



RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO ANO DE 2024

TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM

APRESENTAÇÃO

A MRS Estudos Ambientais apresenta a Companhia de Desenvolvimento do Complexo Industrial e Portuário do Pecém S/A, o documento intitulado:

RELATÓRIO ANUAL

Relatório de Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do ano de 2024
do Terminal Portuário do Pecém.

O presente documento está sendo entregue em meio digital

Dezembro de 2025



Alexandre Nunes da Rosa

MRS Estudos Ambientais Ltda.

SUMÁRIO

1 RESUMO EXECUTIVO	6
2 INTRODUÇÃO	8
3 ABORDAGEM TEÓRICA DO INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA	11
3.1 DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO – LIMITE ORGANIZACIONAL	12
3.2 ABORDAGEM DAS FONTES DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GEE	12
4 METODOLOGIA	14
4.1 ABNT NBR ISO 14064-2022	14
4.2 QUINTO RELATÓRIO DO IPCC	14
4.3 2006 IPCC GUIDELINES FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES.....	14
4.4 GREENHOUSE GAS PROTOCOL CORPORATE STANDARD E PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL	14
4.4.1 METODOLOGIA DAS ESTIMATIVAS DO ESCOPO 1	15
4.4.2 METODOLOGIA DAS ESTIMATIVAS DO ESCOPO 2	16
4.5 POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL (GWP)	17
4.6 ANÁLISE DE INCERTEZAS	17
4.7 EXCLUSÕES	19
5 RESULTADOS GERAIS	20
5.1 RESULTADOS DO ESCOPO 1	23
5.2 RESULTADOS DO ESCOPO 2	25
5.3 RESULTADOS DO ESCOPO 3	25
6 PLANO DE AÇÃO PARA MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES	26
6.1 EMISSÕES DO ESCOPO 1	26
6.1.1 Combustão móvel – veículos leves	26
6.1.2 Emissões fugitivas	27
6.2 EMISSÕES DO ESCOPO 2	27
6.3 EMISSÕES DO ESCOPO 3	27
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Vista aérea do Terminal Portuário do Pecém, destacando os berços de atracação distribuídos entre o Píer 1, Píer 2 e o TMUT. Fonte: Complexo do Pecém (2025).....	7
Figura 2 – Categorias relatadas pelo Terminal Portuário do Pecém. Fonte: Complexo do Pecém (2025).....	13



ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Total das Emissões segundo abordagem de controle operacional (gases controlados pelo Protocolo de Quioto)	6
Tabela 2 – Fontes de Gases de Efeito Estufa incluídas. Fonte: Complexo do Pecém (2025)	9
Tabela 3 – Instalações do Terminal portuário do Pecém que fazem parte do inventário de GEE 2024. Fonte: Complexo do Pecém (2025)	12
Tabela 8 – Fatores de emissões – combustão móvel. Fonte: Programa Brasileiro GHG Protocol (2024)	15
Tabela 9 – Total das Emissões no Escopo 2, segundo abordagem por consumo de energia elétrica. Fonte: MTCI, 2024.....	16
Tabela 10 – Gases potenciais de aquecimento global (GWP). Fonte: IPCC AR 5 (2019).	17
Tabela 11 – Classificação das incertezas das fontes de emissões de GEE. Fonte: Programa Brasileiro GHG Protocol (2024)	18
Tabela 12 – Análise das incertezas das fontes de emissões de GEE. Fonte: Programa Brasileiro GHG Protocol (2024) e Complexo do Pecém (2025).....	18
Tabela 4 – Total das Emissões segundo abordagem de controle operacional (gases controlados pelo Protocolo de Quioto)	20
Tabela 5 – Total das Emissões segundo abordagem de controle operacional (gases controlados pelo Protocolo de Quioto)	23
Tabela 6 – Emissões biogênicas por categorias. Fonte: Complexo do Pecém (2025).....	24
Tabela 7 – Total das Emissões no Escopo 3, segundo abordagem de controle operacional (gases controlados pelo Protocolo de Quioto)	25
Tabela 13 – Resumo das fontes de emissões do Escopo 1 relatadas e porcentagens em comparação ao total. Fonte: Complexo do Pecém (2025)	26

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Valores totais referentes aos escopos 1, 2 e 3 em toneladas métricas de CO2 equivalente (tCO2e) no TPP no ano de 2024. Fonte: Complexo do Pecém (2025).	21
Gráfico 2 - Total das emissões Escopo 1, 2 e 3 com as respectivas categorias no TPP no ano de 2024. Fonte: Complexo do Pecém (2025).	21
Gráfico 3 - Valores percentuais por categorias e escopo (ton CO2e) no TPP no ano de 2024. Fonte: Complexo do Pecém (2025).	22
Gráfico 4 - Valores percentuais totais por categorias e escopo (ton CO2e) no TPP no ano de 2024. Fonte: Complexo do Pecém (2025).	23

1 RESUMO EXECUTIVO

Fruto de uma joint venture formada pelo Governo do Estado do Ceará, no Brasil, e pelo Porto de Roterdã – o maior e principal porto da Europa -, o Complexo do Pecém promove desenvolvimento industrial, econômico e social para o Ceará e para o Nordeste do Brasil. Com mais de 19 mil hectares de área, possui infraestrutura robusta, localização geográfica privilegiada e desporta também como a casa do Hidrogênio Verde (H2V) no Brasil, uma vez que abriga os primeiros projetos do setor no país.

O Complexo Industrial e Portuário do Pecém surgiu como elemento capaz de fundamentar e atender as demandas empresariais, visando atender indústrias de base voltadas para as atividades de siderurgia, refino de petróleo, petroquímica e de geração de energia elétrica.

Os dados para a composição do inventário (Tabela 1) são oriundos das atividades do Terminal Portuário Pecém, situada no município de São Gonçalo do Amarante -CE (Figura 1), porém, cabe ressaltar existem diversas empresas situadas no Complexo de Pecém, que não são objetos do relatório, sendo, no geral, indústrias de base voltadas para as atividades de siderurgia, refino de petróleo, petroquímica e de geração de energia elétrica.

Tabela 1 – Total das Emissões segundo abordagem de controle operacional (gases controlados pelo Protocolo de Quioto).

Emissão de GEE em Toneladas de CO2 equivalente (tCO2e)					
GEE	Escopo 1	Escopo 2 (Abordagem Localização)	Escopo 2 (Escolha de compra) * Emissões não contabilizadas.	Escopo 03	Total
CO2	220,924	163,871	89,491*	9.718,454	10.103,249
CH4	1,456			934,136	935,592
N2O	4,770			139,665	144,435
HFC	198,255				198,255
PFC					
NF3					
TOTAL	425,405	163,871	89,491	10.792,245	11.381,52
CO2 Biogênico		40,018		1.182,878	1.222,896



Figura 1 – Vista aérea do Terminal Portuário do Pecém, destacando os berços de atracação distribuídos entre o Píer 1, Píer 2 e o TMUT. Fonte: Complexo do Pecém (2025).

