



PEGADA DE CARBONO DA MUSAMI

Quantificação de emissões
e remoções de GEE 2024



SUMÁRIO DO RELATÓRIO DE GEE

ÂMBITO E OBJETIVOS: Este relatório apresenta a Pegada de Carbono (PdC) da **MUSAMI – Operações Municipais do Ambiente, E.I.M., S.A.**, para o período de referência de janeiro a dezembro de 2024, e tem como objetivo facilitar a comunicação e verificação do inventário de Gases com Efeito de Estufa (GEE), tanto internamente como externamente, tendo sido preparado de acordo com a parte 1 da ISO 14064.

ANO DE REFERÊNCIA: janeiro a dezembro de 2024

ANO-BASE: janeiro a dezembro de 2019

DATA DO RELATÓRIO DE GEE: 5 de novembro de 2025

DECLARAÇÃO:

Este relatório de GEE foi preparado seguindo as orientações da parte 1 da norma ISO 14064.
Este relatório **não foi alvo de verificação independente**.

PESSOA RESPONSÁVEL PELO RELATÓRIO DE GEE E CONTACTO:

Carolina Arruda Teves / Diretora de Ambiente e Recursos Humanos
carolina.a.teves@musami.pt

A ELABORAÇÃO DESTA COMUNICAÇÃO DE GEE TEVE A COLABORAÇÃO DA EQUIPA TÉCNICA DA BDO ENVIESTUDOS, S.A., CONSTITUÍDA POR:

Vitor Simões
Inês Garrau
Karen Felix

www.bdo.pt
Av. 25 de Abril, 43-A, 2º Dto
bdo.enviestudos@bdo.pt





ÍNDICE

1. OBJETIVOS DO CÁLCULO DA PEGADA DE CARBONO	7
1.1. Contexto	7
1.2. Relatório de GEE	7
1.3. Objetivo	8
1.4. Frequência e planeamento do relatório de GEE	8
1.5. Política de disponibilidade e métodos de disseminação	9
1.6. Metodologia geral	9
1.7. Breve descrição da MUSAMI e das suas Instalações	11
2. FRONTEIRAS ORGANIZACIONAIS E OPERACIONAIS DA MUSAMI	21
3. FRONTEIRAS ORGANIZACIONAIS E OPERACIONAIS DO RELATÓRIO	23
3.1. Exclusões	26
4. INVENTÁRIO E QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GEE	29
4.1. Introdução/enquadramento	29
4.2. Princípios de cálculo e de reporte	29
4.3. Ano-base e período de referência	29
4.4. Identificação e dados disponíveis para o cálculo das emissões de gee	30
4.5. Metodologia de cálculo e fatores de emissão utilizados	30
4.6. Quantificação das emissões e remoções de gee por categoria e fonte de emissão	36
4.7. Emissões e remoções de gee por categoria/âmbito	53
4.8. Análise de risco da medição da pegada de carbono e medidas para redução dos riscos associados ao processo	54
5. INICIATIVAS DE REDUÇÃO DE GEE E ACOMPANHAMENTO DO DESEMPENHO	59
5.1. Tendências, medidas de redução e objetivos	59
6. FORA DOS ÂMBITOS - EMISSÕES EVITADAS DE GEE	64
7. BOAS PRÁTICAS ASSOCIADAS À MEDIÇÃO DA PEGADA DE CARBONO E VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS	70
8. CONCLUSÕES	77



ABREVIATURAS E DEFINIÇÕES

Abreviaturas

- › **GEE** – Gases com Efeito de Estufa
- › **GHG** – *Greenhouse Gases*
- › **PAG** – Potencial de Aquecimento Global

Definições

- › **Ano-base** – Período histórico especificado com a finalidade de comparar emissões ou remoções de GEE ou a outra informação relacionada ao longo do tempo com GEE.
- › **Cliente** – Organização ou pessoa que solicita a verificação ou validação.
- › **CO₂ e (Dióxido de Carbono equivalente)** – medida internacional que tem como finalidade estabelecer a equivalência entre todos os gases com efeito de estufa (GEE) e o dióxido de carbono (CO₂).
- › **Declaração de gases com efeito de estufa:** Declaração ou relato objetivo e factual efetuado pela parte responsável.
- › **Dados de atividade de GEE** – medida quantitativa da atividade que resulta numa emissão ou numa remoção de GEE.
- › **Emissão de gases com efeito de estufa** – Massa total de um GEE emitido para a atmosfera durante um período de tempo definido.
- › **Emissão direta de gases com efeito de estufa** – Emissão de GEE de fontes de gases com efeito de estufa da organização ou controlados pela organização.
- › **Emissão indireta de GEE de origem energética** – emissão de GEE como consequência das operações e atividades de uma organização, mas cujas fontes de emissão de GEE não pertencem, ou não são controladas pela organização, tais como a produção de energia elétrica importada, calor ou vapor consumido pela organização.
- › **Emissão indireta significativa de GEE** – emissões de GEE quantificadas e relatadas pela organização em conformidade com os critérios de significância definidos pela mesma.
- › **Fator de Emissão de GEE** – coeficiente que relaciona dados da atividade com as emissões de GEE.
- › **Fator de Remoção de GEE** – coeficiente que relaciona dados da atividade com as remoções de GEE.
- › **Fontes de GEE** – Unidade física ou processo que emite um GEE para a atmosfera.
- › **Fronteira do relatório** – agrupamento de emissões de GEE ou remoções relatadas dentro do limite organizacional, bem como as emissões indiretas significativas que são uma consequência das operações e atividades da organização.
- › **Fronteira organizacional** – conjunto de atividades ou instalações nas quais uma organização exerce controlo operacional ou financeiro, ou possui participação acionária.
- › **Gases com Efeito de Estufa (GEE)** – constituinte gasoso da atmosfera, de origem natural e antropogénica, que absorve e emite a radiação em comprimentos de onda específicos dentro do espectro da radiação infravermelha reemitido pela superfície terrestre, atmosfera, e pelas nuvens.
- › **Incerteza** – parâmetro associado com o resultado da quantificação que caracteriza a dispersão dos valores que poderão razoavelmente ser atribuídos a um valor quantificado.
- › **Instalação** – instalação, conjunto de instalações ou processos de produção (fixos ou móveis), que podem ser definidos dentro de um único limite geográfico, unidade organizacional ou processo de produção.
- › **Inventário de gases com efeito de estufa** – fontes de gases com efeito de estufa, sumidouros de gases com efeito de estufa, e emissões e remoções de GEE de uma organização.
- › **Materialidade:** Conceito de que erros individuais ou agregados, omissões e informação falseada podem afetar a declaração de gases com efeito de estufa e podem influenciar as decisões dos utilizadores finais
- › **Monitorização** – período histórico específico identificado para fins de comparação das emissões e/ou remoções de GEE ou outras informações relacionadas ao longo do tempo.





- › **Nível de confiança** – grau de confiança com que o utilizador final requer numa validação ou verificação.
- › **Organização** – indivíduo, ou grupo de indivíduos que tem funções próprias com responsabilidade e autoridade para atingir os seus objetivos.
- › **Parte responsável** – pessoa ou pessoas responsáveis pelo fornecimento da declaração de GEE e as informações de suporte de GEE.
- › **Potencial de Aquecimento Global (PAG)** – índice de como uma determinada quantidade de GEE contribui para o aquecimento global.
- › **Relatório de GEE** – documento autónomo para comunicar ao seu utilizador final, a informação referente a uma organização ou projeto relacionado com GEE.
- › **Remoção de GEE** – Massa total de um GEE removido da atmosfera durante um período de tempo definido por parte de um sumidouro.
- › **Remoção direta de GEE** – remoção de GEE de sumidouros da organização ou controlados pela organização.
- › **Reservatório de GEE** – unidade ou componente física da biosfera, da geosfera ou da hidrosfera com capacidade para armazenar ou acumular um GEE removido da atmosfera por um sumidouro de gases com efeito de estufa ou um GEE capturado de uma fonte de gases com efeito de estufa.
- › **Sumidouro de GEE** – Unidade física ou processo que remove um GEE para a atmosfera.
- › **Utilização pretendida do inventário de GEE** – objetivo principal definido pela organização ou programa, para quantificar as suas emissões e remoções de GEE, consistentes com as necessidades pretendidas.
- › **Validação** – processo para avaliar a razoabilidade das premissas, limitações e métodos que suportam uma declaração sobre o resultado de atividades futuras.
- › **Verificação** – processo para avaliar uma declaração de dados históricos e informações.

DOCUMENTOS E FONTES DE INFORMAÇÃO MAIS RELEVANTES DE SUPORTE AO TRABALHO REALIZADO

- › ISO 14064-1:2018. Especificações com linhas de orientação ao nível da organização para a quantificação comunicação de emissão e remoção de gases com efeito de estufa.
- › ISO 14064-3:2019: Especificações com linhas de orientação ao nível da validação e verificação de declarações de gases com efeito de estufa.
- › GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard. Disponível em <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>
- › IPCC, 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Disponível em <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- › 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Disponível em <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>
- › DEFRA, 2024. Government conversion factors for company reporting of greenhouse gas emissions. Greenhouse gas reporting: conversion factors 2024. Disponível em [Greenhouse gas reporting: conversion factors 2024 - GOV.UK](https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2024)
- › Agência Portuguesa do Ambiente (APA), 2024. NATIONAL INVENTORY REPORT 2024 PORTUGAL. Disponível em https://apambiente.pt/sites/default/files/_Clima/Inventarios/20240520/NIR2024_15May.pdf

OBJETIVOS DO CÁLCULO DA PEGADA DE CARBONO





1. OBJETIVOS DO CÁLCULO DA PEGADA DE CARBONO

1.1. Contexto

As alterações climáticas são identificadas como um dos maiores desafios que países, governos, empresas e cidadãos têm de enfrentar no presente e nas décadas futuras. As alterações climáticas têm implicações para os sistemas humanos e naturais e podem levar a mudanças significativas no uso de recursos, produção e atividade económica.

Em resposta estão a ser desenvolvidas e implementadas iniciativas de âmbito internacional, nacional, regional e local para limitar a concentração de Gases com Efeito de Estufa (GEE) na atmosfera do planeta Terra. Estas iniciativas de GEE dependem da quantificação, monitorização, comunicação e verificação de emissões e remoções de GEE, que podem seguir a estrutura da ISO 14064-1, que especifica as linhas de orientação ao nível da **Organização** para a quantificação e comunicação de emissão e remoção de GEE, ou de outras normas de referência, como é o caso do GHG Protocol.

1.2. Relatório de GEE

O presente relatório de GEE apresenta a Pegada de Carbono (PdC) da **MUSAMI**, para o período de janeiro a dezembro de 2024, para as suas instalações sitas em:

- › Sede (Rua Eng.º Arantes de Oliveira, 15B, 9600-228 Ribeira Seca)
- › Ecoparque I e Ecoparque II (Canada das Murtas, s/n, 9500-601 São Roque)
- › Ecoparque III (Rua da Lomba D' Alem, s/n, 9630-250 São Pedro de Nordestinho).

Inicialmente serão descritas as atividades da **MUSAMI**, bem como os serviços prestados, providenciando um enquadramento das potenciais fontes de emissão e de remoção de GEE, visão e valores da empresa e políticas relacionadas com a sustentabilidade





1.3. Objetivo

O objetivo do presente relatório de GEE é facilitar a comunicação do inventário de Gases com Efeito de Estufa (GEE) da **MUSAMI**, tanto internamente como externamente, para o ano de 2024, elaborada de acordo com a ISO 14064-1:2018 - *Greenhouse gases* — Part 1, Second edition, 2018-12, considerando que esta informação permite:

1. Obter uma visão geral melhorada das emissões diretas e indiretas de GEE e no processo de tomada de decisão de medidas/projetos de redução;
2. Identificar oportunidades de redução;
3. Aumentar o nível de confiança dos resultados obtidos e promover a sustentabilidade de toda a cadeia de valor;
4. Divulgar os resultados de forma transparente às partes interessadas.

1.4. Frequência e planeamento do relatório de GEE

O relatório de GEE é elaborado previsivelmente de forma anual, não se encontrando prevista verificação independente.

Os dados e informação a incluir são, no mínimo, os constantes do ponto 9.3.1 da ISO 14064-1. Em termos de estrutura, é seguida a proposta do Anexo F da ISO 14064-1.





1.5. Política de disponibilidade e métodos de disseminação

O presente relatório de GEE é destinado a todas as partes interessadas no inventário de GEE da **MUSAMI** e na sua estrutura de reporte, notas e explicações. É disponibilizado mediante pedido e prévia aprovação por parte da **MUSAMI**.

Caso a **MUSAMI** assim o entenda, pode ser disponibilizado publicamente.

1.6. Metodologia geral

O relatório de GEE da **MUSAMI** seguiu a metodologia a parte 1 da norma internacional ISO 14064-1:2018, que especifica os requisitos para a conceção e desenvolvimento de inventários de GEE para organizações.

Para além da referida norma, foram seguidas outras metodologias de guias e documentos internacionais, destacando-se os seguintes:

- › *GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard*;
- › IPCC, 2006. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*;
- › *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*

O levantamento realizado incluiu um conjunto de etapas que permitiram quantificar as emissões e remoções de GEE, para o período de referência de janeiro a dezembro de 2024.

Tendo estas fontes sido identificadas, e definidas as fronteiras da organização e do relatório, foram recolhidos os dados de atividade necessários para a quantificação da pegada de carbono, tendo sido este trabalho acompanhado por meio de reuniões periódicas e emails.

Posteriormente, foi definida a metodologia de quantificação e com base nos dados de atividade recolhidos e levantamento de fatores de conversão e fatores de emissão apropriados, calculou-se as emissões de GEE.

A quantificação das emissões e remoções de GEE permite obter um conjunto de insights valiosos, sendo estes apresentados no presente relatório como resultados.

É efetuada uma abordagem à qualidade da gestão da informação de GEE e das incertezas associadas ao cálculo, e por último as conclusões do levantamento realizado.

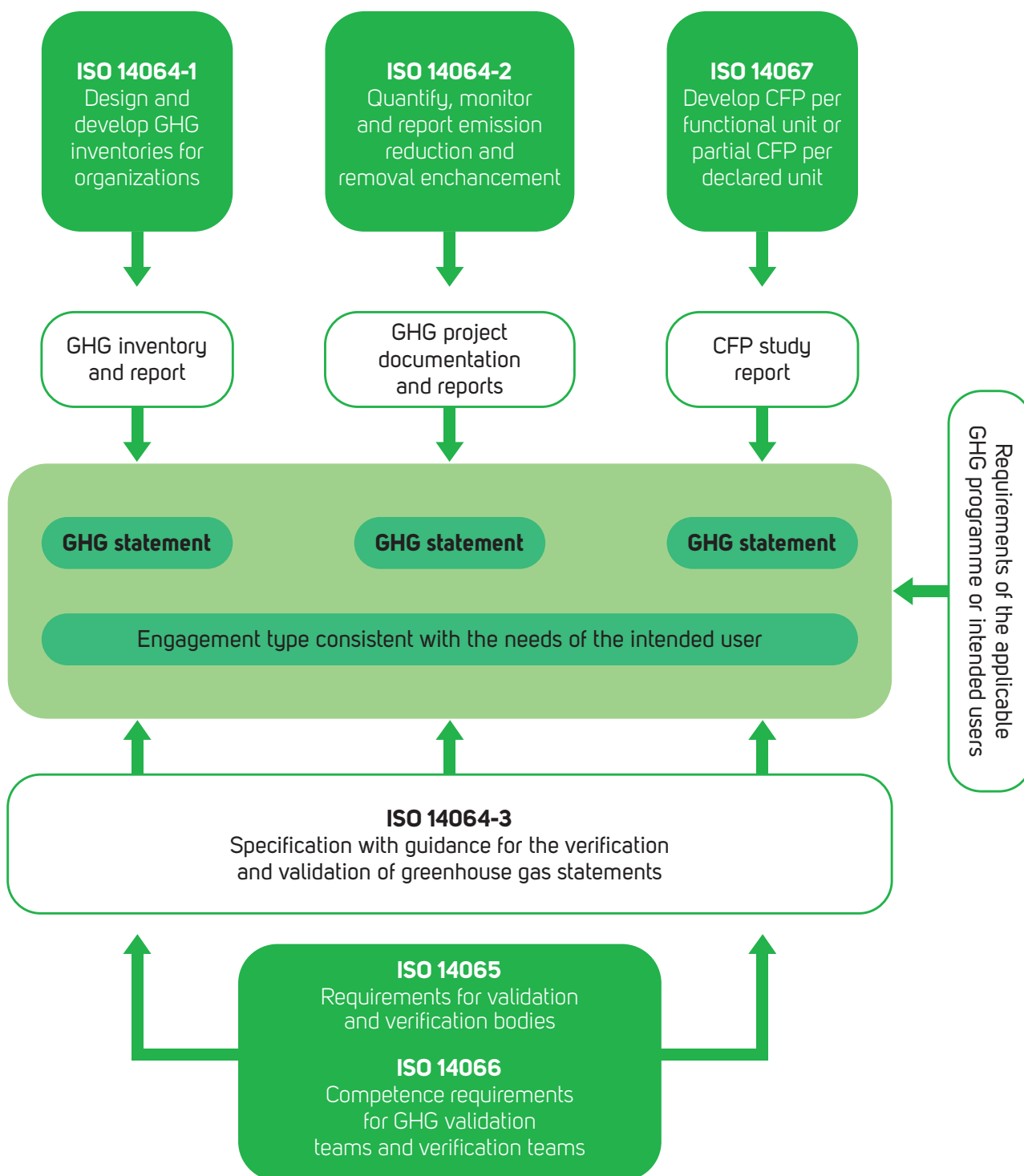


Figura 1: Família normas ISO 14060



1.7. Breve descrição da MUSAMI e das suas Instalações

EMPRESA/ORGANIZAÇÃO

A **MUSAMI – Operações Municipais do Ambiente, E.I.M., S.A.**, doravante designada por **MUSAMI**, é uma empresa do setor empresarial local de âmbito intermunicipal que goza de personalidade jurídica e é dotada de autonomia administrativa, financeira e patrimonial.

A atividade de gestão de resíduos urbanos (RU) constitui um serviço público de carácter estrutural essencial ao bem-estar geral, saúde pública e segurança da população, bem como à proteção do Ambiente.

A **MUSAMI** recebe, nas suas instalações, resíduos de origem seletiva e indiferenciada. No caso dos resíduos de origem seletiva, estes são sujeitos a operações de valorização, com o intuito de serem reencaminhados a retomadores que procedem à sua reciclagem. Os resíduos reutilizáveis e o composto SO-MUSAMI são vendidos a clientes.

A **MUSAMI** rege-se pelo disposto na Lei n.º 50/2012, de 31 de agosto, pelos seus estatutos e subsidiariamente, pelas normas aplicáveis às sociedades comerciais e pelo regime do setor empresarial do Estado.

HISTÓRIA

Foi constituída a 19 de dezembro de 2006 com o intuito de desenvolver a componente logística relacionada com a gestão de resíduos, em cooperação com a AMISM – Associação de Municípios da Ilha de São Miguel.

Em 2009 foram transferidas para a **MUSAMI** todas as atividades relacionadas com a reciclagem e, em 2013, toda a atividade de gestão de resíduos, até então desenvolvida pela AMISM – Associação de Municípios da Ilha de São Miguel.

Em 2014 a **MUSAMI** iniciou o processo do Ecoparque da Ilha de São Miguel que inclui a criação de Central de Valorização Energética (CVE) e três aterros de apoio. A CVE encontra-se de momento em fase de obra.

Em 2018, na sequência de novo concurso público internacional para exploração do Ecoparque I e II a **MUSAMI** adjudicou ao consórcio formado pelas empresas SUMA – Serviços Urbanos e Meio Ambiente, S.A. e SIGA – Sistema Integrado de Gestão Ambiental S.A, a exploração do Ecoparque I e II da Ilha de São Miguel.

Em 2022 a **MUSAMI** assumiu a exploração do Ecoparque I e II da Ilha de São Miguel, anteriormente adjudicado ao consórcio formado pelas empresas SUMA e SIGA.

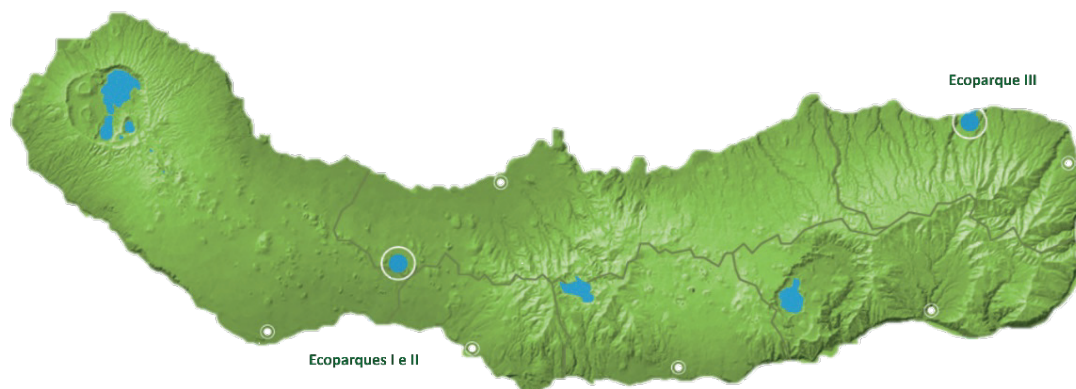
LOCALIZAÇÃO

A **MUSAMI** encontra-se dividida num conjunto de unidades operacionais, que se apresentam na Figura 2.

O Ecoparque da Ilha de São Miguel é o local onde se realiza um conjunto de procedimentos destinados à redução, valorização multimaterial (reciclagem), valorização orgânica (compostagem) e o que resta é eliminado em célula de confinamento técnico ou aterro sanitário.

Na ilha de São Miguel detém 3 instalações:

- › Sede (Rua Eng.º Arantes de Oliveira, 15B, 9600-228 Ribeira Seca)
- › Ecoparque I e Ecoparque II (Canada das Murtas, s/n, 9500-601 São Roque)
- › Ecoparque III (Rua da Lomba D' Alem, s/n, 9630-250 São Pedro de Nordestinho).



Ecoparque I:

- › Centro de triagem;
- › Parque de compostagem de verdes;
- › Ecocentro.



Ecoparque II:

- › Centro de tratamento mecânico;
- › Centro de tratamento biológico;
- › Parque de compostagem de verdes;
- › Aterro sanitário.



Ecoparque III:

- › Armazéns de triagem;
- › Processo de vermicompostagem.

Figura 2: Unidades operacionais

CONTEXTO

A atividade de gestão de resíduos urbanos (RU) constitui um serviço público de carácter estrutural, essencial ao bem-estar geral, saúde pública e segurança da população, bem como à proteção do Ambiente.

A **MUSAMI** recebe, nas suas instalações, resíduos de origem seletiva e indiferenciada. No caso dos resíduos de origem seletiva, estes são sujeitos a operações de valorização, com o intuito de serem reencaminhados a retomadores que procedem à sua reciclagem. Os resíduos reutilizáveis e o composto SO-MUSAMI são vendidos a clientes.

Nas instalações do Ecoparque desenvolvem-se várias operações que vão desde o controlo de entrada, avaliação visual até ao encaminhamento e inspeção dos resíduos para Ecocentro, centro de triagem, parque de verdes, centro de tratamento biológico (CTB) e centro de tratamento mecânico (CTM) no caso dos resíduos valorizáveis ou à deposição final na célula de confinamento para os resíduos não valorizáveis.



CADEIA DE VALOR

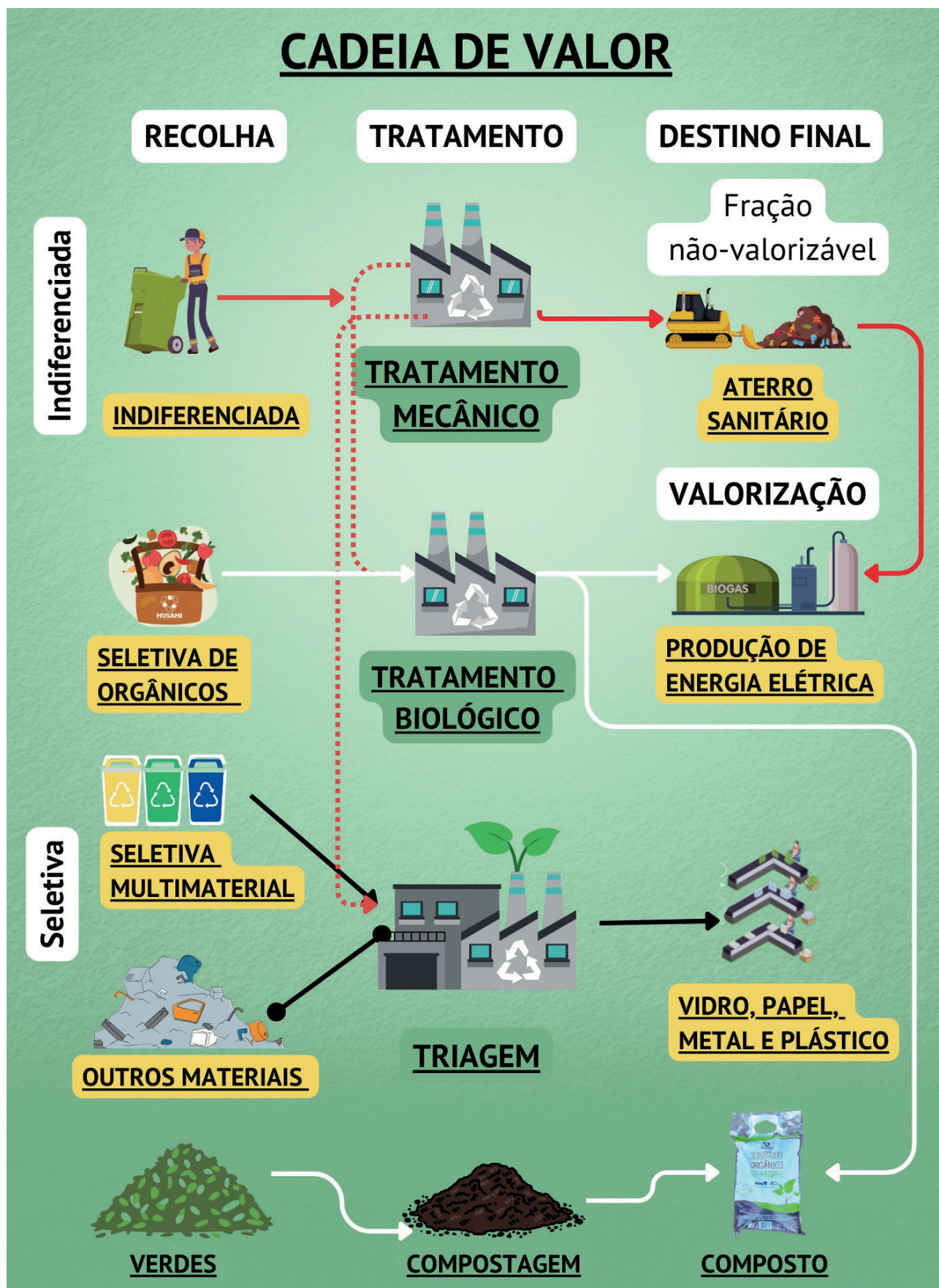


Figura 3: Cadeia de valor da MUSAMI



No ecoparque I desenvolvem-se as seguintes atividades:

- › Aterro de resíduos não perigosos (operação de eliminação de resíduos - D1, atividade PCIP), localizado na Canada das Murtas – Lugar do Engenho, com uma capacidade instalada total de deposição de resíduos em célula de 818 635 toneladas, constituído por duas células encerradas;
- › Central de Valorização Orgânica (operação de tratamento biológico de resíduos verdes);
- › Ecocentro;
- › Centro de triagem (operação de triagem de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (REEE) e triagem e enfardamento de resíduos de papel/cartão e plástico, efetuadas em áreas específicas da central de triagem);
- › Unidade de Valorização Energética de Biogás (UVEB).

