 mm	5	9.318 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
ADALINE	9701243	Graneleiro	179,96m	174m	30m	14,05m	21532	11200	34334	42657	14370m³	1449m³	-	Aço	15,5 nós	1	460 mm	6	5.720 kW	110 rpm	1932 mm	Diesel marítimo
ADRIANA ROSE	9727467	Graneleiro	228,99m	225,1m	32,26m	20m	43006	27424	81773	93773	35520m³	2.899m³	-	Aço	16kn	1	600 mm	6	9.660 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
ADVANCE	9149859	Navio porta-contentores	182m	172,5 m	30,2 m	16,4m	21611	8640	25925	-	9109m³	1906m³	CASCO ÚNICO	Aço	23,1 nós	1	700 mm	7	19.667 kW	91 rpm	2.674 mm	Diesel marítimo
AENEAS	9650626	Graneleiro	225m	217m	32m	19,6m	41104	25573	75200	88800	-	2900m³	-	Aço	14,5 nós	1	600 mm	5	8.833 kW	105 rpm	600 mm	Diesel marítimo
AFRICAN BLUE CRANE	9351737	Graneleiro	189,99m	182m	32,26m	17,9m	31238	18504	55970	64557	15628m³	2532m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,7 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
AFRICAN CHEETAH	9636462	Graneleiro	199,99m	192,9m	36m	18,45m	38453	21630	66582	78284	20698m³	3.037m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,8 nós	1	500mm	7	8.470 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
AFRICAN FINCH	9888857	Graneleiro	179,97m	173m	29,8m	15m	23573	12101	37520	-	-	1945m³	-	Aço	14,5 nós	1	460 mm	6	-	106 rpm	-	Diesel marítimo
AFRICAN FLAMINGO	9802322	Graneleiro	199,9 mi	196,1 mi	32,26m	18,6m	35606	21466	63926	74916	-	2.258m³	-	Aço	13,8 nós	1	500mm	6	7.360 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
AFRICAN GOSHAWK	9728485	Graneleiro	179,9m	174m	30m	14,05m	21521	11282	34370	42657	14680m³	1307m³	-	Aço	14,7 nós	1	450 mm	6	6.840 kW	1133rpm	1930 mm	Diesel marítimo
AFRICAN HORNBILL	9659779	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	18,6m	34795	20209	61440	72322	18.074m³	2565m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,7 nós	1	500mm	6	8.450 kW	108 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
AFRICAN ISABELLE	9919553	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	19,3m	36177	21173	63688	-	-	2.681m³	-	Aço	13,5 nós	1	500mm	6	-	99 rpm	-	Diesel marítimo
AFRICAN LUNDE	9713961	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	18,6m	34769	20209	61320	72322	18.073 m³	2579m³	-	Aço	16kn	1	500mm	6	8.260 kW	108 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
AFRICAN OASIS	9866536	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	19,15m	35834	20839	63477	74836	-	2.639m³	-	Aço	13,5 nós	1	500mm	6	-	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
AFRICAN RAPTOR	9727405	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	18,6m	34815	20238	61286	72365	17626m³	2.446m³	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	8.260 kW	108 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
AFRICAN ROADRUNNER	9691034	Graneleiro	179,99m	176m	30m	15m	24604	13648	40600	50243	-	1540m³	-	Aço	14,1 nós	1	500mm	5	6.050 kW	99 rpm	-	Diesel marítimo
AFRICAN TOUCAN	9801263	Graneleiro	179,9m	173m	29,8m	15m	23247	12208	37800	46314	15.089m³	1850m³	-	Aço	14,7 nós	1	460 mm	6	6.820 kW	110 rpm	1932 mm	Diesel marítimo
AFRICAN WAGTAIL	9649043	Graneleiro	197m	194m	32,26m	18,1m	33193	19143	58340	69186	17.459m³	2.172 m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,4 nós	1	500mm	6	8.630 kW	116 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
AFRICAN WREN	9852705	Carga geral	179,93m	175m	30m	15m	23194	12444	38227	46634	-	2011m³	-	Aço	14kn	1	450 mm	6	6.250 kW	108 rpm	1930 mm	Diesel marítimo
AGIA DOXA	9467976	Carga geral	178,9m	171m	28,8m	14,2 m	21650	11208	33261	-	-	1873m³	CASCO ÚNICO	Aço	13,79 nós	1	420 mm	6	6.480 kW	136 rpm	420 mm	Diesel marítimo
AGIA EKATERINI	9561904	Graneleiro	170,7m	163,5 m	27m	13,8m	17986	10380	29092	35871	7983m³	1804m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,1 nós	1	420 mm	6	6.150 kW	136 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
AGIA ELENI	9370317	Graneleiro	170,7m	163,5 m	27m	13,8m	17979	10748	29664	35871	8399m³	1859m³	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	420 mm	6	6.150 kW	136 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
AGIA SOFIA	9470820	Graneleiro	169,37m	160,4 m	27,2 m	13,6m	17023	10104	28320	34589	8.279m³	1367m³	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	420 mm	6	5.850 kW	129 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
AGIA YPOMONI	9500297	Graneleiro	225m	217m	32,26m	19,6m	41342	25325	75508	89.000	-	2513m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	600 mm	5	8.833 kW	105 rpm	2.292 mm	Diesel marítimo
AGIOS DIMITRIOS	9349605	Navio porta-contentores	299,2 mi	-	40m	-	74175	286m	85515	110445	-	8.651m³	FUNDO DUPLO	Aço	26kn	1	960 mm	10	57.200 kW	102 rpm	-	Diesel marítimo
AH UNION	9272917	Graneleiro	224,94m	217m	32,26m	19,5m	39727	25754	76602	86824	21038m³	3293m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,9 nós	1	600 mm	6	10.320 kW	89 rpm	2.292 mm	Diesel marítimo
AL SAFAT	9349497	Navio porta-contentores	306m	292m	40m	24,5m	75579	44706	85437	112683	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	25,7 nós	1	960 mm	11	62.920 kW	102 rpm	960 mm	Diesel marítimo
ALEA	9650266	Graneleiro	169,37m	160,4 m	27,2 m	13,6m	17009	10158	28319	34589	8155m³	1369m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	420 mm	6	5.850 kW	129 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
ALEXANDRA KPN	9839844	Bulk Carrier	199,9m	197m	32,24m	18,6m	34635	20170	61644	72444	-	2.127m³	-	Aço	15,3 nós	1	500mm	6	8.130 kW	108 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
ALFANAVE CABO FRIO	9271767	Navio de abastecimento offshore	71,9m	66,8m	16m	7m	2647	1526	3350	-	670m³	720m³	CASCO ÚNICO	Aço	-	2	250mm	9	1.280 kW	825 rpm	300 mm	Diesel marítimo
AMAPOLA	9200354	Graneleiro	185,73m	174m	30,95m	16,4m	25955	16173	47282	55536	-	1693m³	CASCO DUPLO	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	7.024 kW	104 rpm	500mm	Diesel marítimo
AMERICO VESPUCCIO	9603233	Navio porta-contentores	227,97m	217,39m	37,29m	19,6m	42564	17234	52039	68347	18.964 m³	-	FUNDO PARCIALMENTE DUPLO	Aço	22,7 nós	1	700 mm	7	22.890 kW	104 rpm	-	Diesel marítimo
AMILLA	9498561	Graneleiro	196m	189m	32,26m	18,6m	34402	19580	58443	69920	30190m³	2.285m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	9.960 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
AMO	9296626	Graneleiro	228,99m	222m	32,26m	20,03m	43151	27614	82214	93523	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	15kn	1	600 mm	6	9.400 kW	87 rpm	600 mm	Diesel marítimo
AMSTERDA	9193317	Navio porta-	294,03m	283,2 m	32,2 m	21,8m	54465	23876	66975	86968	18.785m³	6630m³	FUNDO	Aço	24kn	1	980 mm	7	40040 kW	94 rpm	-	Diesel

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
M EXPRESS		contentores											DUPLO									marítimo
ANDROMEDA	9705110	Graneleiro	199,9 m	194m	32,26m	18,5m	36317	21602	63459	75227	-	2.263m³	-	Aço	14,4 nós	1	600 mm	5	8.050 kW	89 rpm	-	Diesel marítimo
ANDROMEDA STAR	9402471	Petroleiro de petróleo bruto	250m	239m	44m	21,35m	63294	34735	115605	134877	-		CASCO DUPLO	Aço	14,8 nós	1	600 mm	6	13.560 kW	105 rpm	600 mm	Diesel marítimo
ANGRA DOS REIS	9492000	Transporte-tanque	248m	233m	42m	22,5m	62753	29157	105165	131792	38735m³	2787m³	CASCO DUPLO	Aço	15kn	1	700 mm	6	14.280 kW	105 rpm	2.800 mm	Diesel marítimo
ANIMA	9500584	Graneleiro	189,99m	182m	32,25m	18,1m	31784	18625	55733	64557	16112m³	2314m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
ANITA GARIBALDI	9492270	Petroleiro de produtos petrolíferos	228m	219m	40m	18,1m	44797	21530	72786	-	-	2521m³	CASCO DUPLO	Aço	15kn	1	600 mm	6	12.882 kW	105 rpm	600 mm	Diesel marítimo
ANTHEA Y	9710244	Navio porta-contentores	299,9 m	285,99m	48,2 m	27,2 m	94416	54249	111884	143773	32.284m³	-	FUNDO PARCIALMENTE DUPLO	Aço	22kn	1	950mm	8	41.400 kW	75 rpm	3460 mm	Diesel marítimo
ANTWERPIA	9591753	Graneleiro	229m	222m	32,26m	20,2 m	44155	27155	81429	94986	36.826m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	600 mm	6	14.280 kW	105 rpm	600 mm	Diesel marítimo
AOM BIANCA	9728215	Graneleiro	228,99m	225,1m	32,26m	20m	43236	27444	81671	93671	-	3033m³	-	Aço	16,1 nós	1	600 mm	6	9.660 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
APL YANGSHAN	9462031	Navio porta-contentores	347,09m	331,01m	45,2 m	29,7m	128929	69582	131229	170439	38.994m³	-	FUNDO PARCIALMENTE DUPLO	Aço	26,1 nós	1	980 mm	12	54.120 kW	94 rpm	-	Diesel marítimo
APOGEE SPIRIT	9561875	Graneleiro	170,7m	163,5 m	27m	13,8m	17986	10380	29638	35871	8513m³	1795m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,2 nós	1	420 mm	6	6.150 kW	136 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
AQUARIUS HONOR	9626572	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	33032	19231	57.000	67332	16314m³	2.291m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500mm	6	9.480 kW	124 rpm	500mm	Diesel marítimo
AQUAVITA ETERNITY	9880491	Graneleiro	229m	225,5m	32m	20,05m	44278	27294	80929	-	-	-	-	Aço	13,5 nós	1	600 mm	6	-	90 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
AQUAVITA MINT	9875628	Graneleiro	199,9 m	196,5m	32m	18,93m	36106	21206	63500	-	-	2.092m³	-	Aço	13,5 nós	1	500mm	-	-	88 rpm	-	Diesel marítimo
ARABELLA	9700122	Graneleiro	200m	194,5m	32m	18,5m	36353	21700	63616	75197	-	-	-	Aço	14,2 nós	1	600 mm	5	11.900 kW	105 rpm	600 mm	Diesel marítimo
ARGYROULAS	9491587	Carga geral	177m	170m	28,6m	14,35m	21483	10828	33178	41484	14552m³	1519m³	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	450 mm	6	6.550 kW	114 rpm	1840 mm	Diesel marítimo
ARICA EXPRESS	9495765	Navio porta-contentores	259,94m	246m	37,3m	19,6m	48799	20370	58026	78408	18.460m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	23kn	1	800mm	8	36.240 kW	104 rpm	-	Diesel marítimo
ARIETTA	9545065	Graneleiro	180,4 m	171,4 m	30m	14,4m	22400	11642	35083	42723	10338m³	1566m³	CASCO DUPLO	Aço	13,9 nós	1	420 mm	6	6.480 kW	136 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
ARINAGA	9561801	Transportador a granel	170,7m	163,5m	27m	13,8m	17986	10708	30271	36470	17244m³	-	CASCO ÚNICO	Aço		1	420 mm	6	6.150 kW	136 rpm	420 mm	Diesel marítimo
ARKLOW SPRAY	9649548	Graneleiro	182m	177m	30m	14,6m	22868	11648	34919	-	-	1531m³	-	Aço	14kn	1	500mm	5	6.050 kW	99 rpm	500mm	Diesel marítimo
ARMIA KRAJOWA	9708033	Graneleiro	179,99m	176,65m	30m	15m	25278	13009	39071	49213	-	-	-	Aço	14kn	1	500mm	5	8.900 kW	117 rpm	500mm	Diesel marítimo
AROSA	9420265	Graneleiro	189,9m	185m	32,26m	17,8m	30816	18122	55477	64423	16605m³	2154m³	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	500mm	6	8.200 kW	110 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
AROYAT	9762364	Graneleiro	199,9 m	195,38m	32m	19,15m	35752	21033	63505	74836	-	-	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	-	-	127 rpm	-	Diesel marítimo
ARTIN	9305221	Graneleiro	225m	217,83m	32,26m	19,2m	40166	25624	73500	85702	19328m³	2665m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,45 nós	1	600 mm	5	10.200 kW	105 rpm	2.292 mm	Diesel marítimo
ASCANIOS	9276169	Graneleiro	225m	215m	32,26m	19,39m	40119	25947	76878	87720	35311m³	2.279m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	600mm	5	9.319 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
ASL TRINITY	9780952	Graneleiro	179,99m	176,8m	30m	15m	23703	12229	38607	47183	-	1731m³	-	Aço	14kn	1	500mm	6	-	108 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
ASTURCON	9646730	Graneleiro	180m	176,75m	30m	14,7m	24247	12032	36070	46074	11336m³	1509m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	500mm	5	6.350 kW	99 rpm	2.050 mm	Diesel marítimo
ATACAMA	9718947	Navio porta-contentores	299,97m	286,01m	48,23m	24,8m	95138	54877	113226	144568	33386m³	-	-	Aço	22,1 nós	1	800mm	9	36032 kW	68 rpm	800mm	Diesel marítimo
ATHENS GLORY	9247766	Navio porta-contentores	299,9 m	283,8m	40m	23,9m	75484	29555	81171	108184	22.481m³	9.829m³	CASCO ÚNICO	Aço	25kn	1	960 mm	12	61.350 kW	97 rpm	2500mm	Diesel marítimo
ATHINOULA	9583213	Graneleiro	228,99m	222m	32,26m	20,05m	43022	27239	82177	94177	22.060m³	3184m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,5 nós	1	600mm	6	9710 kW	97 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
ATLANTIC CROWN	9332169	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	183,21m	174m	32,2 m	18,8m	29266	12026	47128	56280	4690m³	1422m³	CASCO DUPLO	Aço	15,43 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
ATLANTIC FAIRY	9668269	Graneleiro	169,36m	160,4 m	27,2 m	13,6m	17597	9137	27935	34766	10366m³	1658m³	-	Aço	16kn	1	420 mm	6	5.850 kW	129 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
ATLANTICA SUN	9430820	Graneleiro	189,99m	182m	32m	17,9m	31236	18516	55668	64557	15.584m³	2645m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,7 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
ATLANTIS UNITY	9594444	Graneleiro	177,36m	168m	28m	14,2 m	19943	11325	32891	4113	18.268 m³	1797m³	FUNDO DUPLO	Aço	13,9 nós	1	420 mm	6	6.480 kW	136 rpm	-	Diesel marítimo
AULAC VANGUARD	9624031	Graneleiro	190m	185m	32,26m	18,1m	31541	18765	55848	65878	15679m³	2.478m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,6 nós	1	500mm	6	8.890 kW	116 rpm	2.050 mm	Diesel marítimo
AURORA	9169524	Navio de passageiros	270m	242,6 m	32,2 m	11,5m	76152	40037	8486	43405			CASCO ÚNICO	Aço	24kn	1	-	14	56.000 kW	-	480mm	Diesel marítimo
AVOCET ARROW	9448255	Carga geral	199,98m	196m	32,26m	19,22m	37128	18205	62823	74787	21298m³	2.143m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,9 nós	1	500mm	6	7.730 kW	108 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
AYTEN CEBI	9802243	Graneleiro	199,9 m	196,1 m	32,26m	18,6m	35596	21466	63913	74916	-	2.258m³	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	7.360 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
BAIACU	9872353	Graneleiro	228,42m	224,84m	34,49m	23,2 m	54043	21102	82397	-	38606m³	-	-	Aço	15kn	1	620mm	-	-	80 rpm	-	Diesel marítimo
BALLENITA	9603609	Navio porta-contentores	208,93m	196,9 m	29,79m	16,4m	26412	13016	34123	46240	10057m³		FUNDO PARCIALMENTE DUPLO	Aço	22kn	1	680 mm	7	21.490 kW	104rpm	-	Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
BALTIC HARMONY	9766657	Carga geral	166,02m	158,32m	27,39m	15,51m	22362	10179	31776	41960	12758m³	-	-	Aço	15kn	1	460 mm	-	-	110 rpm	-	Diesel marítimo
BALTIC PEARL	9690620	Graneleiro	189,94m	182,96m	28,3m	15,2 m	24196	12223	37227	46970	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	480mm	6	8.730 kW	127 rpm	480mm	Diesel marítimo
BAO EXPRESS	9491202	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	33044	19231	56810	67491	16334m³	2.405m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
BAO SHUN	9302815	Graneleiro	189,9m	185m	32,26m	17,8m	30777	18071	55809	64423	-	1951m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,2 nós	1	500mm	6	8.200 kW	110 rpm	500mm	Diesel marítimo
BARIOLOCHE	9725885	Graneleiro	189,99m	186,63m	30m	15m	26411	14769	43389	53552	26605m³	-	-	Aço	14kn	1	500mm	-	-	99 rpm	-	Diesel marítimo
BARRACUDA	9813101	Transportador Obo	228,37m	224,83m	34m	23,2 m	53978	21106	83500	102131	-	-	-	Aço	15kn	1	620mm	-	-	80 rpm	-	Diesel marítimo
BARTOLOM EU DIAS	9625384	Navio porta-contentores	254,73m	242m	37,3m	19,6m	47799	20270	57818	76900	18362m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	21,5 nós	1	700mm	8	26.160 kW	91 rpm	-	Diesel marítimo
BASS STRAIT	9311414	Graneleiro	175,53m	167m	29,4m	13,7m	19796	11625	33520	41184	11518m³	1583m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,1 nós	1	520 mm	6	6.840 kW	129 rpm	1600mm	Diesel marítimo
BBC ALASKA	9453793	Carga geral	138,5 m	130m	21m	11m	9627	4261	12696	17972	4932m³	956m³	FUNDO DUPLO	Aço	15kn	1	430 mm	6	5.400 kW	500 rpm	430 mm	Diesel marítimo
BBC ARKHANGEL SK	9736212	Carga geral	144,7m	140m	22,8m	11,55m	10.000	4474	12.500	-	-	-	-	Aço	15kn	1	450 mm	-	-	111 rpm	-	Diesel marítimo
BBC CAMPANA	9291963	Carga geral	138,5 m	130m	21m	11m	9618	4260	12837	17972	4932m³	1108m³	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	14kn	1	430 mm	6	5.400 kW	500 rpm	610 mm	Diesel marítimo
BBC DIRECTION	9347853	Carga geral	119,82m	112m	20m	11,3m	7223	2918	7947	12372	3984m³	885m³	FUNDO DUPLO	Aço	16,1 nós	1	430 mm	6	5.400 kW	500 rpm	610 mm	Diesel marítimo
BBC DOLPHIN	9360192	Carga geral	119,84m	112m	20m	11,3m	7223	2918	7996	12372	3984m³	885m³	FUNDO DUPLO	Aço	16,1 nós	1	430 mm	6	5.400 kW	500 rpm	610 mm	Diesel marítimo
BBC EMSLAND	9611648	Carga geral	145,51m	138m	18m	10,3m	7878	3909	10500	15135	-	67m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	320mm	9	4.320 kW	600 rpm	320mm	Diesel marítimo
BBC HUDSON	9435868	Carga geral	143,15m	133m	22,8m	13,3m	12936	5825	17326	24315	6235m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	15kn	1	460 mm	6	7.074 kW	129 rpm	-	Diesel marítimo
BBC MICHIGAN	9501241	Carga geral	138,48m	130,71m	21m	11m	9618	4260	12768	17972	4932m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	15kn	1	430 mm	6	5.400 kW	514 rpm	-	Diesel marítimo
BBC MINNESOTA	9260378	Carga geral	138,07m	130m	21m	11m	9611	4260	12840	17972	5051m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	15,5 nós	1	430 mm	6	5.400 kW	500 rpm	-	Diesel marítimo
BBC NAGASAKI	9659872	Carga geral	132,2 m	124,56m	15,87m	9,65m	6351	3617	9717	-	3936m³	540m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,8 nós	1	320mm	8	4000 kW	750 rpm	400 mm	Diesel marítimo
BBC PACIFIC	9427081	Carga geral	115,46m	111,63m	16,5m	7,95m	5261	2382	6191	9356	2.637m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	12,6 nós	1	320mm	8	3.840 kW	600 rpm	-	Diesel marítimo
BBC PARANA	9571387	Carga geral	143,13m	133m	22,8m	13,3m	12980	5346	16953	24315	7.817m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	15kn	1	460 mm	6	7.074 kW	129 rpm	-	Diesel marítimo
BBC PERU	9549592	Carga geral	146,14m	136m	20,1m	11,45m	9963	4937	13537	19008	-	898m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,5 nós	1	430 mm	9	6.000 kW	500 rpm	430 mm	Diesel marítimo
BBC RAISE	9638880	Carga geral	161,5 m	153,5m	25m	12,4m	14859	6300	17884	25872	-	1834m³	CASCO ÚNICO	Aço	17kn	1	500mm	6	9.960 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
BBC RHONETAL	9614701	Carga geral	161,37m	153,4m	25,21m	12,4m	14941	6340	17577	25880	7721m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	13kn	1	500mm	6	9.960 kW	127 rpm	-	Diesel marítimo
BBC RUSHMORE	9508469	Carga geral	125,79m	119,29m	22m	10m	8255	3966	9355	14825	4905m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	16kn	1	430 mm	7	6.300 kW	500 rpm	-	Diesel marítimo
BBC SWITZERLAND	9433315	Carga geral	119,75m	113,5 m	20,2 m	9,8m	6967	3375	7724	12373	3775m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	16,5 nós	1	430 mm	7	6.300 kW	500 rpm	-	Diesel marítimo
BBC URANUS	9947768	Carga geral	179,9m	176m	30m	15,1m	25163	13493	40297	-	-	1635m³	-	Aço	13,6 nós	1	500mm	5	-	101 rpm	-	Diesel marítimo
BBC UTAH	9468114	Carga geral	138,07m	130m	21m	11m	9611	4260	12575	17971	5000m³	1098m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	430 mm	6	5.400 kW	500 rpm	610 mm	Diesel marítimo
BBC VERMONT	9357236	Carga geral	138,5 m	129,98m	21m	11m	9625	4260	12864	17972	4932m³	1108m³	FUNDO DUPLO	Aço	15kn	1	430 mm	6	5.400 kW	500 rpm	610 mm	Diesel marítimo
BBG INTEGRITY	9789867	Graneleiro	228,99m	224,5m	32,26m	20,01m	43780	27788	82204	94904	-	2.423m³	-	Aço	16,3 nós	1	600mm	6	9.660 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
BBG YULIN	9652571	Graneleiro	229m	224m	32m	20,04m	43692	27816	82293	94993	-	2952m³	-	Aço	15,2 nós	1	600mm	6	9.660 kW	89 rpm	600mm	Diesel marítimo
BEECHGATE	9846275	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	19,15m	35834	20839	63449	74836	-	2.639m³	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	7.560 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
BEKS CEYDA	9748239	Graneleiro	199,9 m	194,5m	32,26m	18,5m	36353	21614	63592	75196	18.067 m³	2.097m³	-	Aço	14,2 nós	1	600mm	5	8.050 kW	89 rpm	2.800 mm	Diesel marítimo
BEKS MUEVVER	9748241	Graneleiro	199,9 m	194,5m	32,26m	18,5m	36353	21598	63705	75196	18.067 m³	2.097m³	-	Aço	14,2 nós	1	600mm	5	8.050 kW	89 rpm	2.800 mm	Diesel marítimo
BELATLANTI C	9744104	Graneleiro	199,9 m	194,82m	32,26m	18,5m	36318	21599	63318	75166	33055m³	-	-	Aço	13,5 nós	1	600mm	-	-	89 rpm	-	Diesel marítimo
BELFAST	9894789	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	19,3m	36177	21173	63685	-	-	2.681m³	-	Aço	13,7 nós	1	500mm	6	-	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
BELFORCE	9911678	Graneleiro	199,94m	197m	32,25m	18,61m	34738	20148	61224	-	33.935 m³	-	-	Aço	14kn	1	500mm	-	-	108 rpm	-	Diesel marítimo
BELKNIGHT	9911666	Graneleiro	199,95m	197m	32,25m	18,61m	34738	20148	61203	-	33.935 m³	-	-	Aço	14kn	1	500mm	-	-	108 rpm	-	Diesel marítimo
BELLAVITA	9542831	Graneleiro	181m	173m	-	19m	22697	12313	35723	44341	-	1514m³	CASCO ÚNICO	Aço	12kn	1	500mm	6	8.580 kW	127 rpm	1910 mm	Diesel marítimo
BERGE DOI INTHANON	9908451	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	19,3m	36177	21173	63685	-	2.681m³	-	-	Aço	13,8 nós	1	500mm	6	-	99rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
BERGE SNAEFELL	9816593	Graneleiro	180m	173m	29,8m	15m	23232	12101	37793	46260	15.089m³	1946m³	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	-	6.780 kW	108 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
BETTYS DREAM	9460916	Graneleiro	228,99m	222m	32,26m	20,03m	43152	27291	82641	93780	22761m³	3180m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,4 nós	1	500mm	7	9.800 kW	113rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
BETULA ARROW	9720055	Carga geral	199,9 m	197m	32,24m	18,6m	35503	18315	61007	72389	24575m³	2.129m³	-	Aço	16,3 nós	1	500mm	6	8.130 kW	108 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
BF HAMBURG	9332860	Navio porta-contêntores	293,18m	276m	40m	24,3m	71786	26914	72982	99620	17350m³	10232m³	Casco Único	Aço	25kn	1	980mm	11	6300kw	102rpm	980mm	Diesel marítimo
BINNUR C	9261023	Graneleiro	176,82m	168m	29,4m	13,5m	19795	11034	31829	39449	12556m³	1583m³	CASCO DUPLO	Aço	16,3 nós	1	520 mm	6	6620 kW	130 rpm	520 mm	Diesel marítimo
BWA ARROW	9687095	Graneleiro	189,99m	186m	32,26m	17,87m	31864	16746	55978	-	-	2162m³	-	Aço	16kn	1	500 mm	6	7.612 kW	102 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
BLACKY	9393149	Graneleiro	185,11m	178m	23,7m	14,6m	19814	10208	30801	39439	15632m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	14kn	1	460 mm	6	7.200 kW	130 rpm	-	Diesel marítimo
BOMAR PRAIA	9419773	Navio porta-contêntores	230,98m	214,16m	32,2 m	18,8m	35998	15939	41996	56937	11739m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	22,2 nós	1	900mm	7	31.920 kW	104rpm	-	Diesel marítimo
BOW PROSPER	9866770	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	182,9m	174m	28,3m	16,2 m	22.500	10102	36.000	46463	-	-	-	Aço	14kn	1	460 mm	-	-	116 rpm	-	Diesel marítimo
BRAM SPIRIT	9944417	Navio de abastecimento offshore	94m	84,96m	19m	8m	4224	1367	4665	-	-	-	-	Aço	-	-	-	-	-	831 rpm	-	Diesel marítimo
BRASIL 2014	9623879	Transporte-tanque	278,5m	264m	48m	23,1m	83078	50355	155709	183367	54067m³	-	CASCO DUPLO	Aço	15kn	1	700mm	6	19620 kW	91 rpm	700mm	Diesel marítimo
BROAD GLORY	9324643	Graneleiro	189,99m	182m	32,26m	17m	30046	18207	52415	60772	15.407m³	2387m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,2 nós	1	500 mm	6	7.800 kW	116 rpm	1910 mm	Diesel marítimo
BUENOS AIRES EXPRESS	9932476	Navio porta-contêntores	335m	-	51m	27,3m	120.000	-	140488	-	-	-	-	Aço	22kn	1	920 mm	-	-	80 rpm	-	Diesel marítimo
BULK COLOMBIA	9426245	Graneleiro	189,99m	185,6 m	32,26m	18m	32309	19439	57937	67814	16911m³	2250m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	500 mm	6	8.400 kW	113rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
BULK GENEVA	9860697	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	19,15m	35953	20839	63340	74836	-	2.639m³	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	-	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
BULK SWEDEN	9691589	Graneleiro	224,98m	217m	32,24m	19,9m	40937	25984	77126	89516	21501m³	3512m³	-	Aço	16,2 nós	1	600 mm	6	8.330 kW	80 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
BULL	9582489	Graneleiro	228,99m	222m	32,26m	20,05m	43268	27239	82017	94154	22.060m³	3184m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,8 nós	1	600mm	6	9710 kW	97 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
BW MATSUYAMA	9836488	Graneleiro	228,99m	225,1m	32,26m	20m	43044	27444	81810	94310	-	3.029m³	-	Aço	-	-	-	-	-	-	-	Diesel marítimo
BW OSAKA	9836567	Graneleiro	228,99m	225,1m	32,26m	20m	43044	27444	81796	94361	-	3.029m³	-	Aço	13,5 nós	1	600 mm	6	9.660 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
CALIFORNIA HIGHWAY	9574078	Transportadora de Veículos	199,97m	192m	32,26m	14,7m	59447	19152	18644	-	9326m³	2.818m³	CASCO ÚNICO	Aço	22kn	1	600 mm	8	13.260 kW	100 rpm	2300 mm	Diesel marítimo
CANELO ARROW	9107318	Transportador de madeira	189,75m	181,8m	31m	18,5m	32520	15617	48077	60615	27030m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	600mm	5	8.900 kW	105 rpm	600mm	Diesel marítimo
CAPE ARTEMISIO	9777175	Navio porta-contêntores	330,03m	316,36m	48,22m	27,21m	112836	62337	134869	-	30823m³	-	-	Aço	22kn	1	950 mm	-	-	80 rpm	-	Diesel marítimo
CAPE HENRY	9648879	Graneleiro	190m	181m	32,26m	18,1m	31538	18720	55782	65878	15677m³	2518m³	-	Aço	16,3 nós	1	500mm	6	8.890 kW	116 rpm	2.050 mm	Diesel marítimo
CAPE OSPREY	9165516	Graneleiro	289m	279m	45m	24,1m	87522	56709	172510	193787	-	4430m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,5 nós	1	700mm	6	13.984 kW	80 rpm	700mm	Diesel marítimo
CAPE PIONEER	9719874	Navio porta-contêntores	270,9m	258,4 m	42,8m	24,6m	70704	39212	79880	103192	21780m³	-	-	Aço	21kn	1	800 mm	8	35.600 kW	68 rpm	800 mm	Diesel marítimo
CAPTAIN DIMITRIS S	9400954	Carga geral	177,13m	168,5 m	28,4m	14,25m	20236	10947	32309	39677	12360m³	1934m³	CASCO DUPLO	Aço	16kn	1	520 mm	6	6.620 kW	125 rpm	1600mm	Diesel marítimo
CAPTAIN GEORGE	9510357	Graneleiro	228,99m	222m	32,26m	20,05m	43024	27239	82140	94140	22.060m³	3184m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,4 nós	1	600mm	6	9710 kW	97 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
CAPTAIN KARAM	9303039	Graneleiro	189,99m	182m	32,26m	17,9m	31242	18504	56018	64557	15629m³	2510m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,5 nós	1	500 mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
CARDIFF	9629457	Navio porta-contêntores	270,9m	258,4 m	42,8m	20,24m	69809	39534	80551	103177	21.528m³	5801m³	CASCO ÚNICO	Aço	22,6 nós	1	800 mm	6	27.060 kW	78 rpm	3450 mm	Diesel marítimo
CARINA	9151333	Graneleiro	230m	220m	36m	18,5m	42870	23778	77283	88249	30.088m³	2.254m³	CASCO DUPLO	Aço	16,7 nós	1	600 mm	6	11.032 kW	105 rpm	2.292 mm	Diesel marítimo
CARTAGEN A	9521863	Graneleiro	149,96m	140,8m	23,6m	12,5 m	13579	5409	17073	-	12777m³	172m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	500mm	6	6.570 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
CASDA	9802267	Graneleiro	199,9 m	196,1 m	32,26m	18,6m	35607	21466	64012	74916	-	2.258m³	-	Aço	14,5 nós	1	500 mm	1	7.360 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
CASTRO ALVES	9547673	Petroleiro de petróleo bruto	248,97m	239m	43,8m	21m	61426	35855	115727	134344	-	-	CASCO DUPLO	Aço	15kn	1	600mm	6	13.560 kW	105 rpm	600mm	Diesel marítimo
CEDAR ARROW	9232802	Transportador de madeira	190m	181,8m	30,99m	18,5m	32458	15378	47817	61679	27.097m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	600 mm	5	8.900 kW	101 rpm	600 mm	Diesel marítimo
CENDA	9263071	Graneleiro	189,9m	182m	30,5m	16,9m	28795	15387	46834	55628	-	-	CASCO DUPLO	Aço	14kn	1	600mm	6	8.313 kW	90 rpm	600mm	Diesel marítimo
CENTURION	9232802	Transportador de madeira	190m	181,8m	30,99m	18,5m	32458	15378	47817	61679	27.097m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	600 mm	5	8.900 kW	101 rpm	600 mm	Diesel marítimo
CETUS OMURA	9670781	Graneleiro	189,99m	186,64m	30m	15m	26411	14792	43532	53551	-	-	-	Aço	14kn	1	500mm	-	-	99 rpm	-	Diesel marítimo
CHAKRAVATI	9324071	Graneleiro	189,9m	185m	32,26m	17,8m	30822	18103	55814	64423	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	16,2 nós	1	500 mm	6	8.201 kW	110 rpm	500 mm	Diesel marítimo
CHALLENGER	9824227	Rebocador	42,79m	40,99m	16,5m	-	-	-	1070	-	-	-	-	Aço	-	-	-	-	-	947 rpm	-	Diesel marítimo
CHANG DONG HAI	9535876	Graneleiro	189,99m	185,65m	32,26m	18m	33036	19270	57053	67681	16333m³	2.291m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500 mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
CHANG YANG JIN HAI	9254719	Graneleiro	225m	217m	32,26m	19,3m	38854	25197	75735	85576	20507m³	3123m³	CASCO DUPLO	Aço	16,1 nós	1	500mm	7	8.973 kW	104rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
CHICAGO	9248162	Navio porta-contêntores	278,91m	265m	40,3 m	19,28m	65918	36896	50630	92315	14700m³	8270m³	FUNDO DUPLO	Aço	26kn	1	960 mm	10	54.900 kW	100 rpm	2500mm	Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
CHILOE ISLAND	9610755	Graneleiro	189,99m	185,6 m	32,26m	18m	32377	19458	58044	67814	16.437m³	2388m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,6 nós	1	500mm	6	8.400 kW	113rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
CHIPOL XIONGAN	9425198	Carga geral	166,43m	158,32m	27,4m	14,2 m	20973	10262	28341	38110	10334m³		FUNDO DUPLO	Aço	15,2 nós	1	400 mm	6	6.810 kW	146 rpm	-	Diesel marítimo
CHRISTINAB	9331921	Graneleiro	189,99m	182m	32,26m	17,9m	31236	18504	56071	64557	15629m³	2645m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,6 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
CIELO DI TAMPA	9707754	Graneleiro	179,99m	176,65m	30m	15m	25303	13035	39202	49212			-	Aço	14kn	1	500 mm	5	6.050 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
CIELO DI VALPARAISO	9663776	Graneleiro	179,9m	176,65m	30m	15m	25303	13035	39202	49212	-		-	Aço	14kn	1	500mm	5	6.050 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
CL SEVEN	9607576	Graneleiro	182,98m	179,3 m	32,26m	17,15m	29218	15527	50630	-	20370m³	2.040m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,9 nós	1	500 mm	6	7.980 kW	118 rpm	1950 mm	Diesel marítimo
CL YINGDU	9718064	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	183m	174m	32,2 m	19,1m	29455	13786	49722	60493	22.249m³	1507m³	CASCO DUPLO	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	7.317 kW	886 rpm	2500mm	Diesel marítimo
CLARA	9389124	Graneleiro	190m	185m	32,26m	18,1m	31532	18767	56557	65878	15.823 m³	2.408m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,7 nós	1	500 mm	6	8.890 kW	116 rpm	2.050 mm	Diesel marítimo
CLARA INSIGNIA	9800427	Graneleiro	199,92m	196,5m	32,26m	18,7m	35040	20127	61300	72518	-	2.654 m³	-	Aço	14kn	1	500mm	6	-	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
CLIPPER ALEXANDRIA	9528017	Graneleiro	179,9m	171,5m	28,4m	14,1m	20928	11786	32535	41783	19163m³		CASCO ÚNICO	Aço	13,7 nós	1	420mm	6	6.480 kW	136 rpm	420mm	Diesel marítimo
CLIPPER HONG KONG	9404429	Graneleiro	189,99m	182,96m	28m	15,1m	24165	12245	37852	44701	-		CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	480mm	6	8.730 kW	127 rpm	480mm	Diesel marítimo
CLIPPER SELO	9543251	Graneleiro	179,9m	171,5m	28,4m	14,1m	20924	11786	32389	41748	-	1818m³	CASCO ÚNICO	Aço	13,7 nós	1	420mm	6	6.480 kW	136 rpm	420mm	Diesel marítimo
CLIPPER TALENT	9406075	Graneleiro	178,7 m	170m	28m	14m	19972	10404	30475	38530	11060m³	1690m³	CASCO DUPLO	Aço	14,15 nós	1	420 mm	6	6.232 kW	1308rpm	420 mm	Diesel marítimo
CLIPPER TRIUMPH	9406025	Graneleiro	178,7 m	170m	28m	14m	19972	10404	30472	38530	11311m³	1690m³	CASCO DUPLO	Aço	14,15 nós	1	420mm	6	6.232 kW	131 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
CLYDE	9836452	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	183,06m	175,15m	32m	19,1m	29528	13556	49999	60202	-		-	Aço	14,5 nós	1	500mm	-	-	100 rpm	-	Diesel marítimo
CMA CGM ARISTOTE	9360154	Navio porta-contêineres	170m	160,51m	27,2 m	9,2 m	17594	7181	21267	-	-	2.832 m³	CASCO ÚNICO	Aço	19,42 nós	1	600 mm	7	15.820 kW	105 rpm	600 mm	Diesel marítimo
CMA CGM BERLIOZ	9222297	Navio porta-contêineres	298,51m	282m	40,3 m	24,1m	73157	43609	80250	107027	-	13.863 m³	CASCO ÚNICO	Aço	25,9 nós	1	980 mm	12	68.520 kW	104rpm	980 mm	Diesel marítimo
CMA CGM COLUMBIA	9722663	Navio porta-contêineres	299,9 m	286m	48,2 m	25m	95680	52015	110206	-	30399m³	8.467m³	-	Aço	22kn	1	900mm	8	46.480 kW	84 rpm	3260 mm	Diesel marítimo
CMA CGM FORT ST GEORGES	9261918	Navio porta-contêineres	197,2 m	184,91m	30,2 m	16,6m	26342	10218	30450	42538	-	2.416m³	CASCO ÚNICO	Aço	21,5 nós	1	700mm	8	24.880 kW	91 rpm	700mm	Diesel marítimo
CMA CGM FORT STE MARIE	9261906	Navio porta-contêineres	197,2 m	184m	30m	16,6m	26342	10218	30762	42184	-		CASCO ÚNICO	Aço	21,5 nós	1	700mm	8	24.880 kW	91 rpm	700mm	Diesel marítimo
CMA CGM JACQUES JUNIOR	9722716	Navio porta-contêineres	299,9 m	286m	48,2 m	20,32m	95680	52015	110679	-	30399m³	8.467m³	-	Aço	22kn	1	900 mm	8	46.480 kW	84 rpm	3260 mm	Diesel marítimo
CMA CGM LITANI	9705055	Navio porta-contêineres	299,95m	286m	48m	24,6m	96704	39704	116422	-	-	11590m³	-	Aço	22kn	1	900mm	9	47.430 kW	78 rpm	900mm	Diesel marítimo
CMA CGM MALTA	9301433	Navio porta-contêineres	210,07m	195,09m	30,2 m	16,7m	26836	12	34289	45746	9456m³	434300m³	FUNDO DUPLO	Aço	21kn	1	720mm	7	21.560 kW	990 rpm	2500mm	Diesel marítimo
CMA CGM MAUPASSANT	9409209	Navio porta-contêineres	300m	286m	40m	24,6m	73779	42486	85450	110445	-	10296m³	CASCO ÚNICO	Aço	24kn	1	980 mm	10	57.100 kW	104rpm	980 mm	Diesel marítimo
CMA CGM NIAGARA	9722675	Navio porta-contêineres	299,9 m	286m	48,2 m	25m	95680	52015	110283	-	30399m³	8.467m³	-	Aço	22kn	1	900 mm	8	46.480 kW	84 rpm	3260 mm	Diesel marítimo
CMA CGM NILE	9732589	Navio porta-contêineres	300m	287m	48,2 m	24,8m	93702	51914	117297	148893	-	8.198m³	-	Aço	22kn	1	820mm	9	36.870 kW	80 rpm	-	Diesel marítimo
CMA CGM PARANAGUA	9246683	Navio porta-contêineres	220,43m	210,2 m	32,24m	18,7m	35881	14444	41801	56895	15.468m³		CASCO ÚNICO	Aço	22kn	1	800 mm	7	25.963 kW	104rpm	800 mm	Diesel marítimo
CMA CGM PUERTO ANTIOQUIA	9275050	Navio porta-contêineres	210,06m	199m	30,2 m	16,7m	26833	12743	34300	45746	8940m³		FUNDO DUPLO	Aço	21kn	1	720mm	7	21.560 kW	99 rpm	-	Diesel marítimo
CMA CGM RHONE	9674543	Navio porta-contêineres	299,95m	286m	48,2 m	24,6m	96253	39892	117390	-	-	11462m³	-	Aço	22kn	1	900 mm	9	47.430 kW	78 rpm	-	Diesel marítimo
CMA CGM RIO GRANDE	9722699	Navio porta-contêineres	299,9 m	286m	48,2 m	25m	95680	52015	110552	-	30399m³	8.467m³	-	Aço	22kn	1	900mm	8	46.480 kW	84 rpm	3260 mm	Diesel marítimo
CMA CGM RODOLPHE	9729075	Navio porta-contêineres	299,87m	283,52m	48,2 m	24,8m	96223	52975	109808	144485	33.851m³	-	-	Aço	22kn	1	900 mm	9	47.500 kW	84 rpm	-	Diesel marítimo
CMA CGM SAN FRANCISCO	9225615	Navio porta-contêineres	299,99m	286m	40m	24,2 m	75590	42233	85823	112639	19687m³	10.854m³	FUNDO DUPLO	Aço	25kn	1	980 mm	10	57.100 kW	104rpm	-	Diesel marítimo
CMA CGM URAL	9705079	Navio porta-contêineres	299,95m	286m	48m	24,6m	96704	39704	115809	-	-	11.589m³	-	Aço	22kn	1	900 mm	9	47.430 kW	78 rpm	900 mm	Diesel marítimo
CMA CGM VERA CRUZ	9418377	Navio porta-contêineres	228,62m	218,22m	32,22m	18,55m	36087	15774	42454	56223	11932m³		FUNDO DUPLO	Aço	23,3 nós	1	820mm	7	29.000 kW	102 rpm	-	Diesel marítimo
CMB FLORIS	9908499	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	19,3m	36177	21173	63628	-	-	2.681m³	-	Aço	14,5 nós	1	500 mm	6	-	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
COLUMBIA	9423530	Graneleiro	189,99m	185,6 m	32,26m	18m	32415	19353	58701	67814	15.806m³	2.819m³	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	500 mm	6	8.400 kW	113rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
COLUMBIA HIGHWAY	9442873	Transportadora de Veículos	199,97m	190m	32,26m	14,7m	59493	19	18930	-	8.449m³	301.000m³	CASCO ÚNICO	Aço	22,2 nós	1	600 mm	8	13.260 kW	1000 rpm	2300 mm	Diesel marítimo
CONDOR	9552886	Graneleiro	199,98m	196m	32,26m	19,22m	37046	18298	62980	74787	21228m³	2.177m³	CASCO	Aço	14kn	1	500 mm	6	8.605 kW	110 rpm	2.000 mm	Diesel