2 INTRODUÇÃO

A agenda climática ultrapassa barreiras da temática ambiental, social, política e econômica, representando riscos e oportunidades materiais para os negócios e vem ganhando maior destaque e relevância para o planejamento estratégico e econômico em abrangência global. Dessa maneira, aprimorar a governança climática nas organizações é fundamental para administrar os riscos de um ativo, proporcionando oportunidades de crescimento sólido e sustentável.

Verifica-se então, que a partir do Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) uma Companhia pode-se quantificar suas emissões e conhecer o seu perfil emissor, atuando como uma ferramenta para estabelecimento de estratégias de redução e controle das emissões, sem desconsiderar os riscos climáticos.

A motivação para elaboração dos inventários de Gases de Efeito Estufa (GEE) está relacionada à mudança do clima, que apresenta implicações para os sistemas humano e natural, podendo levar a mudanças significativas na utilização de recursos naturais, meios produção e afetar diversas atividades econômicas.

Em resposta a urgência climática, iniciativas internacionais, e regionais estão sendo desenvolvidas para limitar concentrações de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. Tais iniciativas contam com a quantificação, monitoramento, elaboração de relatórios e verificação das emissões e/ou remoções de GEE.

Assim, o inventário de gases do efeito estufa possibilita a realização de uma investigação detalhada sobre as emissões de GEE decorrentes das operações, produtos e serviços de uma organização, o que auxilia no desenvolvimento de estratégias de gestão destas emissões de GEE voltadas para a redução destes impactos. No contexto privado, o inventário de GEE é uma importante ferramenta de gestão ambiental e operacional, já que com este estudo é possível avaliar os pontos críticos da operação nas empresas.

No caso do Terminal Portuário do Pecém, o inventário de emissões de gases do efeito estufa é uma ferramenta que permite alcançar o conhecimento específico do perfil da instituição em relação à suas emissões de carbono. E de tal forma, o inventário pode auxiliar os técnicos e executivos para uma melhor tomada de decisão sobre as ações para reduzir suas emissões de GEE e, assim, mitigar os efeitos nas mudanças climáticas.

O ativo operacional objeto deste inventário é o Terminal Portuário do PECÉM, situado em São Gonçalo do Amarante – CE, para a realização de serviços de pesagem de containers, ovação e desovação de cargas, posicionamento e reposicionamento de container, remoção mudança de navio/destino.

O presente Inventário de GEE foi realizado considerando as seguintes condições do *GHG Protocol* e da ABNT NBR ISO 14064-1:2022:

- Ano do Inventário: 2024 - Período coberto de 01/01/2024 a 31/12/2024.
- Ano Base: 2024, segundo inventário completo.

- Metodologia: Programa Brasileiro GHG PROTOCOL.
- Normas: ABNT NBR ISO14064-1:2022 – Parte 1: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa.
- Materialidade: 5% (ISO 14064-1).
- Nível de Confiança pretendido: Limitado.
- Limite Organizacional: Terminal Portuário do PECÉM. O limite organizacional foi estabelecido seguindo a abordagem de controle operacional.
- Título e Descrição das atividades: serviços de pesagem de containers, ovação e desovação de cargas, vistoria de containers, posicionamento e reposicionamento de container, remoção mudança de navio/destino, carregamento de mercadoria por caminhão, transporte de container.
- GEE quantificados: Gases Regulados pelo Protocolo de Quioto: CO₂, CH₄, HFC 410 A e CO₂ Biogênico, e gases não Regulados pelo Protocolo de Quioto: R 22
- Fontes de GEE: Vide Tabela 2.¹

Tabela 2 – Fontes de Gases de Efeito Estufa incluídas. Fonte: Complexo do Pecém (2025).

Escopos	Categorias das fontes	Especificação das fontes
Escopo 1	Combustão Estacionária	Geradores a Diesel e Powerpack, Consumo de gás Natural da concessionária CEGÁS, e GLP das co- pas
Escopo 1	Combustão Móvel	Veículos movidos a Diesel e a gasolina
Escopo 1	Emissões Fugitivas	Recarga de ar-condicionado – R 410 A e extintores de CO ₂ .
Escopo 1	Efluentes líquidos	Tratamento de Efluentes do Prédio administrativo, prédio das secretarias e Bloco de Utilidades e Ser- viços
Escopo 2	Aquisição de energia elétrica	Consumo de energia elétrica (abordagem por loca- lização).
Escopo 3	Tratamento de Efluentes	Efluentes líquidos tratados na concessionária.
Escopo 3	Tratamento de Efluentes	Tratamento de resíduos aterrados e incinerados

¹ Foram contabilizados a destinação dos efluentes e de resíduos aterrados e incinerados das empresas para trata-
mento externo: VLI, Unilink, Tecer e APM, que realizam atividades terceirizadas na operação do Terminal Portuário do
Pecém. Foi solicitado que verificassem se as empresas já relatam os dados no inventário de gases afim de evitar a
dupla contagem.

Escopo 3 Atividades relacionadas com combustível e energia não inclusas nos Escopos 1 e 2 - Emissões Fugitivas	Consumo de diesel das terceiras (VLI, Unilink, Tecer e APM) Gases não Regulados pelo Protocolo de Quioto: R
	22

Importante alinhar, o que se sabe sobre mudanças climáticas:

“Mudança do clima” significa uma mudança de clima que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis (CQNUC, 1992)”.

E sobre os Gases do Efeito Estufa, ou (GEE):

“Constituintes gasosos da atmosfera, tanto naturais quanto antropogênicos, que absorvem e emitem radiação em comprimentos de onda específicos dentro do espectro de radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra, atmosfera e nuvens (ABNT, NBR ISO14641: 2022)”.

Conforme orientação do Programa GHG PROTOCOL, IPCC, e da ABNT NBR ISO 14064- 1:2022, o presente Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa 2024 do Terminal Portuário do PECÉM, contemplou os seguintes gases (Protocolo de Quioto):

- Dióxido de Carbono (CO₂);
- Metano (CH₄);
- Óxido Nitroso (N₂O);
- HFC (Hidroflourcarbonos)

3 ABORDAGEM TEÓRICA DO INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

A unidade para comparar a intensidade de radiação de um GEE é o dióxido de carbono equivalente. O dióxido de carbono equivalente é calculado utilizando-se a massa de um determinado GEE multiplicado pelo seu potencial de aquecimento global (GWP) (ABNT NBR ISO14064-1:2022). O IPCC convencionou que todos os inventários de GEE devem apresentar seus resultados em termos de toneladas de dióxido de carbono equivalente (t CO₂e).

O relatório entregue ao final desse estudo é chamado de Inventário de Gases do efeito estufa ou GEE. Contemplará a sua quantificação e estimativas das emissões de gases do efeito estufa por fontes de emissões em seus processos, aquisições e serviços. As fontes de emissões de GEE que compõe os inventários podem ser classificadas como fonte de emissão de GEE diretas e indiretas e são entendidas por alocação física em Escopos, Categorias e Fontes de GEE. Os inventários de GEE são regulados pela Norma ISO 14064- 1:2022 e expressos em termos de dióxido de carbono equivalente.