No ecoparque II desenvolvem-se as seguintes atividades:

- › Aterro para resíduos não perigosos (operação de eliminação de resíduos - D1, atividade PCIP), localizado na Canada das Murtas, com uma capacidade instalada total de deposição de resíduos em célula de 749 140 toneladas, constituído por duas células e respetiva união entre elas;
- › CTM de Resíduos com capacidade instalada de 110 000 toneladas/ano;
- › CTB de Resíduos com capacidade instalada de 12 000 toneladas/ano.

O Ecoparque I dispõe de infraestruturas de apoio, tais como:

- › Portaria para controlo de acesso;
- › Báscula de pesagem;
- › Edifício administrativo;
- › Edifício para grupos hidropressores;
- › Central de valorização energética de biogás;
- › Sistema de tratamento de água lixiviantes por Osmose Inversa;
- › Oficinas de manutenção.

É constituído ainda por um Ecocentro e um centro de triagem automatizados onde são geridos resíduos passíveis de valorização, de onde se destacam:

- › Resíduos de embalagens de vidro;
- › Resíduos de embalagens de madeira;
- › Resíduos volumosos (plásticos rígidos, mesas, cadeiras, sofás, entre outros);
- › Resíduos de sucata metálica;
- › Resíduos de plástico rígido;
- › Resíduos de pilhas e acumuladores
- › Resíduos de embalagens de plástico/metal e papel/cartão;
- › REEE - Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos.

As instalações do Ecoparque II são constituídas por:

- › Portaria para controlo de acesso;
- › Báscula de pesagem;
- › Unidade de lavagem de rodados;
- › Edifício para grupos hidropressores;
- › Estação elevatória de lixiviados.



Os lixiviados gerados serão drenados graviticamente para um poço de bombagem que promoverá a sua elevação para tratamento da ETAL de apoio ao aterro sanitário em exploração.

Os Ecoparques são ainda dotados de todas as infraestruturas necessárias ao bom funcionamento, das quais se destaca:

- › Posto de abastecimento de combustível;
- › Postos de transformação;
- › Rede de abastecimento de água;
- › Rede de drenagem de águas residuais;
- › Rede de drenagem de águas pluviais;
- › Rede elétrica e iluminação;
- › Áreas de acesso de circulação interna e externa.

Relativamente a instalações de apoio e infraestruturas destacam-se:

- › Rede de abastecimento de água para fazer face às necessidades de consumo doméstico e lavagens;
- › Rede de incêndios;
- › Rede de águas residuais;
- › Rede de águas pluviais;
- › Parque de Compostagem/Verdes.

A **MUSAMI** possui um parque de verdes onde são depositados os resíduos orgânicos que chegam ao Ecoparque da Ilha de São Miguel. Estes resíduos são transformados em substrato orgânico 100% natural, permitindo potenciar o desvio de matéria orgânica de aterro por valorização dos resíduos por compostagem.

Nas instalações do Ecoparque III desenvolvem-se várias operações que vão desde o controlo de entrada, avaliação visual até ao encaminhamento e inspeção dos resíduos para Ecocentro e Pavilhão de Triagem, no caso dos resíduos valorizáveis ou encaminhamento para o pavilhão de indiferenciado no caso dos indiferenciados. Adicionalmente, com a introdução de operações de gestão de resíduos adicionais, temos ainda as seguintes operações:

- › Triagem de resíduos indiferenciados, com o objetivo de tirar a fração seletiva;
- › Triagem de resíduos de embalagem de Papel/cartão e Plástico/metall realizada no Pavilhão de Triagem, seguida de enfardamento, acondicionamento e encaminhamento para retomadores da Sociedade Ponto Verde ou recicladores;
- › Receção, triagem e armazenamento temporário para monstros/sucata, REEE e embalagens de vidro.

O Ecoparque III é fundamentalmente constituído pelas áreas de implantação das instalações de apoio e infraestruturas, das quais se destacam:

- Portaria e lava-rodados;
- Báscula;
- Edifício social e administrativo;
- Ecocentro (zonas de receção e armazenagem temporária de resíduos valorizáveis, nomeadamente madeira, sucata e plásticos rígidos);
- Pavilhão da triagem seletiva;
- Pavilhão de indiferenciado.

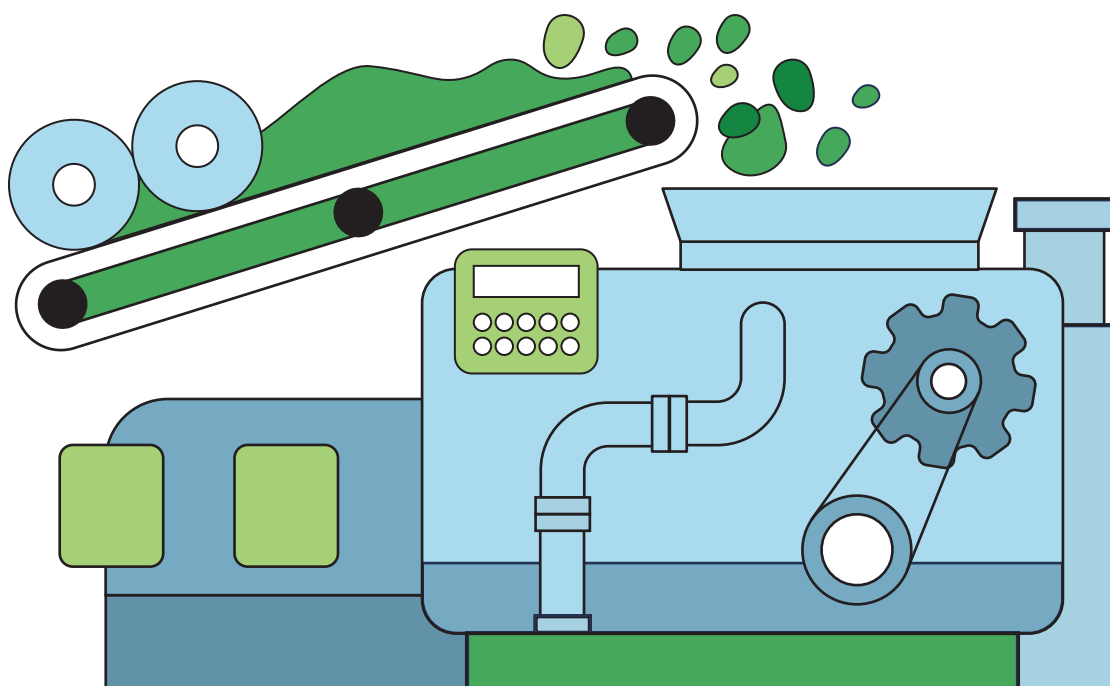


O local é ainda dotado de todas as infraestruturas necessárias ao bom funcionamento, das quais se destaca:

- › Rede de abastecimento de água;
- › Rede de drenagem de águas residuais;
- › Rede de drenagem de águas pluviais;
- › Rede elétrica e iluminação;
- › Área de confinamento, destinada à deposição de resíduos;
- › Áreas de acesso de circulação interna e externa;
- › Área verde de proteção visual do aterro.

Fundamentais neste tipo de infraestruturas são os sistemas de proteção ambiental, designadamente:

- › Sistema de impermeabilização;
- › Drenagem de biogás;
- › Sistema de drenagem e captação de águas lixivantes, que inclui estação elevatória e sistema de recirculação de águas lixivantes.





ATERRO

A decomposição da matéria orgânica presente nos resíduos urbanos (RU) gera biogás, essencialmente composto por metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2). De modo a minimizar as emissões de gases com efeito de estufa para a atmosfera, é realizada a captação do biogás através de poços distribuídos pelo aterro, sendo posteriormente convertido em energia num grupo motor gerador com capacidade de produção de 1 000 kWh de energia elétrica. A energia produzida é autoconsumida pelas instalações do Ecoparque e a excedente vendida e emitida na rede.

Indicadores Operacionais:

ABRANGÊNCIA



Tratamos os resíduos de
6 Municípios
(744.6m² de área total)



com
133 mil
habitantes

GESTÃO DE RESÍDUOS



Recebemos
102 523 Ton
de resíduos em 2024



Representamos cerca de
75%
dos resíduos
da RAA (2023)



Média Kg/Hab.
667
acima da média
nacional de 2023



Produzimos
1 406 mil kWh
através do
aproveitamento de biogás

ENERGIA



Obtivemos
78%
de satisfação energética

GESTÃO DE ÁGUAS



Tratamos
20 089 m³
de águas lixivantes
por osmose inversa

CERTIFICAÇÕES



Figura 4: MUSAMI em síntese



MISSÃO, VISÃO E POLÍTICA

MISSÃO

A missão da **MUSAMI** é a gestão de sistemas de depósito, tratamento e valorização de resíduos sólidos, assim como assegurar atividades acessórias no domínio da proteção do meio ambiente, nomeadamente:

- › Propondo, elaborando e intervindo em projetos, programas e planos de desenvolvimento integrado na ilha de São Miguel;
- › Fornecendo ao Governo Regional ou a outras entidades neles interessadas, a informação e colaboração convenientes;
- › Respondendo a consultas que lhe forem formuladas pelo Governo Regional sobre iniciativas legislativas relativas aos municípios;
- › Criando, mantendo e aperfeiçoando serviços próprios de informação de apoio aos Municípios;
- › Proporcionando ações de formação e aperfeiçoamento profissional dos funcionários municipais;
- › Estabelecendo relações que reforcem os princípios municipalistas ou contribuam para a saúde, cultura e bem-estar dos municípios;
- › Colaborando pela forma considerada mais conveniente, na prossecução de outras atividades que a assembleia intermunicipal venha a estabelecer para a exploração do sistema multimunicipal de triagem, recolha seletiva, valorização e tratamento dos resíduos sólidos urbanos dos Municípios;
- › Contribuindo assim para a melhoria da qualidade ambiental dos seus territórios.

VISÃO

Respondendo aos compromissos definidos e assumidos no estabelecimento da sua Missão, o Conselho de Administração, estabelece como principais vetores da visão da **MUSAMI**:

- › Manter e consolidar as atividades de triagem, confinamento técnico (aterro), valorização e encaminhamento para valorização de resíduos;
- › Alargar a abrangência da sua atividade a outras que contribuam para o cumprimento da missão;
- › Ser uma entidade de referência, a nível regional, na prestação de serviços à comunidade e ao ambiente e de capacidade e credibilidade técnica;
- › Ser reconhecida como uma entidade de atitudes pró-ativas na procura de melhores desempenhos nos pilares ambiental e social da sustentabilidade;
- › Melhorar o seu desempenho operacional, optando por tecnologias mais eficientes, sempre que economicamente viáveis à sustentabilidade económico-financeira da atividade.

POLÍTICA

A **MUSAMI** ao implementar e gerir um sistema integrado, ambientalmente correto e economicamente sustentável, para tratamento e valorização dos resíduos urbanos, tendo em consideração as quatro perspetivas de gestão:

PERSPETIVA FINANCEIRA

- › Promover a utilização das Melhores Técnicas Disponíveis e Boas Práticas na Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos em conformidade com o Plano Estratégico de Resíduos mantendo uma atitude visionária e de constante inovação no que respeita à Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos;
- › Gerar riqueza que permita investimentos sustentados e em harmonia com os interesses e necessidades das partes interessadas, tendo sempre presente as preocupações de sustentabilidade económico-financeira, optando pela análise criteriosa da viabilidade dos investimentos, pelo rigor na gestão dos recursos e pelo controlo dos custos.



PERSPETIVA CLIENTES

- › Apoiar iniciativas de carácter social, educativo, cultural e ambiental;
- › Promover uma aproximação à sociedade através de mecanismos que colocamos ao seu dispor para a sua auscultação;
- › Assegurar, de uma forma continuada, as necessidades e expetativas das partes interessadas, aumentando progressivamente a confiança na **MUSAMI**.

PERSPETIVA INTERNA

- › Cumprir as obrigações de conformidade, as exigências legais aplicáveis e outras que subscreva, incluindo as relativas a qualidade, ambiente, saúde e segurança no trabalho, eficiência energética, uso e consumo de energia;
- › Assegurar a disponibilidade de informação e de todos os recursos necessários para atingir os objetivos e metas;
- › Promoção da Igualdade e não discriminação;
- › Informar, sensibilizar e formar os colaboradores da **MUSAMI**, e outras partes interessadas, relativamente aos aspetos significativos de ambiente, segurança e saúde no trabalho, qualidade e gestão energia;
- › Consulta e participação dos trabalhadores, informando, formando e envolvendo os colaboradores e prestadores de serviços;
- › Fomentar a integração da **MUSAMI** na sociedade, através da realização de ações socialmente responsáveis, destinadas a reduzir os impactos negativos da sua atividade, bem como a criar e a maximizar os seus impactos positivos;
- › Fornecer condições de trabalho seguras e saudáveis para a prevenção de lesões e problemas de saúde relacionadas com o trabalho, através de uma análise rigorosa e profunda das atividades e seus riscos, potenciando a eliminação de perigos e riscos de saúde e segurança no trabalho;
- › Adquirir produtos e serviços energeticamente eficientes e a conceção de infraestruturas orientada para a melhoria do desempenho energético.

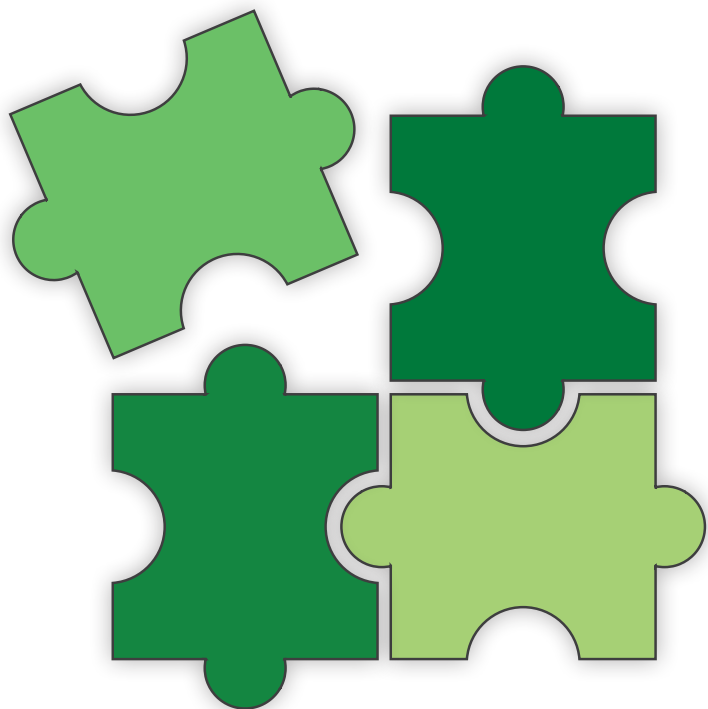
PERSPETIVA DE INOVAÇÃO E APRENDIZAGEM

- › Monitorizar e rever o sistema integrado de gestão de ambiente, segurança e saúde no trabalho, qualidade e energia, por forma a melhorar continuamente o seu desempenho e eficácia;
- › Proporcionar as adequadas condições de trabalho aos colaboradores, a valorização dos seus conhecimentos e das suas competências, optando por estimular e promover a sua formação contínua, a sua valorização individual, as boas relações interpessoais, a capacidade de iniciativa e empreendedorismo para projetos internos;
- › Promover a proteção do ambiente, assim como, a prevenção da poluição, minimizando os riscos para a segurança e saúde de todos os colaboradores e prestadores de serviços, bem como da comunidade envolvente e promover a qualidade, tendo em consideração a natureza, dimensão, acidentes decorrentes e impactos ambientais potenciais das nossas atividades.



FRONTEIRAS ORGANIZACIONAIS E OPERACIONAIS DA MUSAMI





2. FRONTEIRAS ORGANIZACIONAIS E OPERACIONAIS DA MUSAMI

De acordo com a ISO 14064-1:2018, a organização deve definir as suas fronteiras organizacionais escolhendo uma de duas abordagens:

- › Controlo: a organização é responsável por todas as emissões e remoções de GEE das instalações sobre as quais tem controlo financeiro ou operacional;
- › Parcelamento: a organização é responsável pela sua parcela de emissões e remoções de GEE das respetivas instalações.

A **MUSAMI** define como fronteiras organizacionais todas as emissões e remoções de GEE sobre as quais detém **controlo operacional**. Consideram-se como limites do sistema as atividades inerentes aos serviços prestados nas suas instalações sitas em:

- › Sede (Rua Eng.º Arantes de Oliveira, 15B, 9600-228 Ribeira Seca);
- › Ecoparque I e Ecoparque II (Canada das Murtas, s/n, 9500-601 São Roque);
- › Ecoparque III (Rua da Lomba D' Alem, s/n, 9630-250 São Pedro de Nordestinho).

É de salientar que a recolha de resíduos era um serviço concessionado pela Associação de Municípios da Ilha de São Miguel (AMISM), tendo esta concessão passado recentemente para a **MUSAMI**, mas do qual a **MUSAMI** não detém qualquer tipo de controlo operacional (p.ex definição de rotas de recolha).

FRONTEIRAS ORGANIZACIONAIS E OPERACIONAIS DO RELATÓRIO

A faint, stylized outline of a globe in a lighter shade of green, positioned in the background behind the text.

3



3. FRONTEIRAS ORGANIZACIONAIS E OPERACIONAIS DO RELATÓRIO

Após estabelecidas as fronteiras organizacionais, a organização deve estabelecer e documentar os limites de relato. A **MUSAMI** quantifica as emissões diretas de GEE separadamente para CO₂, CH₄, N₂O, NF₃, SF₆ e outros grupos de GEE apropriados (HFCs, PFCs, etc.) em toneladas de CO₂ e, bem como quantifica as remoções de GEE, caso existam.

Ainda, a **MUSAMI** documenta e aplica um processo para determinar que emissões indiretas de GEE devem ser incluídas no seu inventário de GEE. Os critérios para avaliar a significância podem incluir a magnitude / volume das emissões, nível de influência sobre as fontes / sumidouros, o acesso às informações e o nível de precisão dos dados associados (complexidade da **MUSAMI** e da monitorização de dados). A **MUSAMI** considera no seu inventário de GEE todas as fontes de emissão e remoção indiretas para as quais detém informações (específicas ou fornecidas), isto é, **acesso às informações**, e com um **nível de precisão razoável** que permitam o cálculo das mesmas. Eventuais exclusões de fontes de emissão ou remoção são devidamente justificadas no presente relatório.

As emissões e remoções de GEE foram categorizadas de acordo com a parte 1 da ISO 14064:2018, apresentando-se esta categorização na **Tabela 1**: De acordo com o *GHG Protocol*, as emissões diretas de GEE correspondem às emissões de Âmbito 1, Emissões indiretas de GEE de energia importada a emissões de Âmbito 2 e as restantes categorias da parte 1 da ISO 14064:2018 a emissões de Âmbito 3 (Outras emissões indiretas de GEE).





Tabela 1: Categorização das emissões e remoções de GEE da MUSAMI

Âmbito (GHG Protocol)	Categoria (ISO 14064-1)	Descrição	Fontes de emissão
1	Categoria 1	Emissões e remoções diretas de GEE	1.1. Fontes estacionárias 1.2. Fontes móveis 1.3. Equipamentos de refrigeração 1.4. Equipamentos de Extinção 1.5. Gases de Soldadura 1.6. Emissões de processo e outras emissões difusas
2	Categoria 2	Emissões indiretas de GEE de energia importada	2.1. Emissões indiretas de eletricidade importada (Eletricidade adquirida da rede)
3	Categoria 3	Emissões indiretas de GEE de transporte	3.1. Transporte e distribuição a montante 3.2. Transporte e distribuição a jusante 3.3. Viagens de negócios 3.4. Employee commuting 3.5. Fugas de gases refrigerantes em transporte refrigerado ¹ 3.6. Outras emissões indiretas de transportes de fontes móveis (Que não reportadas na Cat. 1) ¹
	Categoria 4	Emissões indiretas de GEE do uso de produtos e serviços pela MUSAMI	4.1. Atividades relacionadas com combustíveis e energia não incluídas na categoria 1 ou 2 4.2. Aquisição de bens e serviços ² 4.3. Bens de capital ² 4.4. Tratamento de resíduos produzidos 4.5. Transporte de resíduos produzidos
	Categoria 5 ¹	Emissões indiretas de GEE associadas ao uso de produtos da MUSAMI	5.1. Tratamento de fim de vida de produtos vendidos 5.2. Uso de produtos vendidos 5.3. Processamento de produtos vendidos 5.4. Ativos arrendados a jusante 5.5. Investimentos
	Categoria 6	Outras emissões indiretas de GEE	6.1. Ativos arrendados a montante ¹ 6.2. Franquias ¹ 6.3. Outras fontes de emissão indiretas relevantes

1 - Categoria/Fonte do GHG Protocol não aplicável à MUSAMI

2 - Fonte excluída do inventário de GEE



Na **Figura 5** apresenta-se o esquema de emissões da **MUSAMI**, que permite identificar as categorias e fontes de emissão de GEE associadas.

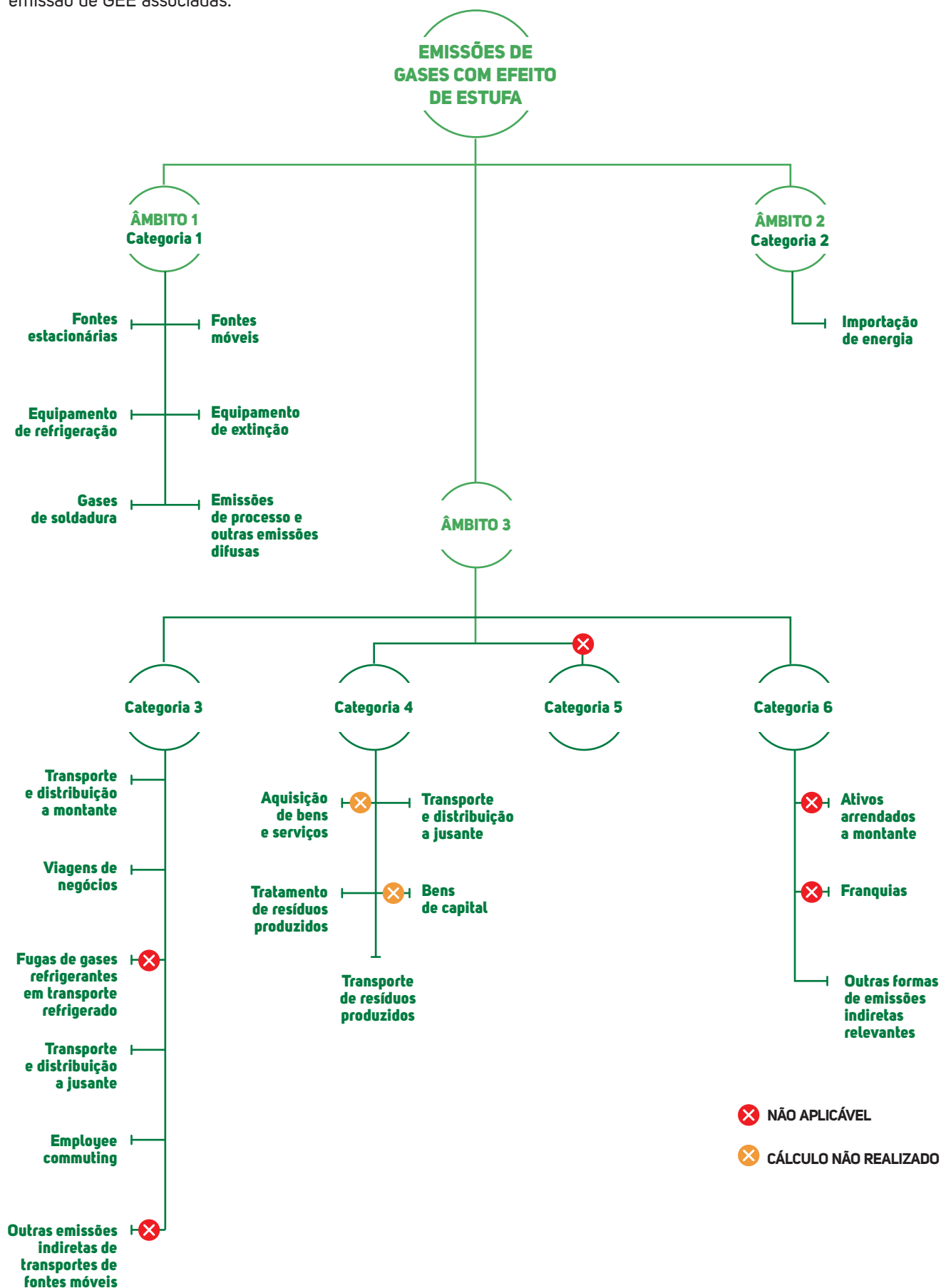


Figura 5: Esquema de emissões de GEE da **MUSAMI**



3.1. Exclusões

Por não ser aplicável à atividade da **MUSAMI**, não são consideradas no inventário as Emissões indiretas de GEE:

- › Tratamento de fim de vida de produtos vendidos;
- › Uso de produtos vendidos;
- › Processamento de produtos vendidos;
- › Ativos arrendados a jusante;
- › Ativos arrendados a montante;
- › Franquias (Franchises);
- › Investimentos;
- › Outras emissões indiretas de transportes de fontes móveis (que não reportadas na Cat. 1): A partir de 2022 a SIGA deixou de explorar o Ecoparque e como tal esta categoria deixou de ser aplicável à **MUSAMI**.

A **MUSAMI** não vende produtos, pelo que não se aplicam emissões de GEE relacionadas com o processamento, uso ou tratamento em fim de vida. Também não arrenda ativos, nem a jusante nem a montante, não tem franchisados nem é uma empresa de investimentos.

A **MUSAMI** define como critérios de exclusão de emissões indiretas os seguintes:

- › Magnitude/Volume das emissões;
- › Nível de influências nas fontes de emissão/remoção;
- › Acesso à informação e fiabilidade dos dados;
- › Requisitos externos.