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
ARROW													UNICO									marítimo
CONSTANTI A	9492347	Graneleiro	292m	282m	45m	24,8m	91373	58745	178010	204410	53572m³	5122m³	CASCO UNICO	Aço	15kn	1	700mm	6	16.860 kW	91 rpm	2.674 mm	Diesel marítimo
CONTSHIP KEY	9338278	Navio porta-contentores	147,9m	140,3 m	23,25m	11,5m	9954	5117	13709	19048	4992m³		FUNDO DUPLO	Aço	19,5 nós	1	500 mm	6	9.480 kW	127 rpm	-	Diesel marítimo
COSCO NEW YORK	9335185	Navio porta-contentores	294,08m	283m	32,2 m	21,6m	54778	31736	68234	88368	18.524m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	24,4 nós	1	900mm	9	41.130 kW	104rpm	-	Diesel marítimo
COSCO SAO PAULO	9484388	Navio porta-contentores	261,1 mi	247,09m	32,25m	19,3m	40465	23892	49962	67906	14.815m³		CASCO UNICO	Aço	24,5 nós	1	900mm	8	36.560 kW	104rpm	2300 mm	Diesel marítimo
COSCO SHIPPING CHANG QING	9872171	Carga geral	201,8m	198,3 m	32,26m	19,3m	40250	18223	62.000	-	24381m³	-	-	Aço	13,5 nós	1	600 mm	5	-	79 rpm	-	Diesel marítimo
COSCO SHIPPING DANUBE	9731913	Navio porta-contentores	299,9 m	283,52m	48,2 m	24,8m	94623	54106	111290	-	33.868m³		-	Aço	21,5 nós	1	900mm	8	41.900 kW	84 rpm	-	Diesel marítimo
COSCO SHIPPING GLORY	9881641	Carga geral	201,8m	198,3 m	32,26m	19,3m	40250	18223	61962	-	24385m³	-	-	Aço	13,5 nós	1	600 mm	5	-	79 rpm	-	Diesel marítimo
COSCO SHIPPING GRACE	9928865	Carga geral	201,8m	198,3 m	32,26m	19,3m	40350	17897	61614	-	22903m³		-	Aço	13,5 nós	1	600 mm	5	-	79 rpm	-	Diesel marítimo
COSCO SHIPPING HARMONY	9881665	Carga geral	201,8m	198,3 m	32,26m	19,3m	40250	18123	61921	-	24789m³	-	-	Aço	13,5 nós	1	600 mm	5	-	79 rpm	-	Diesel marítimo
COSCO SHIPPING HONOR	9881653	Carga geral	201,8m	198,3 milhões	32,26m	19,3m	40250	18223	62013	-	24385m³		-	Aço	13,5 nós	1	600 mm	5	-	79 rpm	-	Diesel marítimo
COSCO SHIPPING PENG CHENG	9872195	Carga geral	201,8m	198,3 m	32,26m	19,3m	40250	18223	62002	-	24385m³	-	-	Aço	13,5 nós	1	600 mm	5	-	79 rpm	-	Diesel marítimo
COSCO SHIPPING RHINE	9731951	Navio porta-contentores	299,9 m	283,52m	48,2 m	24,8m	94623	54106	111189	-	33.868m³		-	Aço	21,5 nós	1	900mm	8	41.900 kW	84 rpm	-	Diesel marítimo
COSCO SHIPPING SEINE	9731949	Navio porta-contentores	299,9 m	283,52m	48,2 m	24,8m	94623	54106	111401	-	33.868m³	-	-	Aço	21,5 nós	1	900mm	8	41.900 kW	84 rpm	-	Diesel marítimo
COSCO SHIPPING SINCERE	9928877	Carga geral	201,8m	198,3 m	32,26m	19,3m	40350	17897	61641	-	22903m³		-	Aço	13,5 nós	1	600 mm	5	-	79 rpm	-	Diesel marítimo
COSCO SHIPPING THAMES	9731937	Navio porta-contentores	299,9 m	283,52m	48,2 m	24,8m	94623	54106	111203	-	33.868m³	-	-	Aço	21,5 nós	1	900mm	8	41.900 kW	84 rpm	-	Diesel marítimo
COSCO SHIPPING XING WANG	9872183	Carga geral	201,8m	198,3 m	32,26m	19,3m	40250	18223	62014	-	24381m³		-	Aço	13,5 nós	1	600 mm	5	-	79 rpm	-	Diesel marítimo
COSCO SHIPPING ZHUO YUE	9872157	Carga geral	201,8m	198,3 m	32,26m	19,3m	40250	18221	61991	-	24385m³	-	-	Aço	13,5 nós	1	600 mm	5	-	79 rpm	-	Diesel marítimo
COSTA DIADEMA	9636888	Navio de passageiros	305,7m	269,1 m	37,2 m	11,2 m	133019	121694	11118	-	-	-	-	Aço	-	2	-	-	42.000 kW	139 rpm	-	Diesel marítimo
COSTA FASCINOSA	9479864	Navio de passageiros	289,58m	247,7 m	35,5 m	11,2 m	113321	86908	10.000	-	-	-	CASCO UNICO	Aço	23,2 nós	2	-	12	42.000 kW	146 rpm	460 mm	Diesel marítimo
COSTA FAVOLOSA	9479852	Navio de passageiros	289,65m	247,7 m	35,5 m	14,18m	113307	86898	10.000	-	-	-	CASCO UNICO	Aço	22kn	2	-	12	42.000 kW	146 rpm	460 mm	Diesel marítimo
COSTA FORTUNA	9239783	Navio de passageiros	272,19m	230m	35,5 m	14,18m	102669	74537	8200	49969	-	-	CASCO UNICO	Aço	23kn	1	400 mm	12	40.000 kW	149 rpm	560 mm	Diesel marítimo
CP CHONGQIN G	9710517	Graneleiro	199,88m	194,48m	32,26m	18,5m	36332	21626	63581	75197	33.054m³		-	Aço	14,2 nós	1	600 mm	-	-	89 rpm	-	Diesel marítimo
CP GUANGZHOU	9702522	Graneleiro	199,9 m	194,96m	32,26m	18,5m	36332	21629	63527	75197	33412m³	-	-	Aço	14,2 nós	1	600 mm	-	-	105 rpm	-	Diesel marítimo
CRIMSON QUEEN	9465174	Graneleiro	189,99m	185,6 m	32,26m	18m	32309	19458	58140	67814	16.437m³	2388m³	CASCO UNICO	Aço	15kn	1	500 mm	6	8.400 kW	113rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
CRYSTAL PALACE	9779006	Graneleiro	179,99m	176,8m	30m	15m	23703	12229	38559	47183	-	1739m³	-	Aço	14kn	1	500 mm	6	6.780 kW	108 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
CS CAPRICE	9406104	Graneleiro	178,7 m	170m	28m	14m	19972	10404	30465	38530	11311m³	1268m³	CASCO DUPLO	Aço	14,15 nós	1	420mm	6	6.232 kW	131 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
CS CELESTE	9670418	Graneleiro	179,9m	176,85m	30m	14,8m	24933	12436	38737	48978	16720m³	-	-	Aço	13kn	1	500 mm	-	-	99 rpm	-	Diesel marítimo
CS SARAFINA	9635468	Graneleiro	179,9m	176,6m	30,4m	14,75m	24793	12488	37693	47564	17100m³	3869m³	CASCO DUPLO	Aço	13,9 nós	1	500 mm	5	6.599 kW	1051rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
CYMONA PRIDE	9694488	Graneleiro	225m	221m	32m	20,03m	41759	26050	78056	90456	-	2528m³	-	Aço	14,4 nós	1	600 mm	6	9.660 kW	89 rpm	600 mm	Diesel marítimo
CYPRESS ARROW	9720067	Carga geral	199,9 m	197m	32,24m	18,6m	35503	18315	61022	72389	24575m³	2.129m³	-	Aço	16,3 nós	1	500 mm	6	8.130 kW	108 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
CZECH	9723241	Navio porta-contentores	299,98m	288m	48,2 m	24,8m	94684	59902	117780	142849	34554m³	6266m³	-	Aço	22kn	1	920 mm	8	38.590 kW	74 rpm	3.468 mm	Diesel marítimo
DAHLIA	9127071	Graneleiro	145m	133,5 m	24m	12,8m	11474	6343	18486	23018	5351m³	1046m³	CASCO UNICO	Aço	16,2 nós	1	350 mm	8	5.589 kW	170 rpm	1400mm	Diesel marítimo
DAI SHAN HAI	9456446	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	32983	19191	56946	67681	30959m³	-	CASCO UNICO	Aço	14,2 nós	1	500 mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
DAN CISNE	9513440	Transporte-tanque	207m	196,95m	32,19m	19,51m	36303	16299	59335	73657	25.584 m³		CASCO DUPLO	Aço	15kn	1	500 mm	6	9.480 kW	127 rpm	500 mm	Diesel marítimo
DAN SABIA	9513438	Transporte-tanque	207m	196,97m	32,2 m	19,5m	36303	16289	59317	73638	36664m³	-	CASCO DUPLO	Aço	15kn	1	500 mm	6	9.480 kW	127 rpm	500 mm	Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
DARLEAKAY	9623647	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	32839	19559	58.000	68988		2376m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,3 nós	1	500 mm	6	8.700 kW	120 rpm	500 mm	Diesel marítimo
DE LI	9216494	Graneleiro	189,9m	180m	32,2 m	16,8m	28693	16714	50354	59988	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,1 nós	1	500 mm	6	8.580 kW	127 rpm	500 mm	Diesel marítimo
DENSA DOLPHIN	9403190	Graneleiro	189,99m	185,6 m	32,26m	18m	32379	19353	58772	67814	15.806m³	2616m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	500 mm	6	8.400 kW	127 rpm	1910 mm	Diesel marítimo
DENSA SEAL	9649110	Graneleiro	187m	178m	27,8m	15,6m	22709	12326	37586	44964	10665m³	1539m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	460 mm	6	6.000 kW	110 rpm	1932 mm	Diesel marítimo
DIAMOND SEA	9468152	Graneleiro	190m	185m	32,26m	18,1m	31617	18781	55437	65878	15668m³	2.492m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,7 nós	1	500 mm	6	8.890 kW	118 rpm	2.050 mm	Diesel marítimo
DIMITRIS C	9210074	Navio porta-contentores	243,12m	231m	32,2 m	15,59m	37113	18650	40102	55001	12155m³	6345m³	FUNDO DUPLO	Aço	22kn	1	840mm	7	28.360 kW	102 rpm	-	Diesel marítimo
DN 38	8745450	Embarcação Especial	24,45m	23m	10m	2,75m	175	52	-	-			-	Aço	8,5 nós	2	-	8	692 kW	1800rpm	137 mm	Diesel marítimo
DOLPHIN 75	9255593	Graneleiro	224,96m	217m	32,2 m	19,16m	39709	25329	75162	85838	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	600 mm	6	9.260 kW	99 rpm	600 mm	Diesel marítimo
DORIC KATANA	9897585	Graneleiro	228,99m	225,1m	32,26m	20,15m	43672	27738	82448	-	-	2994m³	-	Aço	13,3kn	1	600mm	6	-	84rpm	2400mm	Diesel marítimo
DORO	9492397	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	33044	19231	57022	67681	16333m³	2.405m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500 mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
DRACO	9801562	Petroleiro	183,1m	174m	32m	19,1m	29260	13770	50067	60465	-	-	-	Aço	14,9kn	1	500mm	-	-	99rpm	-	Diesel marítimo
DSI AQUARIUS	9749269	Graneleiro	198m	195m	32,26m	18,6m	34321	19691	60309	70809	-	2.067m³	-	Aço	16,3 nós	1	500 mm	6	8.370 kW	99 rpm	2.050 mm	Diesel marítimo
DUBLIN EXPRESS	9232577	Navio porta-contentores	281m	269,96m	32,2m	19,85m	46009	25880	54157	74112	14302m³		Casco simples	Aço	25,2kn	1	960mm	9	51480kw	102rpm	960mm	Diesel marítimo
EAGLE	9227869	Graneleiro	148,17m	136,51m	22,8m	12,2 m	11194	6784	18320	22623	5053m³	1292m³	CASCO DUPLO	Aço	13,5 nós	1	420mm	5	4.983 kW	176 rpm	420mm	Diesel marítimo
EAGLE ARROW	9529592	CARGA GERAL	200m	196m	32,26m	19,22m	37046	18298	61860	75894	34327m³		CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	500mm	6	9960kw	127rpm	500mm	Diesel marítimo
EAGLE CAMBE	9907718	Petroleiro de petróleo bruto	279m	268,32m	48,8m	24,1m	86548	47092	155414	183134	55247m³	-	-	Aço	13kn	1	720mm	-	-	72 rpm	-	Diesel marítimo
EAGLE COLATINA	9907706	Petroleiro de petróleo bruto	278,12m	268,3m	48,8m	24,1m	86548	47092	155362	183133	55247m³	-	-	Aço	13kn	1	720mm	-	-	77rpm	-	Diesel marítimo
EAGLE PARAISO	9858577	Petroleiro de petróleo bruto	279,34m	264m	48,8m	23,6m	83773	47003	153264	180297	51979m³	-	-	Aço	14kn	1	720mm	-	-	84rpm	-	Diesel marítimo
EAGLE PARANA	9598268	Transporte-tanque	248m	233m	42m	22,5m	62912	29157	105048	131792	38733m³	-	CASCO DUPLO	Aço	14,6 nós	1	600 mm	-	-	105 rpm	-	Diesel marítimo
EAGLE PASSOS	9858589	PETROLEIRO	277,34m	264m	48,8m	23,6m	83773	47003	153291	-	-	-	-	Aço	-	1	-	-	-	84rpm	-	Diesel marítimo
EAGLE PAULINIA	9858565	Petroleiro de petróleo bruto	277,34m	264m	48,8m	23,6m	83773	47003	153352	180385	51979m³	-	-	Aço	14kn	1	720mm	-	-	84 rpm	-	Diesel marítimo
EAGLE PETROLINA	9858553	Petroleiro de petróleo bruto	277,34m	264m	48,8m	23,6m	83773	47003	153226	180259	51979m³	-	-	Aço	14kn	1	720mm	-	-	80rpm	-	Diesel marítimo
EASTERN HAWK	9888869	Graneleiro	179,97m	173m	29,8m	15m	23573	12101	37520	-	-	1945m³	-	Aço	14,5 nós	1	460 mm	6	-	106 rpm	1932 mm	Diesel marítimo
ECUADOR L	9426192	Graneleiro	189,99m	185,6m	32,26m	18m	32309	19439	57937	67814	16437m³	2388m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,9kn	1	500mm	6	8450kw	119rpm	2000mm	Diesel marítimo
EGRET BULKER	9441295	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	33064	20108	57809	68970	-	-	CASCO DUPLO	Aço	14,3 nós	1	500 mm	6	8.700 kW	120 rpm	500 mm	Diesel marítimo
ELANDRA MAPLE	9831191	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	183,06m	175,15m	32m	19,1m	29528	13556	49999	60290			-	Aço	14kn	1	500mm	-	-	87rpm	-	Diesel marítimo
ELATI	9836490	Graneleiro	228,99m	225,1m	32,26m	20m	43071	27444	81746	93754	-	3.029m³	-	Aço	14,5 nós	1	600 mm	6	9.660 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
ELEGANT EMILIE	9370422	Graneleiro	179,99m	172m	28,2m	14,3m	21192	11444	33248	40698	12579m³	1610m³	CASCO DUPLO	Aço	15,9kn	1	520mm	6	6250kw	118rpm	1600mm	Diesel marítimo
ELEOISSA	9323900	Graneleiro	190m	185m	32,26m	18,1m	31532	18767	56678	65878	15.824m³	2615m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,7 nós	1	500 mm	6	8.890 kW	118 rpm	2.050 mm	Diesel marítimo
ELKA LEBLON	9625712	Transporte-tanque	278,3m	264m	48,7m	23,6m	88393	45847	154846	-	54607m³		CASCO DUPLO	Aço	14,5kn	1	-	7	16660kw	105rpm	600mm	Diesel marítimo
ELKA PARANA	9625724	Transporte-tanque	278,3m	264m	48,7m	23,6m	88393	45847	155010	182646	54607m³	-	CASCO DUPLO	Aço	14,5 nós	1	700mm	7	16.660 kW	91 rpm	600 mm	Diesel marítimo
EMMA A	9308194	PORTA CONTENTORES	212,84m	201,6m	32,24m	19m	32968	12886	38547	51317	12276m³	3928m³	CASCO DUPLO	Aço	23kn	1	800mm	8	28880kw	104rpm	800mm	Diesel marítimo
EMMA GRACE	9694191	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	183,06m	174m	32m	19,1m	28160	13450	49997	60490	-	1417m³	-	Aço	14,61 nós	1	500 mm	6	7.180 kW	86 rpm	2500mm	Diesel marítimo
EQUATOR	9363766	Graneleiro	139,92m	132m	25m	11,5m	11743	6457	18965	-	6854m³	1186m³	CASCO ÚNICO	Aço	15kn	1	350mm	7	5180kw	173rpm	1400mm	Diesel marítimo
EQUINOX DREAM	9503964	Graneleiro	197m	194m	32,26m	18,1m	33232	19143	58680	69186	32317m³	2.214m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,8 nós	1	500 mm	6	8.630 kW	116 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
ES CARE	9708930	Graneleiro	177m	173,91m	30m	14,5m	22468	11139	35510	43485	15.402m³	1645m³	-	Aço	16kn	1	500mm	6	6.780 kW	108 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
ESCOLA BRASIL - U27	710429000	Operações Militares	131,5m		13,5m									Aço	16kn				18.000 kw			Diesel marítimo
ESTEEM SANGO	9900461	Petroleiro Químico	146,5 m	138m	24m	13,1m	12100	6294	19900	25584	-	814m³	-	Aço	14,5 nós	1	400 mm	6	-	124 rpm	1770 mm	Diesel marítimo
ESTRELLA	9477270	Graneleiro	182,98m	179,3 m	32,26m	17,15m	29104	15554	50448	-	20368m³	2.040m³	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	500 mm	6	7.760 kW	107 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
EVA	9845271	Graneleiro	229m	225,5m	32,26m	20,05m	44103	27297	81138	94795	22.022 m³	-	-	Aço	14,3 nós	1	600mm	6	-	90 rpm	-	Diesel marítimo
EVANGELIA L	9737058	Carga geral	183m	177m	30,6 m	14,5m	23856	11814	38167	46558	16172m³	2.209m³	-	Aço	15,7 nós	1	460 mm	6	6.695 kW	113rpm	1932 mm	Diesel marítimo
EVER ELITE	9241281	Navio porta-contentores	299,99m	283m	42,8m	24,2 m	76067	37132	75804	103709	23.544m³	9105m³	CASCO ÚNICO	Aço	25kn	1	840mm	12	48.600 kW	102 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
EVER GRACE	9750309	Graneleiro	229m	225,8m	32,24m	20,2 m	43466	27558	82039	94939	21.869 m³	2655m³	-	Aço	16kn	1	600 mm	6	8.740 kW	85 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
EVER LAUREL	9695474	Navio porta-contentores	334,98m	317m	45,8m	25m	98830	48236	104375	137957	39909m³	10.892m³	CASCO ÚNICO	Aço	24,5 nós	1	980 mm	9	56070 kW	97 rpm	2.660 mm	Diesel marítimo
EVER LEADER	9595503	Navio porta-contentores	334,98m	317m	45,8m	25m	99995	48182	103667	137957	39909m³	10.892 m³	CASCO ÚNICO	Aço	24,5 nós	1	980 mm	9	56070 kW	97 rpm	2.660 mm	Diesel marítimo
EVER LENIENT	9604146	Navio porta-contentores	334,8m	319m	45,8m	25m	99995	48236	104103	137974	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	24,5 nós	1	980 mm	9	56070 kW	97 rpm	980 mm	Diesel marítimo
EVER LIFTING	9629122	Navio porta-contentores	335m	317m	45m	25m	101063	49583	104620	139033	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	24,5 nós	1	980 mm	9	56070 kW	97 rpm	980 mm	Diesel marítimo
EVER LIVELY	9604134	Navio porta-contentores	334,98m	317m	45,8m	25m	99995	48182	103667	137957	39909m³	10.892m³	CASCO ÚNICO	Aço	24,5 nós	1	980 mm	9	56070 kW	97 rpm	2.660 mm	Diesel marítimo
EVER LOADING	9629081	Navio porta-contentores	334,8m	317m	45m	25m	101063	49583	104300	139033	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	24,5 nós	1	980 mm	9	56070 kW	97 rpm	980 mm	Diesel marítimo
EVER UNIFIC	9168843	Navio porta-contentores	285m	268m	40m	24,2 m	69246	30235	63180	87544	23662m³	9.083 m³	CASCO ÚNICO	Aço	24,5 nós	1	840mm	12	48.600 kW	102 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
EVER URBAN	9169160	Navio porta-contentores	285m	268m	40m	24,2 m	69246	30235	63120	87544	24037m³	9208m³	CASCO ÚNICO	Aço	24,5 nós	1	840mm	12	48.600 kW	102 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
EVRIALI	9405435	Graneleiro	189,94m	182m	32,26m	17,3m	29956	18486	53554	61952	14570m³	2316m³	CASCO ÚNICO	Aço	17kn	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
EXPRESS BRAZIL	9443023	Navio porta-contentores	222,5 m	212m	32,2 m	19,3m	35595	19410	44164	57030	13393m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	23kn	1	820mm	7	31.640 kW	102 rpm	-	Diesel marítimo
EXPRESS FRANCE	9443035	Navio porta-contentores	222,56m	211,99m	32,2 m	19,3m	35595	19410	44080	57030	13393m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	23kn	1	820mm	7	31.640 kW	102 rpm	-	Diesel marítimo
FEDERAL CHURCHILL	9671060	Graneleiro	199,98m	195,5m	23,76m	14,85m	20789	11617	34564	43593	19337m³	-	-	Aço	14kn	1	500 mm	-	-	129 rpm	-	Diesel marítimo
FEDERAL OSAKA	9653436	Graneleiro	199,99m	186m	32,25m	18,5m	34582	19663	60467	71309	-	2399m³	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	-	99 rpm	-	Diesel marítimo
FEDERAL SEVERN	9606821	Graneleiro	189,99m	183m	28,3m	15,2 m	24196	12206	37169	46970	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	480mm	6	7.000 kW	116 rpm	480mm	Diesel marítimo
FEDERAL SKEENA	9595890	Graneleiro	189,9m	183m	28,3m	15,2 m	24196	12205	37168	46970	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	480mm	6	7.000 kW	116 rpm	480mm	Diesel marítimo
FEDERAL TWEED	9658898	Graneleiro	189,99m	185,79m	32,26m	17,87m	31590	18797	55317	65387	30413m³	-	-	Aço	15kn	1	500 mm	6	9.960 kW	127 rpm	500 mm	Diesel marítimo
FEDERAL YUKON	9205897	Graneleiro	199,99m	191m	23,5m	14,85m	20659	12019	36579	43941	19730m³	-	CASCO DUPLO	Aço	14kn	1	460 mm	6	7.878 kW	129 rpm	460 mm	Diesel marítimo
FEDRAGR	9655355	Graneleiro	179,9m	174m	30m	15,1m	23765	11966	37301	45954	-	1697m³	-	Aço	14,5 nós	1	460 mm	6	-	110 rpm	1932 mm	Diesel marítimo
FENG HUANG FENG	9576806	Graneleiro	225m	217m	32,26m	19,6m	40913	25963	75396	89.000	34274m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	600mm	5	8.833 kW	105 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
FERNAO DE MAGALHAES	9603221	Navio porta-contentores	227,92m	217,36m	37,3m	19,6m	42564	17234	52072	68346	18.964m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	22,7 nós	1	700mm	7	22.890 kW	104rpm	-	Diesel marítimo
FETHIYE M	9485899	Graneleiro	180m	172m	30m	14,7m	23443	11526	34420	43631	21775m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	14kn	1	500mm	5	7.900 kW	127 rpm	-	Diesel marítimo
FJORD PEARL	9460796	Graneleiro	188,5 m	184,13m	32,26m	17,15m	29847	15882	51703	-	20800m³	2.040m³	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	500 mm	6	8.045 kW	121 rpm	1950 mm	Diesel marítimo
FLORENTIN E OETKER	9801172	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	19,15m	35835	20839	63490	74836	-	2625m³	-	Aço	15,6 nós	1	500mm	6	7.560 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
FLORIDA HIGHWAY	9442861	Transportadora de Veículos	199,97m	192m	32,26m	14,7m	59493	19244	18930	-	8.449m³	3010m³	CASCO ÚNICO	Aço	21,9 nós	1	600 mm	8	13.260 kW	100 rpm	2300 mm	Diesel marítimo
FLUMAR MACIO	9345893	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	144,09m	136m	24,19m	12,9m	11728	6349	19975	25419	7192m³	-	CASCO DUPLO	Aço	16,2 nós	1	450mm	7	6.230 kW	158 rpm	450mm	Diesel marítimo
FORMENTE RA	9721413	Graneleiro	180m	176,97m	32m	15m	25546	13048	38710	48863	-	-	-	Aço	14kn	1	500 mm	-	-	118 rpm	-	Diesel marítimo
FORTALEZA KNUTSEN	9499876	Transporte-tanque	246,8m	233m	42m	22,5m	63560	31860	106316	127725	40039m³	-	CASCO DUPLO	Aço	15,5 nós	1	600mm	7	15.820 kW	105 rpm	600mm	Diesel marítimo
FOUR RIGOLETTO	9450674	Graneleiro	180m	172m	30m	14,7m	23456	11522	34437	43631	11155m³	1568m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	500 mm	5	7.900 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
FRAGATA INDEPENDENCIA - F44	710455000	Operações Militares	13,5m	-	129,2 m	5,9m	2902991kg							Aço						841 rpm		Diesel marítimo
FRAGATA LIBERAL - F43	710466000	Operações Militares	238m		42m									Aço						141 rpm		Diesel marítimo
FRANZ SCHULTE	9861160	Graneleiro	179,95m	177,01m	32,01m	15m	25696	13666	39887	50213	-	-	-	Aço	15,1 nós	1	500mm	-	-	117 rpm	-	Diesel marítimo
FRIEDERIKE	9436769	Graneleiro	190m	183m	32m	18,5m	33302	19342	57369	68123	-	2.219m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	500 mm	6	9.480 kW	127 rpm	500 mm	Diesel marítimo
FRISIAN OCTA	9526095	Carga geral	118,14m	111,6m	15,9m	8,8m	5425	2949	8284	11089	2945m³	579m³	CASCO ÚNICO	Aço	13,4 nós	1	255mm	9	2.970 kW	750 rpm	255mm	Diesel marítimo
FUJI BAY	8920141	Refrigerador	148m	140m	20,6m	12,8m	9070	5838	11540	16480	1281m³	-	CASCO DUPLO	Aço	20,8 nós	1	520 mm	6	6.765 kW	133 rpm	520 mm	Diesel marítimo
FUNING	9690913	Graneleiro	179,99m	176,65m	30m	15m	24785	13019	39784	50252	-	-	-	Aço	14kn	1	500mm	5	8.725 kW	99 rpm	500mm	Diesel marítimo
FWN ATLANTIDE	9535620	Carga geral	145,63m	136,8m	18,25m	10,3m	8059	3909	10872	15102	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,8 nós	1	320 mm	9	4.320 kW	600 rpm	320 mm	Diesel marítimo
FWN RAPIDE	9320520	Carga geral	146m	139,38m	18m	10,3m	7767	3856	10609	14831	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	15,5 nós	1	320mm	9	4.320 kW	600 rpm	320mm	Diesel marítimo
FWN SOLIDE	9321093	Carga geral	145m	139,38m	18m	10,3m	7767	3856	10574	14831	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	15,5 nós	1	320 mm	9	4.320 kW	600 rpm	320 mm	Diesel marítimo
GANJ	9305219	Graneleiro	225m	217,83m	32m	19,2m	40166	25624	73500	86088	20.832m³	2581m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,45 nós	1	600mm	5	10.200 kW	105 rpm	2.292 mm	Diesel marítimo
GEMLIK EXPRESS	9751107	Navio porta-contentores	185,97m	176,95m	35,2 m	17,9m	31425	10767	36992	-	14.433m³	-	-	Aço	18,3 nós	1	600 mm	-	-	97 rpm	-	Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprime nto total	Comprimento perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível	
GENAVA	9731248	Graneleiro	189,99m	186,2 m	32,26m	18m	32540	19282	57587	67812	-	2200m³	-	Aço	16,4 nós	1	500mm	7	8.470 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo	
GENCO AQUITAINE	9490624	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	32837	19559	58.000	68970	31729m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,3 nós	1	500mm	6	8.700 kW	120 rpm	500mm	Diesel marítimo	
GENCO ARDENNES	9490636	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	32837	19559	57970	68970	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,3 nós	1	500mm	6	9.488 kW	127 rpm	500mm	Diesel marítimo	
GENCO MADELINE	9705976	Graneleiro	199,99m	193,74m	32,26m	18,5m	35884	21202	63166	74922	34371m³	-	-	Aço	13,8 nós	1	600 mm	-	-	105 rpm	-	Diesel marítimo	
GENEVE	9442926	Graneleiro	224,94m	217m	32,26m	19,5m	39737	25754	76596	86824	21019m³	3298m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,9 nós	1	600mm	6	10.320 kW	89 rpm	2.292 mm	Diesel marítimo	
GENIUS STAR IX	9542867	Carga geral	119,99m	111,5m	21,2m	14,3m	9589	3725	12005	16079	2300m³	813m³	FUNDO DUPLO	Aço	15kn	1	350mm	6	3.900 kW	210 rpm	1050mm	Diesel marítimo	
GENIUS STAR XI	9622710	Carga geral	124,98m	115,49m	21m	14,4m	9984	4297	13663	-	4013m³	875m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,1 nós	1	350 mm	6	3.900 kW	210 rpm	1050 mm	Diesel marítimo	
GENIUS STAR XII	9644744	Transportadora de Veículos	124,55m	115,49m	20,5m	14,5m	9996	4199	13077	-	3638m³	853m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,4 nós	1	350mm	6	3.900 kW	210 rpm	1050mm	Diesel marítimo	
GEORGIA HARMONY	9836921	Graneleiro	182,87m	179,95m	31m	14,5m	24331	12047	38422	46891	-	1722m³	-	Aço	14,7 nós	1	460 mm	6	-	110 rpm	1932 mm	Diesel marítimo	
GEORGIOS P	9476680	Graneleiro	189,99m	185m	32,2 m	18m	33044	19231	57051	67681	-	2378m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	500mm	Diesel marítimo
GH LESTE	9418377	Navio porta-contentores	228,62m	218,22m	32,22m	18,55m	36087	15774	42454	56223	11932m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	23,3 nós	1	820mm	7	29.000 kW	102 rpm	-	Diesel marítimo	
GH NAVIGATOR	9439943	Navio de abastecimento offshore	76,5 m	67,4m	17,5m	8m	2922	953	3006	-	615m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	16,3 nós	4	320mm	6	470 kW	750 rpm	400mm	Diesel marítimo	
GIBALTAR EAGLE	9702508	Graneleiro	199,9 m	194,98m	32,26m	18,5m	36332	21636	64.000	75197	33412m³	-	-	Aço	13,5 nós	1	600mm	-	-	105 rpm	-	Diesel marítimo	
GLOBAL UNITY	9665542	Graneleiro	199,99m	193,74m	32,26m	18,5m	35812	21224	63238	74922	-	2.296m³	-	Aço	15kn	1	600 mm	5	8.300 kW	91 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo	
GLOBAL VEGA	9687760	Graneleiro	189,99m	185,6 m	32,26m	18m	32370	19449	57835	67814	16210m³	2350m³	-	Aço	16,1 nós	1	500mm	6	8.480 kW	123 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo	
GLOBAL WINNER	9679391	Graneleiro	189m	180m	30m	15m	24735	12342	38190	47128	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,1 nós	1	420mm	7	7.560 kW	136 rpm	420mm	Diesel marítimo	
GLORIA 1	9164445	Graneleiro	229m	218m	36,5 m	18,5m	43351	23540	77663	88922	29239m³	3075m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,2 nós	1	600mm	5	10.223 kW	105 rpm	2.292 mm	Diesel marítimo	
GOLD RIVER	9251078	Graneleiro	177m	168,5 m	28,4m	14,25m	19872	11140	32537	39684	11787m³	1566m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,9 nós	1	520 mm	6	6.620 kW	125 rpm	1600mm	Diesel marítimo	
GOLDWAY	9742900	Petróleo de petróleo bruto	277m	267m	48m	23,1m	81545	51131	154781	180446	-	-	-	Aço	12,5 nós	1	700mm	-	-	83 rpm	-	Diesel marítimo	
GRAECIA UNIVERSALIS	9295127	Graneleiro	224,9m	215m	32,2 m	19,3m	39041	25246	73902	84361	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,9 nós	1	500mm	7	10371 kW	119 rpm	500mm	Diesel marítimo	
GRAIN WAY	9545560	Graneleiro	159,61m	149,95m	24,4m	14m	15808	7710	23003	-	-	1296m³	CASCO ÚNICO	Aço	13,2 nós	1	320mm	9	4.320 kW	750 rpm	400 mm	Diesel marítimo	
GREAT HAN	9766920	Graneleiro	200m	196m	36m	18,54m	39655	19630	64793	78325	-	2391m³	-	Aço	15,05 nós	1	500mm	6	7.510 kW	89 rpm	-	Diesel marítimo	
GREAT MANTA	9387932	Petróleo de petróleo/produtos químicos	183m	173,9m	32,2 m	19,1m	29733	13661	51501	61419	23.457m³	1592m³	CASCO DUPLO	Aço	15,2 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo	
GREAT PIONEER	9728667	Graneleiro	199,9 m	194,5m	32,26m	18,5m	36353	21700	63411	75198	-	-	-	Aço	14,2 nós	1	600 mm	-	-	105 rpm	-	Diesel marítimo	
GREAT QIN	9766918	Graneleiro	200m	196m	36m	18,54m	39635	19630	64928	78325	-	2391m³	-	Aço	15,05 nós	1	500mm	6	7.510 kW	89 rpm	-	Diesel marítimo	
GREAT ZHOU	9766932	Graneleiro	199,99m	196m	36m	18,54m	39744	19703	64.000	78325	25254m³	2.209m³	-	Aço	14,6 nós	1	500mm	6	7.510 kW	89 rpm	2500mm	Diesel marítimo	
GREEK FRIENDSHIP	9847865	Graneleiro	228,9m	226m	32,2 m	20,2 m	43987	27386	82017	95406	-	-	-	Aço	14,5 nós	1	600mm	-	-	89 rpm	-	Diesel marítimo	
GREEN ITALIA	9045780	Refrigerador	131,25m	121m	19,6m	12,85m	7743	3726	7721	12885	954m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	20kn	1	500mm	7	8.100 kW	123 rpm	500mm	Diesel marítimo	
GREEN MALOY	8804579	Refrigerador	109m	101m	18m	9,8m	5084	3163	6112	9110	1402m³	856m³	CASCO ÚNICO	Aço	10,4 nós	1	320mm	12	4.045 kW	720 rpm	320mm	Diesel marítimo	
GREEN SELJE	8804529	Refrigerador	109m	101,4m	18m	9,8m	5084	3163	6120	9110	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	15kn	1	320mm	12	4.045 kW	720 rpm	320mm	Diesel marítimo	
GSL ARCADIA	9214214	Navio porta-contentores	277,32m	263m	40m	24,3m	66289	33235	67580	92438	14694m³	8.737m³	FUNDO DUPLO	Aço	24,9 nós	1	900mm	12	54.840 kW	94 rpm	-	Diesel marítimo	
GSL ELEFHERIA	9509140	Navio porta-contentores	228,13m	210,9m	32,18m	20,3m	39905	22024	46150	62792	15699m³	4682m³	CASCO ÚNICO	Aço	22,3 nós	1	680 mm	8	25.040 kW	95 rpm	2720 mm	Diesel marítimo	
GSL MELINA	9509152	Navio porta-contentores	228,13m	210,75m	32,19m	20,3m	39905	22024	46579	63281	15699m³	4682m³	CASCO ÚNICO	Aço	22,3 nós	1	680 mm	8	25.040 kW	95 rpm	2720 mm	Diesel marítimo	
GUANA	7363425	Graneleiro	196,02m	185,02m	24,21m	15,22m	19462	12920	35267	-	-	-	CASCO DUPLO	Aço	15,2 nós	1	-	7	8.821 kW	-	680 mm	Diesel marítimo	
GULF TRADER	9218844	Graneleiro	225m	217m	32m	19,15m	39709	25329	75214	85838	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	600mm	6	9.260 kW	99 rpm	600mm	Diesel marítimo	
HALIFAX EAGLE	9855862	Graneleiro	199,88m	194,47m	32m	18,5m	36700	21570	63800	75227	-	-	-	Aço	14,4 nós	1	600 mm	-	-	89 rpm	-	Diesel marítimo	
HALIL SAHIN	9224673	Graneleiro	187,3 m	180m	32,2 m	16,55m	27581	16641	48377	56178	14104m³	1957m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,7 nós	1	480mm	6	7.870 kW	120 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo	
HANSEATIC EAGLE	9490674	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	12,95m	32880	19559	58.000	68988	-	2375m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,3 nós	1	500mm	6	8.700 kW	120 rpm	500mm	Diesel marítimo	
HANSEATIC NATURE	9490674	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	12,95m	32880	19559	58.000	68988	-	2375m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,3 nós	1	500mm	6	8.700 kW	120 rpm	500mm	Diesel marítimo	
HANZE GENDT	9605176	Graneleiro	179,94m	176,72m	30m	14,7m	24210	11618	35.000	45038	22726m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500mm	5	6.300 kW	127 rpm	500mm	Diesel marítimo	
HAOYUE	9671802	Graneleiro	229m	225,3 m	32,26m	20m	44127	27581	82061	95463	22.045m³	2.496m³	-	Aço	15kn	1	600mm	6	9801 kW	903 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo	
HARIS	9670119	Navio porta-contentores	184,94m	175m	30m	16,5 m	24528	8098	25044	35357	116386m³	2.284m³	-	Aço	19,5 nós	1	600 mm	6	13.000 kW	105 rpm	600 mm	Diesel marítimo	