Segundo definido na norma ISO 14064-1 e no GHG Protocol as estimativas de emissões de GEE devem abordar os resultados das emissões através da divisão das fontes por categorias, escopos e sendo definidos especificações técnicas em 3 escopos:

- **Escopo 1** - Emissões diretas provenientes de processos de Combustão Estacionaria, Combustão Móvel, Processos Industriais, Emissões Fugitivas, Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos, Fugitivas, Agrícolas e Mudanças no uso do Solo.
- **Escopo 2** - Emissões indiretas calculadas pela compra ou consumo de energia elétrica. O Escopo 2 pode ser medido por duas formas de abordagens: Baseada na localização (location-based) que trata da aquisição de energia de um determinado sistema de geração e distribuição (grid). Os fatores de emissões serão inerentes a esse sistema. Baseada na escolha de compra (market-based) que trata da aquisição de energia de uma determinada fonte escolhida. Os fatores de emissões serão inerentes a cada fonte de geração específica a escolha da organização na compra ou aquisição de energia.
- **Escopo 3** - Emissões *Upstream*: emissões indiretas de GEE relacionadas a bens e serviços comprados ou adquiridos. E, Emissões *Downstream*: emissões indiretas de GEE relacionadas bens e serviços que não foram comprados ou adquiridos. As Emissões *Upstream* compreendem: (1) Bens e Serviços comprados; (2) Bens de capital; (3) Atividades relacionadas com combustível e energia não inclusas nos Escopos 1 e 2; (4) Transporte e distribuição (*upstream*), (5) Resíduos gerados nas operações; (6) Viagens a negócios, (7) Deslocamento de funcionários (casa-trabalho) (8) Bens arrendados (a organização como arrendatária). As emissões *Downstream* compreendem: (9) Transporte e distribuição

(downstream); (10) Processamento de produtos vendidos; (11) Uso de bens e serviços vendidos; (12) Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos; (13) Bens arrendados (a organização como arrendadora); (14) Emissões das operações de franquias; (15) Emissões das operações de investimentos (incluindo investimentos de capital, investimento de dívida e financiamento de projetos) no ano inventariado, não incluídas nos Escopos 1 e 2.

Ao final deste relatório, teremos os seguintes objetivos alcançados:

- Apresentar o inventário das suas emissões de GEE da organização referente as suas operações.
- Participar voluntariamente de Programas de controle climático;
- Divulgação interna e externa dos resultados operacionais, o acompanhamento e monitoramento dos resultados das suas emissões visando a melhoria contínua dos seus processos, a eficiência energética, e redução e mitigação das suas emissões de GEE.
- Relatórios anuais das emissões de GEE visando atender aos requisitos de sustentabilidade.
- Atender às legislações ambientais vigentes.

3.1 DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO – LIMITE ORGANIZACIONAL

Para a realização do inventário, o limite operacional estipulado foi o Terminal Portuário, situado no município de São Gonçalo do Amarante - CE, no endereço abaixo (Tabela 3):

Tabela 3 – Instalações do Terminal portuário do Pecém que fazem parte do inventário de GEE 2024.
Fonte: Complexo do Pecém (2025).

Instalação	Relação com a holding	Endereço da SEDE
Terminal Portuário do PECÉM	Unidade Operacional	Esplanada do Pecém,s/n , CEP: 62.674-906, São Gonçalo do Amarante/CE

3.2 ABORDAGEM DAS FONTES DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GEE

A abordagem escolhida para quantificação das emissões foi por Controle Operacional contemplando os Escopos 1 e 2, conforme descrito na Figura 2.

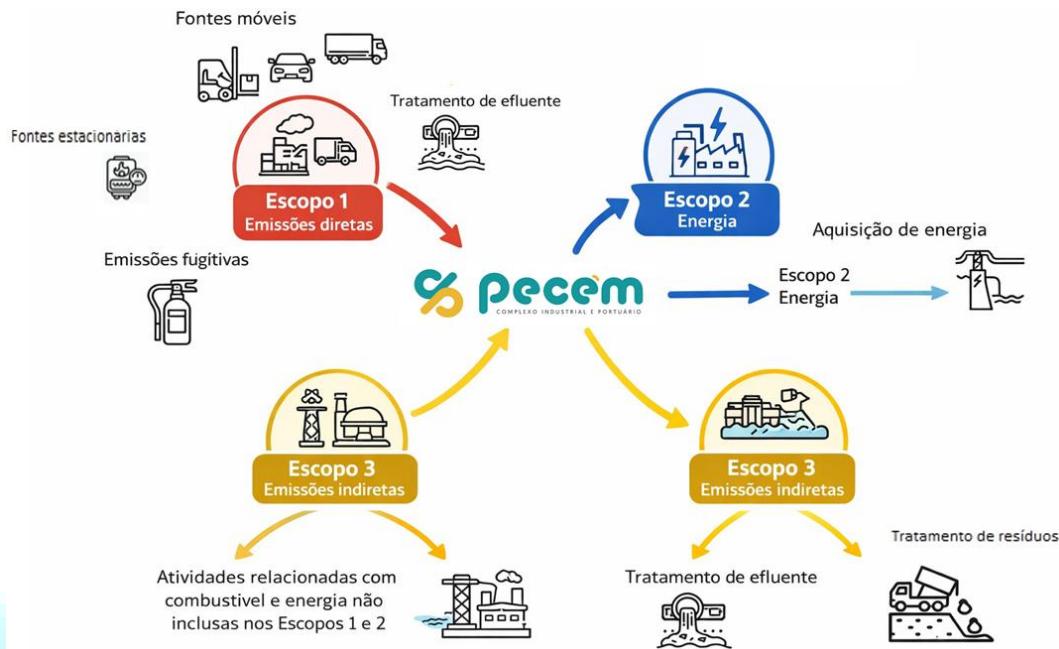


Figura 2 – Categorias relatadas pelo Terminal Portuário do Pecém. Fonte: Complexo do Pecém (2025).

4 METODOLOGIA

O memorial de cálculo está apresentado na Planilha anexo 01 - TERMINAL PORTUÁRIO PECÉM. - ferramenta_ghg_protocol_21out2025.

4.1 ABNT NBR ISO 14064-2022

A ISO 14064-1:2022, Parte 1: especifica os princípios e requisitos, a nível organizacional, para a quantificação e comunicação das emissões e remoções de GEE.

As outras partes desta norma abordam, por um lado, os projetos de GEE especificamente concebidos para reduzir as emissões de GEE ou para projetos especificamente concebidos para reduzir as emissões de GEE ou para aumentar as remoções de GEE (ISO 14064-2) e, por outro lado, à validação e verificação dos GEE declarados (ISO 14064-3).

4.2 QUINTO RELATÓRIO DO IPCC

O AR 5 IPCC: desenvolvido pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e reconhecido no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas da ONU, fornece os valores dos potenciais de aquecimento global (GWP) dos GEE.

4.3 2006 IPCC GUIDELINES FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES

Guia Metodológico que apresenta as metodologias setoriais para elaboração de inventários de GEE e de vários segmentos econômicos a nível e países.