Para cada um dos critérios é atribuído um valor de 1 a 5, de acordo com a tabela abaixo.

Tabela 2: Níveis consoante critérios de avaliação de emissões indiretas de GEE

Nível	Magnitude/Volume das emissões	Nível de influência nas fontes de emissão/remoção	Acesso à informação e fiabilidade dos dados	Requisitos externos
1	Magnitude/Volume das emissões é previsivelmente baixo	Fraco ou inexistente	Fraca ou inexistente	Inexistência de requisitos externos
2	Magnitude/Volume das emissões é previsivelmente médio	Média	Existente ou possível de estimar, mas fraca fiabilidade	Existência de requisitos externos voluntários
3	Magnitude/Volume das emissões é previsivelmente alto	Alta	Existente e com alta fiabilidade	Existência de requisitos externos legais

Tabela 3: Descrição do risco global de emissões indiretas de GEE

Risco Global	Descrição
1	Emissões indiretas de GEE desprezáveis
2	Emissões indiretas de GEE pouco significativas, mas para as quais a MUSAMI deve efetuar um esforço para contabilizar
3	Emissões indiretas de GEE que não devem ser excluídas



O risco é avaliado considerando a média do nível atribuído a cada critério, de acordo com a seguinte fórmula:

• **Equação 1:** *(Magnitude/Volume das emissões + Nível de influência nas fontes de emissão/remoção + Acesso à informação e fiabilidade dos dados + Requisitos externos) /4.*

Tabela 4: Avaliação global de risco de emissões indiretas de GEE

Fontes de emissão/remoção excluídas	Magnitude/Volume das emissões	Nível de influência nas fontes de emissão/remoção	Acesso à informação e fiabilidade dos dados	Requisitos externos	Risco global
Aquisição de bens e serviços	3	2	1	1	2
Bens de capital	1	2	1	1	1

De acordo com a metodologia apresentada e avaliação de risco global efetuada na tabela acima, a fonte “Aquisição de bens e serviços” é excluída do inventário e carece de esforço da **MUSAMI** para a sua inclusão no inventário. Esta classificação está maioritariamente associada à magnitude/volume previsível das emissões indiretas de GEE e/ou capacidade de influência nas fontes de emissão/remoção.

Para as fontes de emissão associadas à aquisição de bens e serviços e bens de capital, embora exista acesso a informação dos bens e serviços adquiridos e dos bens de capital, a informação disponível para cálculos das emissões de GEE é pouco fiável ou mesmo inexistente, uma vez que ainda existem poucas bases de dados com esta informação e os fornecedores ainda não conseguem disponibilizar este tipo de informação. O esforço que a **MUSAMI** pode fazer neste sentido é, na aquisição de novos bens, serviços ou bens de capital, fazer uma escolha com base no desempenho ambiental dos fornecedores, e efetuar uma pressão positiva na cadeia de valor solicitando informação relativa às emissões de GEE associados ao ciclo de vida desse bem e/ou serviço.

INVENTÁRIO E QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GEE

A large, stylized green globe is centered in the background, showing the outlines of continents. The globe is rendered in a lighter shade of green than the background.

4



4. INVENTÁRIO E QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GEE

4.1. Introdução/Enquadramento

Neste capítulo do relatório de GEE efetua-se a quantificação propriamente dita das emissões e remoções diretas e indiretas de GEE da **MUSAMI**.

Inicialmente, é definida a metodologia geral de quantificação a utilizar, bem como definido o ano-base e o período de referência do relatório de GEE. Posteriormente, é descrito o processo de recolha dos dados de atividade tidos como base para o cálculo das emissões de GEE.

Por último, considerando os dados de atividade recolhidos, é efetuada a quantificação das emissões e remoções diretas e indiretas de GEE. Em cada categoria de emissão é apresentada de forma detalhada a(s) fonte(s) de emissão de GEE, a metodologia de quantificação utilizada, os dados de atividade e os fatores de emissão e pressupostos considerados, bem como as suas fontes.

4.2. Princípios de Cálculo e de Reporte

A fim de quantificar as emissões e remoções de GEE, a **MUSAMI** selecionou e utilizou uma metodologia de quantificação que minimiza razoavelmente a incerteza e permite a reprodutibilidade dos resultados.

A metodologia de quantificação é baseada nas seguintes equações:

- Fontes de emissão em que há um processo de transformação química (combustão, fixo ou móvel) e emissões indiretas do consumo de energia elétrica, e conversão para Ton CO₂e quando os fatores de emissão são apresentados por GEE.
 - Equação 2:** *Emissão/remoção de GEE = Dado de atividade de GEE × fator de emissão de GEE × PAG (quando aplicável)*
- Fontes de emissão onde não há transformação química processo (emissões fugitivas), ou caso os resultados em GEE sejam diferentes de CO₂ são convertidos em toneladas de CO₂e utilizando os PAG:
 - Equação 3:** *Emissão/remoção de GEE = Dado de atividade de GEE × PAG*

Em determinadas situações o cálculo das emissões e remoções de GEE apresenta variações, seja pelo tipo de fonte como pelo tipo da informação disponível, sendo que em cada cálculo efetuado no presente relatório é apresentada a metodologia de quantificação utilizada.

Os fatores de emissão/remoção de GEE e pressupostos assumidos são também apresentados para cada fonte de emissões e remoções de GEE.

4.3. Ano-base e período de referência

O ano-base é o período histórico especificado com a finalidade de comparar emissões ou remoções de GEE ou a outra informação relacionada ao longo do tempo com GEE. O ano-base refere-se ao período de janeiro a dezembro de 2019.



No decorrer do cálculo realizado em 2024, foram integradas duas novas subcategorias ao inventário de emissões de GEE — Deslocações casa-trabalho-casa (*Employee Commuting*) e Teletrabalho. Com o objetivo de assegurar a consistência metodológica e a continuidade na contabilização destas fontes, estas subcategorias foram mantidas no cálculo referente ao ano de 2024.

4.4. Identificação e dados disponíveis para o cálculo das emissões de GEE

Os dados de atividade foram recolhidos ao nível da **MUSAMI** pela pessoa responsável pela informação de GEE. Sempre que possível, os dados de atividade são desagregados ao nível da instalação e todo o processo de recolha e gestão de dados de GEE é suportado pelo sistema de gestão integrado Ambiente, Qualidade, Saúde e Segurança no trabalho e Energia.

Os procedimentos associados e o SGI permitem:

- › Assegurar a conformidade com os princípios da parte 1 da ISO 14064;
- › Assegurar a consistência com o uso pretendido do inventário de GEE;
- › Proporcionar a consistência e a rotina das verificações de modo a assegurar a exatidão e a integridade do inventário de GEE;
- › Identificar e definir erros e omissões, e;
- › Documentar e arquivar os registos relevantes de inventário de GEE, incluindo atividades de gestão de informação.

A origem dos dados de atividade recolhidos é apresentada na **Tabela 5**.

4.5. Metodologia de cálculo e fatores de emissão utilizados

Na seguinte tabela apresenta-se a origem dos fatores de emissão para cada fonte de emissão, metodologia seguida e observações dos cálculos efetuados.

Este relatório tem como complemento uma ferramenta de cálculo, em formato Excel, que permite uma melhor compreensão da metodologia, pressupostos e cálculos efetuados.





Tabela 5: Origem dos dados de atividade

Âmbito (GHG Protocol)	Categoria (ISO 14064-1)	Descrição	Fontes de emissão	Tipo de evidência
1	Categoria 1	Emissões e remoções diretas de GEE	1.1. Fontes estacionárias	› Relatórios trimestrais de monitorização › Biogás recuperado e encaminhado para valorização ou queima › Ficheiro de controlo de consumo de combustível
			1.2. Fontes móveis	› Ficheiro de controlo de consumo de combustível 2024
			1.3. Equipamentos de Refrigeração	› Relatórios de manutenção preventiva e Fichas CENTERM
			1.4. Equipamentos de Extinção	› Faturas/Requisições › Fichas de Dados de Segurança › Relatórios da empresa responsável pela verificação de extintores
			1.5. Gases de Soldadura	› Faturas/Requisições
			1.6. Emissões de processo e outras emissões difusas	› Relatórios de sustentabilidade › Análises de biogás › Total de Resíduos depositados em aterro e tipologia, Biogás recuperado e eletricidade produzida, composição dos RSU depositados em aterro e % de matéria seca
2	Categoria 2	Emissões indiretas de GEE de energia importada	2.1. Emissões indiretas de eletricidade importada (Eletricidade adquirida da rede)	› Faturas da Eletricidade dos Açores (EDA)
3	Categoria 3	Emissões indiretas de GEE de transporte	3.1. Transporte e distribuição a jusante	› Ficheiro DALVOR: "Pegada de Carbono 2021, 2022, 2023 e 2024"
			3.2. Transporte e distribuição a montante	› Ficheiro DALVOR: "Pegada de Carbono 2021, 2022, 2023 e 2024"
			3.3. Viagens de negócios	› Recibos › Bilhetes de avião › Mapa de controlo de viagens de avião
			3.4. Deslocações Casa-Trabalho-Casa	› Número médio de trabalhadores e número total de dias trabalhados (total e em teletrabalho)
	Categoria 4	Emissões indiretas de GEE do uso de produtos e serviços pela MUSAMI	4.1. Atividades relacionadas com combustíveis e energia não incluídas na categoria 1 ou 2	› Calculado com base nos dados de atividade relacionados com combustíveis e energia utilizados na Cat. 1 e Cat. 2
			4.4. Tratamento de resíduos produzidos	› Mapa SRIR
	Categoria 6	Outras emissões indiretas de GEE	6.3. Outras fontes de emissão indiretas relevantes	› Faturas de água › Relatórios trimestrais de monitorização › Dias trabalhados no ano em teletrabalho



Tabela 6: Fatores de emissão e metodologia por fonte de emissão recolhidos

Âmbito (GHG Protocol) Categoria ISO 14064-1	Fontes de emissão	Origem dos fatores de conversão e emissão	Metodologia	Observações
Âmbito 1 Categoria 1	1.1. Fontes estacionárias	PAG: IPCC AR6 WGI Report – List of corrigenda to be implemented Densidades do CO2 e CH4: https://www.engineeringtoolbox.com/gas-density-d_158.html Eficiência Flare: https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch13/final/c13s05.pdf PCI: National Inventory Report - NIR 2024 Portugal, Table 3-9: Low Heating Value per fuel type Densidade combustíveis: DGEG 2021 – Densidade de produtos petrolíferos FE: IPCC 2006 Chapter 2: Stationary Combustion TABLE 2.3 DEFAULT EMISSION FACTORS FOR STATIONARY COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRIES AND CONSTRUCTION (kg of greenhouse gas per TJ on a Net Calorific Basis)	a) Valorização de biogás: (Caudal de Biogás captado para valorização (m³) × PCI (kJ/Nm³)/1000000) × FE (ton GEE/GJ) × PAG _{GEE} b) Emissões de biogás captado para queima: (Caudal de Biogás captado para queima (m³) × PCI (kJ/Nm³)/1000000) × FE (ton GEE/GJ) × PAG _{GEE} c) Emissões grupo motor bomba – Incêndios: Consumo de combustível (TJ) x Fator de Emissão (Ton GEE/TJ) x PAG (GEE)	a) As emissões de GEE associadas à valorização do Biogás para produção de energia elétrica são obtidas considerando o caudal de Biogás captado para valorização em m3, a sua conversão para GJ e a multiplicação pelo respetivo FE e PAG. São considerados os default emission factors da TABLE 2.2 DEFAULT EMISSION FACTORS FOR STATIONARY COMBUSTION IN THE ENERGY INDUSTRIES do Capítulo 2 do IPCC para Landfill Gas. b) As emissões de GEE associadas à valorização do Biogás para queima na flare são obtidas considerando o caudal de Biogás captado queima em m3, a sua conversão para GJ e a multiplicação pelo respetivo FE e PAG. São considerados os default emission factors da TABLE 2.2 DEFAULT EMISSION FACTORS FOR STATIONARY COMBUSTION IN THE ENERGY INDUSTRIES do Capítulo 2 do IPCC para Landfill Gas.
	1.2. Fontes móveis	FE: National Inventory Report - NIR 2024 Portugal: Tables Table B-3: Road transportation energy based implied emission factors (t/TJ) for 2022, Table B-4: Road transportation distance based implied emission factor for 2022 (g/km and mg/km) e Table 3-38: Greenhouse Gases Emission Factors for Off-road vehicles and other machinery PAG: IPCC AR6 WGI Report – List of corrigenda to be implemented Densidade combustíveis: DGEG 2021 – Densidade de produtos petrolíferos PCI: National Inventory Report - NIR 2024 Portugal, Table 3-9: Low Heating Value per fuel type e Table 3-29: Emission factors for Greenhouse gases in the building and construction industr	Consumo de combustível (TJ) x Fator de Emissão (Ton GEE/TJ ou mg GEE/km) x PAG (GEE)	O consumo de combustível de cada veículo/máquina móvel foi convertido para TJ. Foram agregados todos os veículos/máquinas da mesma tipologia (p.ex veículos de passageiros) e multiplicado o consumo pelos fatores de emissão médios para essa tipologia e tipo de combustível constantes do NIR 2024. As emissões de CO2 foram calculadas com base nos fatores de emissão baseados no consumo e as emissões de CH4 e N2O com base na distância, com exceção das máquinas e equipamentos que se utilizaram os fatores de emissão da tabela 3-38 apenas disponíveis por consumo.
	1.3. Equipamentos de refrigeração	PAG: IPCC AR6 WGI Report – List of corrigenda to be implemented	O método de cálculo baseou-se na quantidade de carga em equipamentos novos, recarga em equipamentos existentes e nas desativações. A quantidade de gás apurada como emitida é multiplicada pelo respetivo PAG para obtenção das emissões em Ton CO ₂ e.	Os dados basearam-se nos relatórios de manutenção preventiva, no inventário de equipamentos de refrigeração e AC e nas fichas de intervenção. Considera-se como emissão a carga de gás em equipamentos adquiridos ou existentes porque pressupõe a existência de uma fuga dessa mesma quantidade no passado. Não se considera a pré-carga em equipamentos adquiridos. Nas desativações, não se considera existir emissão quando o gás é recuperado para carga noutro equipamento.



Âmbito (GHG Protocol) Categoria ISO 14064-1)	Fontes de emissão	Origem dos fatores de conversão e emissão	Metodologia	Observações
Âmbito 1 Categoria 1	1.4. Equipamentos de Extinção	PAG: IPCC AR6 WGI Report – List of corrigenda to be implemented	As emissões de GEE associadas aos equipamentos de extinção seguem a mesma abordagem utilizada para os equipamentos de refrigeração e AC, e os dados baseiam-se nos relatórios de manutenção e relatórios anuais da Extinção	Relatórios da empresa responsável pela verificação de extintores
Âmbito 1 Categoria 1	1.5. Gases de Soldadura	PAG: IPCC AR6 WGI Report – List of corrigenda to be implemented Densidades dos gases: https://encyclopedia.airliquide.com/	ALbee™ Weld ArMix: Capacidade CO ₂ (m ³) adquirida x Densidade CO ₂ (kg/m ³) x PAG CO ₂ ALbee™Flame Ace / 2C ₂ H ₂ – Acetileno: Capacidade 2C ₂ H ₂ (kg) x FÉ (kg CO ₂ /kg C ₂ H ₂)	Na instalação da MUSAMI são adquiridos gases para soldadura. Em 2024 apenas foram adquiridas garrafas ALbee™ Weld ArMix e ALbee™Flame Ace / C ₂ H ₂ – Acetileno. O cálculo das emissões de GEE associados à utilização destas garrafas baseou-se na quantidade e tipo de gases destas garrafas e no seu PAG. Assume-se a emissão total do gás no momento da compra, uma vez que não é possível controlar a quantidade efetiva consumida por garrafa adquirida. Para o cálculo, foi convertido, quando aplicável, o volume para massa e posteriormente multiplicado o valor obtido em Ton pelo respetivo PAG. No caso do acetileno, foi obtido o fator de emissão através da reação de combustão (2C ₂ H ₂ + 5O ₂ → 4CO ₂ + 2H ₂ O) e multiplicado pela quantidade adquirida de acetileno.
	1.6. Emissões de processo e outras emissões difusas	FE: Heres et al. 2007 (kg de CO ₂ eq/ ton composto) PAG: IPCC AR6 WGI Report – List of corrigenda to be implemented	a) Compostagem: Quantidade de composto/ vermicomposto produzido (Ton) x fator de emissão (kg de CO ₂ eq/ Ton composto) x PAG b) Emissões difusas: Para cada GEE (CO ₂ e CH ₄): Metodologia do capítulo 3 do IPCC - SOLID WASTE DISPOSAL.	a) A partir da quantidade composto e vermicomposto produzido foi aplicado o fator de emissão referido e multiplicado pelo PAG b) São considerados os dados de resíduos depositados em aterro em cada ano desde a sua abertura, o biogás recuperado para valorização e queima, os dados disponíveis de tipologia de resíduos depositados, % de matéria seca e campanhas de composição dos RSU depositados em aterro. Com base nestes dados é estimada a massa resíduos depositados em aterro por tipologia (Ton) e posteriormente aplicada a metodologia do capítulo 3 do Volume 5 do IPCC - SOLID WASTE DISPOSAL (equações 3.1, 3.2, 3.4 e 3.5) e considerando os valores default definidos tanto no capítulo 3 como no capítulo 2 (Waste Generation, Composition, and Management Data) do Volume 5 do IPCC.
Âmbito 2 Categoria 2	2.1. Emissões indiretas de eletricidade importada (Eletricidade adquirida da rede)	FE: Emissão específica de CO ₂ na RAA (g CO ₂ /kWh), disponível em https://www.eda.pt/Regulacao/Rotulagem/Paginas/default.aspx	Consumo de eletricidade (kWh) x Fator de Emissão (g CO ₂ /kWh)	-



Âmbito (GHG Protocol) Categoria ISO 14064-1	Fontes de emissão	Origem dos fatores de conversão e emissão	Metodologia	Observações
Âmbito 3 Categoria 3	3.1. Transporte e distribuição a jusante	FE: National Inventory Report - NIR 2024 Portugal: Tables Table B-3: Road transportation energy based implied emission factors (t/TJ) for 2022, Table B-4: Road transportation distance based implied emission factor for 2022 (g/km and mg/km) Densidade combustíveis: DGEG 2021 – Densidade de produtos petrolíferos PCI: National Inventory Report - NIR 2024 Portugal, Table 3-9: Low Heating Value per fuel type e Table 3-29: Emission factors for Greenhouse gases in the building and construction industry PAG: IPCC AR6 WGI Report – List of corrigenda to be implemented DEFRA Greenhouse gas reporting: conversion factors 2024 folha “freighting goods”	a) Transporte terrestre de resíduos: Combustível consumido (TJ) x FE GEE (t GEE/TJ) x PAG (GEE) b) Transporte marítimo de resíduos: distância percorrida (km) x quantidade transportada (Ton) x fator emissão (kg CO ₂ /ton.km))	Considerou-se que o nº de viagens equivale ao nº de contentores. Para obter o combustível no caso do transporte terrestre (entre o Ecoparque I, II e III e o Porto de Ponta Delgada) é multiplicado o valor de consumo médio (l/km) pela distância total percorrida no ano, isto é, a distância entre o Ecoparque e o porto de Ponta Delgada multiplicado pelo número de viagens. No caso do transporte marítimo, foi multiplicado a distância percorrida total (nr. ° de viagens x distância entre portos) pela quantidade transportada e utilizado o fator de emissão da DEFRA.
	3.2. Transporte e distribuição a montante	FE: National Inventory Report - NIR 2024 Portugal: Tables Table B-3: Road transportation energy based implied emission factors (t/TJ) for 2022, Table B-4: Road transportation distance based implied emission factor for 2022 (g/km and mg/km) Densidade combustíveis: DGEG 2021 – Densidade de produtos petrolíferos PCI: National Inventory Report - NIR 2024 Portugal, Table 3-9: Low Heating Value per fuel type PAG: IPCC AR6 WGI Report – List of corrigenda to be implemented	a) Recolha seletiva de resíduos: Combustível consumido (TJ) x FE GEE (t GEE/TJ) x PAG (GEE) b) Fornecimentos: Combustível consumido (TJ) x FE GEE (t GEE/TJ) x PAG (GEE) c) Resíduos valorizáveis entre empresas: Combustível consumido (TJ) x FE GEE (t GEE/TJ) x PAG (GEE)	a) O cálculo é efetuado com base no consumo de combustível de cada ano. Para além deste dado de atividade, é também considerada a quantidade recolhida e distância percorrida para estimar as emissões por tonelada transportada. b) O consumo de combustível é estimado com base na distância percorrida (km) entre o fornecedor e as instalações da MUSAMI , o número de viagens no período de reporte e um consumo estimado de gasóleo por km percorrido (l/km). c) O consumo de combustível é estimado da mesma forma que para os fornecimentos.
	3.3. Viagens de negócios	Viagens de aviação: ICAO (International Civil Aviation Organization) Carbon Emissions Calculator Carro, Autocarro e Comboio: DEFRA Greenhouse gas reporting: conversion factors 2024 folha “business travel land”	a) Avião: calculadora ICAO b) Carro, Autocarro e Comboio: distância percorrida (km) x fator de emissão DEFRA (kg CO ₂ /km)	a) São inseridos os pontos de origem e destino e são calculadas as emissões, em kg CO ₂ , recorrendo à calculadora da ICAO. b) multiplicada a distância percorrida em cada tipologia de transporte pelo respetivo fator de emissão
	3.4. Deslocações Casa-Trabalho-Casa (CTC)	FE: Table 3-49: Road transportation distance based implied emission factor for 2019, 2020, 2021 e 2022 (g/km and mg/km) dos inventários nacionais da APA. DEFRA Greenhouse gas reporting: conversion factors 2024: Homeworking (office equipment + heating)	Distância percorrida (km) tipo de veículo e combustível i x Fator de Emissão (g ou mg/km) tipo de veículo e combustível x PAG (GEE)	Esta fonte corresponde às emissões associadas às deslocações casa-trabalho-casa dos colaboradores da MUSAMI . Os dados de distância percorrida de ida e volta em km, tipo de veículo e combustível foram obtidos com base em questionário. Com base no nr.º médio de trabalhadores e total de dias trabalhados no ano, e descontando o total de dias em teletrabalho, foi estimada a distância total percorrida no ano por tipo de veículo e combustível. A partir destes dados foi multiplicado o valor obtidos pelos respetivos fatores de emissão.



Âmbito (GHG Protocol) Categoria ISO 14064-1)	Fontes de emissão	Origem dos fatores de conversão e emissão	Metodologia	Observações
Âmbito 3 Categoria 4	4.1. Atividades relacionadas com combustíveis e energia não incluídas na categoria 1 ou 2	DEFRA Greenhouse gas reporting: conversion factors 2024: folha "WTT Fuels" DEFRA Greenhouse gas reporting: conversion factors 2021 folhas "WTT – UK & overseas elec" e "Transmission and distribution"	Well-to-Tank Combustíveis: Consumo de combustível (l) x Fator de Emissão WTT (kg CO ₂ e/l) Well-to-Tank Eletricidade: Consumo de energia elétrica (kWh) x Fator de Emissão (kg CO ₂ e/kWh) T&D Eletricidade: Consumo de energia elétrica (kWh) x Fator de Emissão (kg CO ₂ e/kWh)	Esta categoria de emissões inclui as emissões de GEE de três atividades: 1. Emissões a montante de combustíveis: Extração, produção e transporte de combustíveis consumidos pela MUSAMI 2. Emissões a montante de eletricidade (WTT – Wheel-to-Tank): Extração, produção e transporte de combustíveis utilizados para a produção de eletricidade, vapor, calor e frio consumido pela MUSAMI 3. Perdas de Transporte & Distribuição (T&D): Produção (atividades upstream e combustão) de eletricidade, vapor, calor e frio que é consumido (ou seja, perdido) num sistema de T&D. Para o cálculo das emissões de GEE foram considerados os dados de atividade de consumo de combustíveis e energia da categoria 1 e 2 e multiplicados pelo respetivo fator de emissão. Foram utilizados os fatores de emissão da DEFRA de 2021 das folhas "WTT – UK & overseas elec" e "Transmission and distribution" uma vez que a DEFRA deixou de disponibilizar estes dados (a partir de 2022), sendo agora fornecidos pela IEA (International Energy Agency), mas sendo uma base de dados paga a MUSAMI optou este ano por utilizar os valores de 2021. Um fator de emissão "Well-to-Tank" é um fator de emissão médio de todas as emissões de GEE da produção, processamento e distribuição de um combustível ou outra forma de energia.
	4.4. Tratamento de resíduos produzidos	DEFRA Greenhouse gas reporting: conversion factors 2024 folha "waste disposal"	Quantidade de resíduo produzido (Ton) x fator de emissão (kg CO ₂ /Ton)	Foi utilizada a quantidade de cada tipo de resíduo e multiplicada pelo respetivo fator de emissão.
Âmbito 3 Categoria 6	6.3. a) Consumo/abastecimento de água potável b) descarga de águas residuais. c) teletrabalho	DEFRA Greenhouse gas reporting: conversion factors 2024 folha "water supply" e "water treatment" DEFRA Greenhouse gas reporting: conversion factors 2024: Homeworking (office equipment + heating)	a) Abastecimento de água potável da rede: consumo de água (m ³) x fator de emissão (kg CO ₂ /m ³) b) Tratamento de água residual na ETAR da Pracinha: volume descarregado (m ³) x fator de emissão (kg CO ₂ /m ³) c) Teletrabalho: Horas trabalhadas em teletrabalho (horas) x FE (kg CO ₂ e/hora trabalhada)	a) e b) Foi multiplicado o volume consumido/d Descarregado pelo respetivo fator de emissão c) Multiplicados os dias em teletrabalho pelas horas de trabalho diárias, para obter o total de horas trabalhadas em teletrabalho, e posteriormente pelo fator de emissão da DEFRA.



As fontes de emissões biogénicas de CO₂, de acordo com o *Protocol for the quantification of greenhouse gas emissions from waste management activities*, identificadas para atividades de tratamento de resíduos aplicáveis à **MUSAMI** são as seguintes:

- › Emissões difusas de CO₂ de aterros sanitários;
- › Emissões da combustão de biogás;
- › Emissões de CO₂ do processo de compostagem.

Foram calculadas as emissões biogénicas de GEE para as emissões difusas de CO₂ dos aterros e as emissões de CO₂ da combustão de biogás. Foram calculadas estas emissões e apresentadas no presente relatório separadamente das restantes. Não foram calculadas as emissões de CO₂ do processo de compostagem.

4.6. Quantificação das emissões e remoções de GEE por categoria e fonte de emissão

CATEGORIA 1

FONTES ESTACIONÁRIAS

As emissões de GEE de fontes estacionárias correspondem à combustão de combustíveis em equipamentos estacionários, como caldeiras, fornos, queimadores, turbinas, aquecedores, incineradores, motores, flares, etc.