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
HARVEST	9297931	Graneleiro	225m	217m	32,26m	19,2m	40230	26314	73691	86035	-	2.817m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,4 nós	1	600mm	5	10.200 kW	105 rpm	600mm	Diesel marítimo
HB GOLDEN EAGLE	9866550	Graneleiro	179,97m	173m	29m	15m	23300	12208	37800	46314	-	-	-	Aço	14kn	1	460 mm	-	-	106 rpm	-	Diesel marítimo
HELLA	9535137	Navio porta-contentores	263m	40m	22,2 m	14,2 m	32265	73195	-	-	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	23,7 nós	1	980 mm	8	44.900 kW	94 rpm	980 mm	Diesel marítimo
HERO	9216808	Graneleiro	189,99m	182m	32,26m	17m	30303	17734	52434	60772	15.407m³	2592m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,1 nós	1	500mm	6	7.800 kW	116 rpm	1910 mm	Diesel marítimo
HG BRISBANE	9530682	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	33045	20112	57802	68970	16925m³	2334m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,3 nós	1	500mm	6	8.700 kW	120 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
HG SINGAPORE	9585314	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	33044	19231	57.000	67681	-	2.405m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500mm	6	9.480 kW	124 rpm	500mm	Diesel marítimo
HOPE	9545053	Graneleiro	180,4 m	171,4 m	30m	14,4m	22419	11607	34.000	42746	19938m³	-	CASCO DUPLO	Aço	14kn	1	420mm	6	6.480 kW	136 rpm	420mm	Diesel marítimo
HORIZON	9323637	Graneleiro	178,72m	170,9m	28m	14m	19891	10297	30193	38158	11317m³	1717m³	CASCO DUPLO	Aço	14,3 nós	1	420mm	6	6.232 kW	131 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
HTK NEW SKY	9708746	Graneleiro	189,93m	185,5 m	32,26m	18,4m	32714	19102	58078	68078	16.578m³	2338m³	-	Aço	15,9 nós	1	500mm	6	8.100 kW	108 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
HUNGARY	9723253	Navio porta-contentores	299,98m	286m	48,2 m	24,8m	94684	55975	111650	142849	34554m³	6266m³	-	Aço	22kn	1	920 mm	8	38.590 kW	74 rpm	3.468 mm	Diesel marítimo
HYUNDAI COLOMBO	9323508	Navio porta-contentores	303,83m	286m	40m	24,2 m	75308	43151	80108	107678	22.464m³	9105m³	CASCO ÚNICO	Aço	26,6 nós	1	980 mm	2	68.520 kW	104 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
HYUNDAI GOODWILL	9347607	Navio porta-contentores	294,1 m	283,2 m	32m	21,8m	53100	31099	63071	-	21.842m³	6694m³	CASCO ÚNICO	Aço	25,2 nós	1	960 mm	8	45.760 kW	102 rpm	2500mm	Diesel marítimo
HYUNDAI GRACE	9330721	Navio porta-contentores	294,1 m	283,2 m	32,2 m	21,8m	52581	31157	63439	-	21.842m³	6694m³	CASCO ÚNICO	Aço	25,2 nós	1	960 mm	8	45.760 kW	102 rpm	2500mm	Diesel marítimo
HYUNDAI INTEGRAL	9347592	Navio porta-contentores	294,12m	283,2 m	32m	21,8m	53100	31157	63157	-	21.842m³	6694m³	CASCO ÚNICO	Aço	25,2 nós	1	960 mm	8	45.760 kW	102 rpm	2500mm	Diesel marítimo
HYUNDAI JAKARTA	9323522	Navio porta-contentores	303,83m	288,4 m	40m	24,2 m	75308	43151	80108	107678	22.464m³	9105m³	CASCO ÚNICO	Aço	26,6 nós	1	980 mm	2	68.520 kW	104 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
HYUNDAI PARAMOUNT	9625542	Navio porta-contentores	255,4m	242m	37m	22,1m	52467	29745	63010	81954	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	21,5 nós	1	820mm	6	27.120 kW	80 rpm	820mm	Diesel marítimo
HYUNDAI PLATINUM	9637155	Navio porta-contentores	255,4m	242m	37m	22,1m	52467	29745	63014	81954	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	21,5 nós	1	820 mm	6	27.120 kW	80 rpm	820 mm	Diesel marítimo
HYUNDAI PREMIUM	9625530	Navio porta-contentores	255,4m	242m	37,4m	22,1m	52467	29745	63015	81954	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	21,5 nós	1	820mm	6	27.120 kW	80 rpm	820mm	Diesel marítimo
HYUNDAI PRESTIGE	9625528	Navio porta-contentores	255,4m	242m	37m	22,1m	52467	29745	63010	81954	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	21,5 nós	1	820 mm	6	27.120 kW	80 rpm	820 mm	Diesel marítimo
HYUNDAI PRIVILEGE	9625554	Navio porta-contentores	255,4m	242m	37,4m	22,1m	52467	28400	63016	81954	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	21,5 nós	1	820mm	6	27.120 kW	80 rpm	820mm	Diesel marítimo
HYUNDAI SHANGHAI	9305647	Navio porta-contentores	303,83m	292m	40m	24,2 m	74651	43151	80262	107492	22.464m³	9106m³	CASCO ÚNICO	Aço	26,6 nós	1	980 mm	2	68.490 kW	104 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
HYUNDAI TOKYO	9305673	Navio porta-contentores	303,83m	292m	40m	24,2 m	74651	43151	80059	107492	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	25kn	1	980 mm	10	68.520 kW	104 rpm	980 mm	Diesel marítimo
HYUNDAI UNITY	9330719	Navio porta-contentores	294,1 m	283,2 m	32,2 m	21,8m	52581	31157	63439	-	21.842m³	6694m³	CASCO ÚNICO	Aço	25,2 nós	1	960 mm	8	45.760 kW	102 rpm	2500mm	Diesel marítimo
IKAN BELANAK	9875159	Graneleiro	228,94m	225m	32,24m	20m	43471	27254	81609	94707	-	2.885m³	-	Aço	14,5 nós	1	600mm	6	-	89 rpm	-	Diesel marítimo
ILENAO	9524683	Graneleiro	187,88m	182,5 m	32,26m	18,3m	32795	18550	55442	65982	15.466m³	1842m³	CASCO DUPLO	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	8.820 kW	119 rpm	2500mm	Diesel marítimo
IMAVERE	9612325	Graneleiro	187m	178,02m	27,8m	15,6m	22746	12344	36746	44964	20.484m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	460 mm	6	7.860 kW	129 rpm	460 mm	Diesel marítimo
IMPALA	9370111	Carga geral	138,09m	130m	21m	11m	9556	4378	13425	17970	4394m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	14kn	1	350 mm	7	5.180 kW	170 rpm	-	Diesel marítimo
IMPERATOR	9367906	Graneleiro	139,92m	132m	25m	11,5m	11743	6457	18981	-	6.854m³	1186m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	350mm	7	5.180 kW	173 rpm	1400mm	Diesel marítimo
INCE POINT	9663271	Graneleiro	179,97m	173m	29,8m	15m	23393	12197	37503	46314	15.089m³	1945m³	-	Aço	16,2 nós	1	460 mm	6	6.820 kW	110 rpm	1932 mm	Diesel marítimo
INDIAN OCEAN	9467586	Graneleiro	180m	172m	30m	14,7m	23426	11082	33762	45368	13.522m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	500mm	6	8.580 kW	129 rpm	500mm	Diesel marítimo
INDIGO BREEZE	9760160	Graneleiro	199,99m	193m	32,25m	18,5m	34578	19663	60430	71230	-	2393m³	-	Aço	15,8 nós	1	500mm	6	7.800 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
INDIGO CEIRO	9584891	Graneleiro	197m	194m	32,26m	18,1m	33084	19142	58737	69186	32304m³	2.243m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,4 nós	1	500mm	6	8.630 kW	116 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
INDUSTRIAL CONFIDENCE	9810331	Carga geral	99,98m	93,8m	20,5m	12m	7498	2250	8406	12692	4353m³	-	-	Aço	12kn	1	350 mm	-	-	167 rpm	-	Diesel marítimo
INDUSTRIAL EMMA	9474371	Carga geral	122,46m	115,16m	18,19m	9,5m	6155	2759	7760	11398	3278m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	15kn	1	320mm	9	4.320 kW	600 rpm	-	Diesel marítimo
INTUITION	9471226	Graneleiro	229m	222m	32,24m	20,1m	43837	26639	80686	93822	36182m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,4 nós	1	500mm	7	11.060 kW	127 rpm	500mm	Diesel marítimo
INVENTANA	9186223	Carga/Contêiner	198,5m	189,49m	31m	19m	33448	13195	44982	-	16512m³	-	CASCO DUPLO	Aço	16,2 nós	1	600mm	6	11.200 kW	96 rpm	600mm	Diesel marítimo
IOLCOS FIGHTER	9664964	Graneleiro	225m	217m	32,3m	19,7m	41254	25658	76102	89.000	22171m³	2713m³	-	Aço	14,5 nós	1	600 mm	5	10.000 kW	101 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
IOLCOS HARMONY	9429431	Graneleiro	229m	221m	36,8m	19,9m	47984	27675	87376	102084	-	-	CASCO DUPLO	Aço	14,5 nós	1	600mm	6	10.500 kW	95 rpm	580mm	Diesel marítimo
IOLCOS UNITY	9313058	Graneleiro	225m	217m	32,26m	19,6m	40485	25884	74476	87337	34621m³	2.866m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	600 mm	5	8.990 kW	92 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
IPANEMA BEACH	9663269	Graneleiro	179,97m	173m	29,8m	15m	23393	12197	37503	46314	15.089m³	1945m³	-	Aço	15,9 nós	1	460 mm	6	6.820 kW	110 rpm	1932 mm	Diesel marítimo
ISE HARMONY	9881158	Graneleiro	182,87m	179,95m	31m	14,7m	25010	12488	39955	-	-	1789m³	-	Aço	14,7 nós	1	460 mm	6	-	105 rpm	-	Diesel marítimo
ISOLDA D	9588873	Graneleiro	179,3 m	172m	28m	15,2 m	22137	11328	34290	43756	-	1476m³	-	Aço	14kn	1	420mm	6	6.480 kW	136 rpm	420mm	Diesel marítimo
ISOLDANA	9186235	Carga/Contêiner	198,5m	189,5 m	31m	19m	33448	13195	44691	-	16512m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	16,2 nós	1	600 mm	6	11.200 kW	96 rpm	600 mm	Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
IVESTOS 5	9304265	Graneleiro	228m	218,84m	32,2 m	19,8m	40042	25259	76728	87409	37664m³	2738m³	FUNDO DUPLO	Aço	16,3 nós	1	500mm	7	9.230 kW	106 rpm	-	Diesel marítimo
IVS MERLIN	9604847	Carga geral	183m	175m	29,5m	15m	24020	12015	38468	46832	16.032 m³	2018m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,1 nós	1	500mm	6	7.900 kW	121 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
IZANAGI HARMONY	9791066	Graneleiro	179,9m	174m	30m	15,1m	23770	11966	37105	-	-	1696m³	-	Aço	14,5 nós	1	460 mm	6	-	110 rpm	1932 mm	Diesel marítimo
IZUMO HERMES	9852212	Graneleiro	179,9m	174m	30m	15,1m	23765	11966	37301	45954	-	1696m³	-	Aço	14,5 nós	1	460 mm	6	-	110 rpm	1932 mm	Diesel marítimo
JABAL AR RAWDAH	972204	Graneleiro	199,9 m	194,5m	32,26m	18,5m	36357	21614	63292	75184	-	-	-	Aço	14,2 nós	1	600mm	-	-	89 rpm	-	Diesel marítimo
JACQUELIN E C	9429754	Carga geral	138m	130m	21m	11m	9530	4398	12914	18110	-	25.000m³	FUNDO DUPLO	Aço	15kn	1	430 mm	6	5.400 kW	500 rpm	-	Diesel marítimo
JANNES	9435129	Carga geral	138,45m	130,71m	21m	11m	9618	4260	12708	17972	4931m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	15kn	1	430 mm	6	5.400 kW	514 rpm	-	Diesel marítimo
JOAO CANDIDO	9453315	Petroleiro de petróleo bruto	274,2 m	264m	48m	23,2 m	81429	50978	157055	182655	55189m³	4254m³	CASCO DUPLO	Aço	14,8 nós	1	700 mm	6	16.891 kW	91 rpm	2.800 mm	Diesel marítimo
JOGLA	9619402	Navio porta-contentores	255,35m	241,92m	37,3m	19,6m	48338	21585	58032	77501	19204m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	21,5 nós	1	800 mm	6	27.060 kW	78 rpm	-	Diesel marítimo
JOLLY ORO	9450313	Navio porta-contentores	264,28m	251,01m	32,2 m	21,5m	47855	28759	59367	76920	14527m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	24,25 nós	1	900mm	8	36.560 kW	104 rpm	-	Diesel marítimo
JPS ELLI	9763992	Graneleiro	189,99m	186,2 m	32,26m	18m	32549	19269	57523	67812	31155m³	2.208 m³	-	Aço	15,8 nós	1	500mm	-	8.470 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
KALAMATA TRADER	9701293	Navio porta-contentores	184,9m	175,9m	29,98m	16,5m	25145	8016	25.000	35339	12.281m³	-	-	Aço	19kn	1	600 mm	6	14.280 kW	105 rpm	600 mm	Diesel marítimo
KANSU	9860283	Graneleiro	179,99m	175,6 m	30m	14,63m	22360	12258	37440	-	14348m³	-	-	Aço	14kn	1	500mm	-	-	108 rpm	-	Diesel marítimo
KARVUNA	9468619	Graneleiro	168,5 m	159m	25m	11,5m	13965	7244	21177	27988	13.816m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	14kn	1	420mm	8	5.884 kW	514 rpm	-	Diesel marítimo
KATERINA III	9500273	Graneleiro	225m	217m	32,26m	19,6m	41342	25325	75700	89.000	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	13kn	1	600mm	5	8.833 kW	105 rpm	2.292 mm	Diesel marítimo
KATHY OCEAN	9272785	Graneleiro	189,99m	182m	32,26m	17m	30174	17907	52428	60772	15.407m³	2587m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	8.580 kW	127 rpm	1910 mm	Diesel marítimo
KEN GIANT	9615694	Graneleiro	169,37m	160,4 m	27,2 m	13,6m	17018	10104	28323	34589	8.279m³	1367m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,2 nós	1	420mm	6	5.850 kW	129 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
KEN STAR	9619593	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	18,6m	34800	20209	61423	72322	18.074m³	2565m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,1 nós	1	500mm	6	8.450 kW	108 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
KEREM	9126429	Graneleiro	171,45m	162,65m	27m	14m	18675	10979	29971	35981	16.044m³	1399m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	420mm	6	6.150 kW	136 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
KEY FRONTIER	9454292	Graneleiro	224,9m	222m	32,26m	20m	42709	26547	80679	93255	36241m³	2.495m³	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	500mm	7	9.700 kW	116 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
KHOI	9550163	Graneleiro	169,37m	160m	27,2 m	13,6m	17002	10158	28338	34589	8260m³	1369m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	420mm	6	5.850 kW	129 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
KIAN	9890240	Graneleiro	179,99m	175,6 m	30m	14,63m	22360	12258	37391	-	14348m³	-	-	Aço	14kn	1	500mm	-	-	108 rpm	-	Diesel marítimo
KIBALI	9558696	Graneleiro	189,99m	183,3m	32,26m	18,5m	33338	18901	57260	6780	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	500mm	Diesel marítimo
KIRAN AMERICA	9491264	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	33044	19231	56569	67681	-	2.405m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	500mm	Diesel marítimo
KIWI ARROW	9434527	Graneleiro	199,98m	196m	32,26m	19,22m	36925	18303	62924	74787	21080m³	2.267m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,8 nós	1	500mm	6	8.605 kW	110 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
KOTA CABAR	9494606	Navio porta-contentores	299,97m	285,86m	40m	24,6m	76633	38984	83964	112720	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	25,6 nós	1	980 mm	10	57.100 kW	104 rpm	980 mm	Diesel marítimo
KOTA CANTIK	9494591	Navio porta-contentores	299,95m	286m	40m	24,6m	76633	38988	83964	112720	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	25,6 nós	1	980 mm	10	57.100 kW	104 rpm	980 mm	Diesel marítimo
KOTA CARUM	9494577	Navio porta-contentores	299,95m	286m	40m	24,6m	76633	38999	83963	112720	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	25,6 nós	1	980 mm	10	57.100 kW	104 rpm	980 mm	Diesel marítimo
KOTA CEMPAKA	9638965	Navio porta-contentores	299,95m	286m	40m	24,6m	76633	40.000	84332	112720	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	25,6 nós	1	980 mm	10	57.199 kW	104 rpm	980 mm	Diesel marítimo
KOTA CEPAT	9638977	Navio porta-contentores	299,95m	286m	40m	24,6m	76101	69740	84332	112720	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	25,6 nós	1	980 mm	10	57.199 kW	104 rpm	980 mm	Diesel marítimo
KOTA KARIM	9307425	Navio porta-contentores	233,17m	220m	32,2 m	17,1m	31070	15648	39763	-	10567m³	4214m³	CASCO ÚNICO	Aço	24,2 nós	1	700mm	7	21.735 kW	91 rpm	2.800 mm	Diesel marítimo
KOTA LIMA	9267651	Navio porta-contentores	278,94m	262m	40m	24m	66292	25648	67197	91250	15.079m³	9.866m³	CASCO ÚNICO	Aço	25kn	1	980 mm	10	57.200 kW	94 rpm	2.660 mm	Diesel marítimo
KOTA MANIS	9632741	Navio porta-contentores	221m	209m	34,9m	18,9m	37199	13856	45349	59766	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	21,5 nós	1	700mm	7	22.890 kW	91 rpm	700mm	Diesel marítimo
KOTA PAHLAWAN	9786712	Navio porta-contentores	330m	316,4 m	48,2 m	20,34m	114380	62816	132415	170360	-	7211m³	-	Aço	22kn	1	920 mm	8	42.350 kW	76 rpm	3.468 mm	Diesel marítimo
KOTA PELANGI	9786748	Navio porta-contentores	330m	316,4 m	48,2 m	20,34m	114380	62816	132340	170360	-	7211m³	-	Aço	22kn	1	920 mm	8	42.350 kW	76 rpm	3.468 mm	Diesel marítimo
KOTA PUSAKA	9793961	Navio porta-contentores	330m	316m	48m	27,2 m	114183	63895	132664	170364	-	7.496m³	-	Aço	22kn	1	920 mm	8	42.350 kW	76 rpm	-	Diesel marítimo
KOTA SANTOS	9293765	Navio porta-contentores	333,99m	319m	42,8m	24,6m	90449	59328	100948	134888	24904m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	25,2 nós	1	960 mm	12	68.640 kW	102 rpm	-	Diesel marítimo
KURE	9085522	Navio porta-contentores	318,24m	302,28m	42,8m	24,1m	81488	43399	84900	123556	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	25kn	1	900mm	12	54.840 kW	94 rpm	900mm	Diesel marítimo
LAAX	9512355	Graneleiro	228,99m	222m	32,26m	20,05m	43013	27239	82265	94265	22.060m³	3184m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,7 nós	1	600mm	6	9710 kW	97 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
LABRADOR	9415222	Graneleiro	184,93m	177,93m	23,7m	14,6m	19814	10208	30899	39439	15632m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	14kn	1	460 mm	6	7.200 kW	136 rpm	-	Diesel marítimo
LADY AMANDA	9913602	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	182,7m	175m	32,2 m	19,1m	29902	13754	49996	-	-	-	-	Aço	14kn	1	520 mm	-	-	87 rpm	-	Diesel marítimo
LADY DENIZ	9550412	Carga geral	169,54m	160,4 m	27,2 m	13,8m	18096	10004	29451	36343	9520m³	1933m³	CASCO DUPLO	Aço	16,3 nós	1	420mm	6	6.480 kW	136 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
LAGOON PHOENIX	9047245	Refrigerador	134,02m	125m	20,8m	10,17m	7313	4808	8044	12044	875m³	990m³	CASCO ÚNICO	Aço	19,3 nós	1	450mm	8	7.061 kW	158 rpm	450mm	Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
LAS PALMAS	9916290	Graneleiro	199,9 m	196m	32m	18,9m	36108	21206	63576	-	-	1992m³	-	Aço	13,5 nós	1	500mm	6	-	88 rpm	-	Diesel marítimo
LAUSANNE	9310642	Graneleiro	228,99m	222m	32,26m	19,9m	42887	27547	83002	95002	23.801m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	500mm	7	9.800 kW	113rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
LBC ENERGY	9529607	Graneleiro	210m	205m	36,5 m	17,7m	42744	30189	71066	-	14.085m³	2953m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,2 nós	1	500mm	7	10115 kW	127 rpm	1950 mm	Diesel marítimo
LEFKADA	9767546	Graneleiro	179,97m	173m	29,8m	15m	23306	12101	37951	46314	-	1945m³	-	Aço	16,2 nós	1	500mm	6	6.780 kW	108 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
LELYSTAD	8507391	Draga de Sucção	136,97m	130m	26m	8,8m	12116	3634	11522	22919	-	1740m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,2 nós	2	-	9	10.370 kW	600 rpm	410 mm	Diesel marítimo
LEM MARGOLD	9845805	Graneleiro	199,9 m	196,5m	32,26m	18,8m	36781	21527	64663	76603	-	-	-	Aço	14,2 nós	1	500mm	-	-	100 rpm	-	Diesel marítimo
LIBERTY ISLAND	9520986	Graneleiro	189,99m	185,6 m	32,26m	18m	32408	19458	58032	67814	16.437m³	2388m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,9 nós	1	500mm	6	8.400 kW	113rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
LIBRA HONOR	9519341	Graneleiro	189,99m	185m	32,27m	18m	32987	19227	56855	67681	30.886m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	500mm	Diesel marítimo
LIMARI	7531151	Carga geral	164,12m	153,02m	25,81m	13,72m	16079	9135	20597	-	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	16,5 nós	1	-	6	10.592 kW	-	760mm	Diesel marítimo
LIMNIONAS	9749295	Graneleiro	229m	225m	38m	19,1m	47045	28028	85035	98735	-	2.656m³	-	Aço	15,9 nós	1	600 mm	6	9.660 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
LMZ PLUTO	9585326	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	33044	19231	57.000	67386	-	2.405m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500mm	6	9.480 kW	124 rpm	500mm	Diesel marítimo
LMZ TITAN	9466908	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	33044	19231	56779	67681	-	2.405m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	500mm	Diesel marítimo
LODESTAR BINGO	9515565	Carga geral	169,54m	160,4 m	27,2 m	13,8m	18096	10004	29449	36343	8.829 m³	1933m³	CASCO DUPLO	Aço	15kn	1	420mm	6	6.480 kW	136 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
LODUR	9219381	Navio porta-contentores	220,31m	210,2 m	32,24m	18,7m	35881	14444	41833	57251	15.468m³	4289m³	FUNDO DUPLO	Aço	22kn	1	800mm	7	26.270 kW	104 rpm	-	Diesel marítimo
LOG-IN DISCOVERY	9506394	Navio porta-contentores	208,85m	196,85m	29,8m	16,4m	26374	12941	34022	46327	9721m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	22kn	1	800mm	6	21.660 kW	104 rpm	-	Diesel marítimo
LOG-IN ENDURANCE	9571296	Navio porta-contentores	212,54m	195,2 m	32,2 m	20,3m	35708	19672	41411	55928	13194m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	22kn	1	680 mm	8	25.040 kW	95 rpm	-	Diesel marítimo
LOG-IN JACARANDA	9471886	Navio porta-contentores	218,45m	207m	29m	16,7m	28554	14345	37968	-	-	2951m³	CASCO ÚNICO	Aço	20kn	1	680 mm	1	18.780 kW	95 rpm	680 mm	Diesel marítimo
LOG-IN JATOBÁ	9471898	Navio porta-contentores	218,45m	207m	29,8m	16,7m	28554	14345	37968	-	-	2951m³	CASCO ÚNICO	Aço	20kn	1	680 mm	6	18.780 kW	95 rpm	680 mm	Diesel marítimo
LOG-IN POLARIS	9852365	Navio porta-contentores	185,96m	177m	34,8m	17,9m	31368	11532	36861	-	14953m³	-	-	Aço	21kn	1	600 mm	-	-	80 rpm	-	Diesel marítimo
LORENZO	9748124	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	18,6m	34810	20209	61250	72322	-	2565m³	-	Aço	15,7 nós	1	500mm	6	8.260 kW	108 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
LOS ANDES BRIDGE	9451472	Navio porta-contentores	199,93m	188m	32,2 m	16,6m	27094	11	33003	44389	9261m³	3795m³	CASCO ÚNICO	Aço	24,6 nós	1	700 mm	7	21.735 kW	91 rpm	2.800 mm	Diesel marítimo
LOUIS S ST LAURENT	6705937	Quebra-gelo	111,54m	101,8m	24,38m	13,11m	11345	3403	4640	11441	-	-	CASCO DUPLO	Aço	17,5 nós	1	-	16	29.400 kW	-	320mm	Diesel marítimo
LUCILIA C	9561813	Graneleiro	175,6 m	168,5 m	28,4m	14,8m	21072	11954	35009	-	11403m³	1930m³	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	460 mm	6	6.656 kW	109 rpm	1932 mm	Diesel marítimo
LUCKY LOONG	9287168	Graneleiro	225m	213m	32,26m	19,3m	39976	25940	76469	86595	-	3.099m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	500mm	7	8.830 kW	105 rpm	500mm	Diesel marítimo
LUGANO	9461453	Graneleiro	228,99m	222m	32,26m	20,05m	42917	26864	82188	94590	34722m³	3184m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	600 mm	6	9710 kW	97 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
LUTETIA	9246695	Navio porta-contentores	220,48m	210,2 m	32,24m	18,7m	35881	14	41801	57251	15.468m³	453890m³	CASCO ÚNICO	Aço	22kn	1	800mm	7	26.270 kW	1040 rpm	2300 mm	Diesel marítimo
LYON II	9222285	Navio porta-contentores	299,97m	286m	40,3m	24,1m	73172	40905	77946	104555	21127m³	8315m³	FUNDO DUPLO	Aço	26,3 nós	1	980 mm	12	68.520 kW	104 rpm	-	Diesel marítimo
MACAW ARROW	9566617	Carga geral	209,99m	206,02m	36m	19,54m	44866	22321	72400	84202	26.829m³	-	CASCO DUPLO	Aço	14kn	1	600 mm	6	9.480 kW	127 rpm	500mm	Diesel marítimo
MACURU ARROW	9443918	Carga geral	225m	221m	32,26m	20,56m	44684	22141	71460	-	29181m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	15,5 nós	1	-	6	12.577 kW	105 rpm	600 mm	Diesel marítimo
MADHA SILVER	9718818	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	183m	174m	32,2 m	19,1m	29354	12195	45923	56178	-	-	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	-	-	93 rpm	-	Diesel marítimo
MADRE DE DEUS	9492050	Transporte-tanque	248m	233m	42m	22,5m	62753	29157	105283	131792	38735m³	2787m³	CASCO DUPLO	Aço	15kn	1	600 mm	6	14.280 kW	105 rpm	2.800 mm	Diesel marítimo
MAERSK BERMUDA	9697014	Navio porta-contentores	194,93m	184,93m	32,19m	16,5 m	28316	12334	35586	47915	11957m³	-	-	Aço	19kn	1	600 mm	-	-	97 rpm	-	Diesel marítimo
MAERSK CYPRUS	9786217	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	183m	177,54m	32,2 m	19,1m	29816	13803	49919	60901	-	-	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	-	-	79 rpm	-	Diesel marítimo
MAERSK KARACHI	9162215	Navio porta-contentores	299,9 m	283,8m	42,8m	24,4m	80942	52941	94769	117.000	23956m³	13.039 m³	CASCO ÚNICO	Aço	24,5 nós	1	960 mm	12	65.880 kW	100 rpm	2500mm	Diesel marítimo
MAERSK LA PAZ	9526999	Navio porta-contentores	299,9 m	286,8m	45,2 m	24,2 m	89174	48524	106043	124491	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	23kn	1	900mm	9	45.740 kW	78 rpm	900mm	Diesel marítimo
MAERSK LABERINTO	9526978	Navio porta-contentores	299,9 m	286,8m	45,2 m	24,2 m	89505	48488	99900	130442	33.567m³	9.082m³	CASCO ÚNICO	Aço	23kn	1	900 mm	9	45.740 kW	78 rpm	3.188 mm	Diesel marítimo
MAERSK LABREA	9527063	Navio porta-contentores	299,9 m	286,8m	45,2 m	24,2 m	89505	48488	99797	130442	33.567m³	9.082m³	CASCO ÚNICO	Aço	23kn	1	900mm	9	45.740 kW	78 rpm	3.188 mm	Diesel marítimo
MAERSK LAGUNA	9526942	Navio porta-contentores	299,9 m	286,8m	45,2 m	24,2 m	89174	48524	106043	124491	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	22,83 nós	1	900 mm	9	45.740 kW	76 rpm	900 mm	Diesel marítimo
MAERSK LAMANAI	9527051	Navio porta-contentores	299,9 m	286,8m	45,2 m	24,2 m	89505	48488	99866	130441	33.567m³	9.082m³	CASCO ÚNICO	Aço	23kn	1	900mm	9	45.740 kW	78 rpm	3.188 mm	Diesel marítimo
MAERSK LANCOS	9527049	Navio porta-contentores	299,9 m	286,8m	45,2 m	24,2 m	90107	48488	99900	130442	33.567m³	9.082m³	CASCO ÚNICO	Aço	23kn	1	900 mm	9	45.740 kW	78 rpm	3.188 mm	Diesel marítimo
MAERSK LAVRAS	9526928	Navio porta-contentores	299,9 m	286,8m	45,2 m	24,2 m	89687	48524	106043	124491	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	23kn	1	900mm	9	45.740 kW	76 rpm	900mm	Diesel marítimo
MAERSK LEBU	9526930	Navio porta-contentores	299,9 m	286,8m	45,2 m	24,2 m	89687	48524	106043	124491	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	22,83 nós	1	900 mm	9	45.740 kW	76 rpm	900 mm	Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
MAERSK LEON	9526966	Navio porta-contentores	299,9 m	286,8m	45,2 m	24,2 m	90107	48488	100072	130442	33.567m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	23kn	1	900mm	9	45.740 kW	78 rpm	3.188 mm	Diesel marítimo
MAERSK LETICIA	9526916	Navio porta-contentores	299,9 m	286,8m	45,2 m	24,2 m	89174	48524	106043	124491	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	23kn	1	900 mm	9	45.740 kW	76 rpm	900 mm	Diesel marítimo
MAERSK LIMA	9526875	Navio porta-contentores	299,9 m	286,8m	45,2 m	24,2 m	89174	48524	106043	124491	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	23kn	1	900mm	9	45.740 kW	76 rpm	900mm	Diesel marítimo
MAERSK LINS	9527025	Navio porta-contentores	299,9 m	286,8m	45,2 m	24,2 m	89505	48488	100062	130441	33.567m³	9.082m³	CASCO ÚNICO	Aço	23kn	1	900 mm	9	45.740 kW	78 rpm	3.188 mm	Diesel marítimo
MAERSK LIRQUEN	9526887	Navio porta-contentores	299,9 m	286,8m	45,2 m	24,2 m	89687	48524	106043	124491	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	23kn	1	900mm	9	45.740 kW	76 rpm	900mm	Diesel marítimo
MAERSK LONDRIÑA	9527037	Navio porta-contentores	299,9 m	286,8m	45,2 m	24,2 m	90107	48488	99777	130442	34695m³	9.082m³	CASCO ÚNICO	Aço	23kn	1	900 mm	9	45.740 kW	78 rpm	3.188 mm	Diesel marítimo
MAERSK LOTA	9526954	Navio porta-contentores	299,9 m	286,8m	45,2 m	24,2 m	89505	48488	100071	130442	33.567m³	9.082m³	CASCO ÚNICO	Aço	23kn	1	900mm	9	38.890 kW	739 rpm	3.188 mm	Diesel marítimo
MAERSK LUZ	9526904	Navio porta-contentores	299,9 m	286,8m	45,2 m	24,2 m	89097	48524	106043	124491	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	23kn	1	900 mm	9	45.740 kW	76 rpm	900 mm	Diesel marítimo
MAERSK MONTE ALEGRE	9348065	Navio porta-contentores	272m	259m	40m	24,2 m	69132	42020	83440	95139	18.642m³	8.177m³	FUNDO DUPLO	Aço	23kn	1	960 mm	8	45.765 kW	102 rpm	2500mm	Diesel marítimo
MAERSK MONTE AZUL	9348053	Navio porta-contentores	272m	259m	40m	24,2 m	69132	42020	83440	95156	18.642 m³	8.023 m³	FUNDO DUPLO	Aço	23kn	1	960 mm	8	45.765 kW	102 rpm	960 mm	Diesel marítimo
MAERSK NEWARK	9402615	Navio porta-contentores	208,93m	196,9 mi	29,78m	16,4m	26404	13007	33726	45860	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	22kn	1	800mm	6	21.660 kW	104 rpm	800mm	Diesel marítimo
MAERSK SANA	9289922	Navio porta-contentores	335,48m	319,9m	42,8m	19,46m	93511	50521	102861	132195	23.568m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	24kn	1	960 mm	12	61.900 kW	94 rpm	-	Diesel marítimo
MAERSK WELLINGTON	9391660	Navio porta-contentores	254,07m	242m	32,22m	19,3m	41483	23894	53139	69348	14.437m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	22,4 nós	1	700 mm	8	26.160 kW	91 rpm	2.800 mm	Diesel marítimo
MAERSK YANGTZE	9248162	Navio porta-contentores	278,91m	265m	40,3 m	19,28m	65918	36896	50630	92315	14700m³	8270m³	FUNDO DUPLO	Aço	26kn	1	960 mm	10	54.900 kW	100 rpm	2500mm	Diesel marítimo
MAGNUM	9266918	Graneleiro	176,85m	168m	29,4m	13,5m	19738	12046	33213	39449	11338m³	1412m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,4 nós	1	520mm	6	6.620 kW	130 rpm	1600 mm	Diesel marítimo
MAGNUM ENERGY	9488982	Graneleiro	189,99m	182m	32,26m	17,2 m	31261	18291	53628	63708	15371m³	2.245m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,6 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
MAI TAI	9709221	Graneleiro	179m	176,97m	32m	15m	25546	13043	38792	48863	-	-	-	Aço	14kn	1	500mm	-	-	118 rpm	-	Diesel marítimo
MAIPO	9400083	Navio porta-contentores	305,6 m	293,16m	40m	24,2 m	75752	42442	81002	107656	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	25,5 nós	1	960 mm	10	57.200 kW	102 rpm	960 mm	Diesel marítimo
MAJESTIC NOOR	9138642	Graneleiro	175m	165m	26m	13,9m	18108	9945	27827	35235	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	13,5 nós	1	600 mm	5	6.189 kW	138 rpm	1620 mm	Diesel marítimo
MALENA	9852822	Graneleiro	228,94m	225m	32,24m	20m	43471	27254	81575	94657	-	2.885m³	-	Aço	14,5 nós	1	600 mm	6	9.660 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
MANTA NILGUN	9553024	Carga geral	179,99m	172m	28,2 m	14,3m	21192	11615	33671	40698	13332m³	1624m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,9 nós	1	450 mm	6	6.250 kW	118 rpm	1840 mm	Diesel marítimo
MARLE ARROW	9652569	Carga geral	189,99m	185,79m	32,26m	17,87m	31926	16746	55889	-	23.075m³	2159m³	-	Aço	15,9 nós	1	500 mm	6	7.640 kW	108 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
MARRET GUYANE	9362334	Navio porta-contentores	170m	154m	27m	14m	17567	7181	21262	-	-	2.832 m³	CASCO ÚNICO	Aço	19,42 nós	1	600 mm	7	15.820 kW	105 rpm	600 mm	Diesel marítimo
MARIA	9698329	Graneleiro	199,93m	194,46m	32,26m	18,5m	35872	21223	63153	74922	34371m³	-	-	Aço	15kn	1	600 mm	5	11.900 kW	91 rpm	600 mm	Diesel marítimo
MARIANETTA	9236535	Navio porta-contentores	271,2 m	32,2 m	21,8m	13,2 m	27298	58254	79723	-	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	24kn	1	960 mm	8	43920 kW	102 rpm	960 mm	Diesel marítimo
MARILITA	9837016	Graneleiro	228,99m	222m	32,26m	20m	43011	27490	81834	93835	-	3028m³	-	Aço	14,5 nós	1	600 mm	6	9.660 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
MARINA L	9675705	Graneleiro	169,37m	160,4 m	27,2 m	13,6m	17027	10108	28384	34766	7.845m³	1538m³	-	Aço	16,4 nós	1	420mm	6	5.850 kW	129 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
MARSGRACHT	9571507	Carga geral	142,1m	132,74m	18,9m	11,65m	9524	4187	11759	17799	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	15kn	1	460 mm	6	5.430 kW	500 rpm	460 mm	Diesel marítimo
MARYLAKI	9494010	Graneleiro	189,99m	185,6 m	32,26m	18m	32297	19458	58114	67814	16.437m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	15,7 nós	1	500 mm	6	8.400 kW	113rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
MASTRO MITROS	9228071	Graneleiro	179,99m	172m	31m	16,24m	25388	15284	45601	52854	13.864m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,3 nós	1	460 mm	6	7.240 kW	119 rpm	460 mm	Diesel marítimo
MATHILDE SCHULTE	9676709	Navio porta-contentores	188,87m	180,2 m	30m	16,9m	27279	10008	30337	41236	-	-	-	Aço	18,5 nós	1	600 mm	6	16.080 kW	97 rpm	600 mm	Diesel marítimo
MATROS POZYNYCH	9573816	Graneleiro	169,37m	160,4 m	27,2 m	13,6m	17025	10108	28351	34589	7.845m³	1538m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,2 nós	1	420mm	6	5.850 kW	129 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
MATSU ARROW	9687083	Graneleiro	189,99m	186m	32,26m	17,87m	31864	16746	55975	-	23.097m³	2162m³	-	Aço	15,9 nós	1	500 mm	6	7.612 kW	102 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
MAVERICK	9762493	Graneleiro	181m	175m	30m	15,2 m	23662	12916	37845	46718	-	1790m³	-	Aço	14kn	1	500 mm	5	6.050 kW	99 rpm	2.050 mm	Diesel marítimo
MBS BULELENG	9499618	Graneleiro	189,99m	185,6 m	32,26m	18m	33044	19231	57005	67681	30.886m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500 mm	6	9.480 kW	127 rpm	500 mm	Diesel marítimo
MEDI CHIBA	9781970	Graneleiro	228,99m	224,5m	32,26m	20,01m	43891	27788	82003	94703	-	2534m³	-	Aço	16kn	1	600 mm	6	9.660 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
MEDITERRANEAN EXPRESS	9622019	Navio porta-contentores	249,92m	238,32m	37,3m	19,6m	47873	20908	56620	79702	16709m³	-	FUNDO PARCIALMENTE DUPLO	Aço	21kn	1	800mm	6	27.060 kW	78 rpm	-	Diesel marítimo
MEHUN	9400100	Navio porta-contentores	305,6 m	293,16m	40m	24,2 m	75752	42442	81002	107656	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	25,5 nós	1	960 mm	10	57222 kW	102 rpm	960 mm	Diesel marítimo
MERCOSUL GUARANI	9234135	Navio porta-contentores	207,4 mi	195,4 m	29,8m	16,4m	25305	12733	34133	44611	9726m³	2.443m³	FUNDO DUPLO	Aço	21kn	1	720mm	7	21.560 kW	99 rpm	720mm	Diesel marítimo
MERCOSUL SANTOS	9356153	Navio porta-contentores	210,54m	198,74m	29,8m	16,4m	25888	12668	35205	45569	9402m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	22,6 nós	1	700mm	7	21.770 kW	108 rpm	700mm	Diesel marítimo
MERCOSUL SUAPE	9356141	Navio porta-contentores	210,54m	198,74m	29,8m	16,4m	25888	12668	35221	45569	9402m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	22,6 nós	1	700 mm	7	21.770 kW	108 rpm	700 mm	Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
MERITIUS	9515632	Graneleiro	169,37m	160,4 m	27,2 m	13,6m	17018	10108	28417	34589	8260m³	1369m³	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	420 mm	6	5.850 kW	129 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
METEORA	9368845	Graneleiro	189,99m	185,75m	32,26m	18m	32348	19333	58740	68074	-	2798m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,1 nós	1	500 mm	6	8.400 kW	113rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
MIKE THOMAS	9567453	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	33032	19231	56644	67492	-	2366m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500 mm	6	9.480 kW	124 rpm	500 mm	Diesel marítimo
MILAGRO	9465708	Graneleiro	225m	217m	32,26m	19,6m	40298	25603	75205	87003	20354m³	2680m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	600 mm	5	8.990 kW	101 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
MINERVA	9778155	Draga Hopper	86,3m	79m	-	7,2 m	3952	1185	2778	-	-	527m³	-	Aço	12kn	2	-	16	4.800 kW	900 rpm	-	Diesel marítimo
MINERVAGRACHT	9571521	Carga geral	142,1m	133,37m	18,9m	11,65m	9524	4402	11759	17799	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	15kn	1	460 mm	6	5.430 kW	500 rpm	460 mm	Diesel marítimo
MISAGO ARROW	9448243	Carga geral	199,98m	196m	32,26m	19,22m	37128	18205	62823	74787	21298m³	2.143m³	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	500 mm	6	7.730 kW	108 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
MITOSE	9326158	Graneleiro	225m	220m	32,26m	19,39m	40028	25720	77376	87720	22.684m³	2625m³	CASCO DUPLIO	Aço	16,1 nós	1	600 mm	5	8.789 kW	86 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
MIYAMA	9286932	Graneleiro	225m	217m	32,26m	19,3m	38871	25189	75777	85576	20507m³	3123m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,9 nós	1	500 mm	7	8.973 kW	104rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
MOMI ARROW	9385506	Carga geral	189,99m	185,79m	32,26m	17,62m	30983	15721	54204	-	24795m³	2.410m³	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	500 mm	6	8.208 kW	110 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
MONICA D	9251030	Graneleiro	189,99m	182m	32,26m	17m	29885	18011	52478	60718	14982m³	1930m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	500 mm	6	8.250 kW	124 rpm	1950 mm	Diesel marítimo
MONING	9832688	Graneleiro	179,97m	173m	29,8m	15m	23232	12101	37731	46314	-	1945m³	-	Aço	14,7 nós	1	460 mm	6	5.920 kW	106 rpm	1932 mm	Diesel marítimo
MONTE ACONCAGUA	9348077	Navio porta-contentores	272m	259m	40m	24m	69132	34823	71257	88746	18.642 m³	8.177m³	FUNDO DUPLIO	Aço	23kn	1	960 mm	8	45.765 kW	102 rpm	960 mm	Diesel marítimo
MONTE CERVANTES	9283186	Navio porta-contentores	272m	259m	40m	24,2 m	69132	42020	71372	88701	18.642 m³	8.177m³	FUNDO DUPLIO	Aço	23kn	1	960 mm	8	45.760 kW	102 rpm	960 mm	Diesel marítimo
MONTE OLIVIA	9283198	Navio porta-contentores	272m	259m	40m	24,2 m	69132	42020	64730	88701	18.642 m³	8.177m³	FUNDO DUPLIO	Aço	23kn	1	960 mm	8	45.760 kW	102 rpm	960 mm	Diesel marítimo
MONTE PASCOAL	9283203	Navio porta-contentores	272m	259m	40m	24,2 m	69132	42020	71475	88747	18.642 m³	8.177m³	FUNDO DUPLIO	Aço	23kn	1	960 mm	8	45.760 kW	102 rpm	960 mm	Diesel marítimo
MONTE ROSA	9283215	Navio porta-contentores	272m	259m	40m	24,2 m	69132	42020	64887	88746	18.642 m³	8.177m³	FUNDO DUPLIO	Aço	23kn	1	960 mm	8	45.760 kW	102 rpm	960 mm	Diesel marítimo
MONTE SARMIENTO	9283227	Navio porta-contentores	272m	259m	40m	24,2 m	69132	34823	71372	95156	18.642 m³	8.177m³	FUNDO DUPLIO	Aço	23kn	1	960 mm	8	45.760 kW	102 rpm	960 mm	Diesel marítimo
MONTE TAMARO	9357949	Navio porta-contentores	272m	259m	40m	24,2 m	69132	34823	71587	95157	18.642 m³	8.177m³	FUNDO DUPLIO	Aço	23,3 nós	1	960 mm	8	45.760 kW	102 rpm	960 mm	Diesel marítimo
MONTE VERDE	9283239	Navio porta-contentores	272m	259m	40m	24,2 m	69132	34823	71415	88746	18.642 m³	8.177m³	FUNDO DUPLIO	Aço	23kn	1	960 mm	8	45.760 kW	102 rpm	960 mm	Diesel marítimo
MONTEVIDEO EXPRESS	9520041	Navio porta-contentores	335m	320m	51m	27,3m	123560	78883	142411	178870	-	-	-	Aço	22kn	1	920 mm	-	-	80 rpm	-	Diesel marítimo
MORNING	9263069	Graneleiro	190m	182m	30,5m	16,9m	28795	15387	46858	55470	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	600 mm	6	8.313 kW	90 rpm	600 mm	Diesel marítimo
MOTHER M	9626613	Graneleiro	180m	176m	30m	15m	24212	11601	35856	46221	-	1950m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	500 mm	5	7.500 kW	120 rpm	500 mm	Diesel marítimo
MR ALDO	9788459	Navio de abastecimento offshore	92,59m	84,68m	18,29m	7,92m	4610	2356	4905	-	-	371m³	-	Aço	13kn	-	-	-	-	821 rpm	-	Diesel marítimo
MSC ABIDJAN	9618264	Navio porta-contentores	300,01m	288,5m	48,2 m	24,6m	95390	56260	110806	142207	32753m³	-	FUNDO PARCIALMENTE DUPLIO	Aço	20kn	1	900 mm	9	47.430 kW	78 rpm	-	Diesel marítimo
MSC ADELAIDE	9618290	Navio porta-contentores	300,13m	288,56m	48,22m	24,6m	95390	56260	110617	142206	32753m³	-	FUNDO PARCIALMENTE DUPLIO	Aço	20kn	1	900 mm	9	47.430 kW	78 rpm	-	Diesel marítimo
MSC AGRIGENTO	9618276	Navio porta-contentores	300,02m	288,51m	48,21m	24,6m	96375	56260	110652	142207	30335m³	-	FUNDO PARCIALMENTE DUPLIO	Aço	20kn	1	900 mm	9	47.430 kW	78 rpm	-	Diesel marítimo
MSC AJACCIO	9605267	Navio porta-contentores	299,84m	283,24m	48,2 m	24,8m	95166	52968	112230	144874	31.811m³	-	FUNDO PARCIALMENTE DUPLIO	Aço	22,2 nós	1	900 mm	9	52.290 kW	94 rpm	-	Diesel marítimo
MSC ALBANY	9619438	Navio porta-contentores	299,18m	280,28m	48m	24,8m	94017	51548	112516	143761	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	22kn	1	900 mm	9	47.430 kW	78 rpm	900 mm	Diesel marítimo
MSC ALESSIA	9225653	Navio porta-contentores	299,99m	286m	40m	19,9m	75590	42233	85891	112640	19687m³	10.854m³	FUNDO DUPLIO	Aço	25kn	1	980 mm	10	57.100 kW	104 rpm	-	Diesel marítimo
MSC ALGHERO	9618288	Navio porta-contentores	300,07m	288,5m	48,24m	24,6m	96375	56260	110725	142207	30335m³	-	FUNDO PARCIALMENTE DUPLIO	Aço	20kn	1	900 mm	9	47.430 kW	78 rpm	-	Diesel marítimo
MSC ALTAMIRA	9619426	Navio porta-contentores	299m	280,28m	48,2 m	24,8m	94017	51548	112516	143761	28.465m³	9.047m³	CASCO ÚNICO	Aço	22kn	1	900 mm	9	47.430 kW	78 rpm	3.188 mm	Diesel marítimo
MSC AQUARIUS	9262704	Navio porta-contentores	299,9 m	283,8m	40m	23,9m	75484	29555	81171	108184	22.481m³	9.829m³	CASCO ÚNICO	Aço	25kn	1	960 mm	12	61.350 kW	97 rpm	2500 mm	Diesel marítimo
MSC ARICA	9619452	Navio porta-contentores	299,18m	280,28m	48,2 m	24,8m	94017	51548	112516	143761	28.465m³	9.047m³	CASCO ÚNICO	Aço	22kn	1	900 mm	9	47.430 kW	78 rpm	3.188 mm	Diesel marítimo
MSC ARMONIA	9210141	Navio de passageiros	274,9m	245,9m	28,8m	12,9m	65542	41682	6909	30385	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	20,8 nós	1	380 mm	12	31.680 kW	170 rpm	475 mm	Diesel marítimo
MSC ATHENS	9618305	Navio porta-contentores	299,95m	288,5m	48,2 m	24,6m	96262	56260	110852	142207	32753m³	-	FUNDO PARCIALMENTE DUPLIO	Aço	20kn	1	900 mm	9	47.430 kW	78 rpm	-	Diesel marítimo
MSC ATHOS	9618317	Navio porta-contentores	299,95m	288,46m	48,21m	24,6m	96262	56260	110772	142206	32753m³	-	FUNDO PARCIALMENTE DUPLIO	Aço	20kn	1	900 mm	9	47.430 kW	78 rpm	-	Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
													ENTE DUPLO									
MSC BARBARA	9226932	Navio porta-contentores	303,94m	292m	40m	10,83m	73819	47138	85820	112636	17736m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	24,8 nós	1	980 mm	10	57.100 kW	104 rpm	-	Diesel marítimo
MSC BARCELONA	9480186	Navio porta-contentores	270,28m	257,5m	40m	21,7m	61870	35409	74456	97053	23251m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	23,2 nós	1	980 mm	7	42.140 kW	104rpm	-	Diesel marítimo
MSC BOSHORUS	9247742	Navio porta-contentores	299,9 m	283,8m	40m	23,9m	75484	29555	81171	108184	22.481m³	9.829 m³	CASCO ÚNICO	Aço	25kn	1	960 mm	12	61.350 kW	97 rpm	2500mm	Diesel marítimo
MSC BRIANNA	9103685	Navio porta-contentores	293,5m	278,5m	32,2 m	21,4m	51931	28073	60200	80950	17700m³		CASCO ÚNICO	Aço	23,1 nós	1	900 mm	8	35.500 kW	104rpm	-	Diesel marítimo
MSC BRUNELLA	9702106	Navio porta-contentores	299,99m	285,96m	48,2 m	24,6m	96331	56934	109832	143329	31700m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	22kn	1	900 mm	9	47.430 kW	84 rpm	-	Diesel marítimo
MSC BUSAN	9289087	Navio porta-contentores	324,86m	309,2 m	42,8m	24,6m	89954	54268	104904	135562	26164m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	25,4 nós	1	960 mm	12	68.640 kW	102 rpm	-	Diesel marítimo
MSC CADIZ	9480203	Navio porta-contentores	270,4 m	257,51m	40m	21,7m	61870	35409	74526	97053	23251m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	23,2 nós	1	980 mm	7	42.140 kW	104 rpm	-	Diesel marítimo
MSC CATERINA	9705005	Navio porta-contentores	300m	286m	48,2 m	24,6m	96333	56898	109581	143334	31669m³		FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	22kn	1	900 mm	9	47.430 kW	78 rpm	-	Diesel marítimo
MSC CHANNE	9710438	Navio porta-contentores	299,97m	286m	48,2 m	24,6m	96333	56898	109495	143333	33732m³	-	-	Aço	22kn	1	900 mm	9	52.290 kW	84 rpm	900 mm	Diesel marítimo
MSC CHLOE	9720483	Navio porta-contentores	299,87m	283,24m	48,19m	24,8m	95514	53022	110442	144428	29327m³	-	-	Aço	22,2 nós	1	900 mm	9	54.900 kW	84 rpm	900 mm	Diesel marítimo
MSC CLEA	9720524	Navio porta-contentores	299,84m	283,3 mi	48,2 m	24,8m	95514	53022	110593	144343	29327m³	-	-	Aço	22,2 nós	1	900 mm	9	54.900 kW	84 rpm	900 mm	Diesel marítimo
MSC DARDANELLES	9247754	Navio porta-contentores	299,9 m	287,72m	40m	23,9m	75484	29555	81171	108184	22.481m³	9.829m³	CASCO ÚNICO	Aço	25kn	1	960 mm	12	61.350 kW	97 rpm	2500 mm	Diesel marítimo
MSC DESIREE	9745665	Navio porta-contentores	299,92m	286,4 m	48,2 m	21,01m	97805	51562	109802	144052	29734m³	-	-	Aço	22,2 nós	1	900 mm	-	-	84 rpm	-	Diesel marítimo
MSC DIEGO	9202649	Navio porta-contentores	259,6 m	244m	32,2 m	19m	40631	23676	56889	72335	13219m³	6411m³	FUNDO DUPLO	Aço	23kn	1	840mm	8	32.420 kW	102 rpm	-	Diesel marítimo
MSC ENGLAND	9232890	Navio porta-contentores	258m	246m	32,25m	19,3m	39812	24913	51020	67596	11938m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	24,25 nós	1	840mm	9	36.448 kW	102 rpm	840mm	Diesel marítimo
MSC FREEPORT	9301330	Navio porta-contentores	294,05m	283m	32,2 m	21,6m	54193	31232	68383	88301	18.458 m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	24,3 nós	1	900 mm	9	41.130 kW	104rpm	900 mm	Diesel marítimo
MSC GISELLE	9720196	Navio porta-contentores	299,82m	283,3 milhões	48,2 m	24,8m	94469	53022	110412	144428	31.811m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	22,2 nós	1	900 mm	9	52.290 kW	84 rpm	-	Diesel marítimo
MSC GRENADA III	9275373	Navio porta-contentores	234,62m	218m	32,2 m	18,8m	34610	16865	43093	56631	8355m³	5.487m³	CASCO ÚNICO	Aço	25,8 nós	1	800mm	8	28.880 kW	104rpm	2300 mm	Diesel marítimo
MSC HOUSTON V	9463281	Navio porta-contentores	266,65m	250m	35,4m	19,5m	44234	24146	58321	70779	17572m³	6233m³	CASCO ÚNICO	Aço	27,5 nós	1	820mm	10	40.680 kW	102 rpm	2.646 mm	Diesel marítimo
MSC ILONA	9225641	Navio porta-contentores	299,98m	286m	40m	24,2 m	75590	42233	85890	112639	19687m³	10.854m³	FUNDO DUPLO	Aço	25,4 nós	1	980 mm	10	57.100 kW	104rpm	-	Diesel marítimo
MSC JULIE	9704996	Navio porta-contentores	299,96m	285,93m	48,22m	24,6m	96333	56898	109587	143334	31669m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	22kn	1	900mm	9	47.430 kW	78 rpm	-	Diesel marítimo
MSC KATYAYNI	9110389	Navio porta-contentores	274,6m	263m	40m	20,17m	64999	37655	51120	91413	14322m³	7.868 m³	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	900 mm	12	54814 kW	104rpm	900 mm	Diesel marítimo
MSC LEANDRA V	9313943	Navio porta-contentores	293,86m	278,2 m	32,18m	21,4m	48788	16832	53701	76415	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	24kn	1	960 mm	12	68.640 kW	102 rpm	960 mm	Diesel marítimo
MSC LEVINA	8608200	Navio porta-contentores	241,31m	225,2 m	32,2 m	19m	36420	15901	43140	55998	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	22kn	1	840mm	7	23.168 kW	90 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
MSC MAGNITUDE VII	9252553	Navio porta-contentores	299,99m	286,56m	40m	24,2 m	75590	42233	85810	112639	19687m³	7265m³	FUNDO DUPLO	Aço	25,6 nós	1	980 mm	10	57.100 kW	104rpm	-	Diesel marítimo
MSC MAGNUM VII	9252553	Navio porta-contentores	299,99m	286,56m	40m	24,2 m	75590	42233	85810	112639	19687m³	7265m³	FUNDO DUPLO	Aço	25,6 nós	1	980 mm	10	57.100 kW	104rpm	-	Diesel marítimo
MSC MATILDE	9181663	Navio porta-contentores	294,07m	282m	32,25m	17,28m	53208	35277	67615	88060	-	530m³	CASCO ÚNICO	Aço	24kn	1	900mm	9	41201 kW	94 rpm	900mm	Diesel marítimo
MSC MELINE	9702077	Navio porta-contentores	299,96m	285,98m	48,18m	24,6m	95497	56934	110029	143329	33763m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	22kn	1	900 mm	9	47.430 kW	84 rpm	-	Diesel marítimo
MSC MICHELA	9720512	Navio porta-contentores	299,87m	283,24m	48,19m	24,8m	95514	53022	110531	144281	29327m³	-	-	Aço	22,2 nós	1	900mm	9	54.900 kW	84 rpm	900mm	Diesel marítimo
MSC MONICA	9060649	Navio porta-contentores	243,3m	226,7m	32,2 m	14,78m	37398	21770	43618	56916	11437m³	4233m³	FUNDO DUPLO	Aço	22kn	1	840mm	7	24.500 kW	100 rpm	-	Diesel marítimo
MSC NEW HAVEN	9293777	Navio porta-contentores	333,99m	319m	42,8m	20,53m	90449	59328	100887	134888	24905m³	10765m³	FUNDO DUPLO	Aço	26,3 nós	1	960 mm	12	68.640 kW	102 rpm	2500mm	Diesel marítimo
MSC NOA	9398228	Navio porta-contentores	304,16m	292,03m	40m	24,8m	75582	45153	85713	112595	19908m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	24,8 nós	1	980 mm	10	60200 kW	104rpm	-	Diesel marítimo
MSC PALAK	9735206	Navio porta-contentores	299,9 m	286,3 m	48,2 m	24,8m	97805	51562	109802	144029	29734m³	-	-	Aço	22,2 nós	1	900mm	9	47.600 kW	84 rpm	900mm	Diesel marítimo
MSC PHOENIX	9267649	Navio porta-contentores	299,95m	287m	40m	24m	77048	29775	80270	-	19156m³	10417m³	CASCO ÚNICO	Aço	27,5 nós	1	960 mm	12	64.200 kW	100 rpm	2500 mm	Diesel marítimo
MSC ROSARIA	9320453	Navio porta-contentores	274,97m	262m	32,2 m	21,5m	50963	30224	63427	82671	16997m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	24kn	1	980 mm	7	39.970 kW	100 rpm	-	Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
MSC ROWAN	9477610	Navio porta-contêntores	261,06m	248,63m	32,25m	19,3m	40542	23747	49856	67906	14.837m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	24,4 nós	1	900 mm	8	36.560 kW	104rpm	-	Diesel marítimo
MSC SABRINA	8714205	Navio porta-contêntores	242,6 m	224m	19m	12,13m	35598	15815	7154	56973	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	21,7 nós	1	840mm	7	22.138 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
MSC SAMANTHA	9110377	Navio porta-contêntores	274,6m	263m	40m	20,17m	64054	37655	77414	91413	14322m³	100.000m³	CASCO ÚNICO	Aço	17kn	1	900 mm	12	54.847 kW	104rpm	900 mm	Diesel marítimo
MSC SARA ELENA	9702261	Navio porta-contêntores	300m	285,99m	48,18m	24,6m	96331	56934	109778	143330	31700m³	-	-	Aço	22kn	1	900mm	-	-	78 rpm	-	Diesel marítimo
MSC SILVIA	9720457	Navio porta-contêntores	299,88m	283,18m	48,2 m	24,8m	95514	53022	110697	144427	31.811m³	-	-	Aço	22,2 nós	1	900 mm	9	54.900 kW	84 rpm	900 mm	Diesel marítimo
MSC SINFONIA	9210153	Navio de passageiros	274,9m	245,9m	28,8m	12,9m	65542	41682	6949	-	-	2.494m³	CASCO ÚNICO	Aço	20,8 nós	2	380mm	12	31.680 kW	170 rpm	475 mm	Diesel marítimo
MSC SOFIA CELESTE	9702091	Navio porta-contêntores	299,95m	285,95m	48,19m	24,6m	96331	56934	110039	143329	31700m³	-	-	Aço	22kn	1	900 mm	-	-	78 rpm	-	Diesel marítimo
MSC SOFIA PAZ	9695028	Navio porta-contêntores	299,92m	287m	48,2 m	24,8m	94930	58464	112160	142855	28.999m³	6.845m³	-	Aço	22kn	1	820mm	9	36.440 kW	745 rpm	3375 mm	Diesel marítimo
MSC TAVVISHI	9189366	Navio porta-contêntores	278m	264,4 m	40m	21,6m	66526	29460	67717	92913	20.862m³	8.278 m³	CASCO ÚNICO	Aço	25,3 nós	1	960 mm	10	54.900 kW	100 rpm	2500 mm	Diesel marítimo