4.4 GREENHOUSE GAS PROTOCOL CORPORATE STANDARD E PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL

O Programa Brasileiro GHG Protocol foi criado em 2008 e é responsável pela adaptação do método GHG Protocol ao contexto brasileiro e desenvolvimento de ferramentas de cálculo para estimativas de emissões de GEE. Foi desenvolvido pelo FGVces (Centro de Estudos em Sustentabilidade da FGV) e World Resources Institute (WRI), em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), World Business Council for Sustainable Development (WBSCD) e 27 Empresas Fundadoras.

O GHG Protocol (sigla originária do nome em inglês “Greenhouse Gas Protocol”) fornece uma ferramenta utilizada para entender, quantificar e gerenciar emissões de GEE, e é hoje o método mais usado mundialmente pelas empresas e governos para a realização de inventários de GEE. É também compatível com a norma ABNT NBR ISO

14.064 e com os métodos de quantificação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). A ABNT NBR ISO 14.064 e o GHG Protocol são baseados nos seguintes princípios de gestão:

- **Relevância**: Seleção das fontes de GEE, sumidouros de GEE, reservatórios de GEE, dados e metodologias apropriadas às necessidades do usuário pretendido.
- **Integralidade**: Inclusão de todas as emissões e remoções pertinentes de GEE.
- **Consistência**: Possibilidade de comparações significativas de informações relacionadas ao GEE.
- **Precisão**: Redução de assimetrias e incertezas até onde seja viável.
- **Transparência**: Divulgação de informações suficientes e apropriadas, relacionadas ao GEE para permitir ao usuário pretendido a tomada de decisões com razoável confiança.
- **Exatidão**: As tendências e incertezas são reduzidas até onde praticável, para assegurar que a quantificação das emissões e remoções de GEE não esteja distante dos valores reais e que os eventuais erros e incertezas na determinação de emissões e remoções sejam previamente conhecidos.

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

A metodologia de cálculo adotada para determinar as emissões de GEE utilizada para a elaboração deste Inventário de Emissões de GEE foi baseada no Protocolo de Gases de Efeito Estufa - GHG Protocol, e sua planilha de cálculos “PECEM_GHG_Protocol_v2023.0.3”, mediante Excel da Microsoft Office 365 para cálculos das emissões.

4.4.1 METODOLOGIA DAS ESTIMATIVAS DO ESCOPO 1

4.4.1.1 Combustão móvel

No cálculo de combustão móvel foram utilizados os fatores de emissões do óleo diesel. Segundo dados coletados no ano de 2024 foram consumidos 4.220.139,88 litros de diesel.

Tabela 4 – Fatores de emissões – combustão móvel. Fonte: Programa Brasileiro GHG Protocol (2024).

Fonte	Gases	Fatores de emissão	Referência
	CO ₂	2,631	

Óleo Diesel (fração fóssil) (kg GEE/L)	CH ₄	$3,35 \times 10^{-4}$	GHG PROTOCOL BRASIL. Ferramenta de Cálculo- Versão 2023
	N ₂ O	$2,01 \times 10^{-5}$	BEM 2023 Balanço Energético Nacional MCTIC 2016
Óleo Diesel (fração biogênica; kg GEE/L)	CO ₂	2,46	GHG PROTOCOL BRASIL. Ferramenta de Cálculo- Versão 2022
	CH ₄	$1,00 \times 10^{-4}$	BEM 2023 Balanço Energético Nacional.
	N ₂ O	$1,40 \times 10^{-5}$	

4.4.2 METODOLOGIA DAS ESTIMATIVAS DO ESCOPO 2

No Brasil, a compra de energia elétrica de terceiros refere-se à compra de energia através do Sistema Interligado Nacional - SIN. O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) publica em seu site oficial fatores de emissão médios mensais de CO₂ da geração de energia elétrica no SIN para serem utilizados em inventários corporativos. Desta forma, o cálculo da emissão de CO₂, segue a equação abaixo:

Onde:

- ECO2 = Emissão de CO₂ (Mg/t);
- f CO2 – SIN = Fator de emissão de CO₂ do SIN dados pelo MCT (Mg/MWh);
- EE = Energia Elétrica adquirida do SIN (MWh/t).
- Nota: O SIN não considera metano e óxido nitroso em seu fator de emissão.

A Tabela 5 a seguir abaixo apresenta os fatores mensais de emissão de CO₂ por MWh de energia elétrica comprada no Sistema Interligado Nacional em 2024 e os fatores de emissões dos meses de 2024 fornecidos pelo SIN / MCT.

Tabela 5 – Total das Emissões no Escopo 2, segundo abordagem por consumo de energia elétrica.
Fonte: MTCI, 2024.

Parâmetros	Fator de emissão	
	Mês ano 2024	tCO2/MWh
Janeiro		0.0292
Fevereiro		0.0238
Março		0.0296
Abril		0.0340
Maio		0.0528
Junho		0.0495

Julho	0.0419
Agosto	0.0343
Setembro	0.0387
Outubro	0.0529
Novembro	0.0459
Dezembro	0.0292
Média anual	0.0238

4.5 POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL (GWP)

Os resultados das emissões de cada fonte contabilizadas conforme os métodos descritos nos tópicos anteriores são convertidos em termos de CO₂e. Segundo orientações do IPCC as emissões de GEE são calculadas com base em fatores de emissões específicos para cada tipo de gás emitido em dada atividade e seus respectivos potenciais de aquecimento global (GWP) (IPCC, 2006).

A Tabela 6 a seguir apresenta os GWP, estimados para um horizonte de 100 anos, de cada um dos gases contabilizados neste inventário.

Tabela 6 – Gases potenciais de aquecimento global (GWP). Fonte: IPCC AR 5 (2019).

Gases	Tipo	GWP (100 anos)
Dióxido de Carbono (CO ₂)	-	1
Metano (CH ₄)	-	28
Óxido Nitroso (N ₂ O)	-	298
HFC 410A	HFC	2088
HFC 407C	HFC	1774
HCFC 22 (R-22)	HCFC	1810
CFC-12	CFC	10.200
HC-600a	HC	0,06
HC-290	HC	3

4.6 ANÁLISE DE INCERTEZAS

A ABNT NBR ISO 14.064:2022 define incerteza como o parâmetro associado com o resultado da quantificação que caracteriza a dispersão dos valores que possam ser

razoavelmente atribuídos ao valor quantificado. A análise de incertezas é um procedimento sistemático e quantitativo detalhado estatisticamente para averiguar e quantificar as incertezas relacionadas às emissões de GEE. As informações sobre incerteza tipicamente especificam estimativas quantitativas da dispersão provável de valores e uma descrição qualitativa das prováveis causas da dispersão.

Nesse sentido, as incertezas de um inventário estão associadas tanto aos próprios modelos matemáticos e fatores de emissão utilizados na estimativa de emissões, quanto aos valores de dados de entrada utilizados nestas estimativas. Logo, a estimativa da incerteza na elaboração de um inventário de emissões de gases de efeito estufa é uma parte essencial para quantificar as emissões de uma atividade. A determinação da incerteza pretende auxiliar na otimização dos recursos na busca pela melhora nos níveis de acurácia da estimativa das emissões de GEE.