De uma forma geral, as emissões de cada GEE de fontes estacionárias são calculadas multiplicando os dados de combustível consumido numa determinada fonte pelo fator de emissão correspondente.

As fontes estacionárias da **MUSAMI** incluem o motor gerador para produção de energia elétrica com Biogás captado do aterro, emissões do biogás captado para queima (Flare) e emissões do grupo motor bomba – incêndios.

EMISSIONES DE GEE (TON CO₂E) DE FONTES ESTACIONÁRIAS, 2019 A 2024

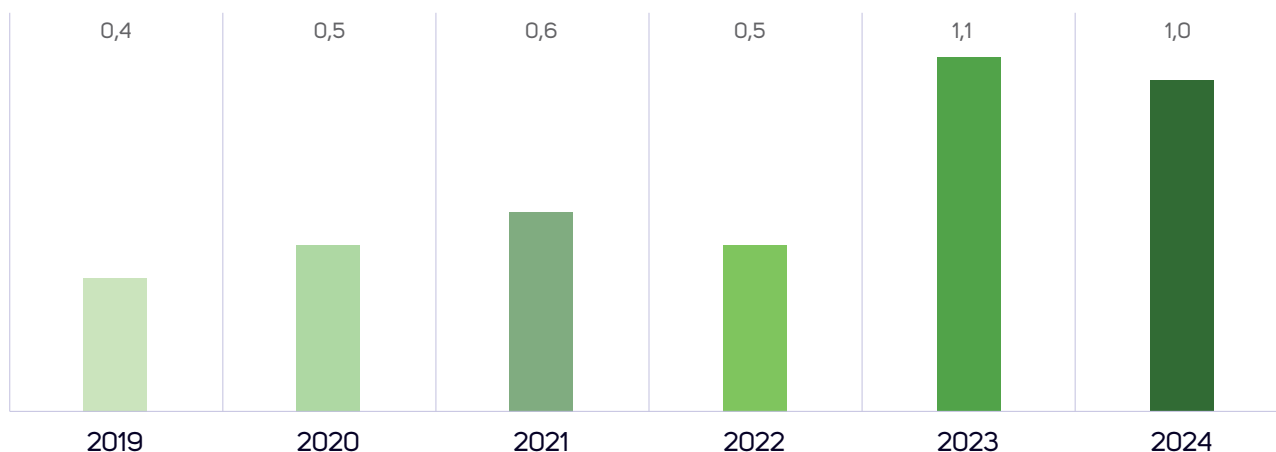


Figura 6: Emissões de GEE (Ton CO₂e) de fontes estacionárias, 2019 a 2024



Como se pode ver pela análise da **Figura 7**, a emissão de biogás captado para valorização no motor gerador, para produção de energia elétrica é a fonte com maior representação das fontes estacionárias.

COMPARAÇÃO FONTES DE EMISSÃO DE GEE (TON CO₂ E) FONTES ESTACIONÁRIAS - 2019 A 2024

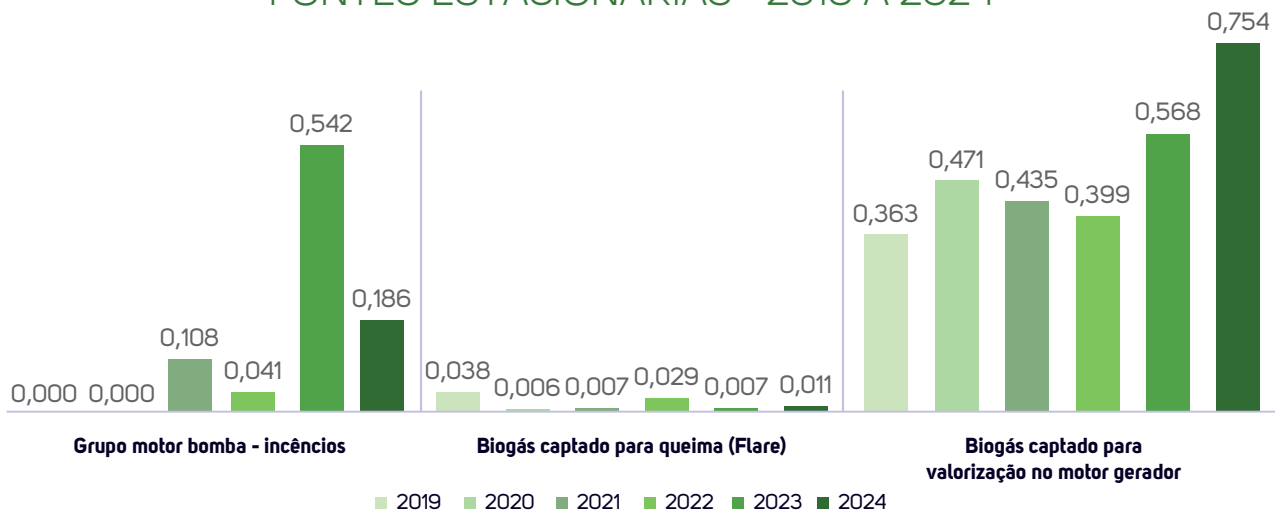


Figura 7: Emissões de GEE (Ton CO₂e) de fontes estacionárias por fonte de emissão, 2019 a 2024

Em relação às emissões biogénicas (emissões de CO₂ da combustão de biogás), estas têm apresentado valores com alguma variação, mas pouco significativa, essencialmente associado às variações de caudal de biogás recuperado para valorização ou queima.

EMISSIONES BIOGÉNICAS DE GEE (TON CO₂ E) DE FONTES ESTACIONÁRIAS

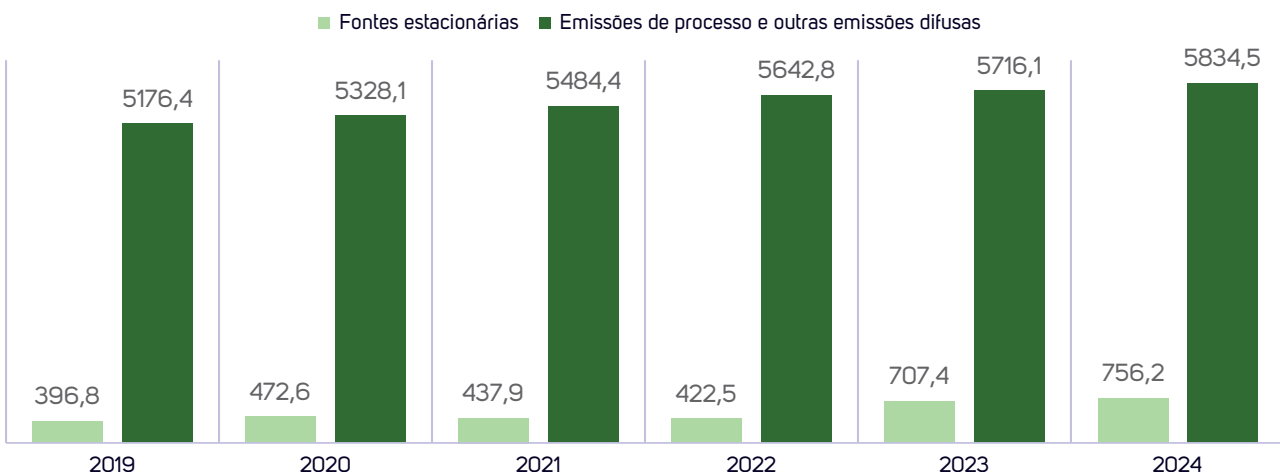


Figura 8: Emissões anuais não-biogénicas de fontes estacionárias



FONTES MÓVEIS

As fontes móveis de combustão produzem emissões diretas de GEE tais como o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), com origem na combustão de vários tipos de combustível, bem como vários outros poluentes, como é o caso do monóxido de carbono (CO), compostos orgânicos voláteis não metânicos (NMVOCs), dióxido de enxofre (SO_2), partículas (PM) e óxidos de nitrato (NO_x), que causam ou contribuem para a poluição do ar local ou regional.

As emissões de GEE podem ser estimadas com base no combustível consumido (representado pelo combustível vendido) ou pela distância percorrida pelas fontes móveis. Em geral, a primeira abordagem (combustível vendido) é apropriada para a estimativa das emissões de CO_2 e a segunda (distância percorrida por tipo de veículo) é apropriado para a estimativa das emissões de CH_4 e N_2O .

As emissões de CO_2 foram calculadas com base nos fatores de emissão baseados no consumo e as emissões de CH_4 e N_2O com base na distância, com exceção das máquinas e equipamentos e veículos para os quais não é controlada a distância percorrida.

Esta categoria de emissões diretas de GEE inclui tanto fontes móveis rodoviárias (p.ex veículos ligeiros de passageiros, ligeiros de mercadorias, entre outros) como não rodoviárias (p.ex máquinas e equipamentos).

O aumento que se verifica está relacionado com a passagem da prestação de serviços da SIGA para a **MUSAMI** a partir de abril/maio de 2022, isto é, a **MUSAMI** alterou procedimentos de coberturas de aterro, bem como, diminuiu a elevada quantidade de passivo de embalagens de vidro, madeira e plástico rígido.

Existiu ainda um aumento da produtividade do Parque de Verdes. Passou a existir uma trituração programada dos verdes sendo possível revolver, com maior frequência, as pilhas, fazendo com que o volume diminua e seja necessário menos espaço, minimizando a probabilidade de incêndio, levando a uma grande redução do consumo de água, mas a um aumento de combustível consumido.

EMISSIONES DE GEE (TON CO_2) DE FONTES MÓVEIS POR ANO

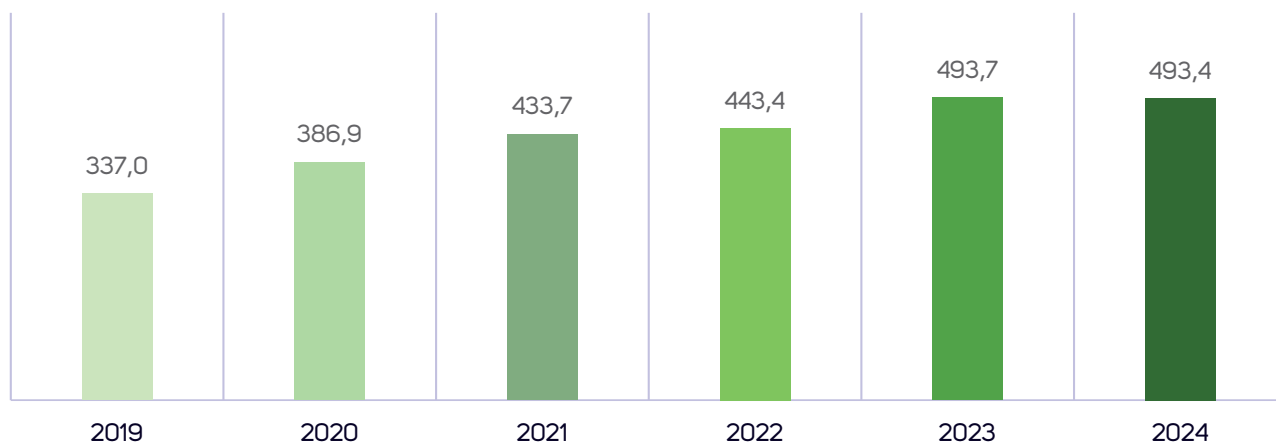


Figura 9: Emissões de GEE (Ton CO_2 e) de Fontes móveis por ano (2019 a 2024)



EQUIPAMENTOS DE REFRIGERAÇÃO E DE EXTINÇÃO

As emissões de GEE de equipamentos de refrigeração e de extinção estão maioritariamente associadas a fugas.

Considera-se como emissão a carga de gás em equipamentos adquiridos ou existentes porque pressupõe a existência de uma fuga dessa mesma quantidade no passado. Não se considera a pré-carga em equipamentos adquiridos. Nas desativações, não se considera existir emissão quando o gás é recuperado para carga noutro equipamento.

Em 2020 foi desinstalado um equipamento de refrigeração, tendo-se verificado a perda de gás, o que justifica o valor distinto comparativamente aos restantes anos.

Quanto aos equipamentos de extinção, as emissões de GEE correspondem a equipamentos desativados nos respetivos anos, mais concretamente extintores de CO₂.

EMISSIONES DE GEE (TON CO₂E) DE EQUIPAMENTOS DE REFRIGERAÇÃO E DE EXTINÇÃO POR ANO

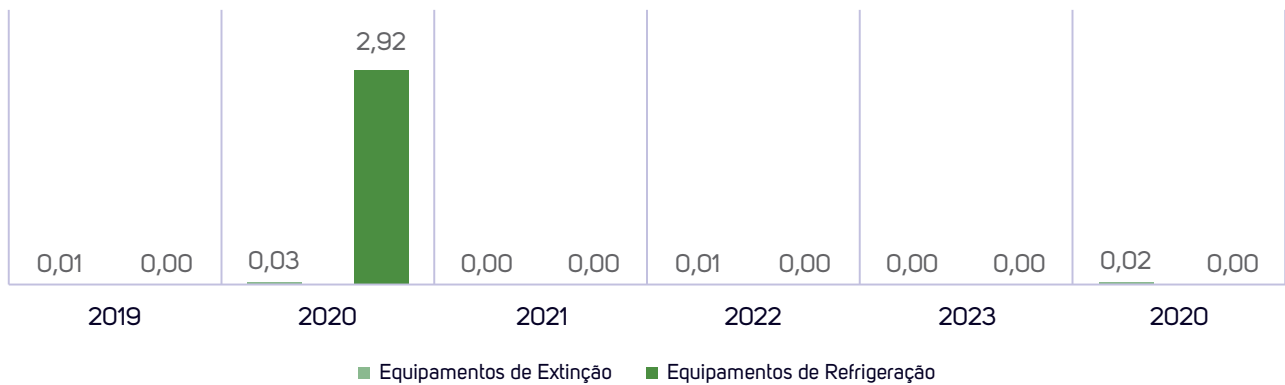


Figura 10: Emissões de GEE (Ton CO₂e) de equipamentos de refrigeração e de extinção por ano (2019 a 2024)

GASES ADQUIRIDOS

As emissões desta categoria estão associadas à aquisição de garrafas de gases de soldadura.

Em 2024 foram adquiridas: Garrafa Albee Weld Ar-Mix Minitop 11/200 e Garrafa Albee Flame 02.

A diferença de emissões anuais reflete a quantidade de garrafas adquiridas.





EMISSIONES DE GEE (TON CO₂E) DE GASES ADQUIRIDOS POR AÑO

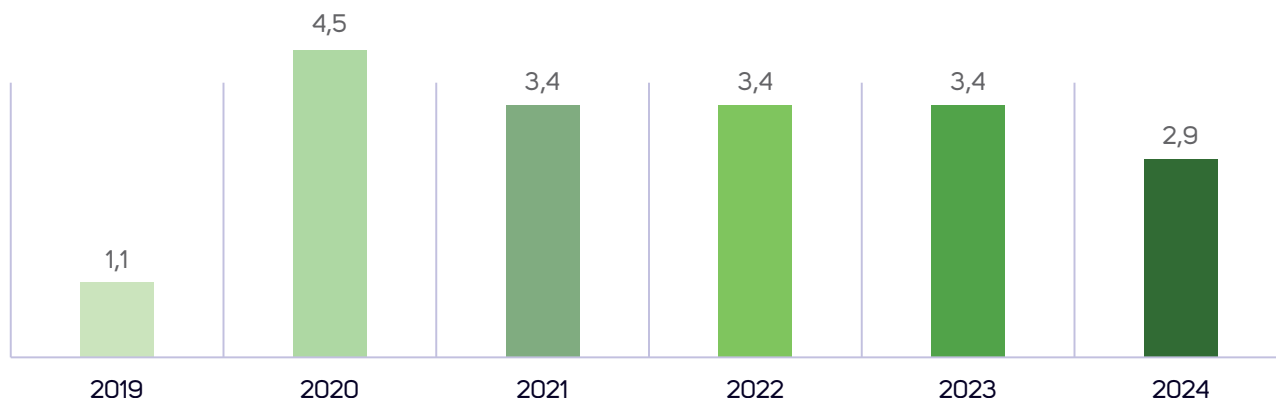


Figura 11: Emissões de GEE (Ton CO₂e) de gases adquiridos por ano (2019 a 2024)

EMISSIONES DE PROCESO E OUTRAS EMISSIONES DIFUSAS

As emissões de processo e outras emissões difusas na **MUSAMI** correspondem à emissão de GEE resultantes do processo de compostagem, emissões difusas do aterro do Ecoparque I e emissões difusas do aterro do Ecoparque do Nordeste (Ecoparque III).

Durante o processo de compostagem, pequenas quantidades de metano (CH₄) e de óxido nitroso (N₂O) são libertados por microrganismos. O N₂O é libertado durante a desnitrificação de nitrito e nitrato e o CH₄ em circunstâncias anaeróbicas em que os compostos orgânicos são usados por microrganismos.

O nível de emissões de N₂O e CH₄ está relacionada com os tipos de materiais orgânicos que são compostados, o tipo de compostagem, a quantidade de material e as circunstâncias de processamento (humidade, temperatura e estrutura), entre outros aspetos.

As emissões associadas ao processo de compostagem de N₂O e de CH₄ podem ser calculadas tanto pela quantidade de resíduos tratados por este processo como pela quantidade de composto gerado.

O CO₂ produzido durante o processo de compostagem não foi considerado neste processo devido à sua origem biogénica.

Na Holanda, as emissões de óxido nitroso e metano foram amplamente estudadas em várias instalações que utilizam diferentes metodologias de compostagem (<https://orgprints.org/id/eprint/17480/4/17480.pdf>). Neste estudo, foram utilizados os valores máximos medidos em Heres et al (2007), não existindo medições específicas de GEE do processo de compostagem da **MUSAMI**.

As emissões difusas do aterro do Ecoparque I foram calculadas utilizando a metodologia referida no presente relatório. Em 2024, foram entregues diretamente em aterro sanitário 72.203 toneladas de resíduos. Já no caso das emissões difusas do aterro do Ecoparque III foram entregues diretamente em aterro sanitário 837,6 toneladas de resíduos, não existindo captação de biogás.



Como se pode verificar pela análise da **Figura 12** e **Figura 13**, tanto as emissões de GEE da compostagem como difusas do aterro do Ecoparque I e Ecoparque III têm vindo a aumentar desde 2019.

Em relação às emissões de GEE de compostagem, este aumento está relacionado com a maior quantidade de composto produzido, uma vez que a metodologia de cálculo considera a quantidade produzida de composto multiplicado pelo fator de emissão em kg CO₂e/Ton composto.

Já no caso das emissões difusas dos aterros, mais concretamente do Aterro do Ecoparque I e II, verifica-se uma diminuição das emissões de GEE, diretamente relacionado com a maior captação de biogás captado

EMISSIONES DE GEE (TON CO₂E) DE COMPOSTAGEM E EMISSIONES DIFUSAS DO ATERRO POR ANO

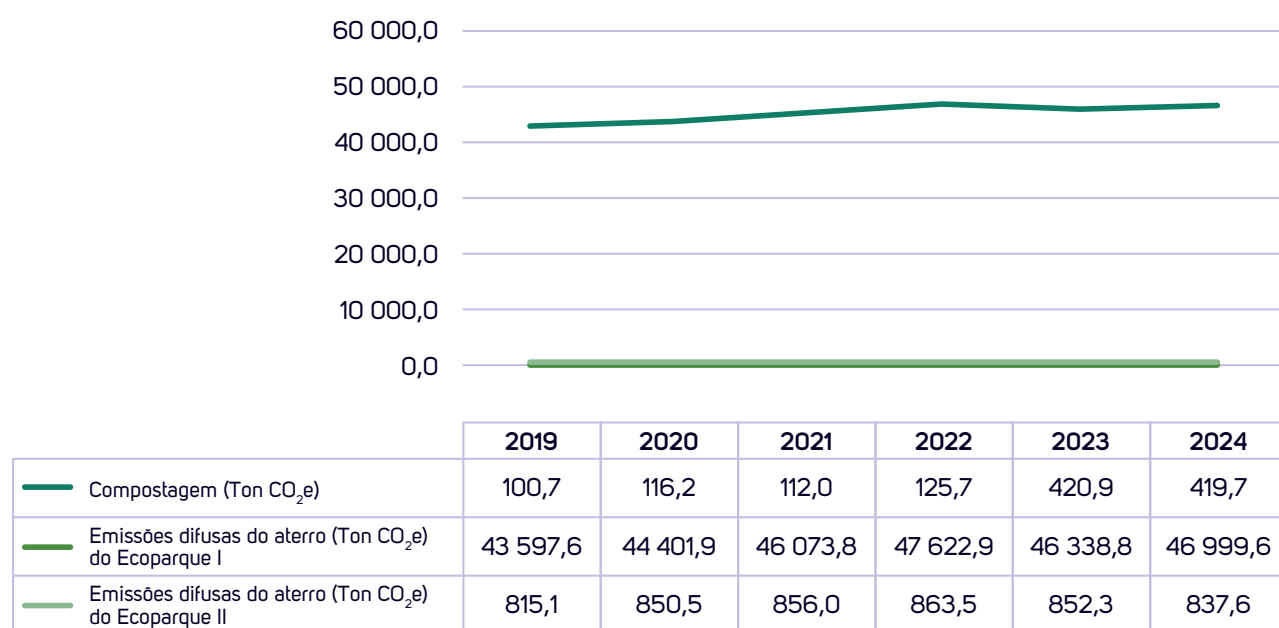


Figura 12: Emissões de GEE (Ton CO₂e) de compostagem e emissões difusas do aterro do Ecoparque I e do Ecoparque III por ano (2019 a 2024)

EMISSIONES DE GEE (TON CO₂E) DE EMISSIONES DE PROCESSO E OUTRAS EMISSIONES DIFUSAS POR ANO

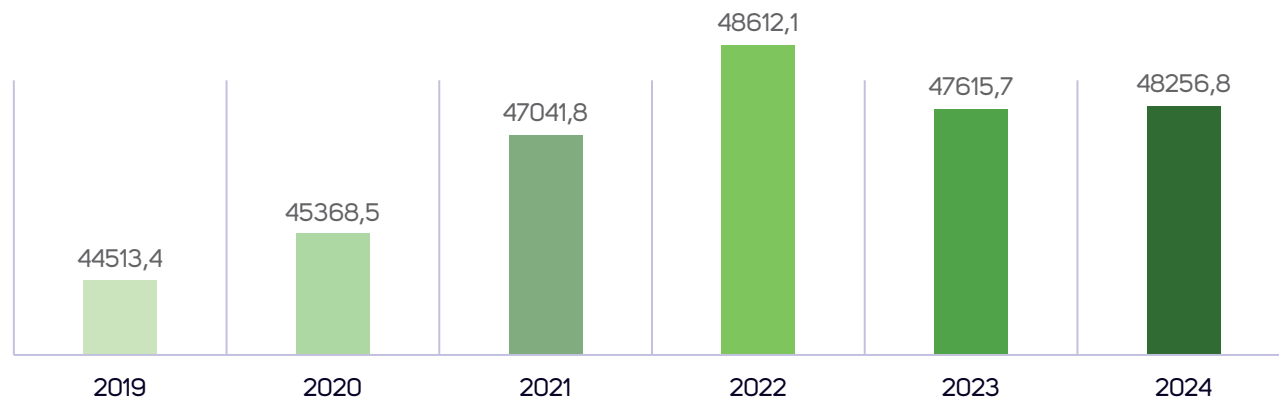


Figura 13: Emissões de GEE (Ton CO₂e) de emissões de processo e outras emissões difusas por ano (2019 a 2024)



CATEGORIA 2

EMISSIONES INDIRECTAS DE ELETRICIDADE IMPORTADA

Esta categoria inclui apenas as emissões de GEE relacionadas com a queima de combustível associada à produção de energia final e utilidades, como eletricidade, calor, vapor, refrigeração e ar comprimido. Exclui todas as emissões a montante (cradle-to-gate) associadas ao consumo de combustível, emissões da construção da unidade de produção de energia e perdas no transporte e distribuição.

Na **MUSAMI**, a eletricidade consumida da rede é adquirida à Eletricidade dos Açores (EDA). Os dados de atividade (consumo de energia elétrica) baseiam-se nas faturas mensais. Parte da energia produzida pela valorização do Biogás é autoconsumida pelas instalações do Ecoparque e a excedente vendida e emitida na rede. Em 2024 aproximadamente 18,6% da energia consumida teve como origem o autoconsumo, correspondendo a um valor total de 261002 kWh.

Como se pode verificar pela análise da **Figura 14**, as emissões de GEE de categoria 2 reduziram ligeiramente em 2020, relacionado com a pandemia, e desde então tem vindo a aumentar, sendo os valores de 2024 superiores ao do ano-base.

É importante salientar que, em 2023, a maior valorização de biogás captado para produção de energia elétrica, parte desta autoconsumida, bem como a diminuição do fator de emissão da EDA, permitiu a redução das emissões de GEE mesmo com valores de consumo bastante semelhantes.

Comparativamente com os anos anteriores, o aumento do consumo de energia registado em 2024 está diretamente associado a fatores operacionais específicos identificados em cada unidade. No Ecoparque I, verificou-se um acréscimo de 12,19% face ao valor de referência, devido ao aumento do consumo de eletricidade (15,18 tep), gásóleo (5,08 tep) e gasolina (0,08 tep). Destaca-se a unidade de Osmose Inversa 58-200, cujo consumo de eletricidade aumentou 11,46 tep (57,82%), refletindo o maior volume de lixiviado processado (+45,66%). Adicionalmente, o CTA registou um aumento de 17,82% (8,59 tep), justificado pela alteração do horário de trabalho para 40 horas semanais a partir de maio.

No Ecoparque II, o consumo foi 11,18% superior ao esperado, com destaque para o aumento de eletricidade (+17,55 tep). Este desvio está relacionado com os acréscimos verificados no CTB (+24,23%) e no CTM (+22,58%). No caso do CTB, o método de registo dos consumos (diferença entre fatura da EDA e registos manuais do CTM e CVE) pode ter contribuído para o desvio, especialmente quando os trabalhos da CVE se prolongam para além do último dia útil do mês. No CTM, a referência baseou-se em apenas dois meses de 2023, que não refletiram os padrões de consumo verificados em 2024.

O Ecoparque III apresentou um desvio por defeito de 4,04%, devido ao menor consumo de eletricidade (-13,83%) face ao valor expectável. Já na Sede, o consumo foi 1,14% superior, exclusivamente associado ao aumento no consumo de eletricidade.

Na **Figura 15**, apresentam-se as emissões indiretas de GEE de energia importada em 2024 por instalação da **MUSAMI**.