MSC UNIFIC VI	9168843	Navio porta-contêntores	285m	268m	40m	24,2 m	69246	30235	63180	87544	23662m³	9.083 m³	CASCO ÚNICO	Aço	24,5 nós	1	840mm	12	48.600 kW	102 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
MSC VIGO	9480227	Navio porta-contêntores	270,41m	257,52m	40m	21,7m	61870	35409	73800	96413	23251m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	23,2 nós	1	980 mm	7	42.140 kW	104rpm	-	Diesel marítimo
MV AURELIA	9392133	Graneleiro	150,53m	143m	26m	13,2 m	14501	8789	23641	28739	7311m³	982m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,9 nós	1	420mm	6	6.150 kW	138 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
MV CARAVOS GLORY	9584322	Graneleiro	229m	223m	32,26m	20,2 m	44599	27171	81672	94868	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,8 nós	1	600 mm	6	10.170 kW	93 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
MYRA	9418456	Graneleiro	229m	221m	32m	20,05m	42929	27300	82226	93945	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	600mm	6	13.560 kW	105 rpm	600mm	Diesel marítimo
MYS SHIMIDA	9243825	Carga geral	159,99m	152,34m	23,7m	11,95m	14357	7005	19465	26561	7135m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	15,3 nós	1	460 mm	6	7.860 kW	129 rpm	460 mm	Diesel marítimo
MYSTRAS	9601168	Graneleiro	190m	183,3m	32,26m	18,5m	33361	19338	57300	67795	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,3 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	500mm	Diesel marítimo
N.H.O. CRUZEIRO DO SUL - H38	710472000	Operações Militares	66m	-	11m	6,1m	2100kg							Aço						621 rpm		Diesel marítimo
NANJING CONFIDENCE	9769697	Graneleiro	179,95m	177m	32m	15m	25606	13664	40266	50218	-	1399m³	-	Aço	14,7 nós	1	500mm	5	6.100 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
NAPOC ARY RONGEL - H44	7922142	Navio de pesquisa/pesquisa	75,32m	67,4m	13,01m	7,7m	1982	594	1100	-	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	-	6	3.310 kW	-	320mm	Diesel marítimo
NAPOC MEARIM - G150	710506000	Operações Militares	64m		15m			-	-			-		Aço					-	745 rpm		Diesel marítimo
NARA I	9332212	Graneleiro	225m	217m	32,26m	19,6m	41115	25484	76588	89089	34689m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,4 nós	1	600 mm	5	8.835 kW	105 rpm	600 mm	Diesel marítimo
NATAL	9333072	Navio porta-contêntores	222,56m	212m	32,2 m	19,3m	35573	19496	44233	57052	13.284m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	22,4 nós	1	800 mm	8	28.880 kW	104rpm	-	Diesel marítimo
NAVE ARIADNE	9301964	Petroleiro de petróleo bruto	228m	219m	32,24m	20,65m	42514	21777	74875	88871	30040m³	2400m³	CASCO DUPLO	Aço	14,9 nós	1	600 mm	6	13.560 kW	105 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
NAVE ATRIA	9459060	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	183,1 m	174m	32,2 m	19,1m	30052	13255	49992	60213	22.938m³	2322m³	CASCO DUPLO	Aço	15,7 nós	1	500mm	6	9.960 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
NAVE JUPITER	9657038	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	183,03m	174m	32m	19,1m	29724	13735	49999	60768	23143m³	1282m³	CASCO DUPLO	Aço	14,5 nós	1	500 mm	6	7.240 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
NAVEGANTE S EXPRESS	9793935	Navio porta-contêntores	330m	316,4 m	48,2 m	27,2 m	113828	63909	132.000	170360	-	-	-	Aço	22kn	1	920 mm	-	-	76 rpm	-	Diesel marítimo
NAVI VEGA	9481099	Graneleiro	180m	172,4 m	31m	14,6m	23460	12924	35896	45996	-	1428m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,4 nós	1	500mm	5	7.500 kW	121 rpm	500mm	Diesel marítimo
NAVIO DOCA MULTIPROPÓSITO - ND - BAHIA - G40	710499000	Operações Militares	168m		23,5m				-					Aço	15kn					168 rpm		Diesel marítimo
NAVIOS SPRING	9308027	Navio porta-contêntores	238,86m	225,5m	32,2 m	19,2m	36483	19021	42806	58085	12350m³		FUNDO DUPLO	Aço	22,4 nós	1	900 mm	7	31.990 kW	104 rpm	-	Diesel marítimo
NC BRISA	9612789	Navio porta-contêntores	223,96m	212,96m	34,8m	19,3m	39106	16794	48039	64009	18.174m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	22,7 nós	1	700mm	6	19620 kW	104rpm	-	Diesel marítimo
NC BRUMA	9612777	Navio porta-contêntores	223,91m	213m	34,8m	19,3m	39106	16794	46.000	64010	18.174m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	22,7 nós	1	700mm	6	19620 kW	104 rpm	-	Diesel marítimo
ND ARISTEIA	9788681	Graneleiro	190m	185m	32,26m	18,1m	35025	19844	61237	71982	-	2653m³	-	Aço	15,9 nós	1	500mm	6	7.880 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
NEW HORIZON	9290701	Graneleiro	225m	217m	32,26m	19,5m	41480	26094	77834	88366	-	2.458m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	600mm	6	10.002 kW	94 rpm	600mm	Diesel marítimo
NEW TROVÃO + BARCACA SANTA MARIA	710004633 + 710004828	Rebocador + Petroleiro	55m + 41m		8m + 10m		-							Aço			-			780 rpm		Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
NF-ALTE GRACA ARANHA - H34	710441000	Antipoluição	75m	-	13m	4m	-							Aço						641 rpm		Diesel marítimo
NICHOLAS STANFORD	9902251	Graneleiro	199,9 m	196m	32,26m	18,6m	35607	21466	63523	-	-	2.227m³	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	-	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
NIKITIS	9546124	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	33044	19231	57023	67682	-	2.405m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
NORD AEGEAN	9933054	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	19,3m	36177	21173	63702	-	-	2.681m³	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	-	99 rpm	-	Diesel marítimo
NORD ALLEGRO	9914498	Graneleiro	199,9 m	197m	32,24m	18,6m	34511	20176	61263	72395	-		-	Aço	14,5 nós	1	500mm	-	-	108 rpm	-	Diesel marítimo
NORD BERING	9738820	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	18,6m	34778	20209	61186	72322	17626m³	2579m³	-	Aço	15,6 nós	1	500mm	6	8.260 kW	108 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
NORD MAGELLAN	9874961	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	19,15m	35832	20839	63547	74836	-	2.639m³	-	Aço	13,5 nós	1	500mm	6	-	99 rpm	-	Diesel marítimo
NORD MAMORE	9853632	Graneleiro	199,99m	193,51m	32,25m	19,45m	36463	21202	64050	75510	-	2514m³	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	-	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
NORD SANTIAGO	9831488	Graneleiro	179,9m	176m	30m	15m	25189	12869	39475	48978	-	1670m³	-	Aço	14kn	1	500mm	5	6.050 kW	99 rpm	-	Diesel marítimo
NORD VANQUISH	9833058	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	183,06m	175,15m	32,2 m	19,1m	29917	13791	50338	60771	-	-	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	-	-	89 rpm	-	Diesel marítimo
NORDIC STAVANGER	9514377	Graneleiro	189,99m	182m	32,25m	18,1m	31748	18651	56172	64557	16111m³	2313m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,6 nós	1	500mm	6	9.070 kW	125 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
NORDLOIRE	9596026	Graneleiro	189,99m	183,67m	28,31m	15,2 m	24195	12187	37212	46970	14112m³	1413m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	480mm	6	7.000 kW	116 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
NORSUL 10	9326017	Barcaça de carga	122m	117m	21,97m	8,47m	11089	5604	10343	-	6512m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	-	1	-	-	690 kW	-	-	Diesel marítimo
NORSUL 11	9326029	Barcaça de carga	122m	122m	22m	8,5 m	11161	5674	10328	-	6512m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	-	1	-	-	690 kW	-	-	Diesel marítimo
NORSUL 12	9326031	Barcaça de carga	120m	120m	22m	8,5 m	11089	5604	10352	-	6512m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	-	1	-	-	690 kW	-	-	Diesel marítimo
NORSUL 9	9326005	Barcaça de carga	123,4m	117m	21,97m	8,47m	11089	5604	10364	-	6512m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	-	1	-	-	690 kW	-	-	Diesel marítimo
NORTHERN DEBONAIR	9353228	Navio porta-contentores	231m	214,2m	32,2 m	18,8m	35975	15938	42.000	56939	11205m³	1859m³	FUNDO DUPLO	Aço	22kn	1	900 mm	7	31.920 kW	104 rpm	-	Diesel marítimo
NORTHERN DELEGATION	9346005	Navio porta-contentores	230,91m	214,2m	32,2 m	18,8m	36007	15938	42002	56939	11966m³	1859m³	FUNDO DUPLO	Aço	22,2 nós	1	900mm	7	31.990 kW	104rpm	-	Diesel marítimo
NORTHERN DEMOCRAT	9391787	Navio porta-contentores	230,92m	214m	32,2 m	18,8m	36007	15938	41986	56937	11205m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	22,2 nós	1	900 mm	7	31.990 kW	104 rpm	-	Diesel marítimo
NP BABITONGA - P63	710420000	Operações Militares	47m		10m						-			Aço				-		580 rpm		Diesel marítimo
NP BENEVENTE - P61	710418000	Reservado	221m	-	32m	3m	-							Aço						136 rpm		Diesel marítimo
NPAOC APA - P121	9526409	Navio Patrulha	91m	83m	13,5m	7,7m	2530	759	-	-	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	25kn	1	-	16	14.400 kW	-	280mm	Diesel marítimo
NS QINGDAO	9567439	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	33032	19231	57.000	67426	16314m³	2.291m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
NVE CISNE BRANCO - U20	9203320	Navio à vela	76m	53,93m	10,5 m	6,45m	733	219	120	1038	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	11kn	1	-	8	746 kW	-	170 mm	Diesel marítimo
NYK DIANA	9337688	Navio porta-contentores	294,12m	283,2 m	32,2 m	21,8m	55487	23203	65976	-	17028m³	6999m³	CASCO ÚNICO	Aço	27,6 nós	1	980 mm	9	51.390 kW	104 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
OCCITAN LISTRAC	9549372	Graneleiro	169,99m	163m	27m	14,2 m	18493	10335	29229	36855	9525m³	1590m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,7 nós	1	500mm	5	5.730 kW	104rpm	1910 mm	Diesel marítimo
OCCITAN PESSAC	9498286	Graneleiro	179,87m	171,99m	28,8m	14,59m	22523	11768	34570	43162	12612m³	1611m³	CASCO DUPLO	Aço	14kn	1	420mm	6	6.480 kW	136 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
OCEAN EXPLORER	9883194	Navio de passageiros	104,4m	99m	-	7,25m	8228	2533	1622	-	-	588m³	-	Aço	15,5 nós	-	-	-	-	121 rpm	-	Diesel marítimo
OCEANIC PRAISE	9687150	Graneleiro	179,99m	175,6 m	30m	14,63m	22476	12174	37431	44800	14769m³	1519m³	-	Aço	16,1 nós	1	500mm	5	6.650 kW	112 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
OCEANMAS TER	9641340	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	33049	19132	56716	67681	-	2.405m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	500mm	6	8.500 kW	115 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
OKIANA	9523868	Carga/Contêiner	212,5m	202,5m	32,26m	19m	38910	15862	54683	-	17627m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	600mm	6	11.404 kW	110 rpm	600mm	Diesel marítimo
ONE AMAZON	9937323	Navio porta-contentores	330m	316,4 m	48m	27,2 m	114643	63909	132343	170322	-	-	-	Aço	22kn	1	920 mm	-	-	76 rpm	-	Diesel marítimo
ONEGO ROTTERDAM	9631345	Carga geral		118,14m	112m	15m		5751	3048	8096		610m³	CASCO ÚNICO	Aço	13,4 nós	1	320 mm	6	2.995 kW	600 rpm	255 mm	Diesel marítimo
ORANGE FROST	9797656	Refrigerador	137,01m	130,5 m	20,5m	10,3m	7139	3163	8726	-	-	1912m³	-	Aço	15,4 nós	1	350 mm	6	4.440 kW	173 rpm	1400mm	Diesel marítimo
ORANGE ICE	9797917	Refrigerador	137,01m	130,5 m	20,5m	10,3m	7139	3163	8751	-	-	1912m³	-	Aço	15kn	1	350 mm	6	4.440 kW	173 rpm	1400mm	Diesel marítimo
ORHAN	9625451	Graneleiro	179,98m	172m	30m	14,7m	23638	13490	38656	43631	11555m³	1520m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	460 mm	6	6.700 kW	115 rpm	1932 mm	Diesel marítimo
ORION	9495935	Graneleiro	188,5 m	184m	32,26m	17,15m	29892	15882	51679	-	20800m³	2.040m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,1 nós	1	500mm	6	8.045 kW	121 rpm	1950 mm	Diesel marítimo
OSLEEN	9278739	Graneleiro	174,7m	166m	27,8m	14,33m	19828	11433	33773	40090	9115m³	1393m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	460 mm	6	6.230 kW	88 rpm	2.800 mm	Diesel marítimo
OSLO BULK 10	9485837	Carga geral	108,22m	103,9m	18,2 m	9m	5629	2867	8048	11069	2.468m³	-	FUNDO PARCIALMENTE DUPLO	Aço	12kn	1	320 mm	6	2.998 kW	600 rpm	-	Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
OSLO BULK 7	9485801	Carga geral	108,19m	103,9m	18,2 m	9m	5629	2867	8032	11069	2.468m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	12,4 nós	1	320 mm	6	2.998 kW	600 rpm	-	Diesel marítimo
OSOGOVO	9498250	Graneleiro	186m	178,8m	23,7m	14,6m	19906	10279	30693	39663	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	460 mm	6	7.200 kW	129 rpm	460 mm	Diesel marítimo
OSPREY ARROW	9687174	Graneleiro	199,98m	196m	32,26m	19,22m	37150	18456	62841	74787	19154m³	2.178m³	-	Aço	16,2 nós	1	500mm	6	7.730 kW	108 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
OTIS	9408217	Petroleiro de petróleo bruto	274,51m	263,96m	48,01m	23,7m	84154	49031	156719	182538	51612m³	-	CASCO DUPLO	Aço	15,1 nós	1	700mm	6	18.660 kW	91 rpm	700mm	Diesel marítimo
PACIFIC ABILITY	9712890	Graneleiro	199,9 m	197m	32,24m	18,6m	34590	20201	61456	72397	33.854 m³	-	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	8.130 kW	108 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
PACIFIC ANIVA	9772010	Petroleiro de petróleo bruto	249,9m	242m	44m	21,2 m	62397	33386	109999	129362	41349m³	2.090m³	-	Aço	13,83 nós	1	600mm	6	11.150 kW	81 rpm	2790 mm	Diesel marítimo
PACIFIC JASPER	9788552	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	182,5 m	175m	32,2 m	19,05m	29513	13697	49998	61424	-	2516m³	-	Aço	13,8 nós	1	500mm	6	9.000 kW	117 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
PACIFIC TAMERLANE	9800673	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	182,5 m	175m	32,2 m	19,05m	29513	13730	49999	61062	-	2516m³	-	Aço	13kn	1	500mm	6	-	117 rpm	-	Diesel marítimo
PALAU	9261035	Graneleiro	176,82m	168m	29,4m	13,5m	19795	11034	31837	39449	12650m³	1413m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,1 nós	1	520 mm	6	6.620 kW	130 rpm	1600 mm	Diesel marítimo
PALENA	9306196	Navio porta-contentores	304,12m	292m	40m	24,5m	73934	42246	81247	107625	20.043 m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	25,5 nós	1	980 mm	10	60200 kW	104 rpm	-	Diesel marítimo
PAN IVY	9548316	Graneleiro	179,9m	171,5m	28m	14,1m	20865	11820	32557	41748	10196m³	1638m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,2 nós	1	420mm	6	6.480 kW	136 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
PANAMANA	9401805	Carga/Contêiner	212,5m	207,5m	32,26m	19m	39258	16079	54810	-	17398m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	15,9 nós	1	600mm	6	12.268 kW	105 rpm	600mm	Diesel marítimo
PANSTAR	9316684	Graneleiro	224,94m	217m	32,26m	19,5m	39736	25754	76629	86824	21040m³	3293m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	600mm	6	9210 kW	89 rpm	600mm	Diesel marítimo
PAPA JOHN	9555149	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	33044	19231	56543	67681	16333m³	2.405m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
PARANA WARRIOR	9412945	Graneleiro	169,3 m	160,4 m	27,2 m	13,6m	16951	10134	28415	35932	8.275m³	1206m³	CASCO ÚNICO	Aço	15kn	1	420mm	6	5.850 kW	129 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
PARANAGU A EXPRESS	9786724	Navio porta-contentores	330m	316,4 m	48,2 m	20,34m	113976	62	132791	170360	-	721100m³	-	Aço	22kn	1	920 mm	8	42.350 kW	760 rpm	3.468 mm	Diesel marítimo
PATRIA	9580053	Graneleiro	175,53m	167m	29,4m	13,7m	19785	10395	32069	39550	13785m³	1387m³	CASCO DUPLO	Aço	16kn	1	450mm	6	6.840 kW	129 rpm	1840 mm	Diesel marítimo
PATRIA NAVASENA 1	9339466	Graneleiro	189,99m	182m	32,26m	17,9m	31236	18504	56047	64557	15629m³	2645m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,1 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
PEAK DAWN	9643556	Graneleiro	228,99m	225,1m	32,26m	20m	43008	27424	81902	94590	22.124m³	3033m³	-	Aço	15,7 nós	1	600mm	6	9.590 kW	92 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
PEDRO ALVARES CABRAL	9603219	Navio porta-contentores	227,95m	217,5m	37,3m	19,6m	42564	17234	52019	68347	18.964m³	-	FUNDO PARCIALMENTE DUPLO	Aço	22,7 nós	1	700mm	7	22.890 kW	104 rpm	-	Diesel marítimo
PENELOPE I	9762601	Graneleiro	228,99m	225,1m	32,26m	20m	43007	27462	81835	93835	-	3033m³	-	Aço	16kn	1	600mm	6	9.660 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
PHATRA NAREE	9649861	Graneleiro	180m	171,99m	30,01m	14,7m	22860	12082	35882	-	11438m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	500mm	5	8.900 kW	117 rpm	500mm	Diesel marítimo
PIGMI	9470571	Graneleiro	180,98m	172m	30m	14,8m	23322	11202	33918	42818	11394m³	1666m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	420mm	6	6.480 kW	136 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
PINE ARROW	9107306	Carga geral	189,75m	181,8m	31m	18,5m	32520	15621	48041	60615	27030m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	600mm	5	8.900 kW	101 rpm	600mm	Diesel marítimo
PIO GRANDE	9647863	Graneleiro	178,7 m	170m	28m	14m	19999	10351	30215	38530	10410m³	1378m³	CASCO DUPLO	Aço	14,15 nós	1	420mm	6	6.232 kW	1308rpm	1764 mm	Diesel marítimo
PIPT ARROW	9552898	Graneleiro	199,98m	196m	32,26m	19,22m	37046	18298	62980	75907	21228m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	500mm	6	8.605 kW	110 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
PISTI	9456367	Graneleiro	189,94m	185m	32,26m	18m	32983	19191	56898	67681	16333m³	2.405m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,1 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
POAVOSA WISDOM VIII	9641924	Graneleiro	169,37m	160,4 m	27,2 m	13,6m	17027	10108	28208	34766	7.845m³	1538m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,2 nós	1	420mm	6	5.850 kW	129 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
POLAR CHILE	9797187	Navio porta-contentores	230m	220,8m	37,3m	19,6m	43628	17495	52102	69756	20191m³	-	-	Aço	22kn	1	700mm	-	-	91 rpm	-	Diesel marítimo
POLONIA	9108350	Navio Ro-Ro/Passageiros	169,9m	159m	28m	14,15m	29875	10582	7250	-	5796m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	17kn	1	-	6	15.840 kW	600 rpm	380mm	Diesel marítimo
PONENTE	9351763	Graneleiro	228,99m	222m	32,26m	19,9m	42887	27547	83051	95051	23.801m³	2.878m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,5 nós	1	500mm	7	9.800 kW	113rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
PORT IMABARI	9846263	Graneleiro	199,9 m	195m	32,24m	19,15m	35825	21075	63475	74836	-	-	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	-	-	99 rpm	-	Diesel marítimo
PORT NAVIGATOR	9261750	Graneleiro	178,03m	170m	28m	15m	21185	11734	35107	42040	12.267m³	1595m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,2 nós	1	520 mm	6	7.080 kW	133 rpm	1600 mm	Diesel marítimo
PORT TOKYO	9860520	Graneleiro	199,98m	195m	32m	19,15m	35825	21075	63475	74836	-	-	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	-	-	99 rpm	-	Diesel marítimo
POWER GLOBE	9479319	Graneleiro	224,9m	222m	32,26m	20m	42711	26493	80655	93255	36241m³	2.475m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,9 nós	1	500mm	7	9.700 kW	116 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
PPS LUCK	9407524	Graneleiro	189,9m	185m	32,26m	17,8m	30811	18122	55429	64423	16.083m³	2.136m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,2 nós	1	500mm	6	8.200 kW	110 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
PRABHU SUMAT	9590814	Graneleiro	229,02m	223m	32,25m	20,1m	44232	27064	81136	94945	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	600mm	6	11.400 kW	105 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
PREDATOR	9836464	Graneleiro	189,9m	185m	32,26m	17,8m	30811	18122	55429	64423	16.083m³	2.136m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,2 nós	1	500mm	6	8.200 kW	110 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
PREVAIL STAR	9693769	Graneleiro	229m	225,5m	32,26m	20,05m	44043	27336	81055	94796	22.023m³	2.481m³	-	Aço	14,5 nós	1	600mm	6	9.930 kW	99 rpm	2.050 mm	Diesel marítimo
PRINCESS A	9770579	Graneleiro	228,99m	225,1m	32,26m	20m	43004	27490	81793	93791	-	3033m³	-	Aço	14,5 nós	1	600mm	6	-	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
PRISMA	9461805	Graneleiro	190m	183,3m	32m	18,5m	33338	18901	57255	67755	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,3 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	500mm	Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
PROGRESS	9611577	Graneleiro	177,5 m	168m	28m	14,2 m	20218	11367	32400	41113	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	420mm	6	6.480 kW	136 rpm	420mm	Diesel marítimo
PROGRESS C	9158563	Navio porta-contentores	182,4m	168,3 m	30,2 m	16,4m	21611	8640	25913	-	8723m³	1948m³	CASCO ÚNICO	Aço	22,3 nós	1	700mm	7	19.667 kW	91 rpm	2.674 mm	Diesel marítimo
PROVIDANA	9380788	Carga/Contêiner	212,5m	207,5m	32,26m	19m	39258	16158	54810	-	17398m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	15,9 nós	1	600mm	6	12.268 kW	105 rpm	600mm	Diesel marítimo
PUFFIN ARROW	9566605	Graneleiro	199,98m	196m	32,26m	19,22m	36925	18292	62967	74787	21080m³	2.177m³	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	500mm	6	8.605 kW	110 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
PUFFIN BULKER	9441403	Graneleiro	189,59m	185m	32,26m	18m	33064	20110	57809	68970	-	-	CASCO DUPLO	Aço	14,3 nós	1	500mm	6	8.700 kW	127 rpm	500mm	Diesel marítimo
PUGET SOUND	9335874	Graneleiro	175,53m	167m	29,4m	13,7m	19831	11677	33517	40935	11518m³	1610m³	CASCO DUPLO	Aço	14,4 nós	1	520 mm	6	6.840 kW	129 rpm	1600 mm	Diesel marítimo
QING PING SHAN	9741504	Graneleiro	199,9 m	194,5m	32,26m	18,5m	36388	21647	63474	74901	17786m³	-	-	Aço	14,4 nós	1	600mm	5	8.050 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
QING QUAN SHAN	9741530	Graneleiro	199,9 m	194,5m	32,26m	18,5m	36388	21647	63473	75197	17786m³	-	-	Aço	14,4 nós	1	600mm	5	8.050 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
QUEST	9530943	Graneleiro	186,4 m	178m	27,8m	10,9m	22733	12330	36903	44967	-	1627m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,8 nós	1	460 mm	6	7.860 kW	129 rpm	460 mm	Diesel marítimo
RADIANT	9448607	Graneleiro	229m	221m	36,8m	19,9m	47994	27675	87334	102084	-	-	CASCO DUPLO	Aço	15,5 nós	1	600mm	6	10.500 kW	95 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
RECIFE KNUSEN	9499888	Transporte-tanque	246,8m	233m	42m	22,5 m	63560	31860	105928	127725	40039m³	-	CASCO DUPLO	Aço	15,5 nós	1	600mm	7	15.820 kW	105 rpm	600mm	Diesel marítimo
RGL FIRST	9772864	Graneleiro	228,9m	226m	32,24m	20,2 m	43984	27416	82215	95404	-	-	-	Aço	14,5 nós	1	600mm	-	-	89 rpm	-	Diesel marítimo
RIO 2016	9623867	Transporte-tanque	278,5m	264m	48m	23,1m	83078	50355	155709	183367	54067m³	-	CASCO DUPLO	Aço	15kn	1	700mm	6	19620 kW	91 rpm	700mm	Diesel marítimo
RIO DE JANEIRO EXPRESS	9508902	Navio porta-contentores	335,12m	320m	51m	27,3m	123560	78883	142411	178870	-	-	-	Aço	22kn	1	920 mm	-	-	80 rpm	-	Diesel marítimo
ROBIN 4	9399741	Navio porta-contentores	225,04m	212,5m	31m	19,7m	32901	13452	35358	50186	14266m³	-	FUNDO PARCIALMENTE DUPLO	Aço	22,2 nós	1	700mm	7	22.890 kW	108 rpm	-	Diesel marítimo
ROU 14 RIO ARAPEY	770576016	Operações Militares	26m	-	7m	-	-	-	-	-	-	-	-	Aço	-	-	-	-	-	721 rpm	-	Diesel marítimo
ROU 15 RIO DE LA PLATA	755003101	Rebocador	42m	-	11m	2m	-	-	-	-	-	-	-	Aço	-	-	-	-	-	600rpm	-	Diesel marítimo
ROU 16 RIO YAGUARON	770576018	Operações Militares	26m	-	7m	-	-	-	-	-	-	-	-	Aço	-	-	-	-	-	720 rpm	-	Diesel marítimo
ROZTOCZE	9346835	Graneleiro	189,98m	183,68m	28,5 m	15,1m	24109	13253	38980	46916	22667m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	480 mm	6	7.368 kW	118 rpm	480 mm	Diesel marítimo
RU MENS LING	9399088	Graneleiro	225m	222m	32,26m	20m	42604	26602	81487	93234	-	2392m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	500mm	7	9.700 kW	116 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
SAGA ADVENTURE	9317406	Carga geral	199,2 m	194,7 m	30,5m	16,4m	29758	14440	46627	57741	16.475m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	520 mm	7	9510 kW	135 rpm	520 mm	Diesel marítimo
SAGA ANDORINHA	9197002	Carga geral	199,2 m	190m	30,5m	16,4m	29729	14528	47027	57741	16626m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	15kn	1	520 mm	7	8.952 kW	117 rpm	520 mm	Diesel marítimo
SAGA DISCOVERY	9317418	Carga geral	199,2 m	194,7 m	30,5m	16,4m	29758	14440	46618	57741	16.475m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	520 mm	7	9510 kW	135 rpm	520 mm	Diesel marítimo
SAGA ENTERPRISE	9343481	Carga geral	199,2 m	194,7 m	30,5m	16,4m	29758	14440	46550	57741	16.475m³	-	CASCO DUPLO	Aço	15kn	1	520 mm	7	9510 kW	135 rpm	520 mm	Diesel marítimo
SAGA FRIGG	9613850	Carga geral	199,9 m	191,2 m	32,26m	19,5m	37499	15791	55596	70046	18630m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	600mm	5	9.560 kW	92 rpm	600mm	Diesel marítimo
SAGA FUJI	9609457	Carga geral	199,9 m	194,03m	32m	19,5m	37441	15805	55400	-	20929m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	500mm	7	10115 kW	127 rpm	500mm	Diesel marítimo
SAGA MORUS	9117741	Carga/Contêiner	199,9 m	190m	32,2 m	19,5m	36463	17013	56816	-	16784m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	18,02 nós	1	600mm	6	12.130 kW	104 rpm	600mm	Diesel marítimo
SAGA PIONEER	9380764	Carga geral	199,2 m	194,7 m	30,5m	16,4m	29758	14440	46559	57741	16.475m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	15kn	1	520 mm	7	9510 kW	135 rpm	520 mm	Diesel marítimo
SAGA SKY	9144354	Carga geral	199,2 m	190m	30,5m	16,4m	29381	14155	47034	57741	16185m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	15kn	-	520 mm	7	8.951 kW	117 rpm	520 mm	Diesel marítimo
SALDANHA BAY	9712474	Graneleiro	176,5 m	168,5 m	28,8m	15,2 m	21801	12309	35947	43986	21774m³	1954m³	-	Aço	16,1 nós	1	460 mm	6	5.940 kW	110 rpm	1932 mm	Diesel marítimo
SALVADOR	9255062	Carga geral	171,64m	163,6 m	27m	14,8m	19746	10669	31770	39049	16193m³	1396m³	FUNDO DUPLO	Aço	15kn	1	520 mm	6	7.060 kW	133 rpm	-	Diesel marítimo
SALVADOR EXPRESS	9793894	Navio porta-contentores	330m	316,4 m	48m	27,2 m	113828	63897	132736	170360	-	-	-	Aço	22kn	1	920 mm	-	-	76 rpm	-	Diesel marítimo
SAN AMERIGO	9344693	Navio porta-contentores	186,34m	175m	27,6m	17,1m	22914	9277	28186	37941	9394m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	21kn	1	700mm	6	19620 kW	108 rpm	-	Diesel marítimo
SAN CLEMENTE	9699189	Navio porta-contentores	299,92m	287m	48,2 m	24,8m	94930	58464	112231	142961	28.999m³	7411m³	-	Aço	22kn	1	820 mm	9	36.440 kW	745 rpm	3375 mm	Diesel marítimo
SAN FELIPE	9698628	Navio porta-contentores	299,9 m	286,8m	48m	24,8m	96386	59541	115356	146030	-	-	-	Aço	23,6 nós	1	900 mm	-	-	84 rpm	-	Diesel marítimo
SAN FRANCISCA	9698654	Navio porta-contentores	300m	286,8m	48m	24,8m	96386	59541	115414	146410	-	-	-	Aço	23,6 nós	1	900 mm	-	-	84 rpm	-	Diesel marítimo
SAN VICENTE	9699206	Navio porta-contentores	299,92m	287m	48,2 m	24,8m	94930	58464	112233	142961	28.928m³	7411m³	-	Aço	22kn	1	820 mm	9	36.440 kW	745 rpm	3375 mm	Diesel marítimo
SANKO HAWKING	9888467	Graneleiro	228,99m	225,69m	32,26m	20,15m	43819	28296	82514	94361	-	2990m³	-	Aço	13,7 nós	1	600mm	6	-	84 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
SANTA ALEXANDRA	9820934	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	19,15m	35832	20839	63551	74836	-	2.639m³	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	7.560 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
SANTA INES	9860623	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	19,15m	35834	20839	63449	74836	-	2.639m³	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	7.560 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
SANTA TERESA	9852664	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	19,15m	35834	20839	63481	74731	-	2.639m³	-	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	7.560 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
SANTA VIRGINIA	9700782	Graneleiro	199,98m	190m	32,24m	18,6m	34812	20209	61271	72322	18.074 m³	2565m³	-	Aço	15,9 nós	1	500mm	6	8.260 kW	108 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
SANTORINI ISLAND	9393618	Graneleiro	189,98m	182,4m	-	16,55m	27729	16113	48549	57059	12724m³	1976m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,3 nós	1	500mm	6	7.840 kW	102 rpm	2.050 mm	Diesel marítimo
SAO LUIZ	9492139	Transporte-tanque	248m	233m	42m	22,5 m	62753	29157	105212	131792	38735m³	2787m³	CASCO DUPLO	Aço	15kn	1	700mm	6	14.280 kW	105 rpm	2.800 mm	Diesel marítimo
SAO SEBASTIAO	9492127	Transporte-tanque	248m	233m	42m	22,5 m	62753	29157	105190	131792	38735m³	2787m³	CASCO DUPLO	Aço	15kn	1	600mm	6	14.280 kW	105 rpm	2.800 mm	Diesel marítimo
SC MADISON	9593361	Graneleiro	190m	185m	32,26m	18,1m	31538	18765	55831	65878	15679m³	2.492m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,5 nós	1	500mm	6	8.890 kW	118 rpm	2.050 mm	Diesel marítimo
SCARLET FALCON	9609433	Graneleiro	228,99m	182m	32,26m	20,01m	43715	27753	82260	94730	22369m³	2950m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,9 nós	1	600mm	6	8.770 kW	80 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
SCARLETT MANX	9801718	Graneleiro	199,99m	196,1 m	32,26m	18,6m	35606	21466	63878	74916	-	2.258m³	-	Aço	13,5 nós	1	500mm	6	7.380 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
SCOTER	9902299	Carga geral	179,93m	175m	30m	15m	23550	12632	38270	-	-	2009m³	-	Aço	14,2 nós	1	450mm	6	-	108 rpm	1930 mm	Diesel marítimo
SEA COMMANDER	9799783	Graneleiro	228,99m	224,5m	32,26m	20,01m	43614	27528	81856	94756	35.845m³	-	-	Aço	14,5 nós	1	600 mm	-	-	105 rpm	-	Diesel marítimo
SEA DHYANA	9626912	Graneleiro	189,99m	185,64m	32,26m	18m	33057	19229	56521	67681	16333m³	2.128m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
SEA EAGLE	9830135	Graneleiro	179,95m	177m	32m	15m	26546	13672	38.500	50213	-	-	-	Aço	15,1 nós	1	500mm	-	-	99 rpm	-	Diesel marítimo
SEA LADY	9266188	Graneleiro	189,9m	186,5 m	32,26m	18,5m	34206	19510	58607	69678	16531m³	2.071m³	-	Aço	12kn	1	600 mm	5	8.050 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
SEA STAR	9607710	Petroleiro de petróleo bruto	250m	239m	44m	21m	62316	33984	112147	132047	42531m³	3639m³	CASCO DUPLO FUNDO DUPLO	Aço	14,7 nós	1	600 mm	7	14.280 kW	105 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
SEALION	9598282	Graneleiro	177,41m	168,01m	28,2 m	14,2 m	19943	11325	32859	41114	18.267m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	13,9 nós	1	420 mm	6	6.480 kW	136 rpm	-	Diesel marítimo
SEAPOWER	9214331	Graneleiro	225m	217m	32,26m	19,6m	40523	26163	74665	87337	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	600 mm	5	10.200 kW	105 rpm	600 mm	Diesel marítimo
SEASPAN FALCON	9793909	Navio porta-contentores	330m	316,4 milhões	48m	27,2 m	113828	63909	132712	170360	-	-	-	Aço	22kn	1	920 mm	-	-	76 rpm	-	Diesel marítimo
SEASPAN HARRIER	9793923	Navio porta-contentores	330m	317,23m	48,2 m	27,2 m	113828	63909	136945	170360	-	-	-	Aço	22kn	1	920 mm	-	-	76 rpm	-	Diesel marítimo
SEASPAN OSPREY	9786736	Navio porta-contentores	330m	316,4 milhões	48,2 m	20,34m	113976	62	132672	170360	-	721100m³	-	Aço	22kn	1	920 mm	8	42.350 kW	760 rpm	3.468 mm	Diesel marítimo
SEASPAN RAPTOR	9793911	Navio porta-contentores	330m	316,4 milhões	48m	27,2 m	113828	63909	132584	170360	-	-	-	Aço	22kn	1	920 mm	-	-	76 rpm	-	Diesel marítimo
SEBASTIAO CABOTO	9602875	Navio porta-contentores	228,08m	217,5m	37,3m	19,6m	42564	17234	52065	68347	18.965m³	-	FUNDO PARCIALMENTE DUPLO	Aço	22,7 nós	1	700mm	7	22.890 kW	104rpm	-	Diesel marítimo
SEDNA DESGAGNES	9402093	Carga geral	139m	130m	21m	11m	9611	4260	12612	17972	5001m³	-	FUNDO PARCIALMENTE DUPLO	Aço	15,5 nós	1	430 mm	6	5.400 kW	500 rpm	-	Diesel marítimo
SEPETIBA BAY	9496343	Graneleiro	180m	172m	30m	14,7m	23426	11701	35036	44393	23331m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	500mm	6	8.580 kW	129 rpm	500mm	Diesel marítimo
SHAKESPEARE BAY	9542661	Graneleiro	175,53m	167m	29,4m	13,7m	19801	11070	33256	40931	13.870m³	1382m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,5 nós	1	450 mm	6	6.840 kW	129 rpm	1840 mm	Diesel marítimo
SHEILA	9730244	Graneleiro	189,9m	186,5 m	32,26m	18,5m	34206	19510	58607	69678	16531m³	2.071m³	-	Aço	12kn	1	600 mm	5	8.050 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
SHENG JI HAI	9533050	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	32899	19142	56915	67681	30.886m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
SHI ZI FENG	9617466	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	32962	19142	56605	67682	16333m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,2 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
SHUN YING	9631826	Graneleiro	229m	225m	32,26m	20,05m	43990	27662	81108	94608	-	3260m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,1 nós	1	600 mm	5	9.800 kW	98 rpm	600 mm	Diesel marítimo
SIDER LIU	9699725	Carga geral	138,9m	130m	21m	11,4m	9989	5012	12700	19190	-	704m³	-	Aço	12,6 nós	1	360 mm	6	3.309 kW	600 rpm	360 mm	Diesel marítimo
SIDER LONDON	9528706	Carga geral	136,4 m	126m	21,2m	11,3m	9177	4895	14121	17881	-	1082m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,6 nós	1	350 mm	7	5.180 kW	173 rpm	350 mm	Diesel marítimo
SIDER MOMPOX	9656553	Carga geral	138,9m	130m	21m	11,4m	9989	4388	12700	19190	-	704m³	-	Aço	12,6 nós	1	360 mm	6	3.309 kW	600 rpm	360 mm	Diesel marítimo
SILVER CLOUD	8903923	Navio de passageiros	157,03m	135,4m	21,4m	7,6 m	17014	5654	1564	9725	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	17,5 nós	2	460 mm	6	11.700 kW	500 rpm	580 mm	Diesel marítimo
SILVER MOON	9838618	Navio de passageiros	212,89m	-	27m	-	40844	14170	4000	-	-	-	-	Aço	19,6 nós	2	-	-	-	149 rpm	-	Diesel marítimo
SILVERMINE	9609536	Graneleiro	225m	220m	32,26m	19,79m	40885	25951	77230	87720	22.015m³	2303m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,8 nós	1	600 mm	5	8.050 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
SM SAMCHEON PO	9842487	Graneleiro	229m	224,79m	32,26m	20,05m	43989	27458	80942	94442	21906m³	2.437m³	-	Aço	14,3 nós	1	600 mm	6	9.930 kW	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
SOFA	9472086	Graneleiro	189,99m	185m	32,26m	18m	32983	19191	56899	67681	16333m³	2.405m³	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
SOLAR	9214848	Graneleiro	183,04m	174,3m	31m	16,47m	26084	15577	46786	54202	13668m³	2.114m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,2 nós	1	520mm	6	7.487 kW	114 rpm	1850 mm	Diesel marítimo
SOLE	9650145	Graneleiro	197m	194m	32,26m	18,1m	33126	19142	58635	69186	17.482m³	2.176m³	-	Aço	16,2 nós	1	500mm	6	8.630 kW	116 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
SOLIDARNO SC	9708069	Graneleiro	179m	176,65m	30m	15m	25278	13009	390734	49213	-	-	-	Aço	14,2 nós	1	500mm	5	8.900 kW	99 rpm	500mm	Diesel marítimo
SOPOT	9727522	Graneleiro	179,99m	176,65m	30m	15m	25278	13009	39035	49335	-	-	-	Aço	14kn	1	500mm	5	6.050 kW	99 rpm	500mm	Diesel marítimo
SOUTHERN OWL	9773143	Petroleiro de petróleo e produtos químicos	156,53m	149m	25m	14m	14965	8108	26057	33186	8.567m³	1528m³	-	Aço	15kn	1	460 mm	6	5.640 kW	110 rpm	1932 mm	Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
SPAN ASIA 37	9266308	Carga geral	119,73m	113,5 m	20,2 m	9,8m	7014	3375	7409	12377	3774m³	775m³	FUNDO DUPLO	Aço	16,5 nós	1	430 mm	7	6.300 kW	500 rpm	-	Diesel marítimo
SPAR LIBRA	9328534	Graneleiro	190m	183,41m	32,26m	17,5m	32474	17790	53565	64609	31.480m³	2.238m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
SPAR TAURUS	9299288	Graneleiro	190m	183,05m	32,26m	17,5m	32474	17790	53195	64609	17386m³	2.004 m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	500mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
SPL ATACAMA	9580156	Graneleiro	180m	172m	30m	14,7m	23587	11598	35168	43631	11.828m³	1567m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	500mm	5	7.900 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
SPL TARAPACA	9580132	Graneleiro	180m	172m	30m	14,7m	23440	11526	34430	43631	11.481m³	1568m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	500mm	5	7.900 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
SSI SPLENDID	9848077	Graneleiro	199,88m	194,5m	32m	18,5m	36353	21576	63800	75207	-	-	-	Aço	14,2 nós	1	600 mm	-	-	89 rpm	-	Diesel marítimo
ST-ANDREW	9401934	Graneleiro	189,99m	186m	32,26m	17,31m	30488	15289	50779	-	18.540m³	2603m³	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	600 mm	5	10.187 kW	95 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
ST. GEORGE	9437517	Graneleiro	179,9m	171m	28,4m	14,1m	20748	11689	32688	41748	-	1818m³	CASCO DUPLO	Aço	13,7 nós	1	420 mm	6	6.480 kW	136 rpm	420 mm	Diesel marítimo
STAHLA	9592018	Graneleiro	225m	217m	32,26m	19,7m	41254	25658	76059	89.000	35.007m³	2655m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	600 mm	5	10.000 kW	101 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
STAR ALTAIR	9828314	Graneleiro	229m	225m	32m	20,05m	43978	27293	81106	95100	-	2765m³	-	Aço	14,3 nós	1	600 mm	6	-	90 rpm	-	Diesel marítimo
STAR ASPIRATION	9458767	Graneleiro	229,2 m	222m	38m	20,7m	51130	31267	93412	108708	27199m³	-	CASCO DUPLO	Aço	14,5 nós	1	600 mm	6	12.240 kW	105 rpm	2.292 mm	Diesel marítimo
STAR BIANCA	9370769	Graneleiro	228,99m	222m	32,26m	20,03m	43158	27291	82672	94672	22761m³	2920m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,7 nós	1	500mm	7	9.800 kW	113rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
STAR CAPOEIRA	9719537	Graneleiro	229m	225,5m	32,26m	20,05m	43301	27348	81253	94796	-	-	-	Aço	13,7 nós	1	600 mm	6	9.932 kW	92 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
STAR DALMATIA	9548835	Graneleiro	199,9 m	190,5 m	32,26m	17m	33601	16737	51624	64167	16.425m³	2.263m³	CASCO ÚNICO	Aço	15kn	1	500mm	6	9.960 kW	124 rpm	500mm	Diesel marítimo
STAR GWYNETH	9301031	Graneleiro	228,99m	222m	32m	19,9m	43027	27547	82790	94790	23800m³	3132m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	600 mm	6	11.000 kW	98 rpm	600 mm	Diesel marítimo
STAR HANSA	9103128	Carga geral	198m	187m	31m	15,6m	32749	13647	46428	58821	15.547m³	2.223m³	CASCO DUPLO	Aço	16kn	1	600 mm	6	10.520 kW	96 rpm	600 mm	Diesel marítimo
STAR KVARVEN	9396153	Carga/Container	208,77m	197,4 milhões	32,2 m	19,5m	37158	13824	49856	64367	20700m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	600 mm	5	11.300 kW	105 rpm	600 mm	Diesel marítimo
STAR LYDIA	9673795	Graneleiro	229m	226m	32m	20m	43278	27369	81187	93618	-	2.221m³	-	Aço	14,5 nós	1	580 mm	6	8.890 kW	90 rpm	580 mm	Diesel marítimo
STAR MAJESTY	9355525	Carga geral	189,99m	186m	32,26m	17,31m	30488	15289	50790	61028	18.540m³	2603m³	CASCO DUPLO	Aço	17kn	1	600 mm	5	10.187 kW	95 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
STAR MINERVA	9355513	Carga geral	189,99m	186m	32,26m	17,13m	30360	15170	50757	-	18.540m³	2.603m³	CASCO ÚNICO	Aço	17,1 nós	1	600 mm	5	10.187 kW	95 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
STAR MISTRAL	9684225	Transportador a granel	199,99m	193m	32m	18,5m	35812	21224	63306	74927	-	1994m³	-	Aço	14,5kn	1	600mm	5	8300kw	91rpm	600mm	Diesel marítimo
STAR NASIA	9361237	Graneleiro	228,99m	222m	32,26m	20,03m	43158	27291	82220	94220	22760m³	680m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	500 mm	7	9.800 kW	113rpm	500 mm	Diesel marítimo
STAR NAVARRA	9548823	Carga Geral	199,9m	190,5m	32,26m	17m	33601	16731	51624	64136	16425m³	1966m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5kn	1	500mm	6	9960kw	124rpm	500mm	Diesel marítimo
STELLAR MAESTRO	9549566	Carga geral	146,25m	137m	20,1m	11,45m	9963	4937	13524	19208	6383m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,8 nós	1	430 mm	6	6.000 kW	500 rpm	-	Diesel marítimo
STENA CONVOY	9543110	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	183,06m	175,15m	32,2m	19,1m	29949	13836	49999	60473	-	1866m³	-	Aço	13kn	1	500mm	6	-	86rpm	-	Diesel marítimo
STI GAUNTLET	9717137	Petroleiro de petróleo bruto	249,99m	245,4m	44m	21,5m	64245	32905	109999	131190	38201m³	-	-	Aço	14kn	1	600 mm	-	-	97 rpm	-	Diesel marítimo
STOLT OCELOT	9459539	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	155m	145m	24,8m	13,35m	13516	7139	23324	30080	7444m³	2091m³	CASCO DUPLO	Aço	15,2kn	1	420mm	7	7175kw	136rpm	1764mm	Diesel marítimo
STOLT VISION	9274329	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	158,83m	150m	25,5m	15m	15976	7838	25147	32899	10347m³	1349m³	CASCO DUPLO	Aço	14,5 nós	1	520 mm	6	7.980 kW	120 rpm	1850 mm	Diesel marítimo
STORM RIDER	9595357	Graneleiro	180,4m	171,4m	30m	14,4m	22413	11653	34154	42754	9862m³	1810m³	CASCO DUPLO	Aço	15kn	1	420mm	6	6480kw	136rpm	1764mm	Diesel marítimo
STRADION	9522922	Graneleiro	186,4 m	178m	27,8m	15,6m	22691	12334	36490	45337	20.459m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,8 nós	1	460 mm	6	7.860 kW	129 rpm	460 mm	Diesel marítimo
STRIDE	9149835	Navio porta-contentores	182m	172,5m	30,2m	16,4m	21611	8640	25926	-	8723m³	1906m³	SINGLE HULL	Aço	23,2kn	1	700mm	7	19667kw	91rpm	2674mm	Diesel marítimo
SUAPE EXPRESS	9332858	Navio porta-contentores	293,2 m	276m	40m	24,3m	71786	26914	72982	99620	17350m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	26kn	1	980 mm	11	62.920 kW	102 rpm	980 mm	Diesel marítimo
SUMMIT SUCCESS	9310628	Graneleiro	228,99m	222,64m	32,26m	19,9m	42910	27481	82922	93768	-	2878m³	SINGLE HULL	Aço	14,5kn	1	500mm	6	9800kw	113rpm	2000mm	Diesel marítimo
TAI KNIGHTHOOD	9883845	Graneleiro	229m	225m	38m	19,1m	47020	28028	84434	-	-	2526m³	-	Aço	15kn	1	600 mm	6	-	89 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
TAIPEI TRADER	9664275	Navio porta-contentores	147,9m	139,6m	23,25m	11,5m	9932	5059	13063	18463	-	-	-	Aço	18kn	1	460mm	6	8280kw	129rpm	460mm	Diesel marítimo
TBC PRESTIGE	9489833	Graneleiro	176,5 m	171m	27m	14,2 m	19999	10443	31956	40376	17548m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	21kn	1	420mm	6	6.480 kW	136 rpm	420mm	Diesel marítimo
TEAL ARROW	9186780	Carga Geral	173m	165m	29m	15,5m	22073	9929	36466	43841	17135m³	1865m³	DOUBLE HULL	Aço	15,8kn	1	460mm	6	7046kw	122rpm	1932mm	Diesel marítimo
TEMPANOS	9447897	Navio porta-contentores	299,96m	285m	45,6m	24,6m	88586	42897	94649	123760	32.474 m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	25,3 nós	1	980 mm	7	43610 kW	104 rpm	-	Diesel marítimo
TENO	9447859	Navio porta-contentores	299,96m	285m	45,6m	24,6m	88586	42897	94526	123760	32474m³	-	PARTLY DOUBLE BOTTOM	Aço	25,3kn	1	980mm	7	43610kw	104rpm	-	Diesel marítimo
TERN BULKER	9676101	Graneleiro	189,99m	185,6 m	32,26m	18m	32370	19435	57896	67814	16210m³	2350m³	-	Aço	16,3 nós	1	500 mm	6	8.200 kW	108 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
THE GIVER	9310537	Graneleiro	225m	217m	32,26m	19,3m	38892	25194	75726	85576	20507m³	3100m³	SINGLE HULL	Aço	16kn	1	500mm	7	11060kw	127rpm	2000mm	Diesel marítimo
THE LOVING	9368883	Graneleiro	189,99m	185,6 m	32,26m	18m	32379	19353	58701	67814	15.806m³	2798m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,2 nós	1	500 mm	6	8.400 kW	113rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
THE PATRON	9481439	Graneleiro	229m	222m	32,26m	20,25m	43498	27819	79444	93374	20070m³	3187m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5kn	1	600mm	5	11900kw	105rpm	2400mm	Diesel marítimo
THEODORA	9462445	Graneleiro	189,94m	182m	32,26m	17,3m	29978	18486	53569	61952	14570m³	2316m³	CASCO ÚNICO	Aço	17kn	1	500 mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
THOR INFINITY	9238466	Graneleiro	189,99m	182m	32,26m	17m	30303	17734	52383	60772	15407m³	2408m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,1kn	1	500mm	6	7800kw	118rpm	1910mm	Diesel marítimo
THORCO LEGACY	9673173	Carga geral	131,66m	122m	23m	16m	13110	5042	16954	-	5516m³	1003m³	-	Aço	16kn	1	350mm	7	5.180 kW	173 rpm	1400 mm	Diesel marítimo
TIAN FU	9704738	Carga geral	189,99m	187m	28,5 m	15,8m	26600	11395	38146	-	14.488m³	3134m³	-	Aço	13,77 nós	1	500 mm	6	6.960 kW	99 rpm	2.050 mm	Diesel marítimo
TIAN LE	9722730	Carga geral	189,99m	187m	28,5 m	15,8m	26770	11416	37994	-	14282m³	-	-	Aço	14kn	1	500 mm	6	6.960 kW	99 rpm	2.050 mm	Diesel marítimo
TIAN SHOU	9704752	Carga geral	189,99m	187m	28,5 m	15,8m	26600	11395	38134	-	14.488m³	3133m³	-	Aço	15,6 nós	1	500 mm	6	6.960 kW	99 rpm	2.050 mm	Diesel marítimo
TIAN XI	9704764	Carga geral	189,99m	187m	28,5 m	15,8m	26600	11395	38098	-	14.488m³	3133m³	-	Aço	13,77 nós	1	500 mm	6	6.960 kW	99 rpm	2.050 mm	Diesel marítimo
TIAN XIANG HE	9300300	Navio porta-contentores	278,94m	262m	40m	24m	66380	26235	67209	91250	14216m³	9567m³	CASCO ÚNICO	Aço	25,6 nós	1	980 mm	10	57.200 kW	94 rpm	980 mm	Diesel marítimo
TIAN YOU	9823625	Carga geral	189,99m	186,4 milhões	28,5 m	15,8m	26787	11415	37077	-	14285m³	-	-	Aço	14,8 nós	1	500 mm	6	10.470 kW	124 rpm	2.050 mm	Diesel marítimo
TIGER NORTH	9619878	Graneleiro	225m	219m	32,26m	19,6m	42114	25821	76250	89250	34236m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	580mm	5	9.108 kW	105 rpm	580mm	Diesel marítimo
TIRUA	9612882	Navio porta-contentores	299,97m	285m	45,6m	24,6m	88586	42897	94374	123760	32.474 m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	23kn	1	980 mm	7	43610 kW	97 rpm	-	Diesel marítimo
TOKI ARROW	9434539	Graneleiro	199,98m	196m	32,26m	19,22m	36925	18303	62942	74787	21227m³	2.267m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,8 nós	1	500 mm	6	8.605 kW	110 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
TOLTEN	9612870	Navio porta-contentores	299,94m	285m	45,6m	24,6m	88586	42897	94600	123760	32.474 m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	23kn	1	980 mm	7	43610 kW	104 rpm	-	Diesel marítimo
TOMAHAWK	9737591	Graneleiro	229m	225,3 m	32,26m	20m	44127	27581	82056	95463	22.045m³	2.496m³	-	Aço	15kn	1	600 mm	6	9801 kW	903 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
TOMINI ALIZE	9754082	Graneleiro	179,9m	176,85m	30m	14,8m	24940	12971	39046	48978	16652m³	1653m³	-	Aço	14kn	1	500 mm	5	6.050 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
TORDIS KNUTSEN	9757711	Transporte-tanque	284,32m	268m	48,9m	24m	90031	47679	157441	-	57078m³	3562m³	-	Aço	-	1	720mm	6	2.880 kW	777 rpm	3.086 mm	Diesel marítimo
TOROS M	9241358	Graneleiro	189,8m	181m	32,26m	16,9m	27986	17077	50296	58136	15782m³	1884m³	CASCO ÚNICO	Aço	16kn	1	500 mm	6	8.090 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
TRADES	9350082	Graneleiro	169,26m	160,4 m	27,2 m	13,6m	16949	10134	28496	34593	8.275m³	1381m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	420mm	6	5.850 kW	129 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
TROODOS AIR	9698226	Graneleiro	228m	223m	35m	14,45m	45229	29066	84849	98331	-	-	-	Aço	14,6 nós	1	600 mm	-	-	105 rpm	-	Diesel marítimo
TS 2	710001234	Passageiro	60m		14m		-					-	-	Aço	-					600 rpm		Diesel marítimo
TSHD GALILEO GALILEI	9872365	Draga Hopper	166,55m	144m	36m	13,6m	28539	8561	31227	-	-	2914m³	-	Aço	15,5 nós	3	-	-	-	750 rpm	-	Diesel marítimo
TUCAPEL	9569970	Navio porta-contentores	299,92m	285m	45,6m	24,6m	88586	42897	94707	123761	32.474 m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	25kn	1	980 mm	7	43610 kW	104 rpm	-	Diesel marítimo
TUNDRA	9415208	Graneleiro	185,01 m	178,07m	23,7m	14,6m	19814	10208	30892	39439	15632m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	14kn	1	460 mm	6	7.200 kW	136 rpm	-	Diesel marítimo
UAL FORTITUDE	9402079	Carga geral	138,07m	130m	21m	11m	9611	4260	12638	17972	5003m³	948m³	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	13,5 nós	1	430 mm	6	5.400 kW	500 rpm	-	Diesel marítimo
UAL MANITOBA	9384320	Carga geral	138,07m	130m	21m	11m	9611	4260	12744	17972	5003m³	971m³	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	13,5 nós	1	430 mm	6	5.400 kW	500 rpm	-	Diesel marítimo
UASC AL KHOR	9710220	Navio porta-contentores	299,9 m	286m	48,2 m	27,2 m	94416	54249	111029	142792	32.284 m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	22kn	1	950mm	8	41.400 kW	75 rpm	3460 mm	Diesel marítimo
UASC ZAMZAM	9699127	Navio porta-contentores	299,92m	287,01m	48,2 m	24,8m	94784	50084	112171	142855	28.937m³	-	FUNDO PARCIALM ENTE DUPLO	Aço	22kn	1	820mm	9	36.440 kW	74 rpm	-	Diesel marítimo
UBC STOCKHOLM	9426879	Carga geral	171,93m	165,5 m	28m	15m	21018	10927	33301	41357	12921m³	1627m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,1 nós	1	450mm	6	7.470 kW	130 rpm	1840 mm	Diesel marítimo
UBC TORONTO	9300764	Carga geral	182,59m	174,6m	28,6m	15m	24140	13402	37832	46902	30652m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	14,2 nós	1	520 mm	6	7.980 kW	133 rpm	-	Diesel marítimo
ULTRA ANGEL	9812494	Graneleiro	199,92m	196,5m	32,26m	18,7m	35025	19844	61298	71982	-	2653m³	-	Aço	15,9 nós	1	500 mm	6	7.880 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
ULTRA VANSKOY	9643958	Graneleiro	179,97m	173m	29,8m	15m	23264	12134	38215	-	15132m³	1946m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,4 nós	1	460 mm	6	7.860 kW	129 rpm	1932 mm	Diesel marítimo
UNION VOYAGER	9628946	Graneleiro	229m	225,5m	32,26m	14,5m	44647	27422	81964	96096	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	600 mm	7	11.060 kW	127 rpm	500 mm	Diesel marítimo
VALADON	9677387	Graneleiro	229m	225,5m	32,26m	20,05m	44243	27305	81600	94798	22019m³	2305m³	-	Aço	14,5 nós	1	600 mm	6	9.930 kW	915 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo

Nome do Navio	IMO	Tipo de navio	Comprimento total	Comprimento entre perpendicular es	Largura moldada	Profundidade	Arqueação bruta	Tonelagem líquida	Tonelagem de porte bruto	Tonelagem de deslocamento	Capacidade de lastro	Capacidade de óleo combustível	Tipo de casco	Material do casco	Velocidade	Número de motores	Calibre	Cilindros	Potência	RPM	AVC	Tipo de combustível
VALKYRIE	9869588	Graneleiro	199,9 m	197m	32,24m	18,6m	34618	20170	61230	72395	-	2170m³	-	Aço	15kn	1	500 mm	6	-	108 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
VANCOUVER EAGLE	9855850	Graneleiro	199,87m	194,5m	32m	18,5m	36700	21570	63800	75223	-	-	-	Aço	14,4 nós	1	600 mm	-	-	89 rpm	-	Diesel marítimo
VECTIS CASTLE	9626168	Carga	123,95m	121m	17,4m	11,4m	7227	3494	11183	14934	-	256m³	CASCO ÚNICO	Aço	13kn	1	320mm	6	2.999 kW	600 rpm	320mm	Diesel marítimo
VICENTE PINZON	9625396	Navio porta-contentores	254,87m	241,96m	37,31m	19,6m	47799	20270	57882	76899	18363m³	-	FUNDO DUPLO	Aço	21,5 nós	1	700mm	8	26.160 kW	91 rpm	-	Diesel marítimo
VICTORIA MAY	9730220	Graneleiro	189,85m	186,48m	32,26m	18,5m	34242	19469	58634	69678	31032m³	-	-	Aço	14kn	1	600 mm	5	8.050 kW	89 rpm	600 mm	Diesel marítimo
VIGOROUS	9298521	Graneleiro	189,99m	182m	32,26m	17m	30051	17738	52498	60772	-	2570m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,6 nós	1	500 mm	6	7.800 kW	116 rpm	1910 mm	Diesel marítimo
VINDONISSA	9520950	Graneleiro	189,99m	185,6 m	32,26m	18m	32315	19458	58110	67814	16.437m³	2388m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,4 nós	1	500 mm	6	8.400 kW	113rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
VITORIA BAY	9974981	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	190 m	-			29.000		50.000					Aço		-				129 rpm		Diesel marítimo
WENCHE VICTORY	9288825	Petroleiro de petróleo/produtos químicos	184m	174m	32m	18,8m	29214	12290	47210	57054	-	-	CASCO DUPLO	Aço	15,2 nós	1	500 mm	7	11.626 kW	127 rpm	500 mm	Diesel marítimo
WICKO	9393474	Graneleiro	190m	182,6 m	23,6m	14,6m	20603	9924	30379	-	17057m³	-	CASCO DUPLO	Aço	14,5 nós	1	480mm	6	9.480 kW	127 rpm	480mm	Diesel marítimo
WIGEON	9358395	Graneleiro	199,9 m	192m	23,7m	15,3m	22790	12130	37238	46960	8116m³	861m³	CASCO DUPLO	Aço	15kn	1	460 mm	6	7.860 kW	129 rpm	1932 mm	Diesel marítimo
WL ATLANTIC	9489417	Graneleiro	180m	176m	30m	14,7m	24079	10640	33465	43721	-	2022m³	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	460 mm	6	7.860 kW	129 rpm	460 mm	Diesel marítimo
WOOHYUN STAR	9605994	Graneleiro	177,85m	169,8m	28,6m	15m	22866	12519	37067	45382	13944m³	1633m³	CASCO DUPLO	Aço	15,7 nós	1	460 mm	6	7.050 kW	110 rpm	1932 mm	Diesel marítimo
WOORYANG BELOS	9767558	Graneleiro	199,98m	195m	32,24m	19,15m	35832	20839	63590	74836	17.834m³	2640m³	-	Aço	15,8 nós	1	500 mm	-	7.560 kW	99 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
WORLD NAVIGATOR	9871531	Navio de passageiros	119,88m	105,29m	-	12,9m	9923	-	1123	-	-	690m³	-	Aço	16kn	-	-	-	-	130 rpm	-	Diesel marítimo
WORLD TRAVELLER	9904807	Navio de passageiros	126m	113m	-	12,9m	9930	2980	1166	-	-	691m³	-	Aço	16kn	1	-	8	-	1000 rpm	-	Diesel marítimo
XIN CHI WAN	9304772	Navio porta-contentores	279,9 m	265,8m	40,3m	24,1m	66452	37567	69271	-	15554m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	25,7 nós	1	900 mm	12	54720 kW	104 rpm	2300 mm	Diesel marítimo
XIN FU ZHOU	9304796	Navio porta-contentores	279,9 m	265,8m	40,3m	24,1m	66452	37567	69235	-	14212m³	-	CASCO ÚNICO	Aço	25,7 nós	1	900 mm	12	54720 kW	104 rpm	2300 mm	Diesel marítimo
XING HE HAI	9746035	Graneleiro	199,9 m	197m	32,24m	18,6m	34570	20170	61473	72397	-	2173m³	-	Aço	16kn	1	500 mm	6	8.130 kW	108 rpm	2.214 mm	Diesel marítimo
XING HONG	9497062	Graneleiro	225m	217m	32,26m	19,6m	41073	25634	75619	89.000	21560m³	2390m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,5 nós	1	600 mm	5	8.833 kW	105 rpm	2.292 mm	Diesel marítimo
YANGTZE IMPRESSION	9742247	Graneleiro	199,9 m	194,5m	32m	18,5m	36365	21287	63270	75086	-	-	-	Aço	14,2 nós	1	600 mm	-	-	89 rpm	-	Diesel marítimo
YANGZE 17	9893759	Graneleiro	229m	225,3 m	32m	20,2 m	44698	27565	82.000	-	-	-	-	Aço	13kn	1	600 mm	-	-	84 rpm	-	Diesel marítimo
YANNIS GORGAS	9423293	Graneleiro	229m	221m	36,8m	19,9m	47984	27675	87375	102084	-	-	CASCO ÚNICO	Aço	14kn	1	580mm	6	10.500 kW	95 rpm	580mm	Diesel marítimo
YAS SKY	9145982	Graneleiro	189,6m	181,6m	30,5m	15,8m	25047	15145	45423	52357	25.084m³	2060m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,2 nós	1	500 mm	6	7.391 kW	112 rpm	1950 mm	Diesel marítimo
YASA SATURN	9848144	Graneleiro	199,9 m	197m	32,24m	18,6m	34508	20175	61082	72395	-	-	-	Aço	15kn	1	500 mm	-	-	108 rpm	-	Diesel marítimo
YASA VENUS	9848118	Graneleiro	199,9 m	197m	32,24m	18,6m	34508	20175	61076	71876	-	-	-	Aço	15,3 nós	1	500 mm	-	-	108 rpm	-	Diesel marítimo
YASA YASEN	9300532	Graneleiro	189,99m	182m	32,26m	17,9m	31255	18504	55905	64557	15629m³	2.432m³	CASCO ÚNICO	Aço	16,6 nós	1	500 mm	6	9.480 kW	127 rpm	2.000 mm	Diesel marítimo
YM PIONEER	9902548	Graneleiro	229m	225,8m	32,24m	20,15m	43424	27565	81898	-	-	2306m³	-	Aço	14,5 nós	1	520 mm	6	-	80 rpm	2315 mm	Diesel marítimo
YM TRUST	9789972	Navio porta-contentores	333,9 m	322,6 m	48m	29,9m	118524	63727	136899	175942	-	-	-	Aço	23kn	1	900 mm	-	-	76 rpm	-	Diesel marítimo
ZAFER	9679315	Graneleiro	179,98m	172m	30,01m	14,71m	23204	13174	37768	44459	12.267m³	1648m³	CASCO ÚNICO	Aço	13,7 nós	1	420mm	6	6.480 kW	136 rpm	1764 mm	Diesel marítimo
ZERMATT	9634830	Graneleiro	228,99m	222m	32,26m	20,05m	43005	27239	82026	94026	22.060m³	3190m³	CASCO ÚNICO	Aço	15,6 nós	1	600 mm	6	9710 kW	97 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
ZEUS	9426049	Graneleiro	229,2 m	222m	38m	20,7m	51255	31192	93200	108708	26926m³	3596m³	CASCO ÚNICO	Aço	14,9 nós	1	600 mm	6	13.560 kW	105 rpm	2.400 mm	Diesel marítimo
ZHONG YUAN HAI YUN CHUANG XIN	9837652	Carga geral	201,8m	198,3 milhões	32,26m	19,3m	40250	18221	62042	-	24385m³	-	-	Aço	13,5 nós	1	600 mm	5	-	79 rpm	-	Diesel marítimo
ZHONG YUAN HAI YUN JIN QU	9846495	Carga geral	201,8m	198,3 milhões	32,26m	19,3m	40250	18221	62045	-	24385m³	-	-	Aço	13,5 nós	1	600 mm	5	-	79 rpm	-	Diesel marítimo