Desse modo, a análise de incertezas deve ser feita na obtenção dos fatores de emissão, dados de atividade e outros parâmetros necessários para a estimativa das emissões. A determinação da incerteza é realizada individualmente (fatores de emissão, dados de atividade, fatores de conversão e o método de cálculo); ou soma de todas as incertezas individuais que resultam na incerteza inherente que é a natureza inexata da medição e do cálculo de emissões de GEE. Para quantificar as incertezas e sua consequente propagação, são necessárias estimativas das quantidades utilizadas bem como alguma medida de erro/incerteza dessas medidas. O GHP Protocol possui um guia e ferramenta para auxiliar nas estimativas das incertezas, que classifica os níveis de incertezas da seguinte forma:

Tabela 7 – Classificação das incertezas das fontes de emissões de GEE. Fonte: Programa Brasileiro GHG Protocol (2024).

Precisão	Variação da média
Alta	+/- 05%
Boa	+/- 15%
Regular	+/- 30%
Baixa	> 30%

Devido à falta de medidas precisas para os erros dos valores das fontes de emissões, optou-se por indicar uma análise qualitativa de incertezas. Pela metodologia utilizada, considerando as condições mais prováveis de serem encontradas nas empresas, é possível enquadrar as fontes de emissões deste Inventário como apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Análise das incertezas das fontes de emissões de GEE. Fonte: Programa Brasileiro GHG Protocol (2024) e Complexo do Pecém (2025).

Escopo	Tipo de fonte	Acurácia	Análise
1	Combustão móvel	Alta	Medições realizadas a partir dos dados de compras dos combustíveis, consolidados pelo consumo de cada unidade.

1	Combustão estacionária	Alta	Medições realizadas a partir dos dados de compras dos combustíveis, consolidados pelo consumo de cada unidade.
1	Emissões Fugitivas	Alta	Medições realizadas com base em dados secundários.
2	Energia	Alta	Dados primários de faturas de consumo de energia elétrica obtidos com a concessionária de energia local.
3	Resíduos Gerados nas operações	Alta	Medições realizadas a partir dos manifestos de resíduos enviados para aterro sanitário.
3	Deslocamento de funcionários (casa-trabalho)	Alta	Medições realizadas a partir dos dados de compras dos combustíveis, consolidados pelo consumo de cada tipo de veículo.

A incerteza ponderada do Terminal Portuário Pecém para o Inventário de 2024, segundo os parâmetros da Ferramenta GHG Uncertainty, foi de **4.1%**, sendo esse resultado considerado de **ALTA** confiabilidade.

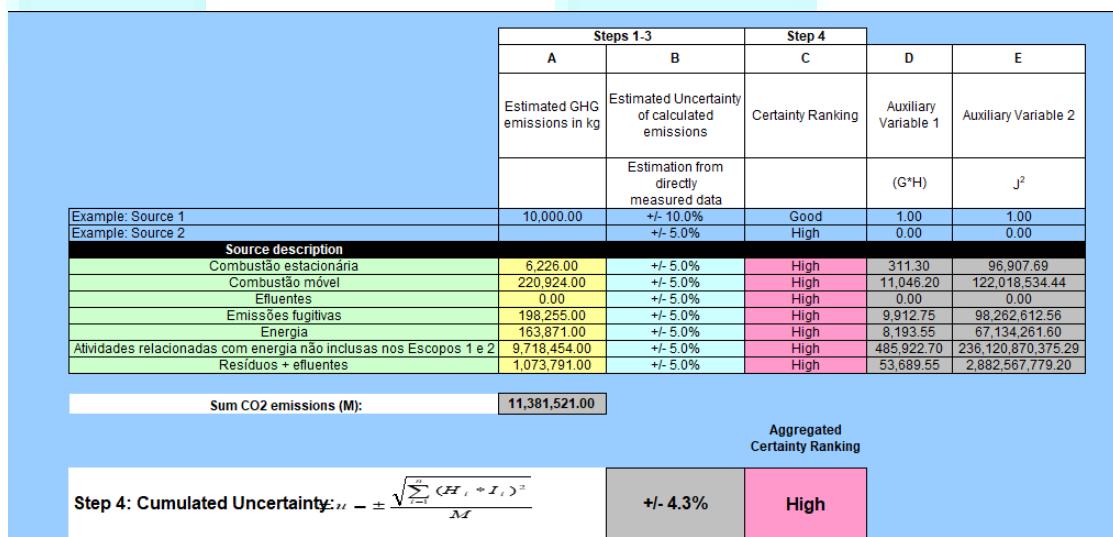


Figura 3 – Resultado da análise de incerteza para as categorias relatadas. Fonte: GHG Protocol uncertainty (2003).

4.7 EXCLUSÕES

Não houve exclusões de fontes para as categorias do Escopo 1 e 2. A categoria do Escopo 3 é opcional, portanto, não consta como exclusão.

5 RESULTADOS GERAIS

Nesta seção é apresentado o resumo das estimativas das emissões de GEE referentes à operação do Terminal Portuário Pecém, para o período de 01 janeiro a 31 de dezembro de 2024, segundo uma abordagem de controle operacional. O resultado total da quantificação das emissões de GEE considerando apenas os gases regulados pelo Protocolo de Quioto.

O total das emissões de GEE apresentados por escopo são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Total das Emissões segundo abordagem de controle operacional (gases controlados pelo Protocolo de Quioto).

GEE	Emissão de GEE em Toneladas de CO ₂ equivalente (tCO ₂ e)				
	Escopo 1	Escopo 2 (Abordagem Localização)	Escopo 2 (Escolha de compra) * Emissões não contabilizadas.	Escopo 03	Total
CO ₂	220,924	163,871	89,491*	9.718,454	10.103,249
CH ₄	1,456			934,136	935,592
N ₂ O	4,770			139,665	144,435
HFC	198,255				198,255
PFC					
NF ₃					
TOTAL	425,405	163,871	89,491	10.792,245	11.381,52
CO ₂ Biogênico	40,018			1.182,878	1.222,896

O Gráfico 1 a seguir apresenta os valores referentes aos escopos 1, 2 e 3, com as suas respectivas categorias relatadas pela empresa, para o ano de 2024.

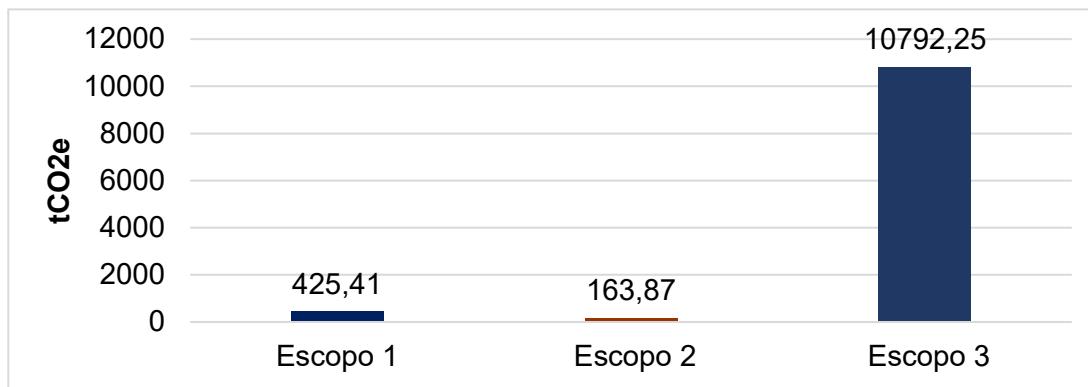


Gráfico 1 - Valores totais referentes aos escopos 1, 2 e 3 em toneladas métricas de CO₂ equivalente (tCO₂e) no TPP no ano de 2024. Fonte: Complexo do Pecém (2025).