EMISSIONES INDIRECTAS DE GEE (TON CO₂E) DE ENERGIA IMPORTADA DE 2019 A 2024

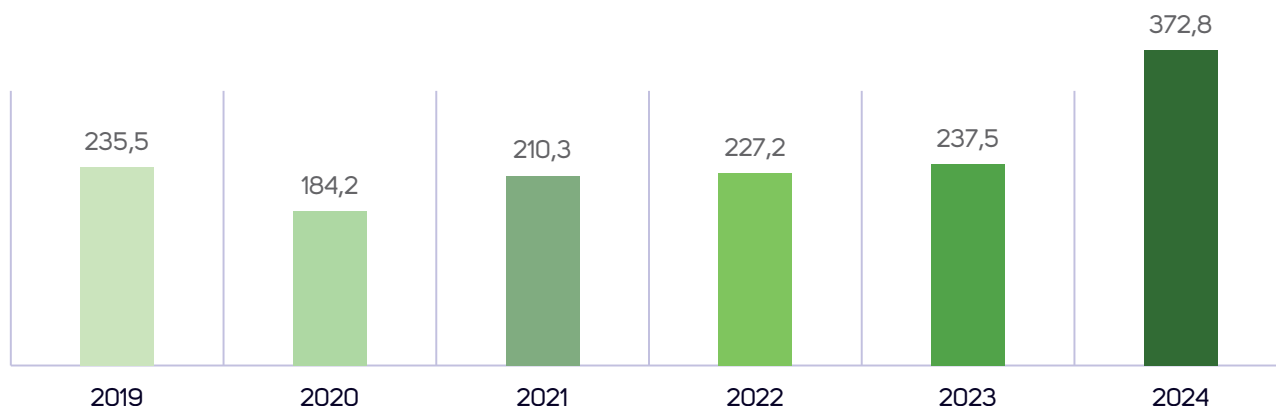


Figura 14: Emissões indiretas de GEE (Ton CO₂e) de energia importada de 2019 a 2024

EMISSIONES INDIRECTAS DE GEE (TON CO₂E) DE ENERGIA IMPORTADA EM 2024

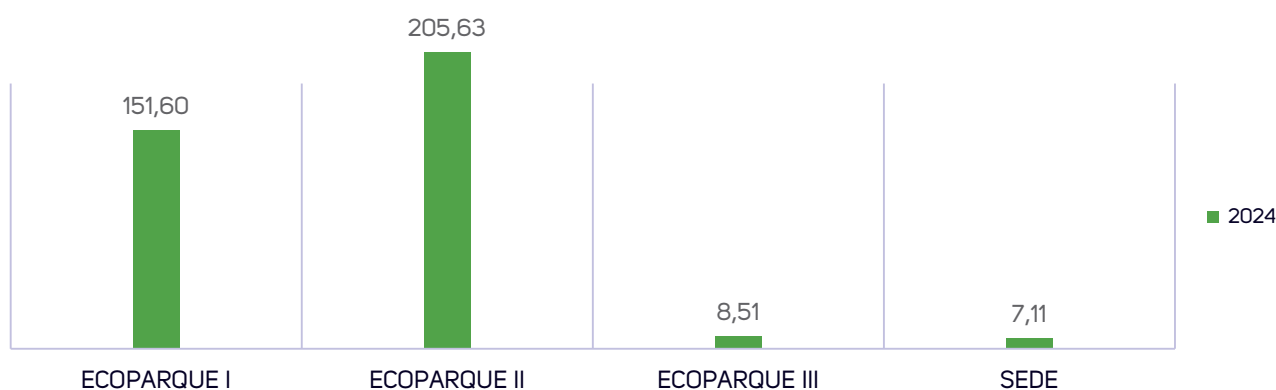


Figura 15: Emissões indiretas de GEE (Ton CO₂e) de energia importada em 2024

CATEGORIA 3

A categoria 3 inclui as emissões indiretas de GEE de transporte, isto é, o transporte de pessoas e mercadorias, para todos os modos de transporte (ferroviário, marítimo, aéreo e rodoviário), em veículos não controlados operacionalmente pela **MUSAMI**.

Na **MUSAMI** divide-se esta categoria em:

1. Emissões de transporte e distribuição a montante:

- Recolha municipal seletiva e indiferenciada de resíduos.
- Fornecimentos.
- Resíduos valorizáveis entre empresas fornecedoras (Equiambi, Serratharia do Outeiro, Insulac, Bentrans, Tecnovia Ambiente e Vivaclorofila Gestão de Resíduos) e a **MUSAMI**.





2. Emissões de transporte e distribuição a jusante:
 - a. Transporte terrestre de resíduos entre os Ecoparques e o porto de Ponta Delgada.
 - b. Transporte marítimo de resíduos.
3. Viagens de negócios
4. Deslocações Casa-Trabalho-Casa

TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO A MONTANTE

O transporte e distribuição a montante inclui a recolha municipal seletiva e indiferenciada de resíduos, os fornecimentos de ácido sulfúrico (contrato Agroútil) arame (contrato JB – Fornecimentos Industriais Lda.) e gasóleo para o Ecoparque I, e o transporte de resíduos valorizáveis entre empresas fornecedoras (Equiambi, Serralharia do Outeiro, Insulac, Bentrans, Tecnovia Ambiente e Vivaclorofila Gestão de Resíduos) e a **MUSAMI**.

Tal como já referido, a recolha de resíduos era um serviço concessionado pela Associação de Municípios da Ilha de São Miguel (AMISM), tendo esta concessão passado recentemente para a **MUSAMI**, mas do qual a **MUSAMI** não detém qualquer tipo de controlo operacional (p.ex definição de rotas de recolha).

Na **Figura 16**, apresentam-se as emissões indiretas de transporte e distribuição a montante desde 2022 até 2024. Daqui se verifica um aumento das emissões de GEE da recolha municipal seletiva e indiferenciada e uma estabilidade nos valores de emissões dos fornecimento e transporte de resíduos valorizáveis entre empresas fornecedoras e a **MUSAMI**.

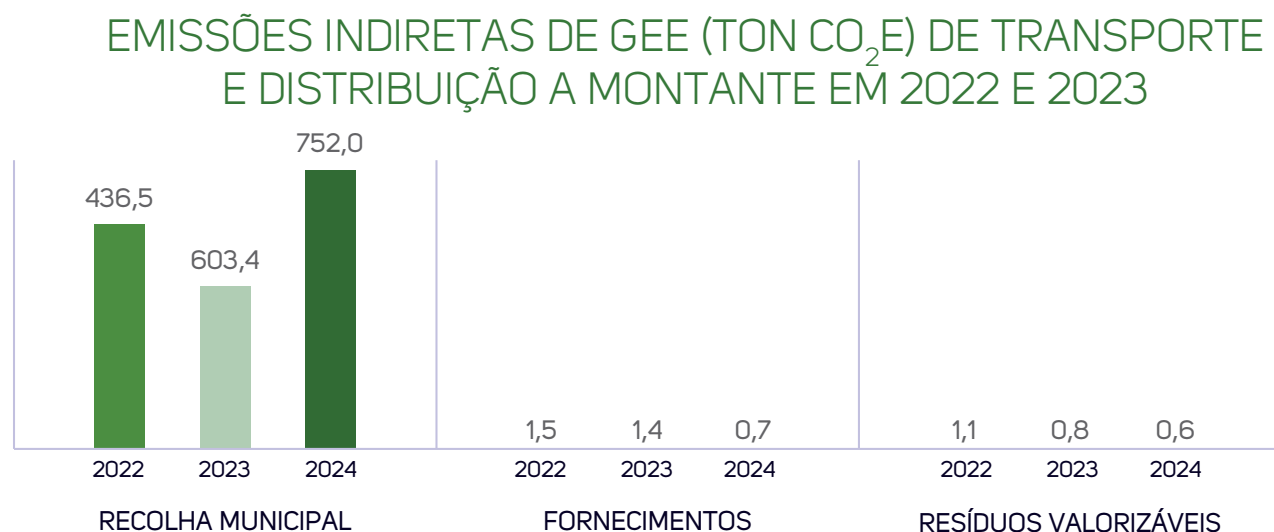


Figura 16: Emissões indiretas de GEE (Ton CO₂e) de transporte e distribuição a montante, em 2022 e 2024



De 2019 a 2024 (vide **Figura 17**), verifica-se um aumento das emissões de GEE.

EMISSIONES INDIRECTAS DE GEE (TON CO₂E) DE TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO A MONTANTE DE 2019 A 2024

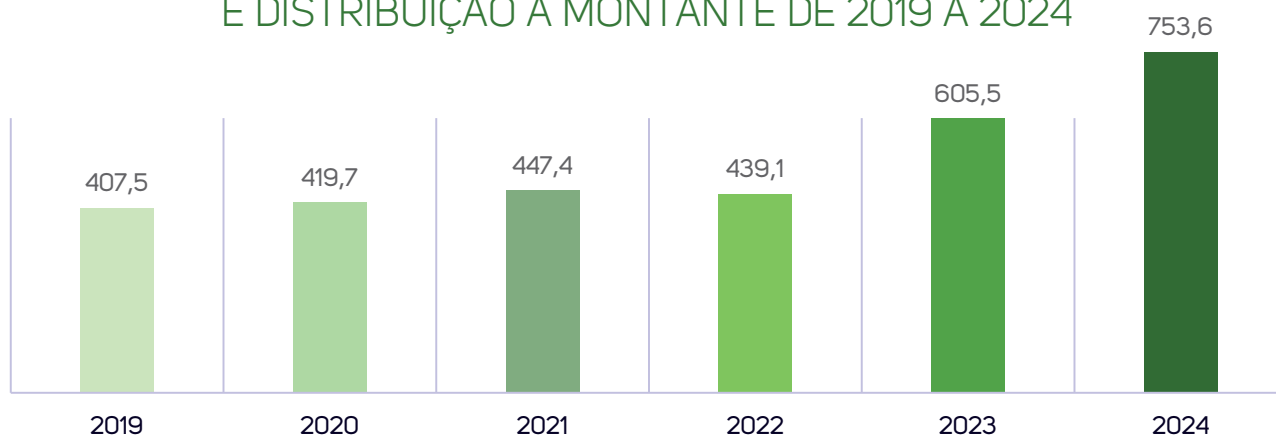


Figura 17: Emissões indiretas de GEE (Ton CO₂e) de transporte e distribuição a montante, de 2019 a 2024

TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO A JUSANTE

O transporte e a distribuição a jusante inclui as emissões do transporte terrestre de resíduos entre os ecoparques e o porto de Ponta Delgada e o transporte marítimo de resíduos entre o porto de Ponta Delgada e o Porto de Lisboa ou de Leixões.

De 2019 a 2024, estas emissões têm apresentado uma tendência crescente, embora com uma ligeira redução de 2022 para 2023, pelo maior número de contentores (que se considera o número de viagens para âmbitos de cálculo) expedidos, que resulta numa maior distância percorrida e consumo de combustível.

EMISSIONES INDIRECTAS DE GEE (TON CO₂E) DE TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO A JUSANTE DE 2019 A 2024

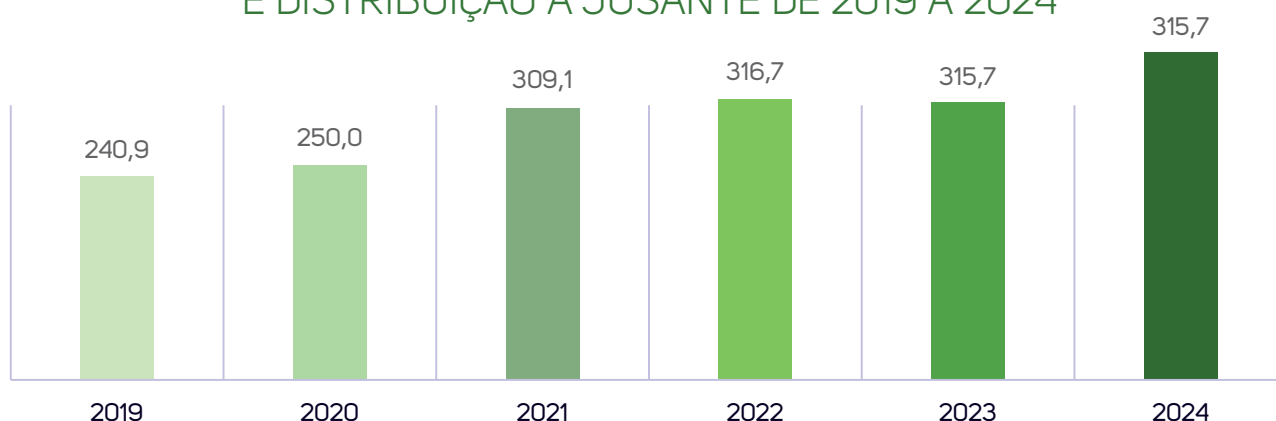


Figura 18: Emissões indiretas de GEE (Ton CO₂e) de transporte e distribuição a jusante, de 2019 a 2024





VIAGENS DE NEGÓCIOS

Nas viagens de negócios enquadram-se as emissões de GEE associadas a viagens de avião e aluguer de veículos, viagens de táxi, autocarro, comboio e metro por colaboradores da **MUSAMI**. A grande diminuição de 2019 para 2020 está relacionada com a pandemia, pelo que se considera que o aumento de 2021 para 2022 é um simples retomar da atividade e das viagens de negócios suspensas/limitadas entre 2020 e 2021. De 2023 para 2024, verifica-se um aumento das emissões relacionadas com o maior número de viagens de avião.

No âmbito da contabilização das emissões de GEE associadas a esta categoria, foram identificadas duas situações de aluguer de viaturas em que não estavam disponíveis dados relativos aos quilómetros percorridos nem ao modelo de viaturas utilizadas. Para garantir a inclusão destes consumos na estimativa da pegada de carbono, foi necessário recorrer a uma metodologia de extrapolação baseada no custo do aluguer.

Metodologia de Extrapolação

1. Custo do combustível: Foi utilizado o valor médio do gasóleo no Funchal no mês de julho, como referência para o custo por litro. O valor referido foi verificado nas Estatísticas dos Combustíveis da RAM 2024, através do Portal de Estatísticas Oficiais da Direção Regional de Estatística da Madeira.

2. Consumo médio estimado: Assumiu-se um consumo médio de 5,5 litros por 100 km, valor representativo para viaturas ligeiras de passageiros.

3. Conversão para km por litro: Com base nos dados acima, obteve-se uma média de 18 km por litro de gasóleo.

A partir do valor total pago pelo aluguer, foi estimado o número de quilómetros percorridos, assumindo que a totalidade do valor seria equivalente ao custo de combustível.

Cálculos Realizados

› Aluguer de dia 16/09 (4 dias, 455 €)

› Custo diário: 113,75 €

› Quilometragem estimada por dia:

$$(113,75€ \times 1\text{litro}) \div 1,353 € = 84,07 \text{ litros por dia}$$
$$(84,07 \text{ litros} \times 18\text{km}) \div 1\text{litro} = 1513,26 \text{ km por dia}$$

› Aluguer de dia 20/09 (4 dias, 317 €)

› Custo diário: 79,25 €

› Quilometragem estimada por dia:

$$79,25€ \times 1\text{litro} \div 1,353 € = 54,88 \text{ litros por dia}$$
$$(54,88 \text{ litros} \times 18\text{km}) \div 1\text{litro} = 987,84 \text{ km por dia}$$

Apesar dos alugueres terem tido a duração de 4 dias, os valores de quilometragem total estimados para esse período revelaram-se irrealistas, sugerindo uma utilização intensiva e pouco plausível. Assim, optou-se por considerar apenas a quilometragem estimada para 1 dia de utilização, como forma de manter a coerência e prudência na estimativa, tendo em conta a ausência de dados mais concretos.

Por modo de transporte verifica-se que o avião é o modo de transporte com maior contribuição em termos de emissões de GEE (vide **Figura 20**).



EMISSIONES INDIRECTAS DE GEE (TON CO₂E) DE VIAGENS DE NEGÓCIOS DE 2019 A 2024

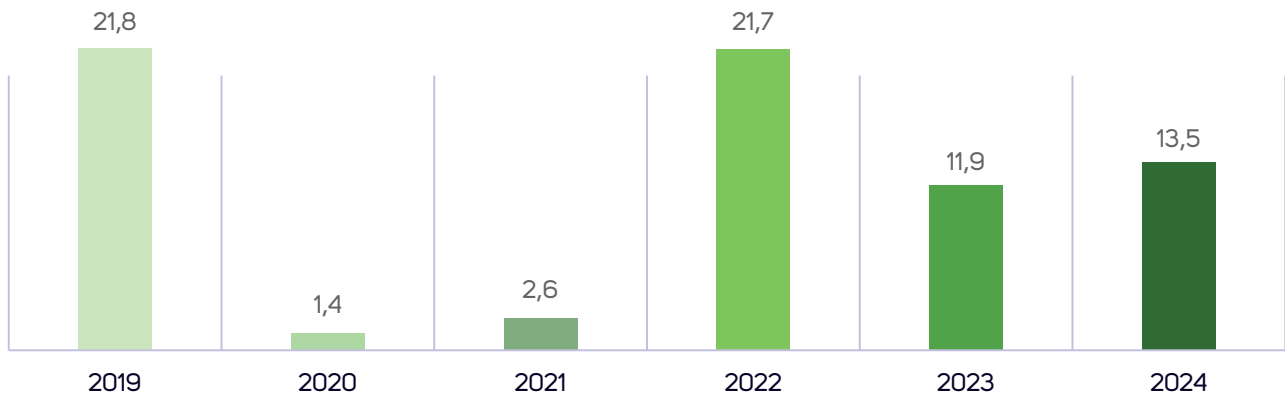


Figura 19: Emissões indiretas de GEE (Ton CO₂e) de viagens de negócios de 2019 a 2024

EMISSIONES INDIRECTAS DE GEE (TON CO₂E) DE VIAGENS DE NEGÓCIOS EM 2024 POR MODO DE TRANSPORTE

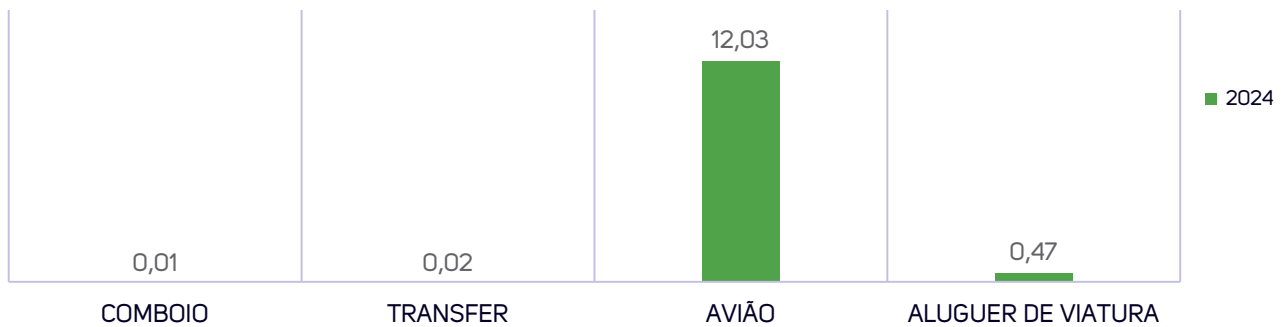


Figura 20: Emissões indiretas de GEE (Ton CO₂e) de viagens de negócios, de 2019 a 2024, por modo de transporte





DESLOCAÇÕES CASA-TRABALHO-CASA (CTC)

As emissões de GEE de deslocações CTC correspondem às emissões que resultam das deslocações dos colaboradores para as instalações da **MUSAMI** no decorrer do ano de trabalho.

Como era de prever, as emissões de GEE em 2020 e 2021 foram bastante inferiores a 2019, resultado da pandemia. Com a retoma da atividade em 2022 voltaram a aumentar, mas, em 2024, o número de dias em teletrabalho foi bastante elevado o que resultou numa descida acentuada nas emissões de GEE de deslocações CTC.

Importa, no entanto, salientar que o número médio de trabalhadores e número total de dias trabalhados tem vindo a aumentar, 24246 dias em 2019 vs 30243 dias em 2024, e o aumento das emissões de GEE só não é superior com a introdução do trabalho remoto, para funções e atividades em que tal é possível, e consequente redução das deslocações dos trabalhadores. De facto, a redução que se verifica de 2023 para 2024 está relacionada com o menor número médio de dias presenciais (208 em 2023 vs 105 em 2024) e maior número médio de dias de teletrabalho (9 em 2023 vs 90 em 2024).

EMISSIONES DE GEE (TON CO₂E) DE DESLOCAÇÕES CTC DE 2019 A 2024

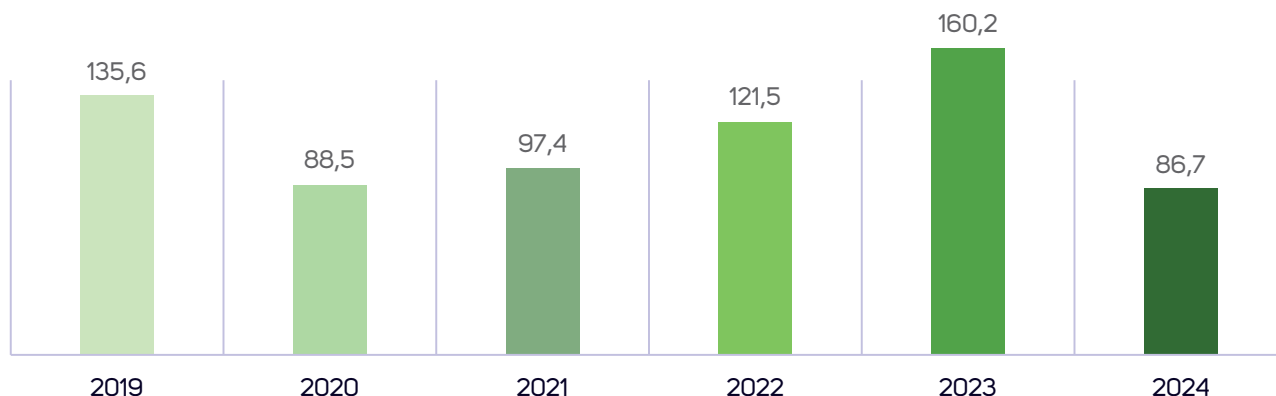


Figura 21: Emissões de GEE (Ton CO₂e) de deslocações Casa-Trabalho-Casa (CTC), de 2019 a 2024

CATEGORIA 4

A categoria 4 inclui emissões indiretas de GEE de produtos e serviços utilizados pela organização. As emissões de GEE ocorrem a partir de fontes localizadas fora dos limites organizacionais associados aos bens utilizados pela organização. Essas fontes podem ser fixas ou móveis e estão associadas a todos os tipos de bens adquiridos pela **MUSAMI**. As emissões têm origem principalmente às seguintes fases numa abordagem “do berço ao fornecedor”:

- › extração de matérias-primas, atividades agrícolas;
- › transporte de matérias-primas/produtos entre fornecedores;
- › fabricação e processamento de matérias-primas.

Deve-se prestar atenção para não contar duas vezes com outras categorias/subcategorias, como emissões indiretas de GEE provenientes de transportes e serviços adquiridos pela organização.





Desta categoria, tal como já mencionado no presente relatório, excluem-se do presente inventário as emissões de GEE de produtos e bens de capital adquiridos pela **MUSAMI**. Em termos de serviços, incluem-se no presente inventário apenas as emissões associadas ao tratamento de resíduos produzidos pela **MUSAMI**.

ATIVIDADES RELACIONADAS COM COMBUSTÍVEIS E ENERGIA NÃO INCLUÍDAS NA CATEGORIA 1 OU 2

As emissões de atividades relacionadas com combustíveis e energia não incluídas na Categoria 1 ou 2 correspondem a emissões de GEE relacionadas à produção de combustíveis e energia adquiridos e consumidos pela **MUSAMI** no ano de referência que não se encontram incluídas nas categorias 1 e 2.

Como se pode verificar pela análise da **Figura 22** as emissões de GEE destas atividades têm vindo a aumentar, sendo expectável considerando o aumento do consumo de combustíveis que se tem verificado.

EMISSIONES DE GEE (TON CO₂e) DE ATIVIDADES RELACIONADAS COM COMBUSTÍVEIS E ENERGIA NÃO INCLUÍDAS NA CATEGORIA 1 OU 2

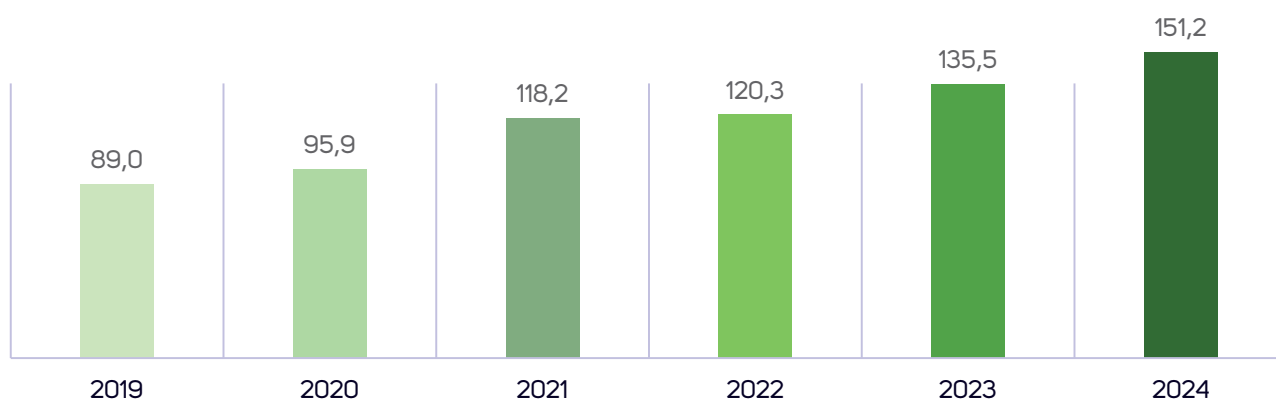


Figura 22: Emissões de GEE (Ton CO₂e) de Atividades relacionadas com combustíveis e energia não incluídas na Categoria 1 ou 2





EMISSÕES DE GEE (TON CO₂e) DE ATIVIDADES RELACIONADAS COM COMBUSTÍVEIS E ENERGIA NÃO INCLUÍDAS NA CATEGORIA 1 OU 2 POR ATIVIDADE



Figura 23: Emissões de GEE (Ton CO₂e) de Atividades relacionadas com combustíveis e energia não incluídas na Categoria 1 ou 2 por atividade2

TRATAMENTO DE RESÍDUOS PRODUZIDOS

No tratamento de resíduos produzidos enquadram-se as emissões de GEE associadas ao tratamento de resíduos produzidos nas instalações da **MUSAMI** sitas no Ecoparque I e Ecoparque II, em Ponta Delgada, e Ecoparque III, em Nordeste, ilha de São Miguel, sendo considerados os resíduos produzidos e reportados como “Saída de resíduos” nos Mapas SRIR.

Como se pode verificar pela análise da **Figura 24**, as emissões indiretas de GEE do tratamento de resíduos aumentaram face ao ano-base, sendo que estas diferenças estão relacionadas com o aumento da quantidade de resíduos produzidos.