APÊNDICE C - RELATÓRIO TÉCNICO CONCLUSIVO

ANÁLISE DO IMPACTO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO SISTEMA MODAL AQUAVIÁRIO DE SANTA CATARINA POR MEIO DO MODELO WRF-CHEM

MESTRADO PROFISSIONAL EM CLIMA E AMBIENTE - IFSC

Mestrando: Eduardo Conceição

Área de Concentração: Processos Climáticos e Ecossistemas Costeiros

Linha de Pesquisa: Desenvolvimento Tecnológico e Instrumentação

Orientado: Prof. Dr Cássio Aurélio Suski

Coorientador: Prof. Dr Sergio Augusto Bitencourt Petrovcic

FLORIANÓPOLIS

2026

INTRODUÇÃO

Este documento foi gerado com base na dissertação intitulada **“Análise do Impacto das Emissões de Gases de Efeito Estufa do Sistema Modal Aquaviário de Santa Catarina por Meio do Modelo WRF-Chem”**, desenvolvida no Mestrado Profissional em Clima e Ambiente do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, por Eduardo Conceição, com orientação do professor Dr Cássio Aurélio Suski e coorientação do professor Dr Sérgio Augusto Bitencourt Petrovicic. A referida pesquisa trouxe uma metodologia que gerou dados importantes para regiões que possuem instalações portuárias no estado de Santa Catarina. Dados que puderam servir de base para ações de curto, médio prazo, referentes a planejamentos ou investimentos em infraestruturas, que impactem no aquecimento global.

JUSTIFICATIVA

Santa Catarina possui forte atividade portuária e costeira

Impulsionada por setores econômicos voltados para o mar, Santa Catarina possui uma economia diversificada, que engloba o turismo, o setor náutico, a construção naval, a pesca industrial e a artesanal. O estado também se destaca pelo grande volume de importações e exportações realizadas em seus portos, vital para a economia país.

Há carência de estudos específicos sobre o modal aquaviário no estado

Diante deste contexto, onde o estado de Santa Catarina é rota de milhares de embarcações por ano, e que globalmente é aceito que o transporte aquaviário é responsável por impactos ambientais nas proximidades de áreas portuárias e rotas de navegação, faz-se necessários mais estudos sobre o modal aquaviário e seus impactos no estado, pois, poucas pesquisas foram elaboradas e, consequentemente, há uma carência de dados para que se possam planejar ações mais eficientes.

Modelagens atmosféricas são fundamentais diante da limitação de observações diretas

O estado de Santa Catarina, nas últimas décadas vem sofrendo eventos climáticos extremos e, diversas ações estão em planejamento na perspectiva de

reduzir os agentes causadores de tais eventos, assim como reduzir os impactos causados pelos mesmos, então, o uso de ferramentas computacionais para modelagem numérica dos processos atmosféricos, oceânicos e de superfície é fundamental para simular cenários ambientais e identificar tendências de maneira rápida e segura.

O estudo pode subsidiar planejamentos

Diante do acirramento das mudanças climáticas e das metas da Organização Marítima Internacional (IMO) para descarbonização até 2050, a formulação de políticas públicas regionais esbarrava na carência de dados com alta resolução espacial e temporal sobre o impacto real das emissões navais na costa catarinense. Esta pesquisa fornece uma base científica robusta e inédita, combinando dados operacionais reais, inventários GHG Protocol e o modelo científico de previsão atmosférica, o WRF-chem, auxiliando nos planejamentos de ações para redução de GEE e base para futuras pesquisas em transição energética e investimentos em infraestrutura portuárias.

METODOLOGIA

O desenvolvimento deste estudo está embasado nas seguintes etapas: Proposição de cenários para o modal de transporte aquaviário de Santa Catarina; Estabelecimento do inventário de gases do efeito estufa (GEE) provenientes das combustões do modal aquaviário de Santa Catarina; Estimativa dos impactos das emissões de GEE provenientes das combustões do modal aquaviário de Santa Catarina no aquecimento global.

Área de estudo

Delimita-se como área de estudo, o estado de Santa Catarina, uma das 27 unidades federativas do Brasil, situada entre os paralelos 25°57'41" e 29°23'55" ambos de latitude sul e entre os meridianos 48°19'37" e 53°50'00" ambos de longitude oeste. Abrangendo uma extensão territorial de 95.738 km², e a população de 7.609.601 habitantes, conforme censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022).

Proposição de cenários para o modal de transporte aquaviário de Santa Catarina

Na Tabela 11 Cenários propostos para análise das emissões de GEE, temos cenários proposto para a pesquisa, onde foi realizada a substituição gradativa do uso do Óleo Combustível (OC), para o Biodiesel (BD). Na primeira coluna temos a Fonte geradora de GEE (Embarcações de Grande Porte), na segunda coluna, foram inseridos os dados de entrada referente ao ano de 2022 (o cenário atual para pesquisa), onde, considerou-se que 100% da frota de navios, utilizam óleo combustível. Os cenários futuros (2030, 2040 e 2050), foi realizada a substituição gradativa do uso do Óleo Combustível (OC), para o Biodiesel (BD). As proporções ficaram assim projetadas:

- Cenários de 2030, 60% da frota de navios utilizando óleo combustível e 40% Biodiesel;
- Cenários de 2040, 40% da frota de navios utilizando óleo combustível e 60% Biodiesel;
- Cenário de 2050, 100% da frota de navios, utilizando o Biodiesel.

A proposição de cenários, que foi aplicada nesta pesquisa, seguiu os mesmos parâmetros que foram utilizados em outras pesquisas realizadas no Programa de mestrado em Clima e Ambiente (IFSC), para as fontes emissoras, aérea, ferroviária, rodoviária e estacionária, que possibilitou a elaboração do inventário geral para o Para assegurar uma proposição realista e alcançável, foram considerados os dados de navegação fornecidos pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2024).

Tabela 11 Cenários propostos para análise das emissões de GEE

Fontes	2022 (Atual)	2030	2040	2050
Embarcações de grande porte	OC: 100%	OC: 60% BD: 40%	OC: 40% BD: 60%	BD: 100%

Fonte: Autor, 2024.

Estabelecimento do inventário de gases do efeito estufa (GEE) provenientes das combustões do modal aquaviário

A informação central para gerar o inventário, é o volume total de combustível consumido em um ano, por todas as embarcações. Como não foi localizada diretamente essa informação, desenvolveu-se uma metodologia própria para chegar

a esse dado, composta por 6 passos, que vamos tratar com subitem desta etapa, de estabelecimento do inventário de gases do efeito estufa (GEE) provenientes das combustões do modal aquaviário. Os subitens estão identificados da letra “A” até a “F”:

A. Identificação dos navios que atracaram nos portos de Santa Catarina no ano de 2022

Os dados de atracação foram retirados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2024). Os portos relacionados para as buscas foram: Porto de Itajaí, Porto de Navegantes, Porto de São Francisco, Porto de Itapoá e Porto de Imbituba. Na ANTAQ, foi filtrada a série histórica do ano de 2022 das embarcações que navegaram nos portos de Santa Catarina. Cada embarcação possui um nome que a identifica, que pode ser alterado de acordo com a empresa que o administra e, para evitar duplicidade de dados, foi utilizado a identificação internacional da Organização Marítima Internacional IMO, que é uma referência exclusiva para navios e para armadores registrados e empresas de gestão, com o intuito de reforçar a segurança marítima e reduzir fraudes. Nesta busca, além da identificação das embarcações, foram coletadas as quantidades de atracações por navio e os portos de origem e destino.

B. Características de cada embarcação

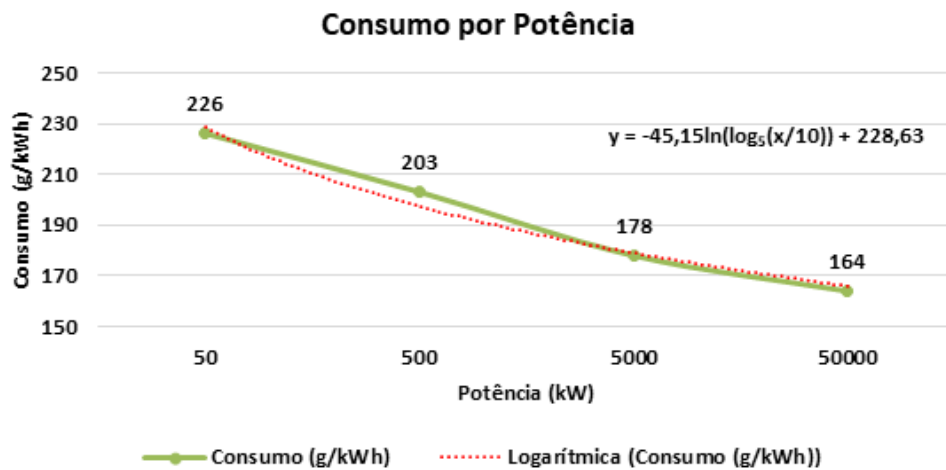
Com a informação do IMO de cada embarcação, foi utilizado a ferramenta chamada *MarineTraffic*, que é uma plataforma online que fornece informações, em tempo real, sobre o tráfego marítimo em todo o mundo. Nesta plataforma, ficam armazenadas as características técnicas de cada embarcação, como tipo de embarcação, dimensões, tonelagens, capacidade de carga, projeto e motor. No bloco específico sobre motor, informações importantes foram extraídas, como: número de motores, potência (kW), rotação (rpm) e tipo de combustível.

C. Detalhamentos dos dados técnicos para cálculo de consumo de combustível

Para obtenção do valor de consumo de combustível de cada embarcação, foi realizada uma pesquisa pelos grandes fabricantes de motores para navios. Foram encontrados 4 grandes fabricantes que são responsáveis por motorizar grande parte da frota mundial, que são: *Hyundai*, *Man*, *Doosan* e *Mitsubishi*. Com os dados de potência de cada motor, obtidos no *MarineTraffic*, e comparando com os dados fornecidos em catálogos dos fabricantes de motores, encontrou-se um padrão entre

potência, rotação e consumo específico dos motores. Identificado esse comportamento padrão entre essas variáveis, foram determinadas as curvas de consumo por potência e foi aplicada uma função logarítmica. A Figura 19 Relação entre consumo específico e potência e a equação 1 apresentam a relação entre potência (kW) e consumo específico (g/kWh). Aplicou-se a função logarítmica gerada pelo gráfico, obtendo-se o consumo específico por potência (C_p) através dos ajustes das variáveis, potência (P) e número de motores (N_m), que foram obtidos no Marine Traffic para cada embarcação.

Figura 19 Relação entre consumo específico e potência



Fonte: Autores (2024).

$$C_p = \left(-45,15 \times \ln \ln \left(\log \log 5 \left(\frac{P}{10} \right) + 228,63 \right) \right) \times N_m \quad (1)$$

Onde:

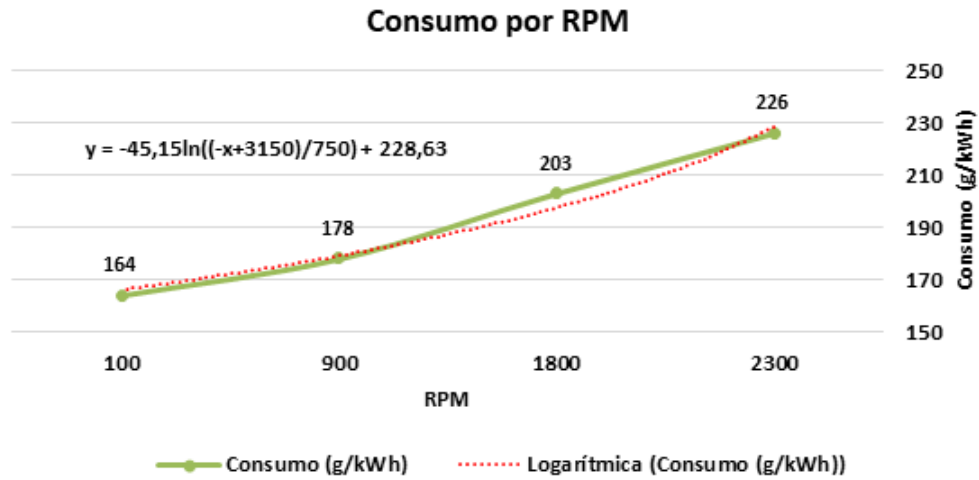
C_p : consumo específico por potência (g/kWh)

P: potência (kW)

N_m : número de motores

Como forma de validar os dados obtidos na equação 1 (Consumo por potência), foi gerado o gráfico (Figura 20 Relação entre consumo específico e rotação) e a equação 2, onde utilizou-se a relação rotação (rpm) por consumo específico (g/kWh). Aplicou-se a função logarítmica gerada pelo gráfico, obtendo-se o consumo específico (C_{rpm}), através dos ajustes das variáveis, rotação (rpm) e número de motores (N_m), que foram obtidos pelo *Marine Traffic* para cada embarcação.

Figura 20 Relação entre consumo específico e rotação



Fonte: Autores (2024).

$$C_{rpm} = \left(\left(\frac{-45,15 \times \ln(-RPM + 3150)}{750} \right) \times 228,63 \right) \times N_m \quad (2)$$

Onde:

C_{rpm} : Consumo específico por RPM (g/kWh)

RPM: rotações por minuto (rpm)

N_m : número de motores

Com o objetivo de validar a relação entre os consumos específicos (relação potência e rotação), foi calculada, através da equação 3, a diferença entre as médias de ambos e aplicado uma função quadrática para tratar os dados com resultados negativos.

$$Dm = \sum \frac{(|C_p - C_{rpm}|)}{N} \quad (3)$$

Onde:

D_m : diferença média

C_p : consumo específico por potência (g/kWh)

C_{rpm} : consumo específico por rpm (g/kWh)

N : número de embarcações

Com os dados de consumo específico por potência e os valores de potência do motor de cada embarcação, foi possível calcular, através da equação 4, o consumo em Kg/h de cada embarcação. Ainda na preparação dos dados para a etapa de análise dos GEE, foi convertido o consumo para L/h, por meio da equação 5, utilizando o valor de densidade do óleo combustível, que equivale a 0,99 kg/L.

$$C_k = C_p \times P \quad (4)$$

Onde:

C_k : consumo do navio (kg/h)

C_p : consumo específico por potência (g/kWh)

P : potência (kW)

$$C_l = \frac{C_k}{D_d} \quad (5)$$

Onde:

C_l : consumo do navio (L/h)

C_k : consumo do navio (kg/h)

D_d : densidade do óleo combustível (kg/L)

D. Detalhamentos das rotas e percurso das embarcações

Para determinar a quilometragem que cada navio percorreu em 2022, os dados de velocidade em Nós (unidade de velocidade utilizado no setor marítimo) foram obtidos no *MarineTraffic* e foram convertidos para km/h com o uso da equação 6. Além disso, com os portos de origem e destino de cada navio, foram criadas 8 rotas gerais, sendo 7 delas rotas externas e uma rota interna, que corresponde a navegação de cabotagem, realizada na costa brasileira e dentro da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) que corresponde a 200 milhas náuticas (370 km). Todas as rotas analisadas foram subdivididas em três pontos principais localizados no estado de Santa Catarina: Complexo Portuário de São Francisco do Sul (Porto de Itapoã e São Francisco do Sul), Complexo Portuário de Itajaí (Porto de Itajaí e Porto de Navegantes) e Porto de Imbituba. Essa divisão foi adotada com base nos dados de atracação utilizados na pesquisa, que registram a movimentação marítima no estado concentrada nesses três grandes terminais portuários. Observou-se que, em todas as rotas, as embarcações passam por esses pontos. Assim, por exemplo, uma rota proveniente da Europa, ao ingressar na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira, é segmentada em três trajetórias distintas, conforme o destino final da embarcação em um desses terminais.

$$V = V_n \times 1,852 \quad (6)$$

Onde:

V : velocidade do navio (km/h)

V_n : velocidade do navio (nós)

A Figura 21 Zona Econômica Exclusiva do estado de Santa Catarina apresenta o mapa que ilustra a Zona Econômica Exclusiva (ZEE) do estado de Santa Catarina, destacando a região marítima sobre a qual o estado tem certos direitos econômicos exclusivos, conforme definido pela legislação brasileira e internacional (área na cor azul escuro). A ZEE refere-se ao espaço marítimo situado além do mar territorial (normalmente até 200 milhas náuticas da costa), onde o país ou estado tem direitos exclusivos para explorar recursos naturais (pesca, petróleo, gás, etc.) e realizar pesquisas. Os símbolos das âncoras indicam a localização dos portos do litoral catarinense que fazem parte desta pesquisa, que são: Itapoá, São Francisco do sul, Itajaí, Navegantes e mais ao sul do estado o Porto de Imbituba.

Figura 21 Zona Econômica Exclusiva do estado de Santa Catarina



Fonte: Autor (2025)

A Tabela 2, apresenta as 8 rotas que foram geradas a partir dos itinerários das embarcações, disponibilizados no site da Agência Nacional de Transportes Aquaviário (ANTAQ), com destino aos portos de Santa Catarina (Itapoá, São Francisco do Sul, Itajaí, Navegantes e Imbituba). Os portos de origem e destino de cada viagem foram utilizados para determinar os pontos de início e fim de cada trajetória, possibilitando a criação das rotas, que foram classificadas em dois grupos: no primeiro grupo tem-se a "Distância de rota completa", que considera todo percurso realizado pela embarcação, e no segundo grupo, "Distância dentro do limite de SC", correspondendo ao deslocamento dentro da costa do estado de Santa

Catarina e da Zona Econômica Exclusiva, como ilustrado na Figura 22 Rotas de navegação.

Tabela 12 Especificações das rotas estipuladas

Nome da rota	Porto de referência	Especificações	Distância de rota completa (km)	Distância dentro do limite de SC (km)
Europa	Portugal - Lisboa	Países europeus, Norte da África e Noroeste da Ásia	8500	122
Ásia	China - Shanghai	Países da Ásia	20400	360
África	África do Sul - Johannesburg	Países do Sudeste e Centro-Leste da África	6800	360
Oceania	Austrália - Sidney	Países da Oceania	17800	330
América do Norte	EUA - Los Angeles	Países da América do Norte	13960	122,5
América do Sul	Chile - Valparaíso	Países do Sudoeste, e Centro-Oeste da América do Sul	6800	330
América Central	Panamá - Manzanillo	Países da América Central e Norte e Nordeste da América do Sul	8520	122,5
Brasil	Brasil Norte/Sul	Estados do Brasil ao Norte de SC	410	102
		Estado do Rio Grande do Sul	410	330

Fonte: Autor, 2024

Estabelecidas as rotas e seus pontos geográficos de origem e destino, foi possível determinar as distâncias. Para essa informação se utilizou o programa de processamento geoespacial Quantum GIS (QGIS). Esses dados de distâncias de cada rota foram agregados às informações de cada navio que teve seu destino ou origem nos portos de Santa Catarina no ano de 2022 (total de 10584 rotas analisadas). Para realizar esse processo, admitiu-se o limite marítimo de 370 km para o Estado de Santa Catarina, dentro dessa região, embarcações vindas do Sul, percorrem 330 km e aqueles vindos do Norte constituem uma distância de 102 km. Além disso, observa-se que as atracções realizadas somente entre os portos de Santa Catarina foram desconsideradas.

Figura 22 Rotas de navegação



Fonte: Autor (2024).

E. Cálculo da quantidade de combustível utilizado pelas embarcações

Sabendo-se a distância percorrida dentro do Estado, sua rota completa e a velocidade média que cada embarcação navega, foi possível mensurar o tempo gasto pelas embarcações para realizar esses percursos na rota completa (Equação 7) e rota em Santa Catarina (Equação 9). A quantidade de combustível utilizada pelos navios na rota completa e em Santa Catarina foram calculadas por meio das equações 8 e 10, respectivamente.

$$t_c = \frac{d_c}{V} \quad (7)$$

Onde:

t_c : tempo de rota completa (h)

d_c : distância percorrida na rota completa (km)

V : velocidade do navio (km/h)

$$C_{tc} = C_l \times t_c \quad (8)$$

Onde:

C_{tc} : consumo total na rota completa (L)

C_l : consumo de combustível do navio (L/h)

t_c : tempo de rota completa (h)

$$t_{sc} = \frac{d_{sc}}{V} \quad (9)$$

Onde:

t_{sc} : tempo gasto dentro de SC (h)

d_{sc} : distância percorrida dentro de SC (km)

V : velocidade do navio (km/h)

$$C_{tsc} = C_l \times t_{sc} \quad (10)$$

Onde:

C_{tsc} : Consumo total dentro de SC (L)

C_l : consumo de combustível do navio (L/h)

t_{sc} : tempo gasto dentro de SC (h)

F. Cálculo das emissões de GEE no modal aquaviário

Determinou-se o inventário de GEE por meio da utilização da ferramenta do programa Brasileiro GHG *Protocol* na versão 2023, reconhecida internacionalmente, pois se trata de uma plataforma online que auxilia as organizações na publicação de seus inventários de emissões corporativas de GEE. Esta define uma série de etapas para a criação de um inventário de emissões, considerando os Escopos 1, 2 e 3. Neste estudo, foi utilizado o Escopo 1 (emissões diretas), com ênfase na ferramenta de cálculo relacionada à queima de combustíveis fósseis no setor hidroviário.

Nesta etapa, seguiram-se os cenários propostos pela pesquisa, onde para cálculo de emissões geradas pela queima do Óleo Combustível foi utilizada somente a seção de Transporte Hidroviário e para cálculo de comparação da geração de GEE entre Óleo Combustível e Biodiesel foram utilizadas as seções Transporte rodoviário (Biodiesel)

Na aba de introdução, foram preenchidos os dados gerais e o ano de inventário, em nosso caso 2022 (informação importante). Na aba seguinte, foi selecionado o item “Combustão móvel”, e para cálculo das emissões provenientes das embarcações, foi utilizado a seção de Transporte Hidroviário, onde foi alimentada o programa (Cálculo de emissões de GEE por transporte de carga por consumo de combustível no ano de), com dados de Tipo de Combustível (Óleo Combustível) e Consumo Anual (litros). Para o cálculo das emissões provenientes do Biodiesel, foi utilizada a seção de Transporte Rodoviário, onde foi alimentado o programa, (Cálculo de emissões por tipo de combustível no ano de 2022), com dados de Tipos de Combustível (Biodiesel B100), e Consumo Anual (litros). No

cálculo dos cenários, com utilização do Biodiesel, foram aplicadas as duas seções na mesma planilha, obedecendo às porcentagens propostas na pesquisa (Tabela 11 Cenários propostos para análise das emissões de GEE)

Estimativa dos impactos das emissões de GEE provenientes das combustões do modal aquaviário no aquecimento global

Para estimar os impactos das emissões de GEE, provenientes da combustão das embarcações que navegaram em Santa Catarina, no aquecimento global, foi utilizada a equação de Ellis (2013) (Equação 11) para correlacionar as concentrações de CO₂ (CO₂e Total e/ou CO₂ Biogênico) com o aumento da temperatura global e, conseqüentemente, com os impactos em eventos climáticos relevantes para a região.

$$\Delta T = 1,66 \ln \left(\frac{C}{C_0} \right) \quad (11)$$

- ΔT será a variação da temperatura global, em grau Celsius;
- C_0 será a concentração inicial de CO₂, em ppm;
- C será a concentração final de CO₂, sendo utilizado para estimar o aumento da temperatura;

Modelagem das emissões e concentrações de GEE do modal aquaviário de Santa Catarina

O passo seguinte foi a avaliação da emissão e concentração dos GEE por meio de simulações quantitativas, utilizando a modelagem da qualidade do ar em escala regional, através do modelo Weather Research and Forecasting with Chemistry (WRF-Chem) versão 3.4. A modelagem é uma técnica usada para representar, simular e analisar sistemas complexos através de modelos matemáticos, computacionais ou físicos.

A avaliação das emissões estimadas foi realizada por meio de simulações quantitativas de qualidade do ar em escala regional. Para isso, o período de 8 a 14 de julho de 2022 foi selecionado, uma semana caracterizada por temperaturas amenas, ausência de precipitações e céu predominantemente limpo em Santa Catarina. Essas condições meteorológicas são ideais para a verificação das concentrações, pois favorecem a estabilidade atmosférica e uma dispersão limitada de poluentes, o que contribui para a acurácia das simulações.

Nesta pesquisa, a aplicação do WRF-Chem concentrou-se especificamente na simulação da dispersão de gases de efeito estufa (GEE), com base nas emissões diretas provenientes das combustões do modal aquaviário na ZEE do estado de Santa Catarina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Identificação dos navios que atracaram nos portos de Santa Catarina no ano de 2022

O resultado da busca no site da ANTAQ para se obter a movimentação de embarcações nos portos de Santa Catarina, apresentou um total de 10.426 atracações, que foram realizadas por 733 embarcações, distribuídas assim: complexo portuário de São Francisco do Sul com 8.680 atracações (83,27%), complexo portuário de Itajaí com 1.014 atracações (9,73%) e porto de Imbituba com 732 atracações (7,02%). Os dados sobre os navios que atracaram em SC, seu número de registro na IMO e quantidade de atracações no ano de 2022, podem ser visualizadas na pesquisa de dissertação Apêndice A (<https://www.ifsc.edu.br/web/campus-florianopolis/mestrado-clima-e-ambiente/dissertacoes-e-produtos>).

Características de cada embarcação

As especificações técnicas de maior relevância para a pesquisa, como: número de motores (potência, consumo, rotação), a classificação (graneleiro, porta container, petroleiro, carga geral) e tipo de combustível (Óleo combustível), encontram-se na pesquisa de dissertação, no Apêndice B (<https://www.ifsc.edu.br/web/campus-florianopolis/mestrado-clima-e-ambiente/dissertacoes-e-produtos>).

Detalhamento das rotas e percurso de cada embarcação

A mensuração das distâncias percorridas por cada embarcação em suas viagens entre porto de origem e porto de destino (Equação 6) resultou em 2.308.292 km percorridos na costa catarinense e 107.567.040 km de percurso total. Esses dados são resultado da soma de todas as distâncias percorridas extraídos do na pesquisa de dissertação no Apêndice A.

Cálculo da quantidade de combustível utilizado pelas embarcações

Com os dados das distâncias totais que os navios percorreram, foi possível calcular o consumo total de combustível no ano de 2022. Em Santa Catarina, foi consumido um total de 331.750.971,46 litros de Óleo Combustível, e na navegação completa, um total de 16.201.048.053,29 litros de Óleo Combustível.

Cálculo das emissões de GEE de fontes aquaviárias

Na Tabela 13 Emissões totais de CO₂e, tem-se os resultados das emissões de CO₂e encontrados por meio do GHG Protocol com base nos volumes de combustíveis consumidos pelas embarcações, onde são apresentados o cenário atual (ano 2022) e os cenários futuros (2030 – 2040 – 2050), a determinação da projeção de cenários até o ano de 2050, foi devido a utilização por diversas pesquisas desse mesmo prazo, sinalizado como uma período limite para que o clima comece apresentar efeitos positivos, referentes as mudanças atuais na redução das emissões de GEE, pois dados do International Transport Forum (ITF, 2020) mostraram que se nada for feito para reduzir as emissões, os valores iram triplicar até 2050 e conseqüentemente, teremos mudanças climáticas irreversíveis.

Os dados estão divididos em dois grandes blocos, os que apresentaram as emissões de CO₂ equivalentes e CO₂ Biogênicos geradas em Santa Catarina e as emissões geradas na rota completa das embarcações, considerando a distância percorrida desde seu porto de origem, até o porto de destino, tendo-se como referência o estado de Santa Catarina, como seu ponto partida ou chegada.

A pesquisa analisou as emissões de GEE do transporte aquaviário, o cenário atual (2022), que considerou o uso de 100% de Óleo Combustível (OC), obteve-se uma emissão de 1.036.392,48 tCO₂e e zero de emissão de biogênicos. Nos cenários seguintes teve-se como objetivo a simulação da migração do combustível tradicional para o Biodiesel (BD), onde se obteve os seguintes resultados: Cenário 1 (2030), com 60% OC e 40% BD, uma emissão total de 623.767,209 tCO₂e e 322.594,64 tCO₂ Biogênicos; cenário 2 (2040), com 40% OC e 60% BD, uma emissão total de 417.454,57 tCO₂e e 483.891,96 tCO₂ Biogênicos; cenário 3 (2050), com 100% BD, uma emissão total de 4.829,29 tCO₂e e 806.486,61 tCO₂ Biogênicos. Os dados mostraram uma redução de 99,53% na emissão de tCO₂e até o ano de 2050 caso seja adotado 100% do Biodiesel nos navios, sem considerar as emissões

biogênicas. Já com a soma das emissões de CO₂e mais CO₂ Biogênicos, ter-se-á uma redução de 22 % nas emissões dos GEE até 2050.

Na pesquisa da rota completa, obtiveram-se os seguintes resultados de emissões: Cenário atual (2022), utilizando 100% OC, 50.612.193,65 tCO₂e e zero de emissão de biogênicos. Nos cenários futuros: Cenário 1 (2030), com 60% OC e 40% BD, uma emissão total de 30.461.651,66 tCO₂e e 15.753.899,12 tCO₂ Biogênicos; cenário 2 (2040), com 40% OC e 60% BD, uma emissão total de 20.386.380,66 tCO₂e e 23.630.848,69 tCO₂ Biogênicos; cenário 3 (2050), com 100% BD, uma emissão total de 235.838,67 tCO₂e e 39.384.747,82 tCO₂ Biogênicos.