O Gráfico 2 apresenta os dados relativos a todas as categorias reportadas no ano de 2023. Os dados relacionados a cada escopo serão tratados nos capítulos 2.1, 2.2 e 2.3.

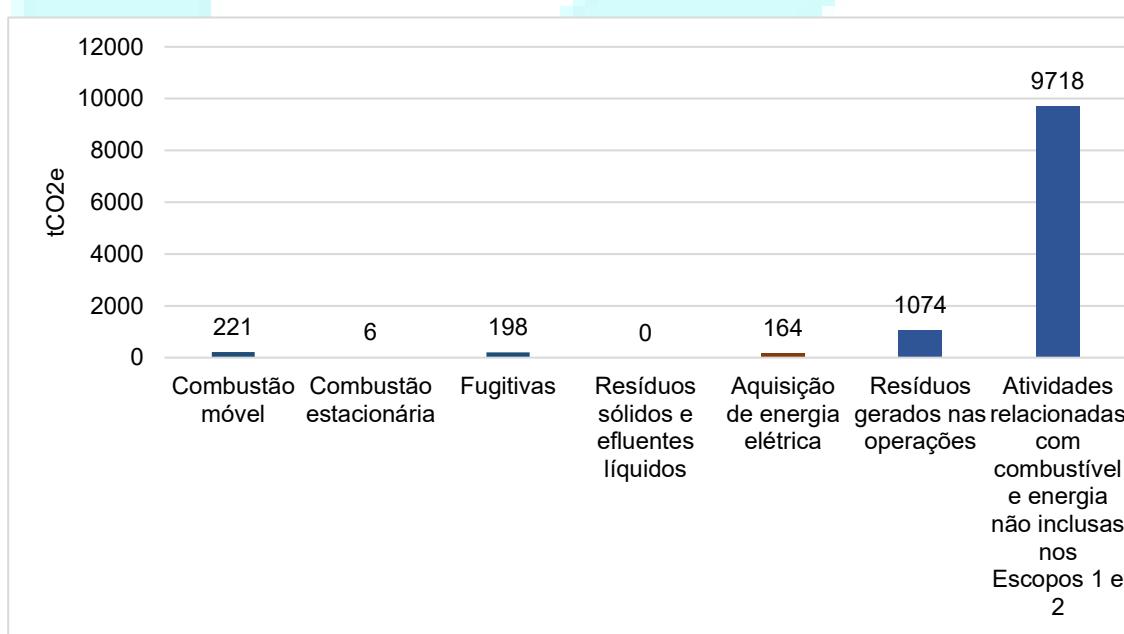


Gráfico 2 - Total das emissões Escopo 1, 2 e 3 com as respectivas categorias no TPP no ano de 2024. Fonte: Complexo do Pecém (2025).

De acordo com o gráfico, verifica-se que a maior contribuição está relacionada com o consumo de diesel das empresas VLI, Unilink, Tecer e APM, seguidos do tratamento externo de resíduos incinerados e aterrados e do tratamento de efluentes líquidos de ambas as empresas. Ressalta-se que houve a contabilização da destinação dos resíduos das empresas que realizam a operação do Terminal Portuário (VLI, Unilink, Tecer e APM).

A categoria que apresenta a terceira maior contribuição é a de aquisição de energia elétrica, pois a demanda por energia é intensa devido a quantidade de equipamentos movidos a energia elétrica.

A categoria relacionada ao consumo de combustível para a movimentação da frota veiculares (leves e pesados), não possui relevância, seguido da realização de recarga de equipamentos que utiliza gases refrigerantes para a manutenção da temperatura, como camaras frias e ar condicionado de escritórios, pois os valores são baixos.

A categoria combustão estacionária possui pouca relevância, onde apresenta o consumo de combustíveis para alimentação dos geradores a diesel e Powerpack, Consumo de gás Natural da concessionária CEGÁS e GLP das copas.

O Gráfico 3 apresenta os dados percentuais referente a 2024 de todas as categorias relatadas. Verifica-se que a emissões relacionados ao consumo de combustíveis (diesel) das empresas APM, Unilink, Tecer e VLI (Escopo 03), são responsáveis por 85,39%, seguidos dos resíduos gerados nas operações (Escopo 03), é responsável por 9,43% das emissões totais, seguida pela combustão móvel (Escopo 01), representando 1,94% das emissões totais.

As emissões fugitivas (Escopo 01) são a terceira categoria com o maior impacto, sendo responsável por 1,74% do total das emissões, seguido pela aquisição de energia elétrica (Escopo 02), sendo responsável 1,44% do valor total das emissões.

As categorias menos relevantes são as: combustão estacionárias, responsável por 0,05% das emissões totais, seguidos pelo tratamento de efluentes líquidos relacionados com o Tratamento de Efluentes do Prédio administrativo, prédio das secretarias e Bloco de Utilidades e Serviços, que são responsáveis por 0% das emissões totais.

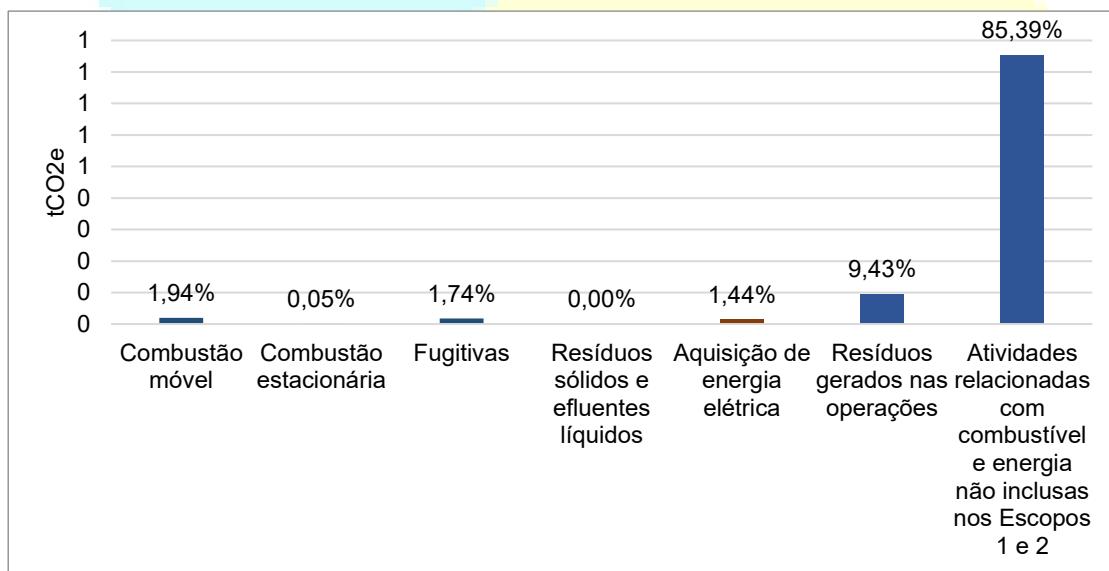


Gráfico 3 - Valores percentuais por categorias e escopo (ton CO₂e) no TPP no ano de 2024. Fonte: Complexo do Pecém (2025).