EMISSIONES INDIRECTAS DE GEE (TON CO₂E) DO TRATAMENTO DE RESÍDUOS PRODUZIDOS DE 2019 A 2024

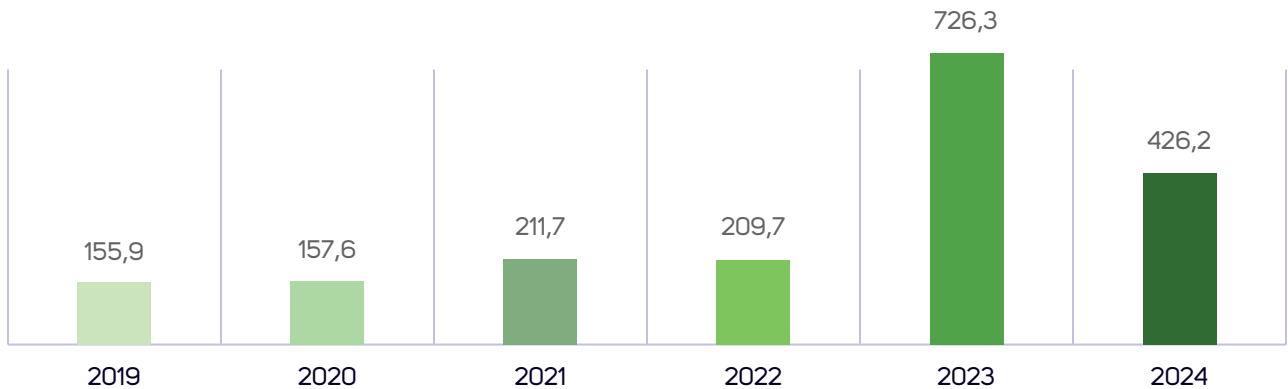


Figura 24: Emissões indiretas de GEE (Ton CO₂e) do Tratamento de resíduos produzidos, de 2019 a 2024

CATEGORIA 6

O objetivo desta categoria é capturar qualquer emissão (ou remoção) de GEE específica da organização que não possa ser reportada em nenhuma outra categoria. Embora as emissões de GEE do abastecimento de água potável da rede e saneamento de águas residuais possam também ser enquadradas na categoria 4, considerou-se mais pertinente incluir estas emissões nesta categoria.

Com o teletrabalho implementado e tornando-se uma prática comum torna-se relevante incluir esta fonte de emissão no inventário de GEE da **MUSAMI**.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL DA REDE E TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

EMISSIONES INDIRECTAS DE GEE (TON CO₂E) DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL DA REDE DE 2019 A 2024

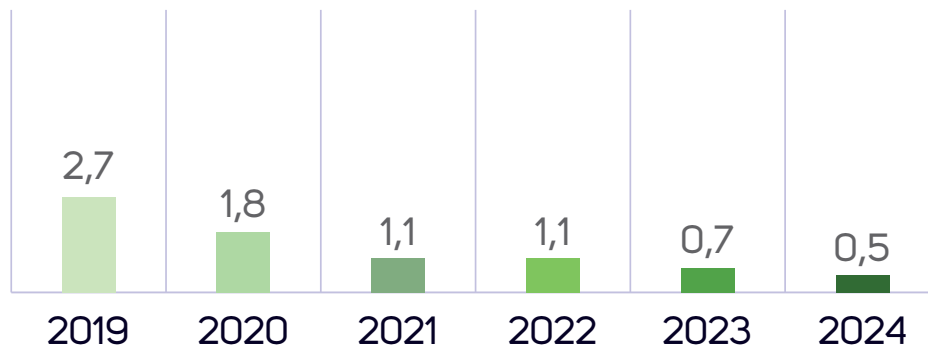


Figura 25: Emissões indiretas de GEE (Ton CO₂e) do abastecimento de água potável da rede de 2019 a 2024



EMISSÕES INDIRETAS DE GEE (TON CO₂E) DO TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAIS DE 2019 A 2024

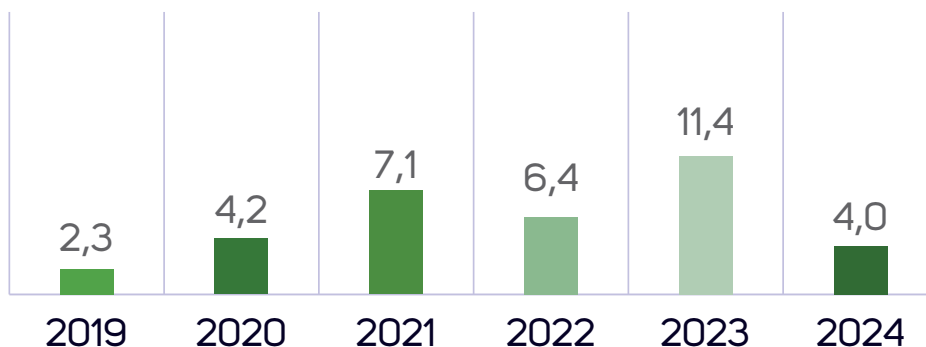


Figura 26: Emissões indiretas de GEE (Ton CO₂e) do tratamento de águas residuais de 2019 a 2024

A variação de emissões associadas ao abastecimento de água entre os períodos de 2019/2020 e 2021/2022 é justificada pela redução do fator de emissão em mais de 50%. O aumento das emissões associadas ao tratamento de águas residuais entre os períodos de 2019/2020 e 2021/2022 é justificada pelo aumento do volume de lixiviados do processo.

De 2022 para 2023, verificou-se um decréscimo no consumo de água fresca, com consequente decréscimo das emissões de GEE. Por outro lado, verifica-se um aumento considerável do volume de água descarregada para a ETAR da Pranchinha, o que justifica o aumento para quase o dobro das emissões de GEE do tratamento de águas residuais.

TELETRABALHO

EMISSÕES INDIRETAS DE GEE (TON CO₂E) ASSOCIADAS AO TELETRABALHO DE 2019 A 2024

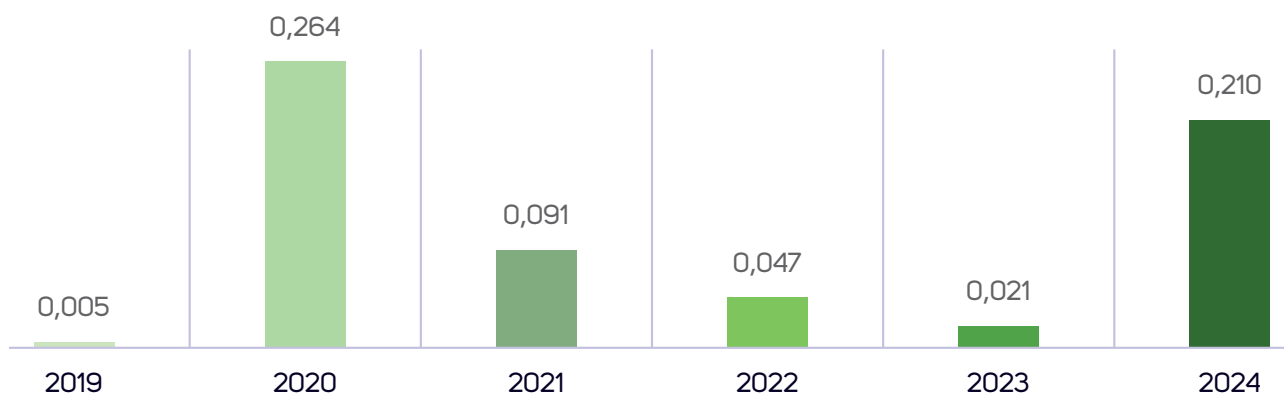


Figura 27: Emissões indiretas de GEE (Ton CO₂e) associadas ao teletrabalho, de 2019 a 2024

Em 2024, verificou-se uma redução significativa das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) associadas ao tratamento de águas residuais, quando comparado com o ano de 2023. Esta diminuição está diretamente relacionada com o menor volume de efluente descarregado na ETAR da Pranchinha, o que resultou numa menor produção de metano e óxidos de azoto, principais responsáveis pelas emissões neste processo.



4.7. EMISSÕES E REMOÇÕES DE GEE POR CATEGORIA/ÂMBITO

Na **Tabela 7** apresentam-se os resultados obtidos por categoria/âmbito, de 2019 a 2024.

Tabela 7: Emissões e remoções de GEE por âmbito/categoria

Âmbito (GHG Protocol)	Categoria (ISO 14064)	Total (Ton CO ₂ e)					
		2019	2020	2021	2022	2023	2024
Âmbito 1	Categoria 1	44852,0	45763,3	47479,4	49059,3	48113,9	48772,6
Âmbito 2	Categoria 2	235,5	184,2	210,3	227,2	237,5	372,84
Âmbito 3	Categoria 3	815,0	769,3	869,8	902,8	1093,3	1225,88
Âmbito 3	Categoria 4	244,9	253,5	329,8	329,9	861,9	577,41
Âmbito 3	Categoria 6	5,0	6,2	8,3	7,6	12,1	4,76
Total		46152,4	46976,4	48897,6	50526,8	50318,7	50935,05

Verifica-se destes valores um aumento em todas as categorias de emissão face ao ano-base.

Em termos globais, este aumento é de aproximadamente 9,4%, apresentando-se na **Tabela 8** diferença percentual (%) entre o ano-base (2019) e 2024 por categoria.

Tabela 8: Diferença percentual (%) entre o ano-base e 2024 por categoria

Categoria	Diferença percentual por categoria (ano-base vs 2024)
Categoria 1	8,0%
Categoria 2	36,8%
Categoria 3	33,5%
Categoria 4	57,6%
Categoria 6	-5,0%
Total	9,4%

Na **Tabela 9** apresentam-se os resultados obtidos por instalação para a categoria 2/âmbito 2, isto é, emissões indiretas de GEE de origem energética.

Tabela 9: Emissões indiretas de GEE de origem energética por instalação

Instalação	Categoria 2 (Ton CO ₂ e) 2024
Ecoparque I	151,60
Ecoparque II	205,63
Ecoparque III	8,51
Sede	7,11
Total	372,84





4.8. ANÁLISE DE RISCO DA MEDIÇÃO DA PEGADA DE CARBONO E MEDIDAS PARA REDUÇÃO DOS RISCOS ASSOCIADOS AO PROCESSO

AValiação da Incerteza

A incerteza das emissões do inventário de GEE é uma combinação das incertezas dos fatores de emissão e do correspondente dado de atividade.

A estimativa de emissões de forma indireta tem associado um determinado grau de confiança, pelo que se apresenta de seguida uma avaliação de incerteza.

A avaliação da incerteza associada à estimativa de emissões de 2024 seguiu o guia metodológico do *GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty*, que estabelece a metodologia de quantificação do impacte da incerteza nas emissões de GEE.

A contabilização das emissões resultantes da atividade da **MUSAMI** não envolveu nenhum equipamento de medição em contínuo. Assim, as emissões correspondem a uma medição indireta, cuja metodologia de cálculo da incerteza se baseia na multiplicação de incertezas. A fórmula utilizada considera a raiz quadrada da soma dos quadrados dos intervalos de confiança relativos de cada fator e para cada fonte de emissões de GEE.

A metodologia supramencionada indica que se deve determinar a incerteza global do valor total correspondente à soma das emissões das diversas fontes envolvidas. Para tal, considerou-se a adição de incertezas, que envolve a utilização de uma média ponderada e a raiz quadrada da soma dos quadrados, utilizando os próprios valores absolutos para o ajuste do peso relativo de cada parâmetro na estimativa.

Para o cálculo da incerteza foram considerados 4 níveis de incerteza, de acordo com a **Tabela 10**.

Tabela 10: Níveis de incerteza, Exatidão e Descrição por nível

Níveis de incerteza		A	B	C	D
Exatidão		Muito elevada (≤ 5%)	Elevada (≤ 15%)	Moderada (≤ 30%)	Baixa (> 30%)
Descrição	Dado de atividade	Provenientes de contabilidade, faturas e/ou monitorização	Provenientes de inquéritos, relatórios gerais e softwares	Fornecidos por terceiros	Baseados em estimativas e pressupostos
	Fator de emissão	Fator específico, adaptado à realidade da empresa/nacional e publicado por fonte reconhecida	Fator médio ou genérico, adaptado à realidade nacional e publicado por fonte reconhecida	Fator médio ou genérico, adaptado à realidade internacional e publicado por fonte reconhecida	Fator estimado e não publicado por fonte reconhecida

Uma vez que não estão disponíveis incertezas específicas para os dados de atividade e fatores de emissão, foi considerado o valor mais alto do nível de incerteza associado ao dado de atividade e fator de emissão. No caso do nível de incerteza D, foi considerado, quando aplicável, um valor de 50% de incerteza.

Para cada categoria é apresentada a incerteza considerada para os dados de atividade e fatores de emissão.

A incerteza cumulativa para cada categoria e fonte de emissão é apresentada na **Tabela 11**.



Tabela 11: Incerteza cumulativa para cada categoria e fonte de emissão, em 2024

Âmbito (GHG Protocol)	Categoria (ISO 14064)	Total (Ton CO ₂ e)	Incerteza (Intervalo de confiança expresso em +/- %)
Âmbito 1	Categoria 1	48754,16	29,33%
1.1 a) Queimador de Biogás para produção de energia elétrica		0,75	30,41%
1.1 b) Emissões difusas do biogás captado para queima		0,01	30,41%
1.1 c) Emissões grupo motor bomba - Incêndios		0,19	13,14%
1.2 Fontes móveis		493,44	8,73%
1.3 Equipamentos de refrigeração		0,00	0,00%
1.4 Equipamentos de Extinção		0,02	21,21%
1.5 Gases de Soldadura		2,93	23,69%
1.6 a) Emissões difusas do aterro do Ecoparque I		46999,57	30,41%
1.6 b) Compostagem		419,70	50,09%
1.6 c) Emissões difusas do aterro do Ecoparque do Nordeste		837,55	30,41%
Âmbito 2	Categoria 2	372,84	4,85%
2.1 Importação de Energia (Energia elétrica, Vapor, Calor, entre outras)		372,84	4,85%
a) Energia elétrica adquirida à rede: Market-Based			
Âmbito 3	Categoria 3	1225,88	17,96%
3.1 a) Transporte terrestre de resíduos		99,21	35,32%
3.1 b) Transporte marítimo de resíduos		272,83	44,06%
3.2 a) Recolha seletiva e indiferenciada		752,01	23,31%
3.2 b) Fornecimentos		0,73	48,12%
3.2 c) Resíduos valorizáveis entre empresas fornecedoras (Equiambi, Serralharia do Outeiro, Insulac, Bentrans, Tecnovia Ambiente e Vivaclorofila Gestão de Resíduos) e a MUSAMI		0,85	27,82%
3.3 Viagens de negócios		13,52	10,39%
3.4 Deslocações Casa-Trabalho-Casa (CTC)		86,71	0,52%
Âmbito 3	Categoria 4	577,41	13,49%
4.1 a) WTT Combustíveis		104,06	30,14%
4.1 b) WTT Eletricidade		42,64	10,84%
4.1 c) T&D Eletricidade		4,50	10,84%
4.4 Tratamento de resíduos produzidos		426,21	16,70%
Âmbito 3	Categoria 6	4,76	26,04%
6.3 Outras fontes de emissão indiretas relevantes		0,51	30,41%
a) Abastecimento de água potável da rede			
b) Tratamento de água residual na ETAR da Pracinha		4,04	30,41%
c) Teletrabalho		0,21	30,41%



A incerteza cumulativa do cálculo de emissões de GEE da **MUSAMI** foi calculada considerando a raiz quadrada da soma dos quadrados dos intervalos de confiança relativos a cada categoria, tendo-se obtido um valor de +/-28,7% para 2024. Por categoria/âmbito, os valores de incerteza obtidos apresentam-se abaixo:

Tabela 12: Incerteza cumulativa por âmbito/categoria

Incerteza cumulativa	2024
Categoria/Âmbito 1	29,3%
Categoria/Âmbito 2	4,8%
Categoria 3 a 6/Âmbito 3	16,6%
Incerteza cumulativa total	28,7%

A maior incerteza está relacionada com os cálculos das emissões diretas de GEE, mais concretamente com as emissões difusas do aterro do EcoParque I e Ecoparque II. Como as emissões de Categoria 1 são muito superiores às restantes categorias, a incerteza cumulativa do cálculo não é muito influenciada pela incerteza das categorias 3 a 6, sendo a incerteza cumulativa total a correspondente, com pequenas diferenças, à incerteza da categoria 1.

A incerteza da categoria 1, de aproximadamente 29%, está essencialmente relacionada com a incerteza dos fatores de emissão, que no caso das emissões difusas do aterro (maior fonte de emissão da **MUSAMI**) os dados de atividade são fatores médios ou genéricos, adaptados à realidade internacional e publicados por fonte reconhecida.

Os dados utilizados para a quantificação das emissões indiretas de GEE de origem energética (Categoria 2) são obtidos de faturas, contadores e outras origens consideradas fidedignas e fiáveis, resultando numa incerteza reduzida.

A incerteza na quantificação das emissões de âmbito 3 está essencialmente relacionada com a origem dos dados e pressupostos assumidos, resultando numa incerteza considerável, expectável para este âmbito.

Na **Tabela 5** apresentam-se, por categoria e fonte de emissão, o tipo de evidência/registo dos dados de atividade. A gestão e qualidade da informação de GEE é ainda suportada pelo sistema integrado de gestão de ambiente, segurança e saúde no trabalho, qualidade e energia da **MUSAMI**.

Para a redução da incerteza das emissões de categoria 1, a **MUSAMI** adota as seguintes medidas:

- ✦ O caudal de biogás captado para valorização e queima é obtido através de leituras de caudalímetros devidamente calibrados.
- ✦ Utiliza metodologia reconhecida internacionalmente para cálculo das emissões difusas e limita os pressupostos utilizados para o cálculo da quantidade depositada por tipologia de resíduo.
- ✦ Efetua estimativas e campanhas periódicas de composição dos RSU depositados em Aterro e % de matéria seca.
- ✦ Utiliza balanças/básculas devidamente calibradas para calcular os resíduos depositados no aterro, e ao longo dos anos a ferramenta calcula os resíduos presentes no aterro e efetua automaticamente a estimativa das emissões.

No caso das emissões de âmbito 3, a **MUSAMI** espera reduzir a incerteza dos cálculos através dum maior envolvimento com a cadeia de valor, promovendo a sua sustentabilidade e o reporte/divulgação de dados de desempenho ambiental mais fidedignos e fiáveis.



A fim de garantir a fiabilidade, consistência e transparência na medição da Pegada de Carbono, a **MUSAMI** tem vindo a adotar um conjunto de medidas de mitigação de riscos. Algumas destas ações já fazem parte das suas práticas correntes, enquanto outras estão previstas para serem implementadas progressivamente, de forma a reforçar o compromisso da organização com a melhoria contínua e a gestão ambiental responsável. Neste contexto, apresentam-se as principais medidas de mitigação aplicáveis à atividade da **MUSAMI**:

- Padronização metodológica com base em normas internacionalmente reconhecidas (ex. GHG Protocol, ISO 14064) — medida já implementada. Esta prática assegura coerência e capacidade de comparação dos dados ao longo do tempo.
- Recolha sistemática de dados operacionais — medida já implementada. A recolha e validação dos dados é realizada pela equipa técnica da **MUSAMI** especializada para esta temática.
- Documentação clara das fronteiras organizacionais e operacionais, com justificações para exclusões e premissas adotadas — medida já implementada. Esta prática garante uma delimitação rigorosa e transparente do sistema de contabilização.
- Verificação externa periódica do inventário de emissões — medida prevista para implementação. Está prevista a contratação de entidades externas para reforçar a credibilidade e transparência dos resultados.

A aplicação de uma análise de risco ao cálculo das emissões da Pegada de Carbono permite à **MUSAMI** reforçar a fiabilidade e a transparência dos seus inventários de emissões, assegurando que os dados reportados refletem com rigor a realidade operacional da organização. Ao identificar os principais pontos críticos e ao definir medidas de mitigação adequadas, a **MUSAMI** adota uma abordagem proativa na gestão ambiental e na resposta às exigências da transição climática. Esta metodologia contribui não só para uma tomada de decisão interna mais informada, como também para o reforço da confiança dos *stakeholders* nos compromissos ambientais assumidos pela empresa.

INICIATIVAS
DE REDUÇÃO
DE GEE E
ACOMPANHAMENTO
DO DESEMPENHO

5



5. INICIATIVAS DE REDUÇÃO DE GEE E ACOMPANHAMENTO DO DESEMPENHO

5.1. TENDÊNCIAS, MEDIDAS DE REDUÇÃO E OBJETIVOS

TENDÊNCIAS

O presente relatório de emissões de GEE representa o 4º inventário de GEE da **MUSAMI**. As tendências/indicadores acompanhados são:

1. EMISSÕES DIRETAS DE GEE E INDIRETAS DE GEE DE ORIGEM ENERGÉTICA (TON CO₂E) POR TON DE RESÍDUOS TRATADOS (WASTE IN)

EMISSIONES DIRETAS DE GEE E INDIRETAS DE GEE
DE ORIGEM ENERGÉTICA (TON CO₂E)
POR TON DE RESÍDUOS TRATADOS (WASTE IN)

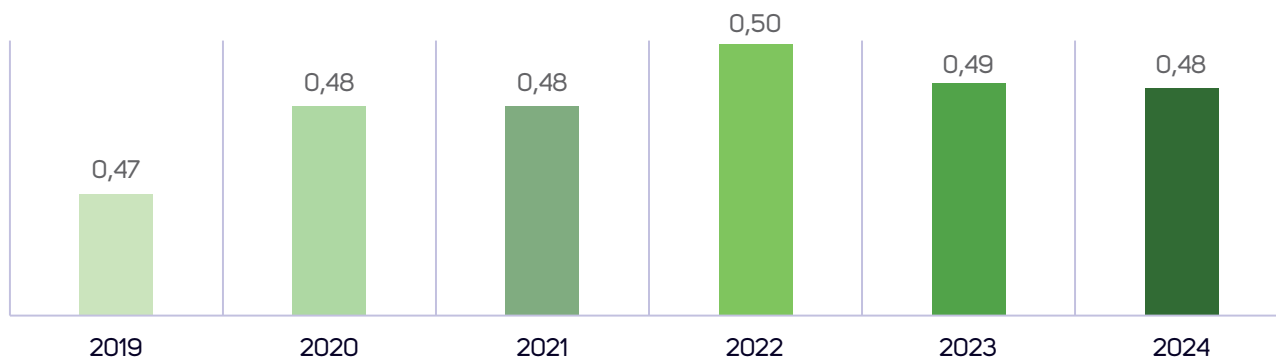


Figura 28: Emissões diretas de GEE e indiretas de GEE de origem energética (Ton CO₂e) por Ton de resíduos tratados (Waste in), de 2019 a 2024

2. EMISSÕES DIRETAS DE GEE E EMISSÕES INDIRETAS DE GEE DE ORIGEM ENERGÉTICA (TON CO₂E)

EMISSIONES DIRETAS DE GEE E EMISSIONES INDIRETAS
DE GEE DE ORIGEM ENERGÉTICA (TON CO₂E)

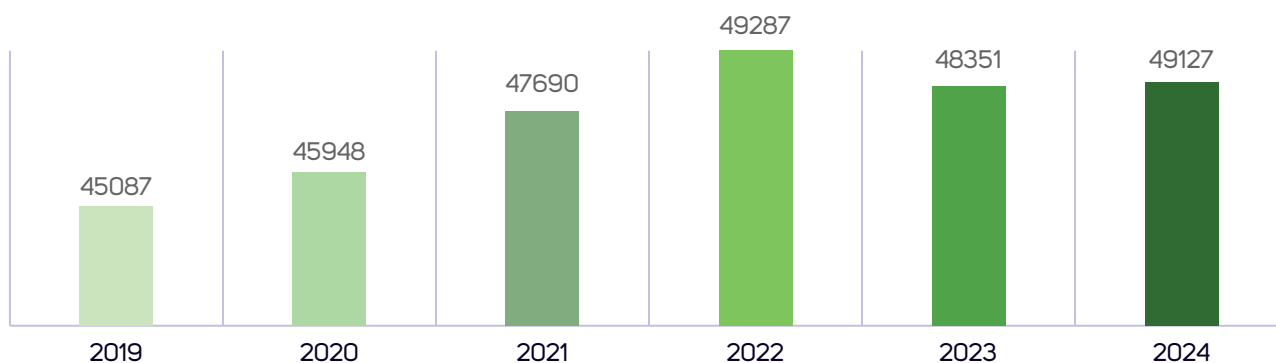


Figura 29: Emissões diretas de GEE e emissões indiretas de GEE de origem energética (Ton CO₂e), de 2019 a 2024





3. EMISSÕES TOTAIS DE GEE (TON CO₂E)

EMISSÕES TOTAIS DE GEE (TON CO₂E)

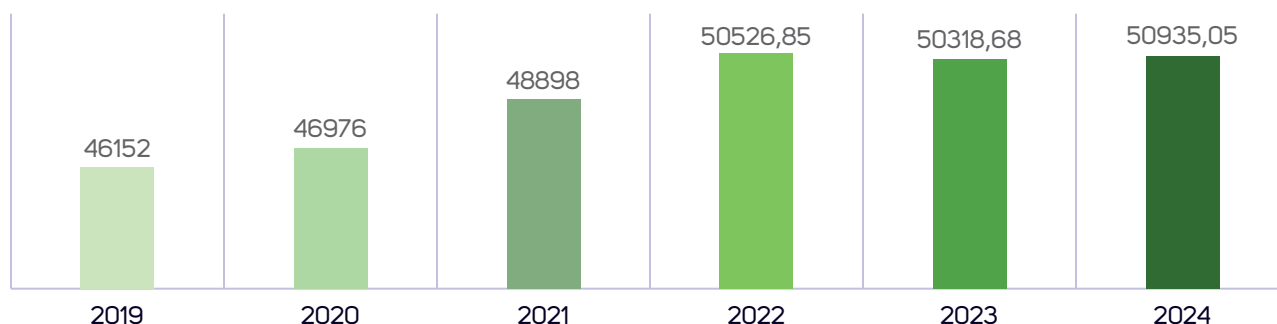


Figura 30: Emissões totais de GEE (Ton CO₂e) de 2019 a 2024

Como se pode verificar pela análise das figuras acima, verifica-se um aumento das emissões de GEE em termos absolutos, de 2019 para 2024, bem como em termos relativos (Ton CO₂e/Ton de resíduos tratados).

OBJETIVOS E MEDIDAS DE REDUÇÃO

A **MUSAMI** não tem ainda definidos objetivos específicos de redução de emissão GEE. No entanto, é de salientar esta preocupação no seio da organização e o foco na redução do impacto ambiental da sua atividade, sendo realizada a monitorização e otimização dos seus consumos energéticos, monitorização das emissões de gases com efeito estufa e captação de biogás em aterro para produção de energia, são também recolhidas as águas lixiviantes provenientes de aterro para posterior tratamento através de um sistema de osmose inversa.

Eventuais objetivos de médio e longo prazo serão avaliados e definidos em inventários de GEE futuros.