Os dados da pesquisa estão alinhados com tendências observadas em estudos recentes. Por exemplo, teste realizado no Brasil com misturas de biodiesel com diesel marítimo mostrou uma redução nas emissões de GEE de até 19% com 24% de adição de biodiesel no combustível marítimo, sem impacto no desempenho dos motores e já há uma autorização da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, para comercialização para uso em navios (ANP, 2024). Estudos conduzidos pela Universidade do Rio Grande do Norte (UFRN), também comprovaram que o uso de biodiesel de segunda geração pode reduzir as emissões em 78% a 85% por grama de CO₂e, em relação ao diesel convencional (Brasil Energia, 2025). Esses resultados são apoiados pela análise técnica detalhada da viabilidade do uso do biodiesel (EPE, 2024), em motores marítimos, que mostrou funcionamento normal dos motores e consumo semelhante ao diesel tradicional. Sob o aspecto da segurança operacional, a literatura aponta que a mistura não compromete o ponto de fulgor do combustível; pelo contrário, devido às propriedades nativas do biodiesel que apresenta ponto de fulgor superior a 120°C, a sua adição ao diesel marítimo auxilia na manutenção desse parâmetro bem acima do limite mínimo de 60°C exigido pela Convenção SOLAS (Brasil, 2019), garantindo a segurança contra riscos de inflamabilidade nos tanques de armazenamento das embarcações. Por fim, destaca-se a necessidade de adaptações operacionais, como a troca gradual do combustível para evitar problemas nos filtros devido ao efeito detergente do biodiesel.

Portanto, os dados apresentados para o litoral catarinense corroboram com a literatura recente, que aponta o uso de biodiesel como uma das estratégias mais promissoras para a descarbonização do transporte marítimo, com potencial de redução das emissões de CO₂e superior a 80% até 2050.

Tabela 13 Emissões totais de CO₂ e

Área de estudo	Fontes	2022 (Atual)	2030	2040	2050
		100% - OC	60% - OC 40% - BD	40% - OC 60% - BD	100% - BD
Santa Catarina	Emissões totais em CO ₂ equivalente (ton. métricas)	1.036.392,48	623.767,20	417.454,57	4.829,29
	Emissões totais em CO ₂ Biogênicos (ton. métricas)	0	322.594,64	483.891,96	806.486,61
Rota Completa	Emissões totais em CO ₂ equivalente (ton. métricas)	50.612.193,65	30.461.651,66	20.386.380,66	235.838,67
	Emissões totais em CO ₂ Biogênicos (ton. métricas)	0	15.753.899,12	23.630.848,69	39.384.747,82

Fonte: Autor (2024).

Estimativa dos impactos das emissões de GEE provenientes das combustões do modal aquaviário no aquecimento global

Para se estimar os impactos das emissões de GEE provenientes das combustões do modal aquaviário em Santa Catarina e na rota completa, no aquecimento global, foi aplicada a equação 11 (Ellis, 2013) e, com isso, se obteve os resultados para cada cenário proposto pela pesquisa para Santa Catarina (Tabela 14 Redução da temperatura em Santa Catarina) e para rota completa (Tabela 15 Redução da temperatura na rota completa).

A Tabela 14 Redução da temperatura em Santa Catarina mostra projeções para três cenários futuros (2030 – 2040 – 2050), para as embarcações que navegaram em Santa Catarina, apresentando os dados de variação de temperatura (ΔT), e a redução nas emissões dos GEE (em ppm). No campo sobre combustível, tem-se a comparação de duas situações, onde um delas apresenta as emissões totais, considerando a soma do combustível fóssil + biogênico, e na outra situação, é apresentada a emissão total somente do combustível fóssil.

Quanto as emissões (em ppm), percebe-se que a diminuição ao longo dos anos, contribui para a redução dos impactos causados pelo modal aquaviário. A variação de temperatura (ΔT) apresenta valores negativos, que indicam uma redução na temperatura, sugerindo um efeito potencialmente positivo na redução das mudanças climáticas.

Os dados corroboram para reforçar a importância na redução das emissões de GEE, pois, com a redução da emissão ao longo dos anos, resulta-se em uma diminuição da temperatura global.

Tabela 14 Redução da temperatura em Santa Catarina

Variação de Temperatura em Santa Catarina				
		Cenários		
		2030	2040	2050
Combustível Fóssil + Combustível Biogênico	Redução na emissão (ppm)	11,54 E ⁻⁰⁶	17,31 E ⁻⁰⁶	28,85 E ⁻⁰⁶
	ΔT (°C) SC	-4,61 E ⁻⁰⁸	-6,92 E ⁻⁰⁸	-11,54 E ⁻⁰⁸
Combustível Fóssil	Redução na emissão (ppm)	52,90 E ⁻⁰⁶	79,35 E ⁻⁰⁶	132,25 E ⁻⁰⁶
	ΔT (°C) SC	-21,16 E ⁻⁰⁸	-31,74 E ⁻⁰⁸	-52,90 E ⁻⁰⁸

Fonte: Autor, 2024

A Tabela 15 Redução da temperatura na rota completa mostra projeções para três cenários futuros (2030 – 2040 – 2050) para embarcações em sua rota completa, apresentando os dados de variação de temperatura e a redução nas emissões dos GEE. Assim como na Tabela 14, a variação de temperatura e as emissões reduziram progressivamente ao longo do tempo, indicando um impacto cumulativo. No campo sobre combustível, a Tabela 15 compara dois contextos: as emissões totais, considerando a soma do combustível fóssil + biogênico, comparado com a emissão total somente do combustível fóssil.

A redução na emissão (em ppm) aumenta de forma consistente ao longo do tempo para ambos os tipos de combustíveis em todos os cenários. Isso sugere uma melhoria na qualidade do ar ou redução de impacto ambiental, à medida que se avança nos cenários. A ordem de grandeza entre os combustíveis é

significativamente diferente. A variação de temperatura (ΔT) também aumenta em magnitude (valor absoluto) ao longo dos anos, o que sugere impactos cumulativos.

Tabela 15 Redução da temperatura na rota completa

Variação de Temperatura na rota completa				
		Cenários		
		2030	2040	2050
Combustível Fossil + Combustível Biogênico	Redução na emissão (ppm)	563,67 E ⁻⁰⁶	845,508 E ⁻⁰⁶	1409,18 E ⁻⁰⁶
	ΔT (°C)	-225,46 E ⁻⁰⁸	-338,20 E ⁻⁰⁸	-536,673 E ⁻⁰⁸
Combustível Fossil	Redução na emissão (ppm)	2538,4 E ⁻⁰⁶	3875,1 E ⁻⁰⁶	6458,5 E ⁻⁰⁶
	ΔT (°C)	-1033,3 E ⁻⁰⁸	-1550,1 E ⁻⁰⁸	-2583,4 E ⁻⁰⁸

Fonte: Autor, 2024

Observa-se uma redução que auxilia na desaceleração do aquecimento global. Os valores apresentados para a redução na emissão dos GEE, embora pequenos em magnitude, podem ter um impacto significativo no longo prazo. A redução na emissão (em ppm) aumenta de forma consistente ao longo do tempo em todos os cenários propostos. Esses dados são um ponto de partida para entender as tendências climáticas em Santa Catarina. No entanto, é essencial aprofundar a análise, considerando outros fatores relevantes e explorando os impactos em diferentes setores.

Modelagem e simulação geoespacial das emissões e concentrações de GEE do modal aquaviário

As simulações realizadas por meio do modelo numérico WRF-Chem, possibilitaram a geração de mapas de emissão (Figuras 5 a 7) e concentração (Figuras 8 a 10) do monóxido de carbono (CO) e dos GEE, dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄), considerando o último dia de simulação como base, ou seja, 14 de julho de 2022, na ZEE do estado de Santa Catarina. As projeções abrangeram a

aplicação de cenários nos anos de 2030, 2040 e 2050, caracterizados pela substituição gradativa de combustíveis fósseis por biocombustíveis nas seguintes proporções: 40% (Cenário 2), 60% (Cenário 3) e 100% (Cenário 4), respectivamente. O estudo incluiu a geração de mapas de emissões horárias e concentrações, além de dados de diferença em relação à ano base de 2022. A metodologia permitiu avaliar detalhadamente o comportamento das emissões antropogênicas sob os distintos cenários propostos, que visam a redução dos efeitos causados pelos GEE.

As Figuras 5 a 7 ilustram os cenários projetivos de emissão de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄). Os dados são apresentados desde o cenário atual (2022) até o ano de 2050, expressos em mol por quilômetro quadrado por hora (mol.Km⁻².h⁻¹), unidade que mede a quantidade de gás liberada no ambiente por uma determinada área ao longo do tempo. As colunas dessas figuras representam os diferentes cenários temporais, enquanto as linhas exibem as emissões em seis intervalos horários específicos ao longo do dia (22h, 04h, 08h, 12h, 16h e 20h). Essa organização horária é fundamental para analisar a variabilidade diurna das emissões, uma vez que reflete as distintas dinâmicas dos padrões de tráfego do modal aquaviário em um ciclo de 24 horas.

A correlação entre os dados quantitativos de tráfego marítimo de 2022 e a modelagem WRF-Chem permite validar o modelo ao demonstrar que a intensidade das emissões é diretamente proporcional ao volume operacional de cada polo, onde o Complexo de São Francisco do Sul, detentor de 83,27% das atracações (8.680 operações), apresenta os maiores índices de emissão de CO₂ no cenário BASE, com valores superiores a 6000 mol.Km⁻².hr⁻¹, enquanto o Complexo de Itajaí (9,73%) e o Porto de Imbituba (7,02%) registram magnitudes significativamente menores e mais localizadas. A transição energética proposta atua como uma estratégia direta de redução dessa carga, uma vez que a utilização de biocombustíveis em motores por compressão promove uma combustão mais eficiente e completa devido à presença de oxigênio na estrutura molecular do combustível (Coneac; Ciotta; Carvalho, 2023). Sob essa ótica, a substituição de 40% do combustível fóssil em 2030 reduz os picos de CO₂ em São Francisco do Sul para a faixa de 5000 mol.Km⁻².hr⁻¹, e a progressão para 60% em 2040 e 100% de biodiesel em 2050 promove uma descarbonização profunda, reduzindo a intensidade de CO nos canais de acesso, que tinham níveis próximos a 500 mol.Km⁻².hr⁻¹ e passaram a ter valores

abaixo de $200 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$, provando que a eficiência química do biocombustível neutraliza o impacto ambiental mesmo nos cenários de alta densidade de tráfego.

Na Figura 23 Distribuição espacial das emissões ($\text{mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$) horárias de monóxido de carbono (CO) simuladas com o modelo WRF-Chem para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050 no estado de Santa Catarina, no dia 14 de julho de 2022. observa-se que a emissão de CO é extremamente localizada e específica aos pontos de operação. Os pontos de maior emissão (300 e $400 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$) estão quase exclusivamente nos canais de acesso aos complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí. As emissões tão pontuais são reflexo do alto tráfego de navios e também outros fatores como, maiores quantidades de manobras das embarcações, acelerações e quando os motores operam em cargas variáveis (típico de entradas de porto), onde a combustão tende a ser menos eficiente. As rotas que estão mais afastadas da costa têm apresentam níveis de emissão entre 100 a $200 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$, indicando que, em velocidade de cruzeiro constante, a emissão de CO por quilômetro é significativamente menor. Os modelos gerados dos complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí reforçam a dinâmica da operação do modal, em regime de 24/7, pois a emissão de CO mostram-se constantes nos diferentes horários (22h às 20h), observa-se que a emissão não oscila durante o ciclo de 24h, o que reforça que a variação que observamos está diretamente associada a intensidade do tráfego marítimo.

Para analisar os cenários de emissão de Monóxido de Carbono (CO) com base na substituição progressiva por biodiesel (40% em 2030, 60% em 2040 e 100% em 2050), deve-se focar na intensidade das emissões nas rotas e portos. Diferente dos mapas de concentração, que mostram para onde o gás se desloca; os mapas de emissão mostram a redução direta na ponta do escapamento dos navios.

No Cenário Base, Figura 23 Distribuição espacial das emissões ($\text{mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$) horárias de monóxido de carbono (CO) simuladas com o modelo WRF-Chem para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050 no estado de Santa Catarina, no dia 14 de julho de 2022., (100% óleo combustível), as rotas de acesso aos portos de São Francisco do Sul e Itajaí apresentam níveis de emissão com valores entre 400 e $500 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$. Isso indica uma queima menos eficiente, típica do combustível fóssil pesado, especialmente em manobras portuárias onde o motor exige variações de carga.

No Cenário 2030, Figura 23 Distribuição espacial das emissões ($\text{mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$) horárias de monóxido de carbono (CO) simuladas com o modelo WRF-Chem para os anos de 2022, 2030, 2040 e

2050 no estado de Santa Catarina, no dia 14 de julho de 2022., (40% biodiesel) nota-se uma suavização imediata nas emissões, onde pontos mais críticos no cenário Base começam a tender para níveis de 300 a 350 mol.Km⁻².hr⁻¹. A redução de 40% começa a revelar a eficiência do uso do biocombustível, para eliminar os picos extremos de emissão de CO nos canais de acesso portuário.

No Cenário 2040, Figura 23 Distribuição espacial das emissões (mol.Km⁻².hr⁻¹) horárias de monóxido de carbono (CO) simuladas com o modelo WRF-Chem para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050 no estado de Santa Catarina, no dia 14 de julho de 2022., (60% biodiesel) a predominância nas rotas portuárias passa a ter níveis de emissão entre 200 a 300 mol.Km⁻².hr⁻¹. As linhas de navegação de longo curso (paralelas à costa) tornam-se quase imperceptíveis, operando em níveis abaixo de 150 mol.Km⁻².hr⁻¹.

No Cenário 2050, Figura 23 Distribuição espacial das emissões (mol.Km⁻².hr⁻¹) horárias de monóxido de carbono (CO) simuladas com o modelo WRF-Chem para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050 no estado de Santa Catarina, no dia 14 de julho de 2022., (100% biodiesel) a emissão atinge seus níveis mais baixos. Mesmo nos portos, os hotspots são reduzidos (próximo a 200 mol.Km⁻².hr⁻¹). A emissão de CO cai para menos da metade da original em termos de intensidade, refletindo a combustão muito mais completa do biodiesel, até mesmo o Porto de Imbituba, embora nesse contexto, um baixo tráfego marítimo, a linha de aproximação também mostra redução para níveis abaixo de 150 mol.Km⁻².hr⁻¹.

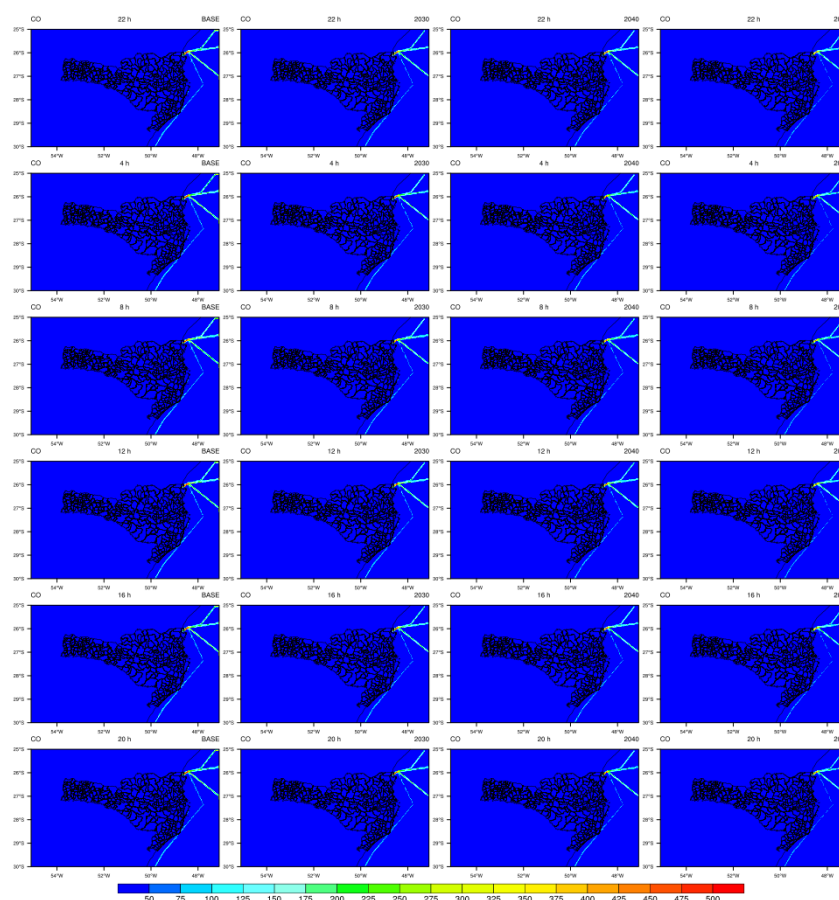
A substituição do óleo combustível por biodiesel traz uma melhora técnica clara na redução das emissões. Se observar os pontos de acesso aos portos no cenário Base, apresenta-se níveis entre 400 a 550 mol.Km⁻².hr⁻¹, no cenário 2050, esses mesmos pontos apresentam-se predominantemente de 150 a 300 mol.Km⁻².hr⁻¹. O biodiesel tende a ter um índice de oxigênio maior que o diesel fóssil, o que favorece uma combustão mais completa.

O Norte e o Centro do litoral de SC são as áreas que mais emitem CO e, consequentemente, as que mais se beneficiarão da troca de combustível.

Os mapas mostram que essa característica química se traduz em linhas de navegação mais limpas ao longo das décadas. Para as cidades portuárias de Santa Catarina, o cenário 2050 representa não apenas uma meta climática, mas uma melhoria qualidade do ar, já que o CO é um poluente tóxico que ficará menos concentrado nas áreas urbanas vizinhas aos portos.

Em termos de processo de queima, essa presença de oxigênio molecular no biodiesel favorece uma combustão mais completa, com menor formação de produtos de combustão parcial, como monóxido de carbono (CO) e material particulado (Lehmann, 2015; Lobo, 2009). A redução desses poluentes atmosféricos é crucial para a saúde pública, visto que a exposição a níveis elevados de CO reduz a capacidade de transporte de oxigênio no sangue, agravando doenças cardiovasculares, enquanto a inalação de material particulado especialmente as frações finas e ultrafinas está associada ao aumento de internações e mortalidade por distúrbios respiratórios e cardiopulmonares (WHO, 2021; Chen et al., 2023). Estudos experimentais com motores a combustão interna indicam que a incorporação de biodiesel em misturas com óleo diesel reduz significativamente as emissões de CO e de partículas sólidas, mantendo o desempenho do motor, o que reforça a vantagem ambiental desse biocombustível (Melo et al., 2024; Faria et al., 2021). Esses dados corroboram com a proposta da presente pesquisa, fornecendo embasamento técnico para a construção de políticas de transição energética marítima voltadas à saúde ambiental em Santa Catarina.

Figura 23 Distribuição espacial das emissões ($\text{mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$) horárias de monóxido de carbono (CO) simuladas com o modelo WRF-Chem para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050 no estado de Santa Catarina, no dia 14 de julho de 2022.



Fonte: Autor, (2026)

A Figura 24 Distribuição espacial das emissões ($\text{mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$) horárias de dióxido de carbono (CO_2) simuladas com o modelo WRF-Chem para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050 no estado de Santa Catarina, no dia 14 de julho de 2022. apresenta as emissões de CO_2 na ZEE de Santa Catarina. Nas análises, desacam-se as linhas de navegação e a área do complexo portuário de São Francisco do Sul, com níveis de emissão acima de 6000 $\text{mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$.

A análise diária das emissões é relativamente constante nas imagens, indicando que o modelo assume um fluxo contínuo de embarcações ao longo das 24 horas. A pequena variação visual entre 4h, 12h e 20h, o que sugere que a operação portuária em Santa Catarina mantém uma carga de emissão estável, sem grandes paralizações na operação no modal aquaviário.

No Cenário Base, Figura 11, (100% óleo combustível) as principais rotas de navegação e os acessos aos complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí

apresentam picos de emissão atingindo o topo da escala (valores superiores a 6000 mol.Km⁻².hr⁻¹). Este cenário reflete a alta densidade de carbono dos combustíveis fósseis navais, com emissões contínuas e elevadas tanto em manobras portuárias quanto em navegação de cruzeiro.

No Cenário 2030, Figura 11, (40% biodiesel) observa-se uma sutil retração nas emissões. Os pontos que atingiam 6000 mol.Km⁻².hr⁻¹ começam a apresentar uma transição para faixa de 5000 a 5400 mol.Km⁻².hr⁻¹. A introdução de 40% de biodiesel inicia o processo de descompressão da carga poluidora nas áreas de maior tráfego.

No Cenário 2040, Figura 11, (60% biodiesel) a redução torna-se visualmente marcante. A predominância de valores acima de 5600 mol.Km⁻².hr⁻¹ desaparece de grande parte das rotas de longo curso, que passam a operar na faixa de 4400 a 4800 mol.Km⁻².hr⁻¹. As rotas paralelas à costa perdem os traçados intensos, indicando uma redução significativa na pegada de carbono por milha navegada.

No Cenário 2050, Figura 11, (100% biodiesel) o inventário apresenta sua menor intensidade. Mesmo os hotspots portuários mais críticos (complexo portuário de São Francisco do Sul) recuam para valores próximos a 4000 mol.Km⁻².hr⁻¹. A emissão de CO₂ não é zerada (pois a combustão do biodiesel ainda gera CO₂), mas a intensidade da fonte decresce em comparação ao fóssil, representando uma queima com menor densidade de emissão.

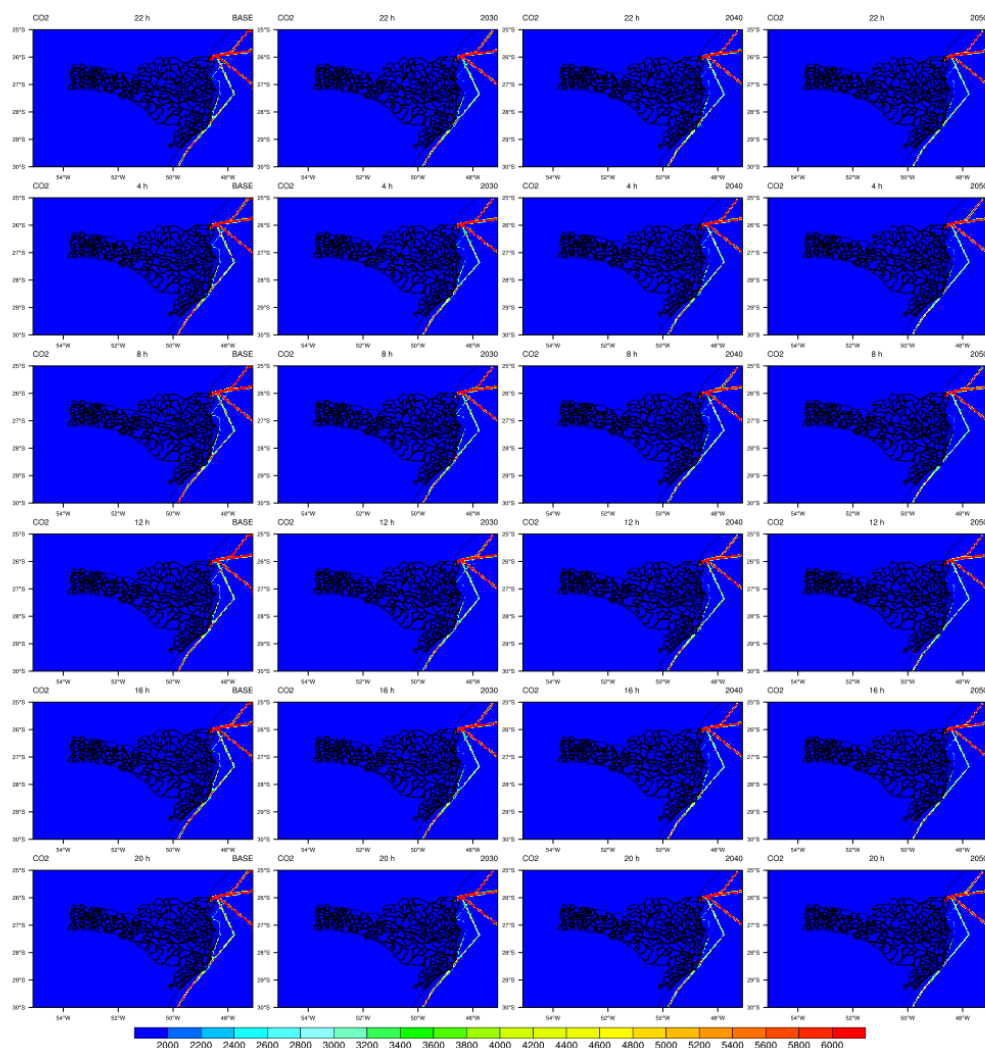
Observa-se que a área de maior impacto da redução das emissões, o complexo de São Francisco do Sul, é mais visível devido ao volume de 83% das atracações do estado no de 2022, mesmo com esse contexto a carga de emissão acumulada nos canais de acesso recua com a utilização do biodiesel. É importante ressaltar que, embora o biodiesel emita CO₂ no escapamento (conforme mostrado no modelo), ele é considerado carbono neutro ou de baixa emissão em uma análise de ciclo de vida, pois o carbono emitido foi previamente absorvido pela biomassa.

Redução das emissões ocasionada pela troca gradativa do combustível fóssil para o biodiesel fica evidenciada quando observamos que no cenário Base, as rotas principais são dominadas por altas taxas de emissão (de 5600 a valores acima de 6000 mol.Km⁻².hr⁻¹), quando comparado ao cenário de 2050, as mesmas rotas adquirem níveis de 4600 a 5200 mol.Km⁻².hr⁻¹. Nota-se uma linha muito constante (3000 mol.Km⁻².hr⁻¹) que representa a entrada e saída do complexo portuário de Itajaí. A linha vertical mais ao leste, que acompanha a costa catarinense, possui

níveis próximos ($3200 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$) em grande parte da rota do modal, com pequenos pontos de emissões mais elevada, causados por frequência no encontro das rotas ou manobras das embarcações ($5600 \text{ mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$). Esses dados corroboram para comprova que a substituição pelo biodiesel reduz a intensidade da fonte, mesmo que o número de navios continue o mesmo.

Conclui-se que a transição energética para o biodiesel ataca o problema na origem, reduzindo a emissão em todo o litoral catarinense, com benefícios mais visíveis nos grandes gargalos portuários do Norte e Centro do estado.

Figura 24 Distribuição espacial das emissões ($\text{mol.Km}^{-2}.\text{hr}^{-1}$) horárias de dióxido de carbono (CO_2) simuladas com o modelo WRF-Chem para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050 no estado de Santa Catarina, no dia 14 de julho de 2022.



Fonte: Autor, (2026)

Na Figura 12, observa-se que, ao contrário do CO e do CO₂, os mapas de emissão de CH₄ aparecem quase inteiramente com valores abaixo de 2000 mol.Km⁻².hr⁻¹. O que isso significa: que as embarcações que utilizam óleo combustível ou biodiesel emitem metano em quantidades significativamente menores, em termos de massa direta, do que os outros gases, embora emitido em pouca quantidade, tem uma taxa de permanência e acumulação que a modelagem de concentração captura, mas que o inventário de emissão instantânea mostra como sendo de baixa magnitude.

As emissões ocorrem de forma linear em todos os horários (22h, 4h, 8h, 12h, 16h, 20h). Isso prova que o fluxo de navios em Santa Catarina é constante. Mesmo sendo baixas, as emissões de metano estão estritamente vinculadas aos portos de São Francisco do Sul, Itajaí e Navegantes. Fora dessas áreas de manobra, as emissões de CH₄ em mar aberto são negligenciáveis nesta modelagem.

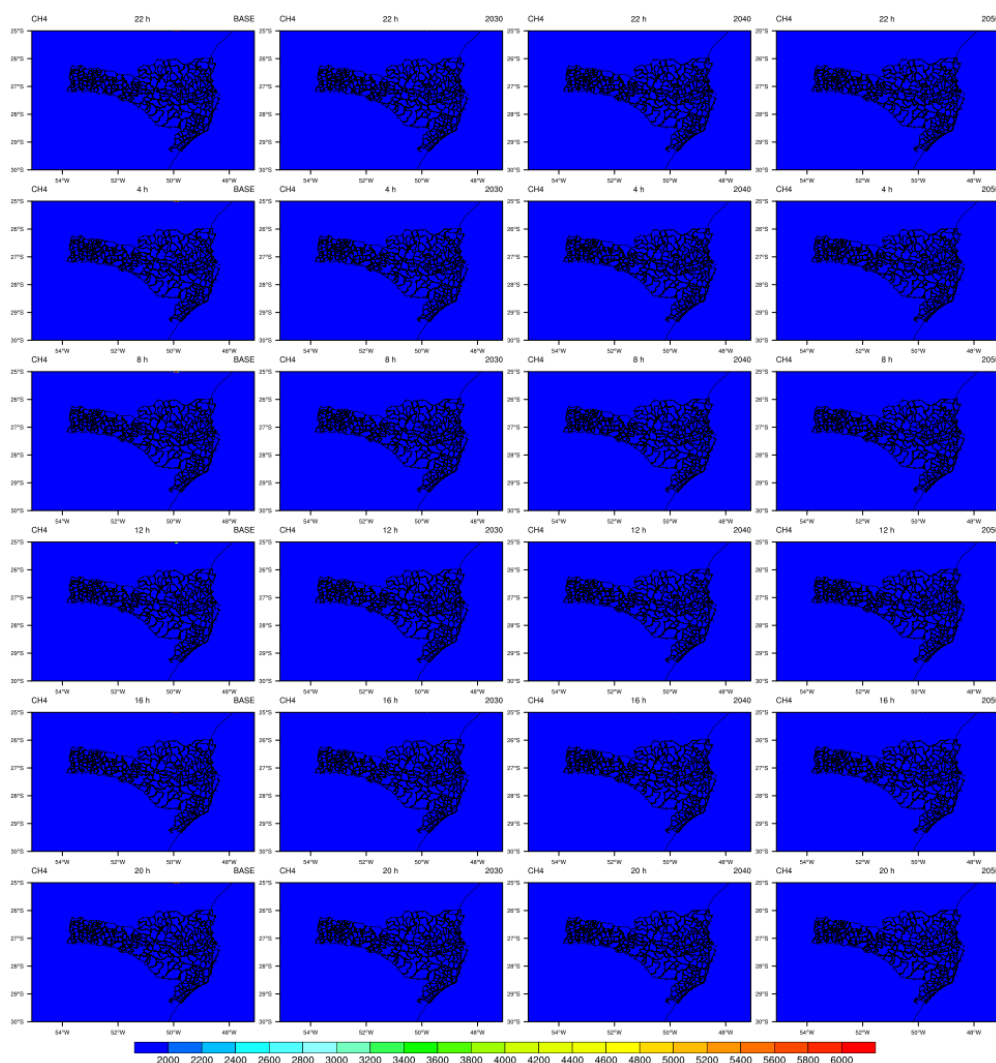
Conforme mostra a Figura 12 as emissões de metano são extremamente baixas na fonte. Diferente do CO₂, o metano não é o produto principal da combustão, mas sim um resíduo. Por isso, os hotspots portuários são imperceptíveis visualmente.

Observa-se no cenário de 2022 (Figura 12) e demais projetados, mantem-se um padrão visual do referido gás, indicando que a introdução do biodiesel não aumenta a emissão de CH₄, o que é um ponto positivo para a estabilidade ambiental da proposta. A eficiência da queima do biodiesel puro tende a reduzir os hidrocarbonetos não queimados e o impacto real reside no aumento da eficiência da queima, visto que o biodiesel contribui para a redução do methane slip (o metano não queimado que escapa pelo sistema de exaustão), fenômeno este que, embora sutil no mapa de emissão direta, demonstra uma redução significativa quando analisado sob a ótica do impacto cumulativo nos mapas de concentração (Zare; Montagroup; Astrou, 2022). Essa melhoria técnica corrobora a eficácia do biodiesel em reduzir resíduos de hidrocarbonetos leves, mesmo em modais de alta exigência operacional como o aquaviário catarinense.

A análise da emissão do metano no modal aquaviário de Santa Catarina traz como o principal benefício do uso do biodiesel, não é a redução da massa emitida (que já é baixa comparada ao CO₂), mas sim o controle do Potencial de Aquecimento Global (GWP). O biodiesel garante que, mesmo com o crescimento do tráfego portuário até 2050, as emissões de metano não escalarão, mantendo a

atmosfera costeira livre desse gás que é 25 vezes mais potente que o CO₂ no efeito estufa.

Figura 25 Distribuição espacial das emissões (mol.Km⁻².hr⁻¹) horárias de metano (CH₄) simuladas com o modelo WRF-Chem para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050 no estado de Santa Catarina, no dia 14 de julho de 2022.



Fonte: Autor, (2026)

As Figuras 8 a 9 apresentam os cenários projetivos de concentração de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄), respectivamente, na ZEE do estado de Santa Catarina. Nessas representações, as concentrações são expressas em partes por milhão por volume (ppmv) para o dióxido de carbono e partes por bilhão por volume (ppbv) para monóxido de carbono e metano, para o período simulado até o ano de 2050. As colunas ilustram os diferentes anos dos cenários, enquanto as linhas exibem as concentrações em seis

intervalos horários específicos ao longo do dia (22h, 04h, 08h, 12h, 16h e 20h). Essa granularidade horária é fundamental para analisar a variabilidade diurna das concentrações, pois reflete a dinâmica operacional dos principais portos do estado em um ciclo de 24 horas.

Os mapas de distribuição espacial das concentrações de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄), presentes na ZEE do estado de Santa Catarina, após análise das diferentes faixas horárias nos cenários propostos, nota-se que todos os gases sofrem uma influencia da dinâmica diurna da camada limite atmosférica e pelo ciclo de brisa costeira, que controlam o transporte e a dispersão das emissões provenientes das rotas marítimas ao longo do litoral de Santa Catarina. Durante a madrugada e início da manhã, a atmosfera apresenta maior estabilidade, com camada limite mais baixa e predominância da brisa terrestre (terra-mar), o que reduz a dispersão e favorece o acúmulo de GEE nas áreas de emissão no oceano. Com o avanço do período diurno, o aquecimento solar promove o desenvolvimento da camada limite convectiva e o estabelecimento da brisa marítima (mar-terra), aumentando a mistura vertical e transportando as plumas de GEE em direção ao continente. Esse processo resulta em uma redistribuição espacial das concentrações, com redução relativa sobre o oceano e aumento em áreas costeiras e urbanas adjacentes durante o período da tarde, quando a circulação de brisa atinge maior intensidade. No final do dia e à noite, a diminuição da turbulência atmosférica e o enfraquecimento da brisa marítima restabelecem condições mais estáveis, favorecendo novamente o acúmulo de poluentes próximos às fontes. Assim, observa-se uma forte modulação temporal das concentrações de GEE, governada principalmente pelos processos meteorológicos locais, especialmente a interação entre estabilidade atmosférica, altura da camada limite e circulação de brisa costeira, o que reforça que a variação que se observa nos mapas de concentração, são gerados por fenômenos climáticos (vento e temperatura), e não por falta de navios em certos horários.

A Figura 13 detalha a distribuição espacial das concentrações de monóxido de carbono (CO) na ZEE do estado de Santa Catarina, considerando diferentes faixas horárias. Os resultados confirmam padrões temporais e espaciais distintos de emissão de CO, com picos concentrados (22 ppbv) às 22h (região do litoral Norte), às 4h (região do Vale do Itajaí), e 8h (região do litoral Norte e Vale do Itajaí), com um leve estreitamento na concentração localizada na ZEE, os demais horários (12h,

16h, 20h), percebe-se um aumento da concentração na ZEE. A concentração nos períodos noturno e matinal (22h, 04h e 08h) ocorre devido à estabilidade atmosférica e à falta de radiação solar, que impedem a dispersão vertical do gás, consequentemente uma retenção do CO na superfície. No período diurno (12h e 16h), há uma redução drástica na concentração no continente, por conta do aquecimento da superfície terrestre, geram-se correntes de convecção que "limpam" o ar próximo ao solo, elevando o poluente para camadas mais altas da atmosfera ou dispersando-o mar adentro. No último cenário, observa-se a presença acentuada das emissões do proveniente do modal aquaviário. Nota-se que as maiores concentrações de CO (22 ppbv) estão alinhadas à costa, com núcleos intensos nas regiões dos portos de Itapoá, São Francisco do Sul, Itajaí, Navegantes e Imbituba. O transporte dessas plumas pela brisa marítima (especialmente às 22h e 4h) desloca o CO para o continente, criando áreas críticas de poluição atmosférica nas cidades portuárias.

No Cenário 2030, Figura 13, (40% de biodiesel) observa-se uma leve contração nos núcleos de concentrações em comparação com 2022. A substituição parcial do combustível fóssil começa a frear o aumento proporcional das emissões de monóxido de carbono. As dispersões das plumas de concentração permanecem vastas, mas o foco mantém-se na região dos complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí com pequenos sinais de atenuação.

No Cenário 2040, Figura 13, (60% de biodiesel) nota-se que o benefício da política de biocombustíveis torna-se mais evidente. Apesar de estar 18 anos à frente do ano base, as áreas de concentração máxima (acima de 18 ppbv) não se expandiram agressivamente; pelo contrário, em horários como 8h e 20h, percebe-se que os focos estão mais fragmentados do que em 2022. Isso indica que a eficiência do biodiesel em emitir menos CO.

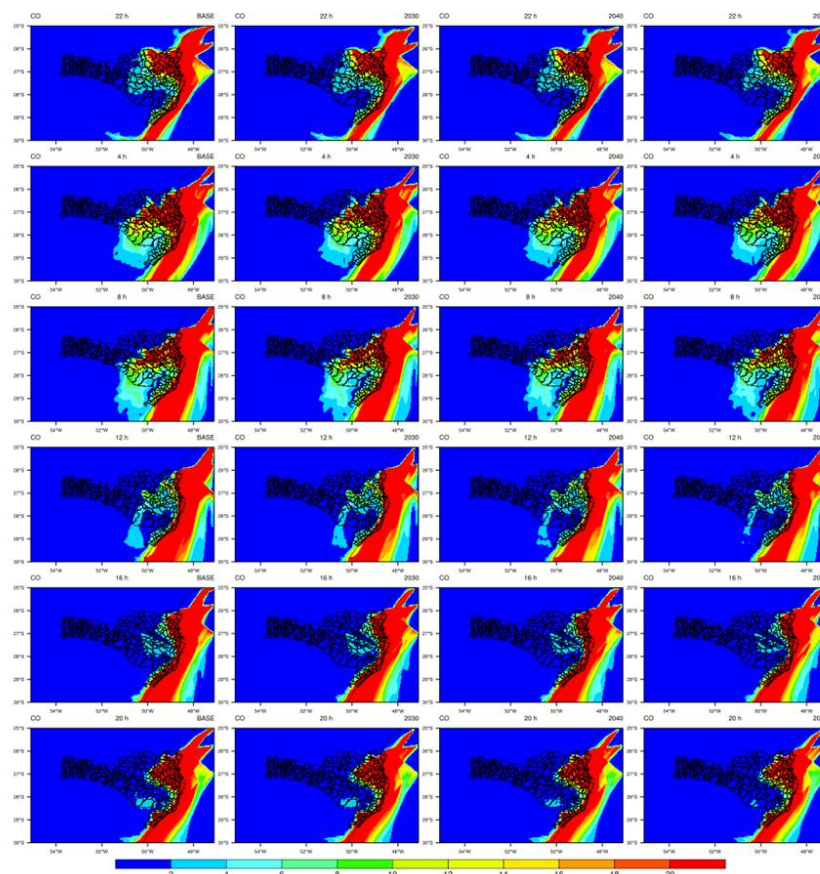
No Cenário 2050, Figura 13, (100% de biodiesel), comparado a 2022 (especialmente na linha das 22h), às áreas de influência do CO estão visivelmente mais limpas. O modelo sugere que, mesmo com o funcionamento pleno dos cinco grandes portos do estado, a substituição total por combustível renovável consegue reduzir o impacto atmosférico para níveis inferiores ou equivalentes aos de décadas anteriores.