O Gráfico 4 a seguir apresenta a contribuição geral de cada Escopo para o total das emissões de gases de efeito estufa, expressos em tCO₂e no ano de 2024. Dessa forma, é possível identificar que as fontes de emissões de GEE em 2024 se concentraram majoritariamente no Escopo 3 correspondendo a 94,82%, e enquanto no Escopo 2 com 1,44% e o Escopo 1 correspondendo com 3,74% das emissões totais.

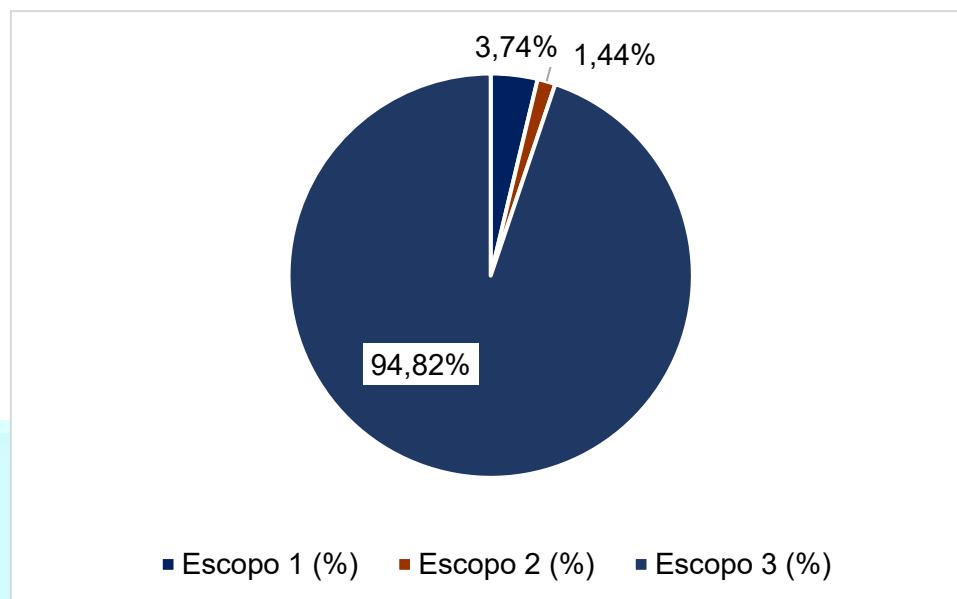


Gráfico 4 - Valores percentuais totais por categorias e escopo (ton CO2e) no TPP no ano de 2024. Fonte: Complexo do Pecém (2025).

5.1 RESULTADOS DO ESCOPO 1

As emissões de GEE do Escopo 1 são aquelas provenientes das fontes diretas, ou seja, relativas às atividades desenvolvidas que estejam sob o controle operacional da organização. Enquadram-se neste grupo para o Terminal Portuário do Pecém:

- **Fontes móveis** (combustão móvel: frotas de veículos diesel e gasolina).
- **Fontes estacionária** (Geradores e Powerpack, copas e sericos : consumo de óleo diesel, gás Natural e GLP)
- **Emissões Fugitivas:** (Recarga de ar-condicionado e extintores de incêndio).
- **Efluentes líquidos:** (Tratamento de Efluentes do Prédio administrativo, prédio das secretarias e Bloco de Utilidades e Serviços)

As emissões e remoções totais de GEE do Escopo 1 estão descritas na Tabela 10 a seguir:

Tabela 10 – Total das Emissões segundo abordagem de controle operacional (gases controlados pelo Protocolo de Quioto).

Emissão de GEE do Escopo 1 em Toneladas de CO2 equivalente (tCO2e)

Gases	Combustão móvel	Combustão estacionária	Emissões fugitivas	Resíduos (sólidos e efluentes)	Total do Escopo 1
Emissões CO2 (t)	203,18	17,30	0,44		220,92
Emissões CH4 (t)	0,05	0			0,05
Emissões N2O (t)	0,02				0,02
Emissões HFC (t)			0,10		0,10
Emissões PFC (t)					
Emissões PFC-14 (t)					
Emissões SF6 (t)					
Emissões NF3 (t)					
Emissões CO2e (t)	209,347	17,359	198,699		425,405
Emissões CO2 biogênico (t)	0,794	39,225	0		40,019

As emissões biogênicas são referentes à queima de combustíveis renováveis e considerados como parte do ciclo natural destes componentes. Assim, estas emissões resultantes da combustão de biomassa devem ser tratadas de forma diferente daquelas provenientes de combustíveis fósseis.

O CO2 é liberado na combustão de biomassa é igual ao CO2 retirado da atmosfera durante o processo de fotossíntese e, dessa forma, é possível considerá-lo “carbono neutro”. As emissões de CO2 biogênico foram calculadas com base no consumo de biocombustíveis, sendo o resultado no Escopo 1 de 40,018 e no Escopo 3 de 1.182,878 em 2024 (Tabela 11).

Tabela 11 – Emissões biogênicas por categorias. Fonte: Complexo do Pecém (2025).

Gás	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Emissões totais tCO2 biogênico
CO2 biogênico	40,018	0	1.182,878	1.222,896

5.2 RESULTADOS DO ESCOPO 2

As emissões de GEE em Escopo 2 são aquelas geradas pela organização de forma indireta. O total de energia elétrica consumida por unidade em 2024 foi de: 22.376,203 MWh. As emissões totais do Escopo 2 considerando abordagem por localização foram de 163,87 tCO2e e por escolha de compra 89,491 tCO2e evitadas, na quantificação foi usado o fator de emissão do GRID nacional.

5.3 RESULTADOS DO ESCOPO 3

As emissões de GEE em Escopo 3 são aquelas geradas pela organização de forma indireta, ou seja, relativas às atividades desenvolvidas que estejam sem o controle operacional da organização. Enquadram-se neste grupo para o Terminal Portuário do Pecém.

Tabela 12 – Total das Emissões no Escopo 3, segundo abordagem de controle operacional (gases controlados pelo Protocolo de Quioto).