A **MUSAMI** continua a implementar medidas de redução de consumos energéticos e medidas operacionais que permitem reduzir as suas emissões de GEE. Desde 2022, foram implementadas várias medidas que permitiram a redução as emissões de GEE. Destas medidas destacam-se:

- › Selagem do aterro em setembro de 2022: em 2023, já se verificou uma captação superior de biogás, e consequente produção de energia elétrica. Espera-se também uma menor necessidade de aquisição de energia elétrica à rede, por maior autoconsumo.
- › Substituição de luminárias (LED).
- › Telhas translúcidas no armazém 2, que aumentou a luz natural e menor necessidade de luz artificial.
- › A realização de triagem de resíduos em três instalações (centro de triagem, centro de tratamento mecânico e centro de tratamento biológico) permitiu, em 2024, alcançar uma taxa de reciclagem de 38% dos resíduos recolhidos, demonstrando um compromisso com a redução do volume de resíduos enviados para aterro.
- › Foram realizadas formações internas, em 2024, sobre o "Sistema de Gestão de Energia", envolvendo 128 trabalhadores. Neste campo, há também uma aposta na introdução de veículos elétricos, sendo que a frota conta já com duas viaturas e sete equipamentos, contribuindo para a otimização do consumo energético e a redução das emissões;

Destaca-se, ainda neste âmbito, a inauguração do CTM, no dia 17 de novembro de 2022, e do CTB de resíduos, no dia 05 de julho de 2023.



Centro de tratamento mecânico (CTM)

Pretende, com os inventários de GEE, obter mais e melhores inputs que apoiem tomadas de decisão que permitam reduzir o impacto ambiental da sua atividade.



Centro de tratamento biológico (CTB)

ACOMPANHAMENTO DO DESEMPENHO

Em termos de emissões relativas, obtemos em Ton CO₂e/Ton resíduos tratados, considerando as emissões de categoria 1 e 2, um valor de aproximadamente 0,48 Ton CO₂e/Ton resíduos tratados.

Quanto a emissões absolutas de categoria 1 e 2, verifica-se um aumento de aproximadamente 4039,5 Ton CO₂e (aproximadamente 44,8%) face ao ano-base (2019). Em termos de emissões de GEE totais, verifica-se um aumento de 4782,43 Ton CO₂e (aproximadamente 9,4%) face ao ano-base (2019).



De 2019 para 2024, verificou-se um aumento de resíduos geridos. Esta tendência de aumento dos resíduos geridos traduz-se naturalmente no aumento das emissões absolutas de GEE, ainda que minimizada esta tendência de aumento das emissões com a constante inovação e medidas de redução implementadas pela **MUSAMI**.

RESÍDUOS GERIDOS (TON) DE 2019 A 2024

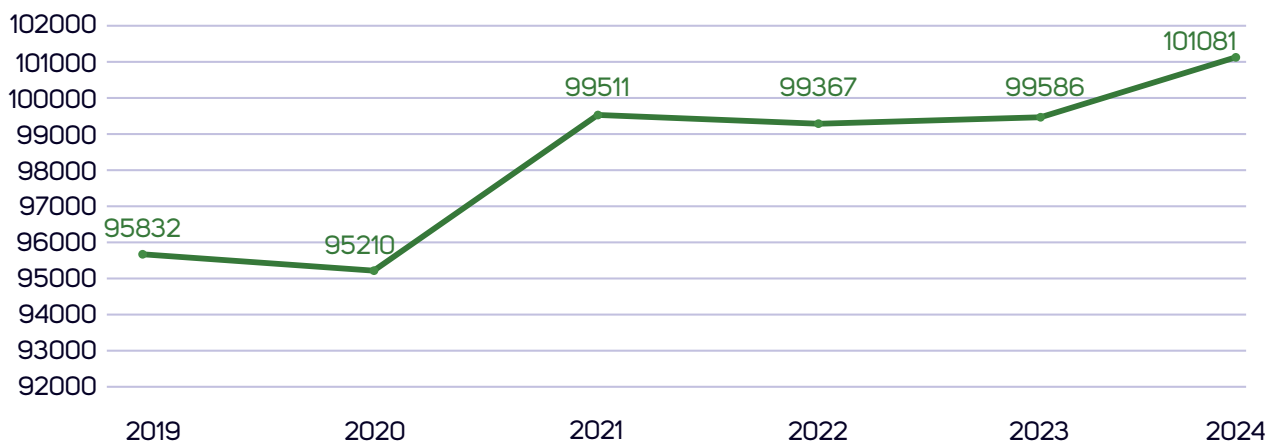


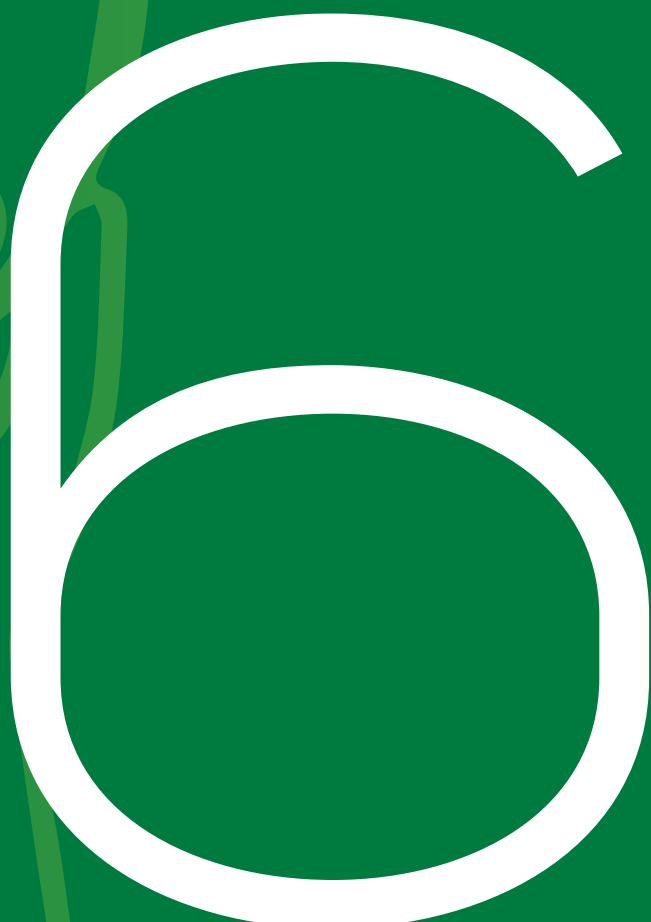
Figura 31: Resíduos geridos pela **MUSAMI** (Toneladas), de 2019 a 2024

Este aumento está associado maioritariamente ao aumento das emissões difusas do aterro do Ecoparque I. Tal como já referido, este aumento está relacionado com a maior massa anual produzida pelo aterro de metano e dióxido de carbono, que é expectável com a crescente deposição de resíduos nos aterros ao longo dos anos.

As emissões difusas dos aterros representam no seu conjunto aproximadamente 94% das emissões totais de GEE, com 92% para as emissões difusas do aterro do Ecoparque I e 2% do Ecoparque III.

Com a selagem do aterro do Ecoparque I, em setembro de 2022, obteve-se uma maior captação de biogás para valorização e consequente redução das emissões difusas do aterro. Como as emissões difusas do aterro do Ecoparque I são calculadas com base na massa anual produzida pelo aterro subtraindo a massa captada para valorização, para esta redução seja perceptível em termos absolutos de emissões de GEE é necessário que esta diferença reduza, e não apenas que se capte uma maior quantidade de biogás para valorização.

FORA DOS ÂMBITOS - EMISSÕES EVITADAS DE GEE





6. FORA DOS ÂMBITOS - EMISSÕES EVITADAS DE GEE

As emissões evitadas de GEE são utilizadas principalmente por organizações interessadas em estimar e reportar o impacto comparativo de emissão de GEE dos seus produtos. Esta estimativa permite identificar as emissões evitadas ao longo do ciclo de vida ou de determinadas etapas do ciclo de vida de um produto comparando-o com uma alternativa. Estas emissões evitadas de GEE podem também ser calculadas para comparar alternativas de processos de tratamento, escolha de matérias-primas, entre outras opções.

No caso específico da **MUSAMI**, as emissões evitadas de GEE ganham especial relevância pela escolha de opções de tratamento de determinados resíduos em detrimento de outras. Neste âmbito, destaca-se:

- › Valorização do Biogás produzido no aterro do Ecoparque I para produção de energia elétrica;
- › Compostagem de resíduos verdes;
- › Recuperação de valorizáveis no CTM;
- › Tratamento no CTB.

Neste ponto, são estimadas as emissões evitadas de GEE associadas à valorização do Biogás para produção de energia elétrica, pela compostagem de resíduos verdes e pela recuperação de valorizáveis no CTM.

Em relação à valorização do Biogás para produção de energia elétrica, considera-se que é evitada a emissão de GEE que resultaria caso a massa anual tratada fosse emitida diretamente pelo aterro e não fosse valorizada, descontando as emissões de GEE associadas à produção de energia elétrica. Deste modo, para a estimativa das emissões evitadas de GEE pela valorização do Biogás, foi utilizada a equação abaixo:

- › Emissões evitadas de GEE pela valorização de Biogás = Massa anual tratada de CH_4 (Ton CO_2e) - (Emissões difusas de CH_4 pela queima de Biogás + Emissões de CH_4 associadas à valorização do Biogás)

É importante salientar que não são consideradas para esta estimativa as emissões de CO_2 , uma vez que as emissões da combustão de Biogás e as emissões difusas de CO_2 de aterros sanitários são consideradas emissões Biogénicas.

A massa anual tratada de CH_4 corresponde à massa que foi canalizada para valorização e que de outro modo teria sido emitida pelo aterro diretamente para a atmosfera, correspondendo a 216,5 Ton CH_4 (6040,8 Ton CO_2e) em 2024.

Em 2024, as emissões de CH_4 associadas à valorização de Biogás (emissões do grupo motor gerador e do queimador de biogás/flare) foram de 0,76 Ton CO_2e .

Assim, obteve-se uma estimativa de emissões evitadas de GEE, caso a massa anual tratada fosse emitida diretamente em detrimento de ser canalizada para valorização, de 6040,0 Ton CO_2e .

Relativamente ao processo de compostagem, as emissões evitadas de GEE são estimadas através da equação abaixo:

- › Emissões evitadas de GEE pela compostagem de resíduos verdes = Emissões de GEE pelo tratamento de resíduos verdes (Aterro ou combustão) - Emissões de GEE pelo tratamento de resíduos verdes pela compostagem (Ton CO_2e)



Assim, para o cálculo das emissões de GEE evitadas pelo processo de compostagem de resíduos verdes, foram consideradas duas opções alternativas, (1) o encaminhamento destes resíduos para aterro e (2) para combustão. Os fatores de emissão considerados são os do DEFRA, apresentando-se estes na **Tabela 13**. Não se consideram os valores efetivos de emissões da compostagem porque estes podem não traduzir as emissões evitadas que se pretendem estimar, uma vez que as emissões da compostagem são calculadas com base no composto gerado e não nos resíduos verdes recebidos, dado que é utilizado para estimar as emissões de GEE caso fossem encaminhados para aterro ou para combustão.

Tabela 13: Fatores de emissão do DEFRA (2019 a 2024) relativos ao tratamento de resíduos orgânicos (*mixed food and garden waste*) para Aterro e Combustão.

	Resíduos verdes recebidos Ton	Fator de emissão (kgCO ₂ e/Ton) - Aterro	Fator de emissão (kgCO ₂ e/Ton) - Combustão	Fator de emissão (kgCO ₂ e/Ton) - Composting	Fonte
2019	12068	587,43	21,35	10,20	DEFRA 2019: Waste disposal - Refuse - Organic: mixed food and garden waste
2020	12434	587,38	21,32	10,20	DEFRA 2020: Waste disposal - Refuse - Organic: mixed food and garden waste
2021	12312	587,34	21,29	8,95	DEFRA 2021: Waste disposal - Refuse - Organic: mixed food and garden waste
2022	11941	587,33	21,28	8,91	DEFRA 2022: Waste disposal - Refuse - Organic: mixed food and garden waste
2023	12666	655,99	21,28	8,91	DEFRA 2023: Waste disposal - Refuse - Organic: mixed food and garden waste
2024	82,58	655,99	6,41	9	DEFRA 2024: Waste disposal - Refuse - Organic: mixed food and garden waste

Os resultados obtidos, comparando a valorização através da compostagem em detrimento do encaminhamento destes resíduos orgânicos para Aterro ou combustão, de 2019 a 2024, apresentam-se na **Tabela 14**.

Tabela 14: Resultados relativos às emissões evitadas do tratamento de resíduos orgânicos vs Aterro e vs Combustão

	Emissões evitadas de GEE (Ton CO ₂ e)	
	Compostagem vs Aterro	Compostagem vs Combustão
2019	6966,2	134,6
2020	7176,5	138,2
2021	7121,2	152,0
2022	6906,9	147,7
2023	8195,7	156,7
2024	6585,0	-25,5

A diferença significativa observada nos valores de emissões evitadas entre os cenários de compostagem e combustão está diretamente relacionada com a atualização dos fatores de emissão da DEFRA. Em particular, o fator de emissão associado à combustão foi substancialmente reduzido na versão mais recente, o que altera a estimativa de impacto ambiental deste processo.

Com a atualização dos fatores de emissão da DEFRA, o cenário de combustão passou a apresentar um balanço de emissões mais favorável do que anteriormente estimado. Atualmente, verifica-se que, ao se optar pela combustão



em vez da compostagem, as emissões totais seriam inferiores, resultando numa diferença negativa de cerca de 26 toneladas de CO₂e. Este resultado indica que, de acordo com os novos parâmetros, a combustão pode, em certos contextos, representar uma opção com menor impacto em termos de emissões.

Para a estimativa das emissões evitadas associadas à recuperação de valorizáveis no CTM, inicia-se o processo contabilizando a fração de valorizáveis recuperada. Em 2024, foram recuperadas 12787,29 toneladas de valorizáveis. Destes, 3491,53 toneladas correspondem a fração biológica com destino ao CTB para produção de corretivo orgânico, 2788,73 toneladas de vidro com destino ao Ecocentro e 6507,03 toneladas com destino ao centro de triagem (filme, metal, rolantes, alumínio, etc).

É importante referir que 30% da fração anteriormente destinada ao CT passou a ser encaminhada para o CTB. Além disso, a fração biológica que tinha como destino o TB foi também redirecionada para o CTB. As emissões evitadas associadas a ambas as frações foram calculadas com base nas características do novo destino (CTB), refletindo assim as alterações nos fluxos de tratamento e o respetivo impacto nas emissões totais.

- › Emissões evitadas de GEE associadas à recuperação de valorizáveis no CTM (Ton CO₂e) = Emissões de GEE pelo tratamento da fração recuperada se fosse encaminhada para Aterro – Emissões de GEE pelo tratamento da fração recuperada encaminhada para valorização.

Para obter o valor de emissões de GEE de cada fração, em função do seu encaminhamento, foram considerados os fatores de emissão apresentados na tabela abaixo.

Tabela 15: Fatores de emissão da DEFRA 2024 relativos ao tratamento de resíduos orgânicos (*mixed food and garden waste*) para aterro e reciclagem, vidro para aterro e reciclagem e mistura de valorizáveis para aterro e reciclagem

DEFRA 2024	FE (kg CO ₂ e/Ton resíduo)
Orgânico: Mistura de resíduos de comida e verdes – Aterro	655,99
Mistura REEE, Metal, Plásticos, etc. – Aterro	8,88
Vidro – Aterro	8,88
Orgânico: Mistura de resíduos de comida e verdes – Compostagem	9
Mistura REEE, Metal, Plásticos, etc – Reciclagem	6,41
Vidro – Reciclagem	6,41

Com os dados da fração de recuperáveis valorizada e seu destino foram calculadas as emissões de GEE caso o destino fosse o Aterro e caso fosse a sua valorização, tendo-se obtido uma estimativa de emissões evitadas de 22,99 toneladas.

Tabela 16: Resultados de emissões evitadas associadas à recuperação de resíduos valorizáveis no CTM

Ano	Emissões se fosse para aterro			
2024	82,58	57,81	24,78	0,00
Ano	Alternativa (Valorização: Compostagem no caso da fração orgânica, reciclagem no restante)			
2024	59,59	41,71	17,88	0,00
Diferença (Emissões evitadas) Toneladas	22,99	16,09	6,90	0,00



Verifica-se assim uma estimativa de emissões evitadas de 22,99 Ton CO₂e associada à recuperação de resíduos valorizáveis no CTM.

Na **Figura 32** apresentam-se os resultados da estimativa das emissões de GEE evitadas, de 2019 a 2024.

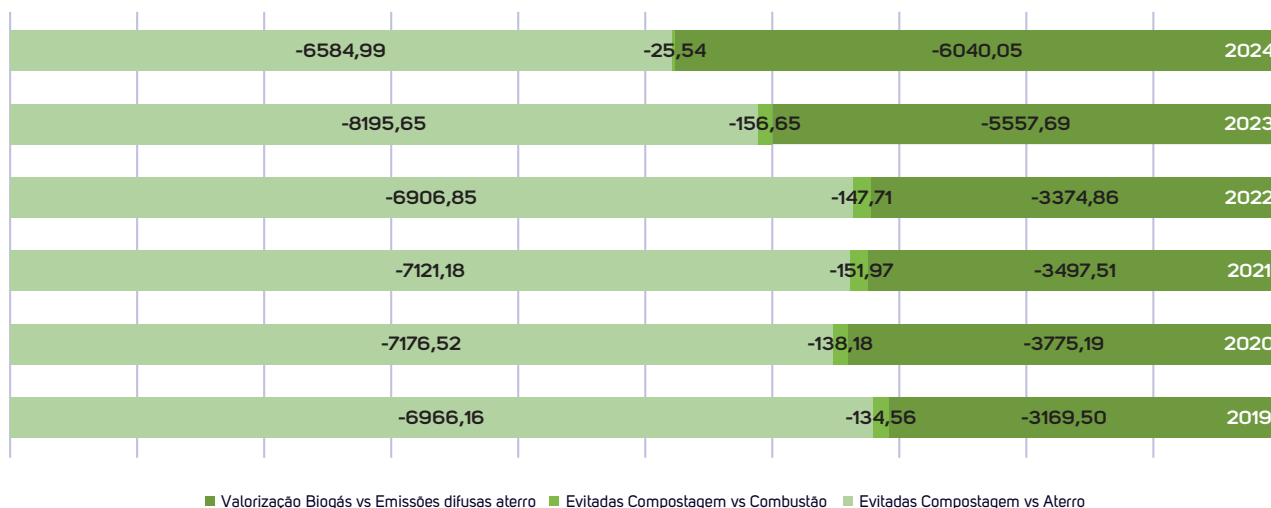


Figura 32: Estimativa de emissões evitadas de GEE (Ton CO₂e), de 2019 a 2024

Por fim, partir de setembro de 2024, foi iniciado o cálculo das emissões evitadas associadas ao tratamento de resíduos orgânicos no CTB (Compostagem com Tratamento Biológico). Este cálculo baseia-se na comparação entre as emissões que seriam geradas caso os resíduos fossem enviados para aterro e as emissões efetivamente registadas no processo de tratamento no CTB.

As emissões são calculadas pela diferença entre as emissões que ocorreriam se os resíduos fossem enviados para aterro e as emissões efetivamente geradas no CTB:

▶ Emissões Evitadas = Emissões se fosse para Aterro – Emissões no CTB

Para este período, foram recebidas 3491,5 toneladas de resíduos, das quais 3137,6 toneladas corresponderam à fração orgânica destinada à compostagem. O restante, 353,9 toneladas, foi considerado refugo e, por isso, assumido como tendo sido enviado para aterro, com emissões associadas de 232,2 toneladas de CO₂equivalente (tCO₂e).

As emissões totais do CTB foram estimadas em 142,0 tCO₂e, resultantes principalmente do consumo de energia elétrica (276074,6 kWh, correspondendo a 125,5 tCO₂e) e da utilização de máquinas e viaturas (16,5 tCO₂e). As emissões diretas da compostagem da fração orgânica foram calculadas em 27,9 tCO₂e.

Por outro lado, se a totalidade dos resíduos tivesse sido enviada para aterro, as emissões estimadas seriam de 2290,4 tCO₂e. Assim, a diferença entre este valor e as emissões efetivas do CTB resulta numa redução líquida de 1888,4 tCO₂e, representando as emissões evitadas graças à adoção deste modelo de tratamento.



Os cálculos foram realizados com base nos potenciais de aquecimento global (GWP) definidos no Relatório AR6 do IPCC.

É relevante destacar que, com a introdução do cálculo específico das emissões evitadas no CTB, a fração de resíduos valorizáveis que passou a ser encaminhada para este destino deixou de ser considerada no cálculo das emissões evitadas associadas à recuperação de valorizáveis no centro de tratamento mecânico. Esta alteração metodológica resultou numa redução significativa das emissões evitadas atribuídas ao centro de tratamento mecânico, uma vez que parte da fração anteriormente contabilizada nesse processo passou a ser avaliada no contexto do CTB. No entanto, esta redução é compensada pelo acréscimo correspondente nas emissões evitadas do tratamento no CTB, assegurando que o impacto global continua a ser refletido de forma coerente no balanço total de emissões.

Os resultados apresentados nesta categoria são uma mera estimativa e apenas considerando alternativas de tratamento em fim de vida, isto é, o tratamento dado a determinado input pela **MUSAMI** vs o tratamento expectável na ausência do projeto/iniciativa (neste caso a valorização do biogás para produção de energia e a compostagem de resíduos verdes).



BOAS PRÁTICAS ASSOCIADAS À MEDIÇÃO DA PEGADA DE CARBONO E VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS





7. BOAS PRÁTICAS ASSOCIADAS À MEDIÇÃO DA PEGADA DE CARBONO E VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS

A valorização de resíduos constitui um dos pilares fundamentais da economia circular e da gestão sustentável dos recursos. No contexto da **MUSAMI**, a adoção de boas práticas nesta área é essencial para promover a redução do impacto ambiental, otimizar o aproveitamento de materiais e contribuir para o cumprimento das metas nacionais e europeias em matéria de resíduos. Estas práticas englobam estratégias como a separação eficiente na origem, o incentivo à reciclagem e compostagem, a valorização energética e a sensibilização da população para comportamentos mais sustentáveis. Ao implementar e reforçar estas medidas, a **MUSAMI** não só melhora o seu desempenho ambiental, como também fortalece o seu papel enquanto agente ativo na transição para um modelo de desenvolvimento mais responsável e resiliente.

No âmbito do seu compromisso com a sustentabilidade e a economia circular, a **MUSAMI** tem vindo a implementar um conjunto de medidas estratégicas que visam maximizar a valorização dos resíduos e reduzir significativamente a sua deposição em aterro. A entrada em funcionamento pleno do Centro de Tratamento Biológico (CTB), prevista para setembro de 2024, representa um marco importante neste percurso, permitindo um aumento expressivo no desvio de resíduos de aterro. Paralelamente, a instalação de um novo coletor de biogás no CTB permitirá a captação adicional de 71 760 m³ de biogás, contribuindo para a valorização energética e a redução das emissões de gases com efeito de estufa.

Estas iniciativas refletem uma abordagem integrada e proativa na gestão de resíduos, que poderá ser reforçada com outras boas práticas complementares, como:

- Expansão da recolha seletiva porta-a-porta: Aumentar a cobertura geográfica e a frequência da recolha seletiva, especialmente de biorresíduos, para melhorar a qualidade dos materiais recolhidos e reduzir a contaminação;
- Campanhas de sensibilização e educação ambiental: Promover ações contínuas junto da população e das escolas para incentivar a separação correta dos resíduos e o consumo responsável;
- Parcerias com o setor agrícola e industrial: Estabelecer acordos para a utilização de composto orgânico e materiais reciclados, promovendo a circularidade entre setores;
- Monitorização e digitalização da gestão de resíduos: Implementar sistemas inteligentes de monitorização de contentores e rotas de recolha para otimizar recursos e reduzir emissões associadas ao transporte;

A adoção destas medidas por parte da **MUSAMI** representa um passo significativo na consolidação de uma gestão de resíduos mais eficiente, sustentável e alinhada com os princípios da economia circular. A entrada em funcionamento pleno do CTB e a valorização do biogás são exemplos concretos de como a inovação tecnológica pode ser colocada ao serviço do ambiente. Complementadas por outras boas práticas, estas ações reforçam o compromisso da empresa com a redução do impacto ambiental e com um desenvolvimento regional mais sustentável.



7.1. EMISSÕES POR TIPOLOGIA DE RESÍDUO

Com base na análise detalhada da Pegada de Carbono da MUSAMI, foi desenvolvido um procedimento complementar com o objetivo de identificar o contributo de cada tipologia de resíduo para o total das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) e atribuir as emissões associadas às diferentes frações de resíduos.

Importa salientar que esta alocação apenas considera as emissões das categorias/âmbitos 1 e 2.

METODOLOGIA

Alocação específica dos consumos por tipologia de resíduo:

1. Foram distribuídos os litros de combustível consumido e os kWh pelas diferentes tipologias de resíduos e pelo refugo proveniente do tratamento de cada tipologia.
2. Cálculo dos fatores de conversão:
 - a. Fontes Móveis ($\text{tCO}_2\text{e/L}$): determinado pela média entre as emissões totais de CO_2e e a quantidade total de combustível (L) registada na categoria 1.2 – Fontes Móveis.
3. Consideração da % de consumo renovável: No caso da eletricidade, e considerando que parte do consumo total tem origem em autoconsumo (considerado com fator de emissão zero, uma vez que as emissões da produção já são contabilizadas noutra categoria de emissões), foi aplicada a % de consumo renovável ao consumo de cada tipologia de resíduo, de forma a contabilizar apenas as emissões do consumo de energia não renovável.
4. Cálculo das emissões por tipologia: Os litros de combustível consumidos foram multiplicados pelo fator de conversão calculado, e os kWh consumidos de origem não renovável pelo fator de emissão considerado para cálculo das emissões da Categoria 2/Âmbito 2.
5. Integração de emissões específicas de outras categorias: Para além da possibilidade de atribuição direta das emissões através do consumo de combustível e energia elétrica, para a fração “Verdes” foram consideradas ainda as emissões da compostagem, calculadas na categoria 1.6 – Emissões de Processo. Ainda, para os “Indiferenciados”, foram consideradas as emissões não biogénicas do biogás para produção de energia elétrica, das emissões associadas ao biogás captado para queima (flare), calculadas na categoria 1.1 Fontes estacionárias, bem como as emissões difusas dos aterros, calculadas na categoria 1.6 – Emissões de Processo

Alocação do remanescente:

1. Com base na alocação das emissões específicas foi obtido o valor de emissões de GEE remanescente a alocar, efetuando a subtração do valor alocado ao total de emissões das categorias/âmbitos 1 e 2.
2. O valor remanescente foi distribuído de forma proporcional às quantidades consideradas para cada tipologia de resíduo.

Importa referir que neste ponto, para além das tipologias de resíduos consideradas para efeito de alocação específica, foram ainda consideradas as quantidades de passivos e refugo associado.