Os mapas apresentam um padrão onde, as áreas mais próximas dos complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí, especialmente ao longo da faixa costeira, tem uma maior concentração devido a maior circulação de navios,

com uma dispersão que tem uma trajetória que parte do Norte, passando pelo Vale do Itajaí e alcançando a Grande Florianópolis, esse cenário foi construído por alta movimentação de cargas nos complexos portuários do norte do estado, responsáveis por 93% no ano de 2022.

A análise detalhada da distribuição espaço-temporal das concentrações de CO nos cenários projetivos reforça a importância de estratégias de redução da emissão desse gás. A modelagem indica que o uso de biodiesel no modal aquaviário catarinense será fundamental para reduzir o CO, que é um poluente tóxico direto. A redução é mais benéfica justamente nos horários da madrugada, garantindo que as cidades portuárias tenham um ar muito mais limpo até 2050. Tais estratégias devem englobar, de forma prioritária, o uso de biocombustíveis em substituição aos combustíveis fósseis, o que contribuirá significativamente para a redução das concentrações de CO.

Figura 26 - Distribuição espacial das concentrações (ppbv) horárias de monóxido de carbono (CO) simuladas com o modelo WRF-Chem no estado de Santa Catarina, para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050, no dia 14 de julho de 2022.



Fonte: Autor (2026)

A Figura 14 apresenta a distribuição espacial das concentrações de dióxido de carbono (CO_2) na ZEE do estado de Santa Catarina, considerando diferentes faixas horárias obtidas por meio de simulações. Os resultados indicam picos de emissão, especialmente nos horários de 22h (região Norte), 4h (regiões, litoral Norte, Vale do Itajaí, Serrana, Grande Florianópolis e Sul), e 8h (regiões, litoral Norte, Vale do Itajaí, Serrana, Grande Florianópolis e Sul), com um leve estreitamento na concentração localizada na ZEE. Os picos de concentração na madrugada e início da manhã são mais extensos e geralmente causados devido à inversão térmica e menor altura da camada limite atmosférica, que aprisiona os poluentes próximos à costa. No período da tarde, entre 12h e 16h, as massas tendem a se dispersar mais, impulsionadas pela radiação solar que aumenta a turbulência do ar e a brisa marítima.

No Cenário Base, Figura 14, (100% óleo combustível) o mapa inicial mostra plumas de CO_2 extremamente densas atingindo o topo da escala de 0,5 ppmv de concentração, exatamente sobre os eixos portuários. Nota-se que nos horários de 22h, 4h e 8h, há uma massa compacta de CO_2 que se desloca do litoral para o oceano e partes do continente.

No Cenário 2030, Figura 14, (40% de biodiesel) observa-se que a área de cobertura das concentrações mais críticas começa a diminuir em comparação ao ano base. Embora a mancha ainda seja extensa, a intensidade do núcleo das plumas nas regiões dos complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí apresenta-se menos saturada.

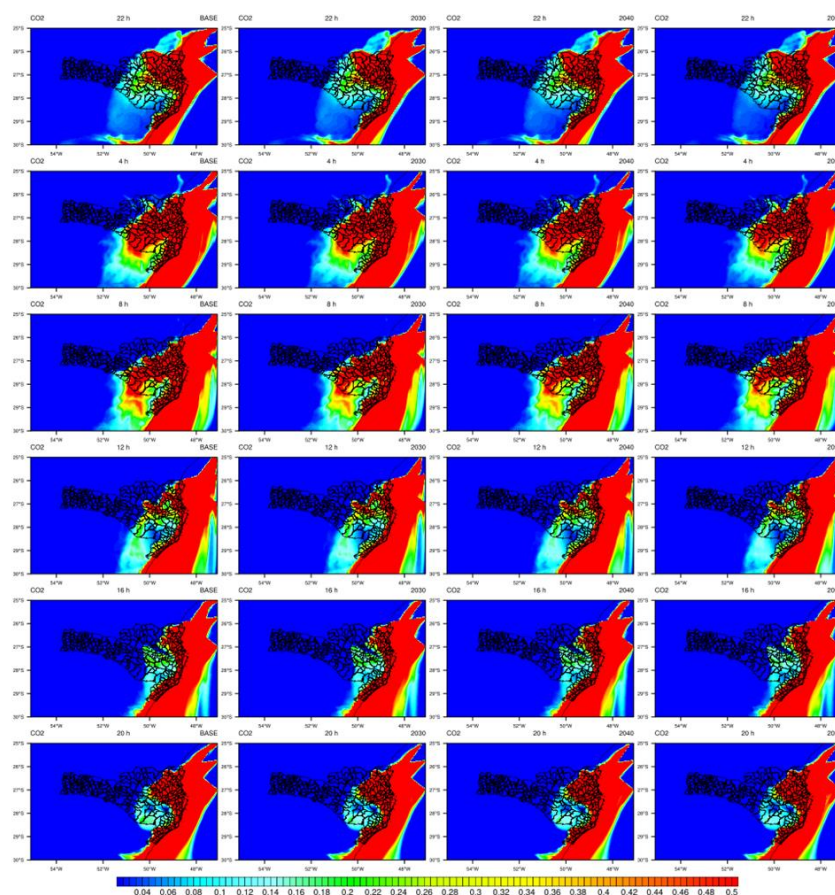
No Cenário 2040, Figura 14, (60% de biodiesel) a diferença entre as colunas fica mais notável. As concentrações médias de 0,28 a 0,38 ppmv passam a dominar áreas que antes eram estritamente 0,5 ppmv em 2022. A maior porcentagem de biodiesel impede que o CO_2 acumulado na superfície atinja os níveis críticos do cenário fóssil, onde a dispersão atmosférica mostra uma pluma mais fina e menos persistente sobre o litoral.

No Cenário 2050, Figura 14, (100% biodiesel) observa-se que atinge bons níveis de redução de concentração. Ao comparar 2050 com 2022 (especialmente na linha das 12h e 16h), as áreas com concentração entre 0,12 a 0,2 ppmv (baixa concentração) ganham muito mais espaço no território catarinense. Em termos de modelagem WRF-Chem, isso indica uma redução drástica na carga de CO_2 antropogênico proveniente das rotas marítimas. A concentração máxima (0,5 ppmv)

é significativamente menor, sugerindo que o modal aquaviário de SC operaria com uma pegada de carbono reduzida, transformando os portos em zonas de baixa emissão em relação ao cenário atual.

Os mapas apresentam um padrão onde, as áreas mais próximas dos complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí, especialmente ao longo da faixa costeira tem uma maior concentração, com uma dispersão que tem uma trajetória que parte do Norte, passando pelo Vale do Itajaí e todo litoral da Grande Florianópolis até o sul do estado. A substituição por biodiesel mostra-se eficaz para achatar os picos de poluição, especialmente nos horários críticos de baixa dispersão (madrugada). A redução é mais evidente nas áreas de influência direta das rotas de navegação, onde o biodiesel reduz a concentração acumulada que, no cenário Base, atinge níveis elevados com uso do óleo combustível.

Figura 27 Distribuição espacial das concentrações (ppmv) horárias de dióxido de carbono (CO_2) simuladas com o modelo WRF-Chem no estado de Santa Catarina, para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050, no dia 14 de julho de 2022.



Fonte: Autor (2026)

A Figura 15 detalha a distribuição espacial das concentrações de metano (CH_4), na ZEE do estado de Santa Catarina, considerando diferentes faixas horárias. Os resultados confirmam padrões temporais e espaciais distintos de emissão de CH_4 , com picos concentrados às 4h (regiões, Norte, Vale do Itajaí, Serrana, Grande Florianópolis e Sul), e 8h (Litoral Norte, Vale do Itajaí, Serrana, Grande Florianópolis e sul), e presente na ZEE em todo o período do dia. Pico de concentração nos horários de 04h e 08h ocorre porque o metano, sendo um gás leve, mas emitido próximo à superfície, fica preso sob a camada de inversão térmica da madrugada. O vento calmo nesse período impede que o gás se disperse para o alto mar. A dispersão percebida entre 12h e 16h, geraram-se pelo aquecimento do solo e da água, onde, a atmosfera torna-se mais instável e turbulenta, e consequentemente ocasiona uma dispersão do CH_4 pela brisa marítima e corrente de ar ascendente.

No Cenário Base, Figura 15, (100% óleo combustível) o mapa inicial revela concentrações elevadas de CH_4 (0,067 a 0,075 ppbv) nas zonas costeiras, com destaque para a região que compreende os portos de Itajaí, Navegantes, Itapoá e São Francisco do Sul. Especialmente nos horários noturnos e de início da manhã (22h e 4h), a pluma de metano é densa e extensa, indicativo de altas queima de combustível fóssil, que tende a liberar hidrocarbonetos não queimados de forma mais significativa.

No Cenário 2030, Figura 15, (40% de biodiesel) nota-se uma contração visível nas plumas de maior intensidade (acima de 0.067 ppbv). Quando se compara o horário das 4h da manhã de 2022 com 2030, a área de concentração máxima, dá lugar a concentrações entre 0,052 a 0,060 ppbv. Isso sugere que a utilização do biodiesel melhora a eficiência da combustão nos motores dos navios, reduzindo a emissão residual de metano.

No Cenário 2040, Figura 15, (60% de biodiesel) a redução do metano torna-se ainda mais visível. A cauda da pluma que avança sobre o oceano e o interior do estado em horários como 8h e 12h apresentam níveis de 0,022 a 0,031 ppbv. A transição para 60% de combustível renovável demonstra que, embora a atividade portuária possa ser intensa, o perfil químico das emissões está mudando, resultando em uma atmosfera local menos carregada de gases de alto impacto térmico.

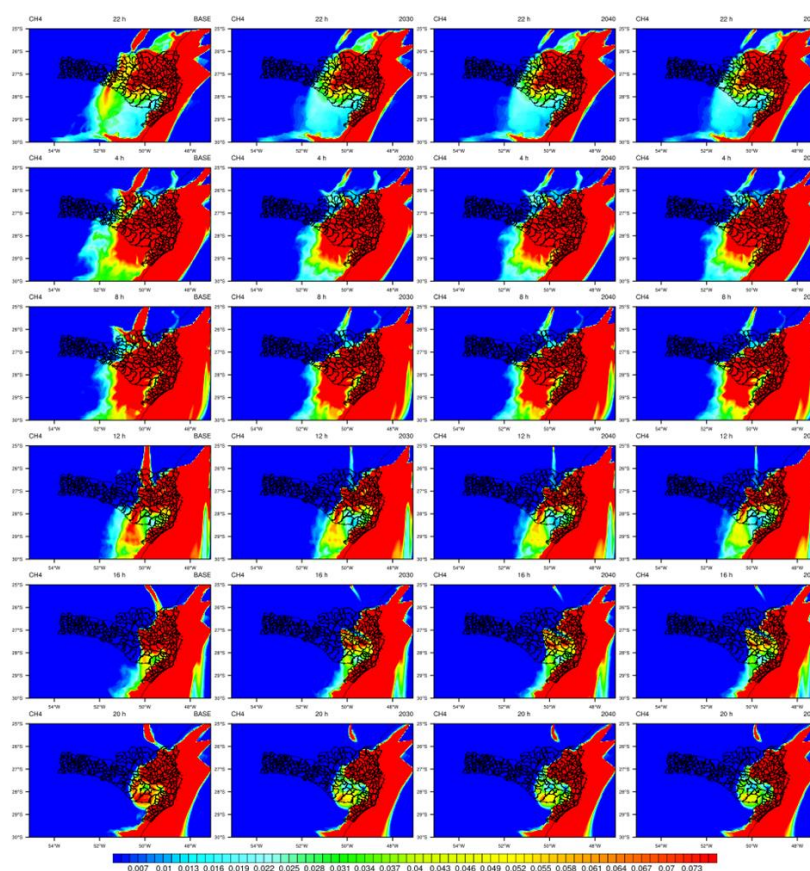
No Cenário 2050, Figura 15, (100% biodiesel) a diferença para o ano base é drástica. As áreas de alerta (0,073 ppbv) estão quase totalmente restritas aos pontos imediatos de emissão ou foram substituídas por concentrações intermediárias. Em

horários de pico, como 20h e 22h, o impacto do CH₄ no litoral catarinense é visivelmente menor do que em 2022. O modelo indica que o uso de 100% biodiesel no modal aquaviário é uma estratégia robusta para reduzir a contribuição dos portos catarinenses para o inventário de emissões de metano.

Os mapas apresentam um padrão onde, as áreas mais próximas dos os complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí, especialmente ao longo da faixa costeira tem uma maior concentração, com uma dispersão que tem uma trajetória que parte do Norte, passando pelo Vale do Itajaí e alcançando o Grande Florianópolis.

A análise detalhada da distribuição espaço-temporal das concentrações de CH₄ nos cenários projetivos reforça a importância de estratégias de redução das emissões de GEE. Embora os pontos de concentração gerados pelo modal aquaviário, continuem ativos e aparentemente o CH₄, apresenta-se com uma redução mais lenta, comparada com o CO₂ em alguns horários, a área total diminui visivelmente de 2030 a 2050, resultado que caracteriza a eficiência do biodiesel.

Figura 28 - Distribuição espacial das concentrações (ppbv) horárias de metano (CH_4) simuladas com o modelo WRF-Chem no estado de Santa Catarina, para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050, no dia 14 de julho de 2022.



Fonte: Autor (2026)

As Figuras 11 a 13 ilustram a distribuição espacial da concentração atmosférica de monóxido de carbono (CO) em parte por bilhão por volume (ppbv), dióxido de carbono (CO_2) em partes por milhão por volume (ppmv) e metano (CH_4) em partes por bilhão por volume (ppbv), respectivamente simulado na ZEE do estado de Santa Catarina, na média de 24 horas do penúltimo dia de rodada do modelo WRF-chem. Em cada figura, os mapas dispostos à esquerda representam os valores absolutos das concentrações, enquanto os mapas à direita demonstram as diferenças absolutas antropogênicas entre os cenários projetivos futuros e o ano base de 2022.

De modo geral, as simulações revelam que as maiores concentrações dos três gases se concentram predominantemente próximo aos complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí, e ao longo da faixa litorânea, esse padrão reflete a predominância das fontes de emissões antropogênicas, notadamente aquelas associadas à queima de combustíveis fósseis das embarcações. As porções Norte e

Vale do Itajaí do estado são consistentemente apontadas como áreas de maior concentração, pois no ano de 2022, passaram por esses portos 93% das rotas do modal aquaviário analisado, quando observada às rotas com destino ao porto de Imbituba, teve reduções significativas, mesmo com 7% do tráfego das embarcações.

Ao analisar as diferenças projetadas com a utilização de biocombustíveis, observa-se uma tendência de redução nas concentrações para os três gases ao longo das décadas.

Na Figura 16, monóxido de carbono (CO), no cenário base de 2022, mostra uma pluma de CO concentrada (50 ppbv) na costa de Santa Catarina (região dos complexos portuários de São Francisco do Sul e Itajaí), estendendo-se para o oceano seguindo as rotas de navegação.

No Cenário 2030, Figura 16, (40% Biodiesel) nota-se uma leve retração da concentração para níveis de 45 ppbv na costa em comparação a 2022. O mapa de diferença mostra uma redução predominante entre 11% e 17%.

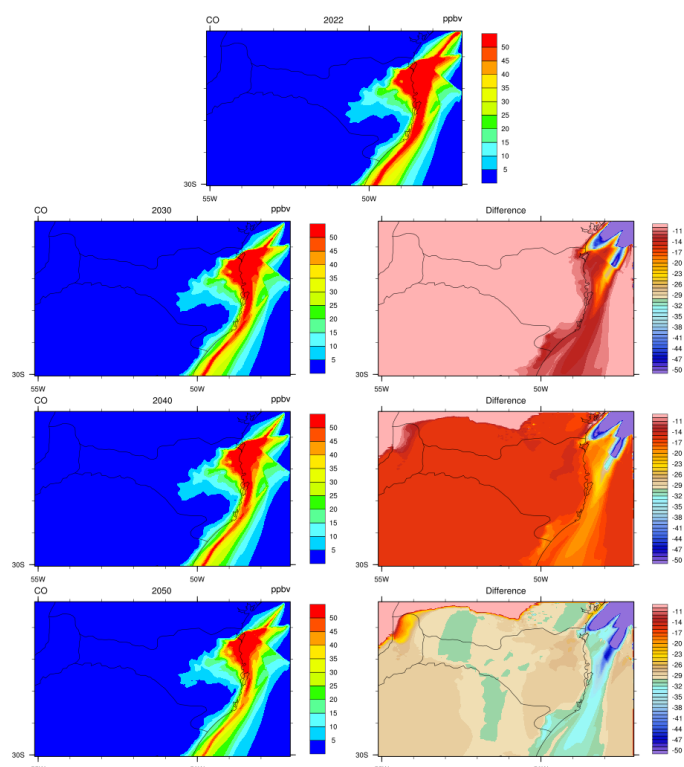
Na maior parte do território continental e oceânico adjacente. A redução mais acentuada começa a aparecer exatamente no "rastro" dos navios (as linhas diagonais no oceano), onde a substituição do combustível fóssil por biodiesel, já apresenta redução próxima aos 40% na concentração.

No Cenário 2040, Figura 16, (60% Biodiesel), a pluma de alta concentração (acima de 45 ppbv) torna-se visivelmente mais estreita. A mancha de redução se intensifica com queda de 17% a 23% na concentração de CO em quase toda a região mapeada. A influência do modal aquaviário na qualidade do ar costeiro fica evidente. A redução não é apenas no oceano, mas a substituição do combustível nos portos impacta também a dispersão de poluentes para o interior do estado de SC devido aos ventos predominantes.

Já no Cenário 2050, Figura 16, (100% Biodiesel) apresenta-se como de maior impacto. A mancha de CO na costa de Santa Catarina é significativamente menor do que em 2022. O mapa apresenta reduções que ultrapassam os 30% em várias áreas, chegando a picos de 50% nas rotas marítimas específicas. Com a utilização de 100% de biodiesel, o modal aquaviário deixa de ser um emissor primário de CO fóssil no litoral catarinense. A limpeza nas rotas de navegação e regiões próximas aos complexos portuários de Itajaí e São Francisco do Sul mostra reduções de até 50% na concentração pontual de CO em relação ao cenário original.

Observa-se que nos mapas de diferença, as linhas com níveis maiores de concentração, no cenário de 2050 seguem exatamente os corredores de transporte marítimo. Isso prova que a política de substituição de combustível no modal aquaviário é o vetor principal para a melhoria da qualidade do ar nessas coordenadas específicas.

Figura 29 - Projeções da média de 24 horas do penúltimo dia de rodada do modelo WRF-chem da Concentração Atmosférica (ppbv) e Diferença Percentual de Monóxido de Carbono (CO) em Santa Catarina para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050.



Fonte: Autor (2026)

No caso do dióxido de carbono (CO_2) (Figura 17), a dinâmica do modelo apresenta comportamento visual que segue um padrão na pesquisa, mas deve-se sempre considerar que as características dos gases têm impactos diferentes em termos de mudanças climáticas e descarbonização da cadeia logística.

No Cenário 2030, Figura 17, (40% Biodiesel) observa-se uma redução inicial da concentração de 11% a 14% na maior parte da pluma de dispersão. A redução é mais visível no entorno imediato do complexo portuário de Itajaí e complexo portuário de São Francisco do Sul. O uso de 40% de biodiesel proporciona uma redução das emissões de CO_2 do modal aquaviário, mas a mancha de alta

concentração ainda é muito vasta, indicando que a dependência fóssil ainda é dominante.

No Cenário 2040, Figura 17, (60% Biodiesel), a queda na concentração de CO₂ se intensifica, atingindo patamares de 20% a 23%. Nota-se que o benefício se estende mais para o Sul do estado (região de Imbituba) e para o interior, ocasionada pelo menor tráfego de navios nessa rota. As projeções dos modelos revelam que as emissões dos navios impactam diretamente na qualidade do ar em áreas continentais que recebem a brisa marítima carregada de poluentes.

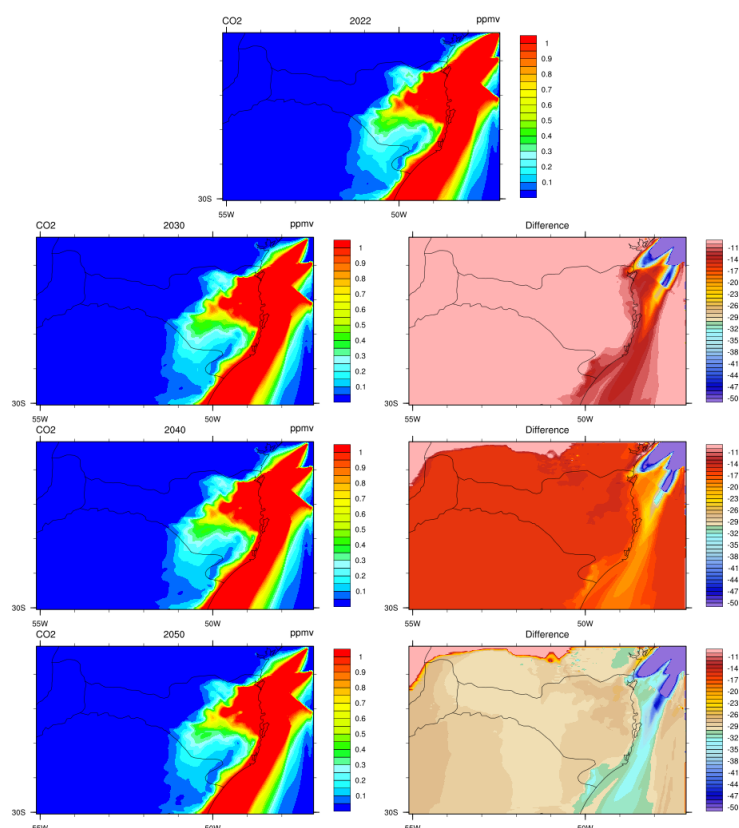
No Cenário 2050, Figura 17, (100% Biodiesel), há reduções drásticas que superam os 30% em escala regional, com as rotas de navegação apresentando quedas de até 50%, fomentando a descarbonização do modal. O mapa de concentração (esquerda) mostra uma retração significativa da pluma de CO₂ sobre a costa catarinense. As rotas marítimas tornam-se corredores limpos em comparação ao cenário de 2022.

Diferente de poluentes locais, o CO₂ tem impacto global, e sua concentração afeta diretamente o microclima da região portuária. Os mapas confirmam que a atividade portuária é responsável por grande parte das emissões de CO₂ na região leste de SC. A transição para o biodiesel no modal aquaviário é, portanto, a estratégia eficaz para reduzir a pegada de carbono do setor de transportes do estado.

Nota-se que a redução de CO₂ (cenário 2050) não fica restrita ao mar; ela avança sobre o continente, o que sugere que a frota naval contribui significativamente para o inventário de emissões das cidades litorâneas.

A transição para o biodiesel (combustível renovável) cria um ciclo fechado de carbono, onde o CO₂ emitido pelos navios em 2050 seria teoricamente compensado pelo crescimento da biomassa utilizada para produzir o combustível, resultando em um balanço muito mais favorável para Santa Catarina, ou seja, atua como um sumidouro de carbono.

Figura 30 - Projeções da média de 24 horas do penúltimo dia de rodada do modelo WRF-chem da Concentração Atmosférica (ppmv) e Diferença Percentual de Dióxido de Carbono (CO_2) em Santa Catarina para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050.



Fonte: Autor (2026)

A análise do Metano (CH_4) (Figura 18), um gás com alto potencial de aquecimento global, comparado ao CO_2 e CH_4 , apresenta uma dinâmica de dispersão diferenciada nos mapas, com reduções bem marcadas nas áreas de maiores atividade portuária e logística de Santa Catarina.

No Cenário 2030, Figura 18, (40% Biodiesel), a redução inicial gira em torno de 11% a 14%, onde a maior queda se concentra na costa Centro-Norte, especificamente no rastro que sai do complexo portuário de Itajaí. É notável que a redução do metano seja "mais limpa" em termos de contorno geográfico do que a do CO_2 , indicando que a queima de biodiesel emite significativamente menos hidrocarbonetos leves não queimados.

No Cenário 2040, Figura 18, (60% Biodiesel) a mancha de redução se expande e intensifica para a faixa de 17% a 23% e a conexão com o modal aquaviário fica explícita pela redução que se estende para o oceano. No continente, a redução começa a atingir cidades vizinhas aos portos, sugerindo que o uso de

biodiesel nos navios atracados melhora diretamente o ar respirado nas zonas urbanas portuárias de SC.

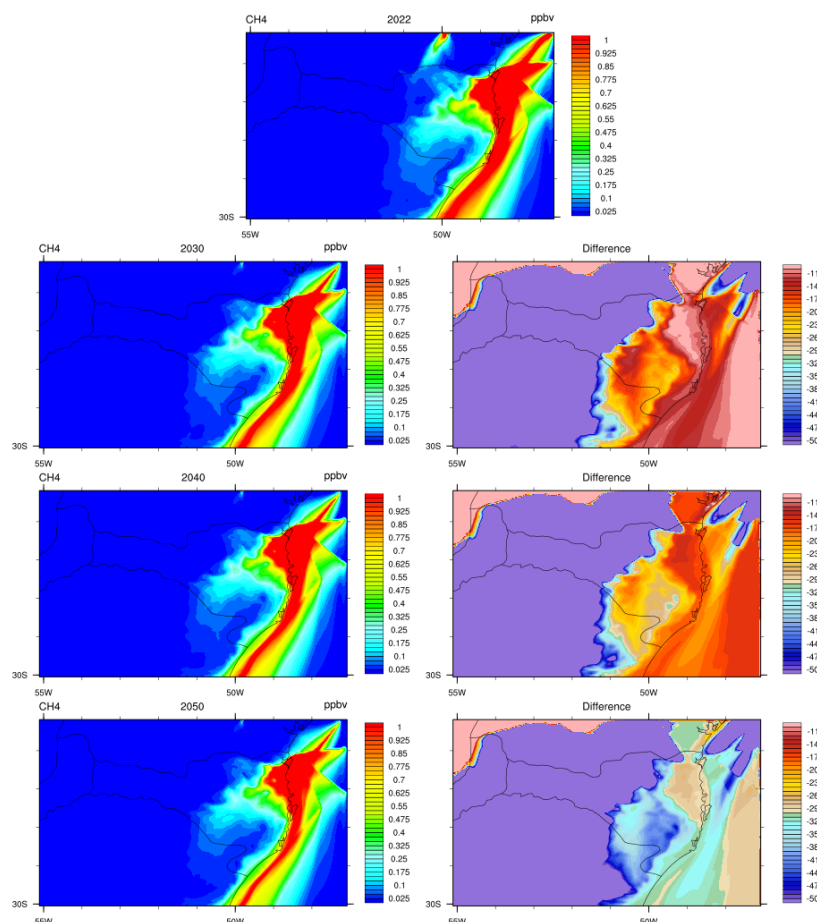
No Cenário 2050, Figura 18, (100% biodiesel) o mesmo atinge reduções de 32% a 44% em áreas de maiores emissões de GEE. Nas rotas marítimas mais profundas, a diferença chega ao patamar máximo de 50%. Há uma mudança drástica no mapa de concentração (à esquerda), onde a alta concentração praticamente desaparece da zona costeira, restando apenas um rastro residual. Isso indica que, com 100% de biodiesel, a contribuição do modal aquaviário para o metano atmosférico na região é reduzida quase à metade.

As projeções mostram que as regiões portuárias, são os pontos focais onde a mudança de combustível gera o benefício imediato para o estado. O mapa de 2050 revela que os principais corredores marítimos de SC deixam de serem fontes intensas de CH₄, o que é primordial para as metas globais para redução de GEE.

Observa-se que a redução percentual é mais forte na costa marítima do que no interior profundo do continente. Isso ocorre porque, na região costeira, o navio é a fonte principal das emissões dos GEE.

Essa análise do metano completa o tripé de poluentes (CO, CO₂, CH₄), e reforça que a transição energética no modal aquaviário é o caminho mais eficiente para redução do impacto ambiental causadas pelas atividades portuárias em Santa Catarina.

Figura 31 - Projeções da média de 24 horas do penúltimo dia de rodada do modelo WRF-chem da Concentração Atmosférica (ppbv) e Diferença Percentual de Metano (CH_4) em Santa Catarina para os anos de 2022, 2030, 2040 e 2050.



Fonte: Autor (2026)

A análise integrada dos dados de emissão e concentração para o modal aquaviário de Santa Catarina revela que as áreas de maior concentração de poluentes convergem invariavelmente para as regiões portuárias do Norte do Estado, com episódios críticos registrados no período da madrugada (entre 04h e 08h) em decorrência da estabilidade atmosférica que dificulta a dispersão do ar. No inventário de emissões, o CO_2 apresenta um volume massivo e constante, porém demonstra uma redução nítida em todas as rotas de navegação no cenário de 2050 com o uso de biodiesel. O Monóxido de Carbono (CO), concentrado majoritariamente nas áreas próximas dos complexos portuários e canais de acesso, apresenta a maior redução em termos de toxicidade local devido à queima mais limpa do biocombustível. Por fim, o metano (CH_4), embora possua baixa emissão na fonte, apresenta acúmulo em baías protegidas, sendo sua redução sutil, porém

fundamental para a redução do efeito estufa. Conclui-se que a maior redução absoluta proporcionada pela substituição energética recai sobre o CO₂, consolidando a viabilidade do biodiesel para justificar investimentos em infraestrutura de abastecimento nos portos catarinenses.

Diante desse cenário, evidencia-se a necessidade de atuação da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Economia Verde (SEMAE) de Santa Catarina no investimento e expansão de estações de monitoramento contínuo da qualidade do ar nessas regiões. Essa infraestrutura de monitoramento é essencial para mensurar os picos de concentração de poluente e gases de efeito estufa, observados na pesquisa e, sobretudo, para quantificar o real impacto do monóxido de carbono oriundo do combustível marítimo na zona urbana, discriminando-o das emissões de fontes veiculares terrestres. Como mecanismo prático de viabilização, sugere-se que o órgão ambiental estadual solicite a instalação e a manutenção dessas estações de monitoramento como condicionante técnica nos processos de renovação da Licença de Operação (LO) dos complexos portuários catarinenses.

Portanto, os resultados obtidos revelam que a substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis promove reduções significativas nas concentrações atmosféricas regionais de monóxido de carbono (CO) e gases de efeito estufa (GEE), como dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄) (EPE, 2025; DNV, 2025, p. 3). Essa evidência, relevante para a redução de emissões do modal aquaviário, auxiliando nos estudos recentes que projetam reduções de até 81% nas emissões do setor marítimo brasileiro até 2050 com biocombustíveis (SINAVAL, 2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O transporte marítimo constitui modal essencial para a economia brasileira e, especialmente, para o estado de Santa Catarina, funcionando como via comercial vital para diversos setores econômicos. Diante do elevado tráfego de embarcações no litoral catarinense, esta pesquisa buscou quantificar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e propor cenários de mitigação dos impactos na temperatura global.

A análise das emissões de GEE do transporte aquaviário na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) de Santa Catarina revelou que, no cenário atual (2022), com uso de 100% de óleo combustível (OC), registraram-se 1.036.392,48 tCO₂e, sem emissões

biogênicas. Com a substituição progressiva do OC pelo biodiesel (BD), alcançou-se, no cenário de 2050 (100% BD), emissões totais de 4.829,29 tCO₂e e 806.486,61 tCO₂ biogênicos. Aplicou-se a mesma metodologia à rota completa das embarcações, o cenário atual (2022, 100% OC) apresentou 50.612.193,65 tCO₂e e zero de emissão de biogênicos, alcançou-se, no cenário de 2050 (100% BD), emissões totais de 235.838,67 tCO₂e e 39.384.747,82 tCO₂ biogênico.

A substituição progressiva do óleo combustível (OC) pelo biodiesel (BD) nos navios redu as emissões de GEE não biogênicas (tCO₂e), embora introduza emissões biogênicas consideradas neutras em ciclos de carbono. Isso demonstra um impacto ambiental positivo, e alinhado com as metas da IMO 2050 de descarbonização no transporte aquaviário (redução de 70-100% em emissões). Os desafios de toda a logística de implantar a utilização do BD são compensadas pelos benefícios ambientais globais e fomentam a sustentabilidade em portos como os de Santa Catarina.

Para estimativa dos impactos das emissões de GEE provenientes do modal aquaviário de Santa Catarina no aquecimento global, a pesquisa apresentou reduções de $11,54E^{-08}$ °C, considerando-se combustível fóssil + Biogênico. Quando se utilizou somente os dados do combustível fóssil (Óleo Combustível convencional), obteve-se uma redução de $52,9E^{-08}$ °C. Os resultados evidenciam a contribuição para reduzir a velocidade do aumento da temperatura global, na substituição do combustível fóssil pelo biogênico.

Notadamente, as mudanças climáticas e os eventos extremos têm se intensificado nas últimas décadas em virtude do aumento da concentração de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera terrestre. Em Santa não é diferente. Muitos são os eventos extremos que afetam o estado.

A migração para o uso de biodiesel é uma das estratégias centrais para a meta de emissões líquidas zero em 2050 no Brasil, conforme estudos recentes de transição energética e cenários elaborados pelo Centro Brasileiro de Relações Internacionais (CEBRI, 2025). Biocombustíveis, como o biodiesel, contribuem minimamente para as emissões líquidas porque o CO₂ liberado durante a queima é em parte compensado pela absorção das plantas utilizadas em sua produção, caracterizando um ciclo mais sustentável em comparação aos combustíveis fósseis.

A análise integrada dos dados de emissão e dispersão (cenários projetivos WRF-Chem) para o modal aquaviário de Santa Catarina revela que as áreas de

maior concentração de poluentes convergem invariavelmente para as regiões portuárias do Norte do Estado, com episódios críticos registrados no período noturno (entre 22h e 08h) em decorrência da estabilidade atmosférica que dificulta a dispersão do ar. No inventário de emissões, o CO₂ apresenta um volume massivo e constante, porém demonstra uma redução nítida em todas as rotas de navegação no cenário de 2050 com o uso de biodiesel. O monóxido de carbono (CO), concentrado majoritariamente em manobras portuárias e canais de acesso, apresenta a maior redução em termos de toxicidade local devido à queima mais limpa do biocombustível. Por fim, o metano (CH₄), embora possua baixa emissão na fonte, apresenta acúmulo em baías protegidas, sendo sua redução sutil, porém fundamental para a diminuição do efeito estufa. Conclui-se que a maior redução absoluta proporcionada pela substituição energética recai sobre o CO₂, consolidando a viabilidade do biodiesel para justificar investimentos em infraestrutura de abastecimento nos portos catarinenses.

A simulação em WRF-Chem mostrou que, a substituição progressiva do combustível fóssil pelo biodiesel no modal aquaviário de Santa Catarina reduz significativamente as concentrações do poluente CO e os GEE CO₂ e CH₄. No cenário de 2030 com 40% de biodiesel, as reduções variam de 11% a 17% para CO, 11% a 14% para CO₂ e 11% a 14% para CH₄, concentradas nos portos dos complexos portuários de Itajaí e São Francisco do Sul. Em 2040, com 60% de biodiesel, as quedas intensificam-se para 17% a 23% em CO e CH₄ e 20% a 23% em CO₂, expandindo-se às rotas marítimas e áreas costeiras. Já em 2050, com 100% de biodiesel, os impactos são máximos, alcançando até 50% de redução em CO nos corredores marítimos, mais de 35% a 50% em CO₂ nas rotas marítimas e 32% a 50% em CH₄ na faixa litorânea, promovendo descarbonização, redução do aquecimento global e alinhamento às metas climáticas.

No contexto do estado de Santa Catarina, com consideráveis fontes móveis e estacionárias, tende a beneficiar-se especialmente com a transição para biocombustíveis, já que o biodiesel apresenta menores emissões de gases poluentes e partículas em comparação ao diesel fóssil. Isso contribuiria para melhorias na qualidade do ar e para um perfil climático regional mais equilibrado.

A pesquisa apresenta uma redução de 99,53% na emissão de tCO₂e até o ano de 2050 caso seja adotado 100% do Biodiesel nos navios. Se considerar as

emissões biogênicas, a soma das emissões de CO₂e mais CO₂ Biogênicos, ter-se-á uma redução de 22 % nas emissões dos GEE.

Nesse contexto, o uso do Biodiesel é uma medida de redução altamente eficaz e por se tratar de um combustível que já passou por avaliações, testes e pesquisas nos quesitos de produção, distribuição e desempenho. Em todos os gases analisados, a transição para o biodiesel mostra que o impacto é geograficamente focado nas rotas marítimas, mas o benefício ambiental se dispersa para o continente, auxiliando Santa Catarina a atingir metas rigorosas de qualidade do ar e redução dos impactos climáticos até 2050.

REFERÊNCIAS

ANP. **ANP autoriza comercialização de combustível marítimo com biodiesel**. Brasília, DF: ANP, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/canais_atendimento/imprensa/noticias-comunicados/anp-autoriza-comercializacao-de-combustivel-maritimo-com-biodiesel. Acesso em: 12 jun. 2025.

ANTAQ. **Estatístico Aquaviário**: painel de movimentação portuária. Brasília, DF: ANTAQ, 2024. Disponível em: <https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/movport.html#pt>. Acesso em: 15 mar. 2024.

BRASIL ENERGIA. Setor marítimo brasileiro embarca na transição energética. Brasil Energia, 26 mar. 2025. Disponível em: <https://brasilenergia.com.br/brasilenergia/acoes-em-transicao-energetica/setor-maritimo-brasileiro-embarca-na-transicao-energetica>. Acesso em: 12 jun. 2025

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Acordo de Paris**. Brasília, DF: MCTI, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/arquivos/pdf/acordo_paris.pdf. Acesso em: 20 nov. 2024.

DNV. **Maximizing the potential of biofuels in shipping**. Høvik: DNV, 2025. Disponível em: <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/maximizing-the-potential-of-biofuels-in-shipping/>. Acesso em: 18 abr. 2024.

EPE. **Caderno roadmap transporte aquaviário**: nota técnica n. CA-EPE-DPG-SDB-2024-17. Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-845/CA-EPE-DPG-SDB-2024-17%20Caderno%20Roadmap%20Transporte%20Aquavi%C3%A1rio.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2025.

IBGE. **Censo Demográfico 2022**: características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 18 mai. 2026.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Fourth IMO GHG Study 2020**. London: IMO, 2020. Disponível em: <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Fourth-IMO-GHG-Study-2020.aspx>. Acesso em: 18 mai. 2025.

ITF. **Navigating towards cleaner maritime shipping**: lessons from the nordic region. Paris: OECD Publishing, 2020. 46 p. (International Transport Forum Policy Papers, n. 80). Disponível em: <https://www.itf-oecd.org/navigating-towards-cleaner-maritime-shipping-lessons-nordic-region>. Acesso em: 19 mai. 2026.

MELO, Thais Cristine Costa *et al.* Desempenho e emissões de misturas de diesel verde e biodiesel em óleo diesel em veículos da fase L7 do Proconve. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA, 31., 2024, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Blucher, 2024. p. 301-308. Disponível em: <https://doi.org/10.5151/simea2024-PAP62>. Acesso em: 19 mai. 2026

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Air pollution**. Geneva: WHO, 2021. Disponível em: <https://www.who.int/health-topics/air-pollution>. Acesso em: 1 out. 2024.

SINAVAL. **Brasil pode liderar descarbonização do transporte aquaviário com biocombustíveis**. Rio de Janeiro: SINAVAL, 2025. Disponível em: <https://sinaval.org.br/2025/09/brasil-pode-liderar-descarbonizacao-do-transporte-aquaviario-com-biocombustiveis-diz-estudo/>. Acesso em: 18 abr. 2026.

ZARE, Ali; MONTAGROUP, Thomas; ASTROU, Paul M. Evaluation of methane emissions and combustion efficiency in marine engines fueled with biodiesel blends. **Journal of Marine Science and Technology**, London, v. 27, n. 4, p. 312-328, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/journal/11804>. Acesso em: 19 mai. 2026.