Emissão de GEE do Escopo 1 em Toneladas de CO2 equivalente (tCO2e)			
Gases	Resíduos e efluentes	Atividades relacionadas com combustível e energia não inclusas nos escopos 1 e 2	Total do Escopo 3
Emissões CO2 (t)		9.718,45	9.718,45
Emissões CH4 (t)	32,68	0,68	33,36
Emissões N2O (t)		0,53	0,53
Emissões HFC (t)			
Emissões PFC (t)			
Emissões PFC-14 (t)			
Emissões SF6 (t)			
Emissões NF3 (t)			
Emissões CO2e (t)	915,12	9.877,12	10.792,25
Emissões CO2 biogênico (t)		1.182,88	1.182,88

6 PLANO DE AÇÃO PARA MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES

Levando em consideração o perfil de emissões do Terminal Portuário do Pecém, representado 94,82% por emissões do escopo 3 (emissões indiretas), sendo representadas por tratamento de resíduos aterrados e incineração e tratamento de efluentes, isto é, tratamento realizados fora do limite da empresa.

O principal desafio é que seja implementado um programa de produção mais limpa (P+L), que busca na fonte a não geração.

Seguindo as emissões do escopo 3, temos as emissões do escopo 1 (emissões indiretas), que representam 3,74% das emissões totais e caracterizam-se principalmente pelo uso contínuo de combustíveis e gases no Terminal Portuário do Pecém.

Por fim, as emissões aquisição de energia elétrica por abordagem localizada são relacionadas ao escopo 2 que encerram o total de 1,44% das emissões totais no TPP.

6.1 EMISSÕES DO ESCOPO 1

Tabela 13 – Resumo das fontes de emissões do Escopo 1 relatadas e porcentagens em comparação ao total. Fonte: Complexo do Pecém (2025).

Fontes de emissão	Descrição	Porcentagem
Combustão móvel	Consumo de combustíveis de veículos.	1,94%
Emissões fugitivas	Equipamentos de ar-condicionado Extintores de incêndio de CO ₂	1,74%
Combustão estacionária	Consumo de combustíveis (GLP, GN e diesel)	0,05%
Efluentes líquidos	Tratamento de efluentes do prédio administrativo	0%

6.1.1 COMBUSTÃO MÓVEL – VEÍCULOS LEVES

Em relação a combustão móvel, que representa 1,94% do total das emissões do Escopo 1 no TPP, podemos apresentar as seguintes opções para a mitigação em relação a frota de veículos leves:

- Dar preferência ao abastecimento dos veículos leves por etanol, em detrimento da gasolina;
- Manter as revisões em dia dos veículos.

6.1.2 EMISSÕES FUGITIVAS

Para as emissões fugitivas, que representam 1,74% do escopo 1 no TPP, entende-se que as ações são limitadas, uma vez que é necessária recarga anual dos extintores e utilização de ar-condicionado nos escritórios.

- Em relação a recarga dos extintores, já existem empresas que recuperam o CO₂, não emitindo o mesmo para a atmosfera, no momento da recarga, sendo uma opção mais sustentável;
- Quanto a recarga de ar-condicionado, essa é realizada utilizando o gás 410A, sugere-se a substituição por gás de menor GWP (Potencial de aquecimento global, do inglês, Global Warming Factor), como R-32.

6.2 EMISSÕES DO ESCOPO 2

No ano de 2024, as emissões de escopo 2 por abordagem de localização representaram 1,44% do total das emissões do Terminal Portuário do Pecém. Não obstante, uma grande quantidade de energia sem emissões de GEE foram evitadas na abordagem por escolha de compra nesse ano.

6.3 EMISSÕES DO ESCOPO 3

As emissões do escopo 3, são as mais representativas, sendo responsável por 94,82% das emissões totais de todas as categorias somadas. O fato de ser uma emissão indireta, isto é, a empresa não possui controle, dificulta ações a curto prazo, principalmente pois as emissões são relacionadas a tratamento de resíduos para aterro e para incineração e efluentes tratados em sistemas fora do Terminal Portuário do Pecém.

Como ações que visam diminuir a contribuição da categoria em específica, podem ser adotadas:

- Treinamento sobre Gestão de resíduos para a força de trabalho, no intuito de evitarem a geração dos resíduos e efluentes;
- Implantação da metodologia de Produção mais Limpa (P+L), que visa eliminar ou reduzir a geração de resíduos no processo produtivo, um avanço em relação à gestão sustentável anterior. A gestão sustentável, atualmente, é uma das principais preocupações das empresas. A Produção mais Limpa P+L foi criada pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Seu principal objetivo é facilitar a redução da geração de resíduos, bem como da periculosidade desses materiais e das emissões da fonte.

Para isso, a Produção Mais Limpa também visa a otimização do uso dos recursos, matérias-primas e insumos, como a água e a energia, promovendo ações mais sustentáveis e econômicas para a empresa.

A implementação da Produção Mais Limpa deve ser realizada através da execução de cinco fases fundamentais:

- Planejamento e organização: é definida uma equipe para ficar responsável por definir os objetivos, soluções e implementar a estratégia;
- Pré-avaliação: a equipe constrói um fluxograma contendo todos os processos da empresa, em busca de quais etapas serão o foco da estratégia;
- Avaliação: com base no fluxograma construído, são determinadas quais oportunidades serão aproveitadas pelo P+L;
- Estudo de viabilidade: a equipe irá analisar quais soluções podem ser aplicadas ao contexto atual da empresa;
- Implementação: após realizar os estudos e análises necessárias, os métodos encontrados são realmente implementados.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os princípios básicos do inventário de emissões de GEE a relevância foi garantida, uma vez que os resultados refletiram de forma apropriada as emissões de GEE. Em relação à consistência, o inventário utilizou a metodologia do Programa Brasileiro GHG Protocol, a qual é considera consistente tecnicamente, já que permite comparações equalizadas das emissões de GEE ao longo do tempo.

No quesito de transparência, o inventário abordou todos os fatos e atividades mais relevantes declarando as hipóteses apropriadas para a metodologia de cálculo utilizada, especialmente no que se refere à escolha do fator de emissão do gás natural consumido nos Powerships. Por fim, o inventário consegue uma garantia que a quantificação das emissões de GEE apresentam precisão, uma vez que as incertezas se apresentam reduzidas.

Frente ao exposto, é possível determinar que o inventário de emissões e remoções de GEE do Terminal Portuário Pecém. cumpriu com os objetivos e princípios e atende o preconizado para este tipo de estudo.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR ISO 14064-1:2022: – Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa.1 ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022. 20 p.

GHG BRASIL. Nota Técnica. Diretrizes para a contabilização de emissões de Escopo 2 em inventários organizacionais de gases de efeito estufa no âmbito do Programa Brasileiro GHG Protocol. Versão 4.0GRI,

IPCC. Revised 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Reporting Instructions. 2006 (2019). [s.l.: s.n.]. Disponível em < <http://www.ipcc.ch/>>.

Fundação Getulio Vargas: ferramenta_ghg_protocol_v2024.0.2

MRS ESTUDOS AMBIENTAIS - Relatório dos Programas e Planos Ambientais do PBA Integrado Executados No Terminal Portuário do Pecém, 2024.

CARBONO ZERO – PRODUÇÃO MAIS LIMPA – disponível no site: <https://carbono-zero.eco/producao-mais-limpa-p-l/>.