RESULTADOS OBTIDOS E CONCLUSÕES

Na **Tabela 17** são apresentados os resultados da alocação específica dos consumos por tipologia de resíduo e na Tabela 18 os resultados da alocação do remanescente.


Tabela 17: Resultados da Alocação Específica dos consumos por tipologia de resíduo:

Tipologia de Resíduos	Quantidade por tipologia (Ton)	Litros (consumidos)	kWh	Emissões Ton CO ₂ e	Refugo (Ton)	Litros (consumidos)	Emissões Ton CO ₂ e	Total Emissões Ton CO ₂ e
Sucata Diversa	196,88	255,37	0,00	0,74	0,00	0,00	0,00	0,74
Sucata Colchões	70,30	255,37	0,00	0,74	138,38	0,00	0,00	0,74
ECAL	161,78	2761,81	33130,20	19,42	3216,26	569,24	1,65	21,07
EPS	14,46	105,64	1828,52	0,94	368,47	65,20	0,19	1,13
Ferrosos	291,10	1484,42	44150,83	19,52	2865,60	507,19	1,47	20,99
Filme	512,04	4342,06	70002,88	36,71	3216,26	569,24	1,65	38,36
Monstros	1057,28	255,37	0,00	0,74	320,78	56,78	0,16	0,90
Não ferrosos	53,40	0,00	6656,51	2,30	0,00	0,00	0,00	2,30
OEP	212,62	2692,17	37394,78	20,69	3216,26	569,24	1,65	22,34
Papel/Cartão	4921,55	0,00	77774,90	26,82	0,00	0,00	0,00	26,82
PEAD	244,24	3968,85	50302,82	28,84	3216,26	569,24	1,65	30,49
PET	501,50	7474,21	97405,34	55,23	3216,26	569,24	1,65	56,88
Plástico não embalagem (duro)	134,42	255,37	0,00	0,74	2,48	0,44	0,00	0,74
PP	15,00	109,59	1896,80	0,97	368,47	65,20	0,19	1,16
REEE's	225,87	255,37	0,00	0,74	4,14	0,73	0,00	0,74
Termoformados PET	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65,20	0,19	0,19
Verdes	10442,54	25831,15	0,00	74,81	783,50	121,52	0,35	494,86
Vidro	2520,18	5399,16	21892,93	23,18	3036,78	537,49	1,56	24,74
Paletes reutilizáveis	195,00	255,37	0,00	0,74	0,00	0,00	0,00	0,74
Madeira de Paletes	908,22	5864,21	0,00	16,98	0,00	0,00	0,00	16,98
Madeira Diversa	2358,72	5199,43	0,00	15,06	0,00	0,00	0,00	15,06
CTB/Resíduos Orgânicos	702,00	1966,81	276074,59	100,89	2772,72	490,75	1,42	102,31
Indiferenciados	48691,87	71933,02	217267,96	283,23	0,00	0,00	0,00	48121,11
TOTAL	74430,97	140664,75	935779,06	730,01	26742,62	4756,70	13,78	49001,37



Tabela 18: Resultados da Alocação Geral

Tipologia de Resíduos	Quantidade por tipologia (Ton)	Refugo (Ton)	% Tipologia de Resíduo	Emissões Ton CO ₂ e - Quantidade Refugo
Sucata Diversa	196,88	0,00	0,19%	0,24
Sucata Colchões	70,30	138,38	0,20%	0,26
ECAL	161,78	3216,26	3,29%	4,14
EPS	14,46	368,47	0,37%	0,47
Ferrosos	291,10	2865,60	3,08%	3,87
Filme	512,04	3216,26	3,64%	4,57
Monstros	1057,28	320,78	1,34%	1,69
Não ferrosos	53,40	0,00	0,05%	0,07
OEP	212,62	3216,26	3,34%	4,20
Papel/Cartão	4921,55	0,00	4,80%	6,03
PEAD	244,24	3216,26	3,38%	4,24
PET	501,50	3216,26	3,63%	4,56
Plástico não embalagem (duro)	134,42	2,48	0,13%	0,17
PP	15,00	368,47	0,37%	0,47
REEE's	225,87	4,14	0,22%	0,28
Termoformados PET	0,00	0,00	0,00%	0,00
Verdes	10442,54	783,50	10,95%	13,76
Vidro	2520,18	3036,78	5,42%	6,81
Paletes reutilizáveis	195,00	0,00	0,19%	0,24
Madeira de Paletes	908,22	0,00	0,89%	1,11
Madeira Diversa	2358,72	0,00	2,30%	2,89
CTB/Resíduos Orgânicos	702,00	2772,72	3,39%	4,26
Indiferenciados	48691,87	0,00	47,49%	59,67
Passivos	980,93	368,48	1,32%	1,65
TOTAL	75411,90	27111,10	0,19%	125,63



Foi, por último, somada a quantidade de cada tipologia de resíduo, incluindo o refugo associado, e as emissões resultantes da alocação para obter um valor total de emissões por tipologia, apresentados na **Figura 33**, e calcular um indicador relativo de emissões de GEE por Ton gerida (Ton CO₂e/Ton gerida), apresentados na **Figura 34**.

EMISSIONES DE GEE (TON CO₂E) POR TIPOLOGIA DE RESÍDUO

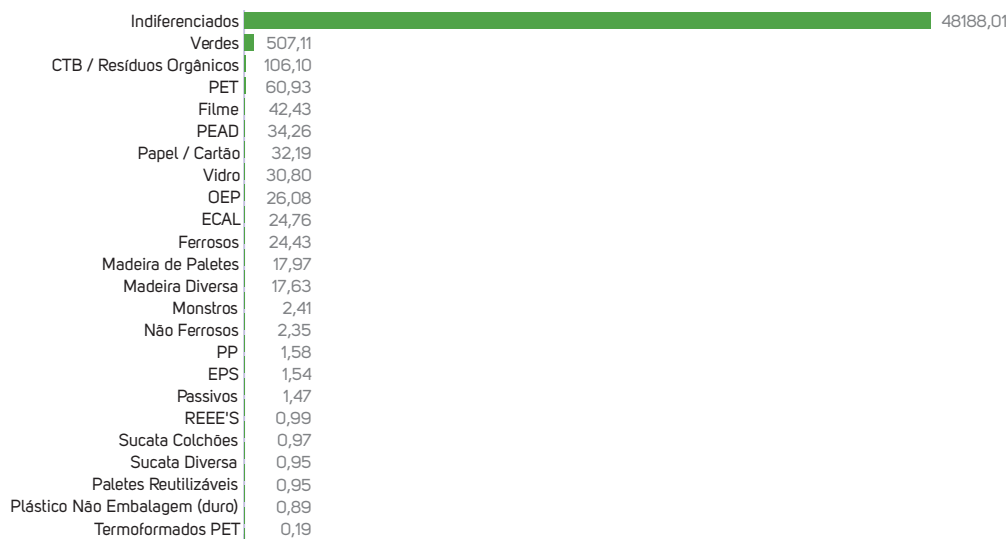


Figura 33: Emissões de GEE (Ton CO₂e) por tipologia de resíduo, ano 2024

O total de emissões atribuídas às tipologias de resíduos correspondeu a 49.127,00 Ton CO₂e, em linha com os resultados do Âmbito 1 e 2. A fração dos indiferenciados é, como esperado, a que mais contribui para as emissões de GEE da **MUSAMI**, representando cerca de 98% das emissões totais, sobretudo devido ao tipo de tratamento (aterro) e às emissões associadas com a sua decomposição e tratamento do biogás captado. As restantes tipologias registaram contributos muito reduzidos para o total.

EMISSIONES DE GEE (TON CO₂E) POR TONELADA GERIDA

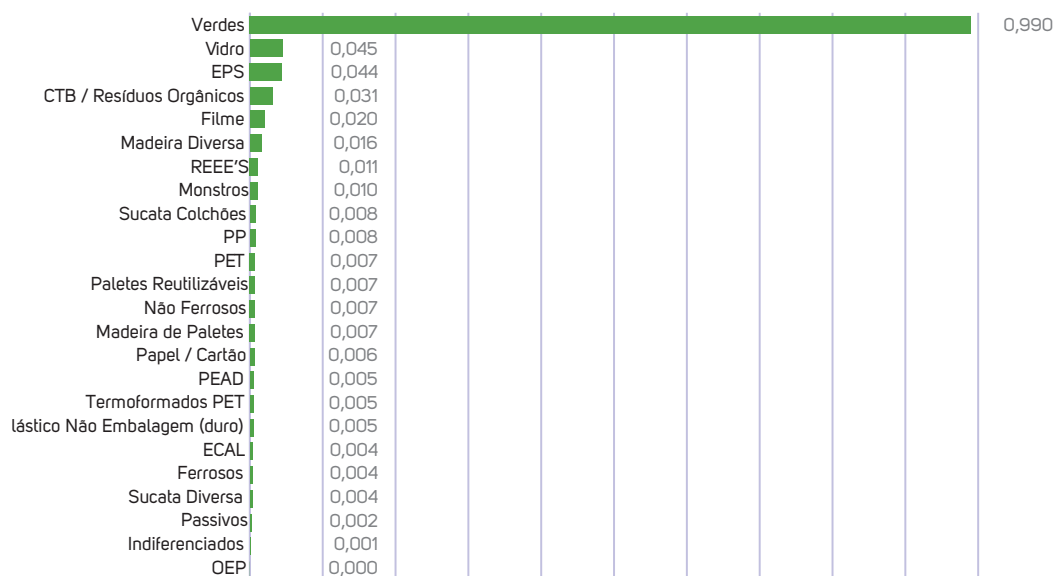


Figura 34: Emissões de GEE (Ton CO₂e) por Tonelada Gerida, ano 2024



As frações de Vidro, EPS, CTB/Resíduos Orgânicos, Filme e Madeira Diversa registam os maiores índices específicos de emissão, refletindo o maior consumo energético por tonelada tratada e o carácter mais intensivo dos respetivos processos (como trituração, prensagem ou decomposição biológica). Os resíduos de vidro e filme possuem índices específicos de emissão elevados devido ao seu processamento no CTM.

Em contraste, frações como Sucata, Ferrosos, ECAL e OEP apresentam índices muito reduzidos, associados a operações predominantemente mecânicas e a materiais de maior densidade, que requerem menos energia por unidade de massa.

As emissões específicas ($\text{tCO}_2\text{e/t gerida}$) permitem comparar a intensidade de emissão entre diferentes tipologias de resíduos, enquanto as emissões totais (tCO_2e por tipo de resíduo) refletem o impacto absoluto de cada fração no conjunto das operações. Assim, determinados resíduos podem apresentar emissões totais elevadas devido ao volume gerido, mas baixa intensidade relativa, o que evidencia a importância de analisar ambos os indicadores de forma complementar.

Estes resultados demonstram o efeito positivo dos processos de valorização e reciclagem na redução das emissões de GEE, reforçando a importância de diminuir a deposição em aterro e de aumentar a separação e valorização dos fluxos recicláveis e orgânicos. De forma geral, a redução das emissões da **MUSAMI** deverá centrar-se em medidas de eficiência energética, otimização do consumo de combustíveis e valorização dos resíduos com potencial de reaproveitamento, constituindo uma estratégia essencial para reduzir as emissões de GEE.



CONCLUSÕES





8. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos, em termos de emissões de GEE em 2024, por fonte de emissão e GEE, sintetizam-se na **Tabela 19**.

Em termos de emissões de GEE totais no ano 2024, verificou-se a emissão de 50935,05 Ton CO₂e, um aumento de 4782,65 Ton CO₂e face ao ano-base (2019 – 46152,4 Ton CO₂e). Importa, no entanto, referir o aumento face ao ano anterior devido ao aumento das emissões indiretas de importação de energia. Apesar do aumento das emissões de GEE em 2024, é de reforçar os esforços e medidas implementadas pela **MUSAMI** para que as emissões tenham o menor impacto possível.

Quando desagregado o total por categoria, verifica-se que a categoria 1 (emissões diretas de GEE) representa 95,7% das emissões totais, com destaque para as emissões difusas do aterro do Ecoparque I (92,3%) e do Ecoparque III (1,6% do total) que representam no seu conjunto 93,9% das emissões totais.

Em termos de emissões relativas, verifica-se um aumento do indicador em 0,02 Ton CO₂e/Ton resíduo tratado, de 2024 (0,49 Ton CO₂e/Ton resíduo tratado) para 2019 (0,47 Ton CO₂e/Ton resíduo tratado).

A **MUSAMI** implementa um conjunto de medidas que permitem a redução das emissões de GEE, tendo-se verificado uma diminuição das emissões de GEE da categoria 2 (emissões indiretas de origem energética) de 1% face ao ano-base. No entanto, estas medidas não são perceptíveis na categoria 1 uma vez que o aumento das emissões difusas do aterro do Ecoparque I representam a maioria das emissões globais da **MUSAMI**.

No âmbito das medidas com maior potencial para a redução das emissões diretas de GEE da **MUSAMI**, destaca-se a selagem do aterro do Ecoparque I e o reforço da captação de biogás para valorização energética. Para que esta redução se traduza numa diminuição efetiva das emissões, é fundamental que a diferença entre a quantidade de biogás produzido e a quantidade captada seja progressivamente reduzida. Paralelamente, a triagem de resíduos em três instalações, centro de triagem, centro de tratamento mecânico e centro de tratamento biológico, tem contribuído para o desvio de resíduos de aterro, promovendo a valorização. No domínio da eficiência energética, a **MUSAMI** tem investido na formação interna sobre gestão de energia e na renovação da frota com viaturas e equipamentos elétricos, reforçando o seu compromisso com a redução do consumo energético e das emissões associadas às suas operações.

Destacam-se também as emissões evitadas pela **MUSAMI**, que demonstram a importância de escolhas sustentáveis de tratamento de resíduos e justificam o esforço financeiro em iniciativas e projetos pioneiros. Com o arranque dos centros de tratamento biológico e mecânico espera-se mais uma vez que o esforço da **MUSAMI** em termos de emissões evitadas seja compensado, permitindo que mais resíduos sejam valorizados em detrimento da sua eliminação em aterro ou outras alternativas de eliminação.

A **MUSAMI** tem vindo a implementar boas práticas que reforçam a valorização de resíduos, como por exemplo o funcionamento do CTB e a instalação de um novo coletor de biogás, com ganhos significativos na produção energética e no desvio de resíduos de aterro. Estas medidas, aliadas à recolha seletiva e à sensibilização ambiental, refletem uma gestão mais eficiente e um compromisso com a sustentabilidade da região.

A **MUSAMI** reconhece que as alterações climáticas são um problema global que exige uma ação urgente e coletiva e pretende dar o seu contributo para a descarbonização.

Acreditamos que as empresas desempenham um papel fulcral e pioneiro da minimização e mitigação dos impactos das alterações climáticas.

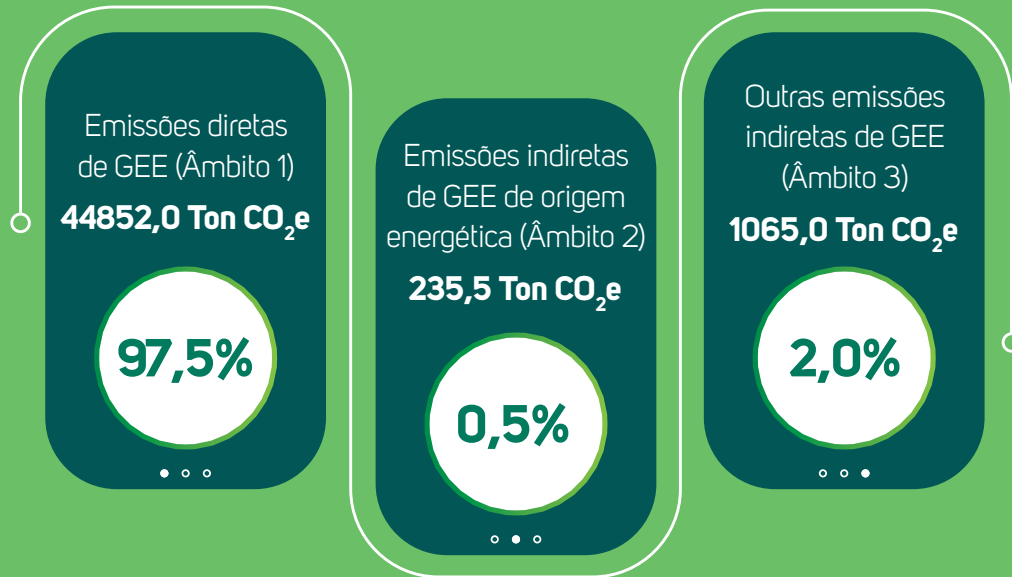


Neste relatório, a **MUSAMI** apresenta a quantificação para as seis categorias, quando aplicável, descritas na ISO 14064-1:2018, bem como de acordo com o GHG Protocol, categorizando-as em emissões de âmbito 1, 2 e 3.

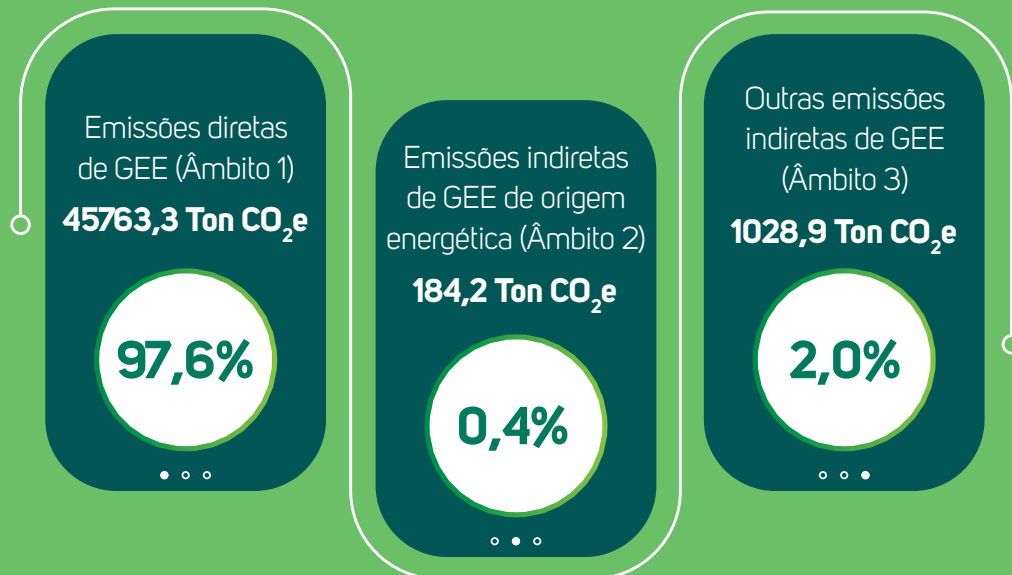
Tabela 19: Emissões de GEE (Ton CO₂e e kg CO₂e) em 2024, por categoria/âmbito e por GEE

Âmbito (GHG Protocol)	Categoria (ISO 14064)	Total (Ton CO ₂ e)	CO ₂ (kg CO ₂ e)	CH ₄ (kg CO ₂ e)	N ₂ O (kg CO ₂ e)	HFC (kg CO ₂ e)	PFC (kg CO ₂ e)	SF ₆ (kg CO ₂ e)	Emissões Biogénicas (Ton CO ₂ e)
Âmbito 1	Categoria 1	48754,16	456455,73	47940914,05	374863,07	0,00	0,00	0,00	6592,23
1.1 Fontes estacionárias		0,95	185,97	223,95	219,34	0,00	0,00	0,00	756,17
1.2 Fontes móveis		493,44	453337,56	760,77	39337,80	0,00	0,00	0,00	0,00
1.3 Equipamentos de refrigeração		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.4 Equipamentos de Extinção		0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.5 Gases de Soldadura		2,93	2932,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.6 Emissões de processo e outras emissões difusas		48256,82	0,00	47939929,33	335305,92	0,00	0,00	0,00	5836,06
Âmbito 2	Categoria 2	372,84	372841,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.1 Importação de Energia (Energia elétrica, Vapor, Calor, entre outras)		372,84	372841,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
a) Energia elétrica adquirida à rede: Market-Based									
Âmbito 3	Categoria 3	1225,88	1286528,70	2051,45	14139,05	0,00	0,00	0,00	0,00
3.1 Transporte e distribuição a jusante		372,04	367635,71	262,48839	4145,43454	0,00	0,00	0,00	0,00
3.2 Transporte e distribuição a montante		753,60	745650,10	1273,82	6677,71	0,00	0,00	0,00	0,00
3.3 Viagens de negócios		13,52	13523,92	231,24	2262,65	0,00	0,00	0,00	0,00
3.4 Employee commuting		86,71	159718,97	283,90	1053,26	0,00	0,00	0,00	0,00
Âmbito 3	Categoria 4	577,41	577412,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.1 Atividades relacionadas com combustíveis e energia não incluídas na Categoria 1 ou 2		151,20	151199,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.4 Tratamento de resíduos produzidos		426,21	426213,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Âmbito 3	Categoria 6	4,76	4549,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.3 Outras fontes de emissão indiretas relevantes									
a) Abastecimento de água potável da rede		0,51	505,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
b) Tratamento de água residual na ETAR da Pracinha		4,04	4044,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
c) Teletrabalho		0,21	21,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

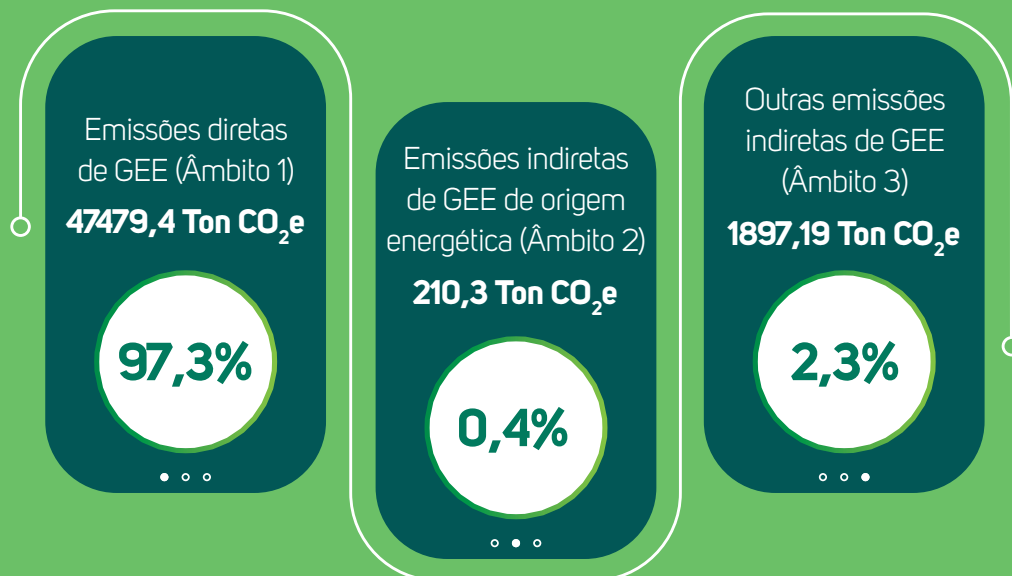
EMISSIONS DE GEE - 2019



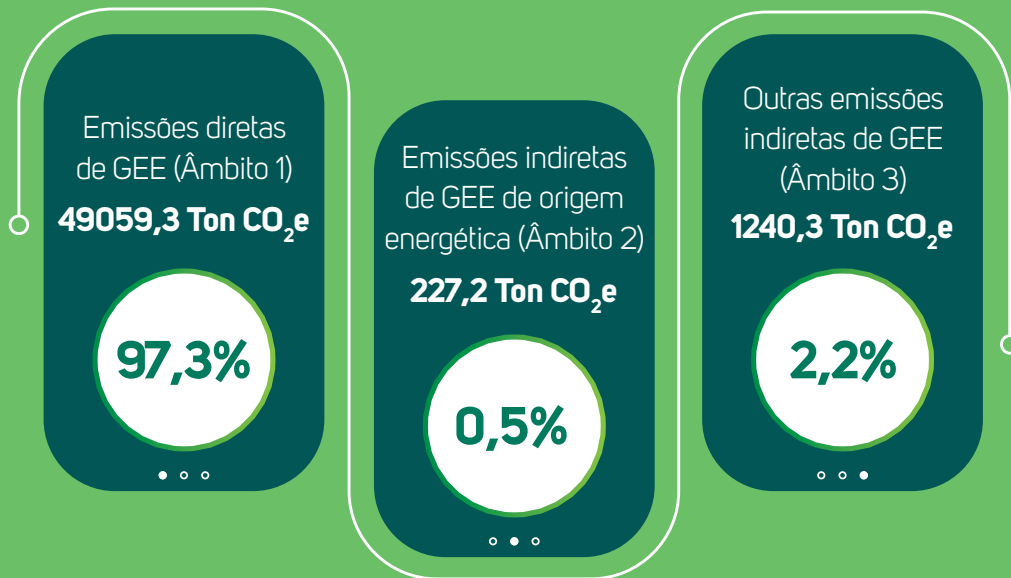
EMISSIONS DE GEE - 2020



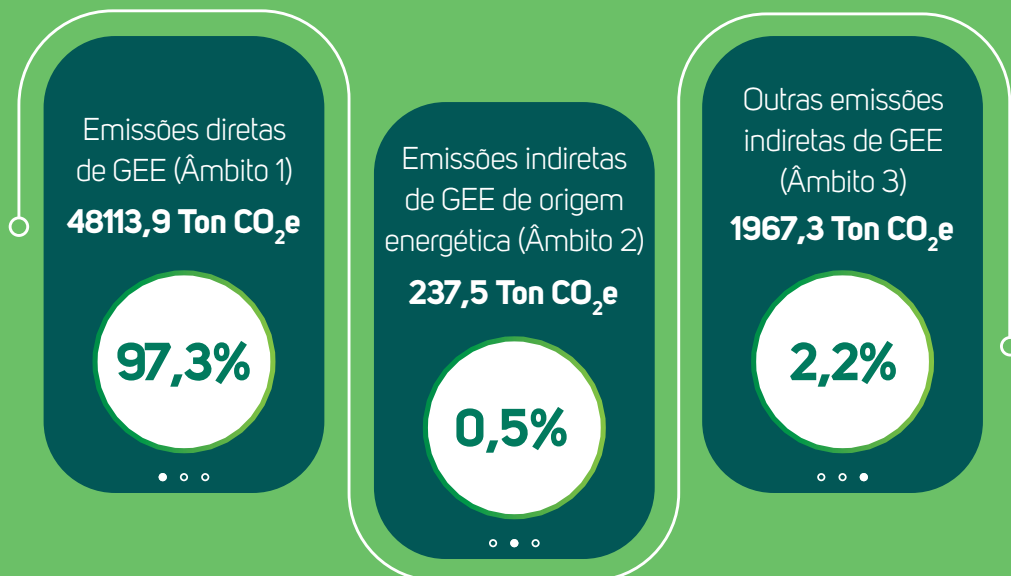
EMISSIONS DE GEE - 2021



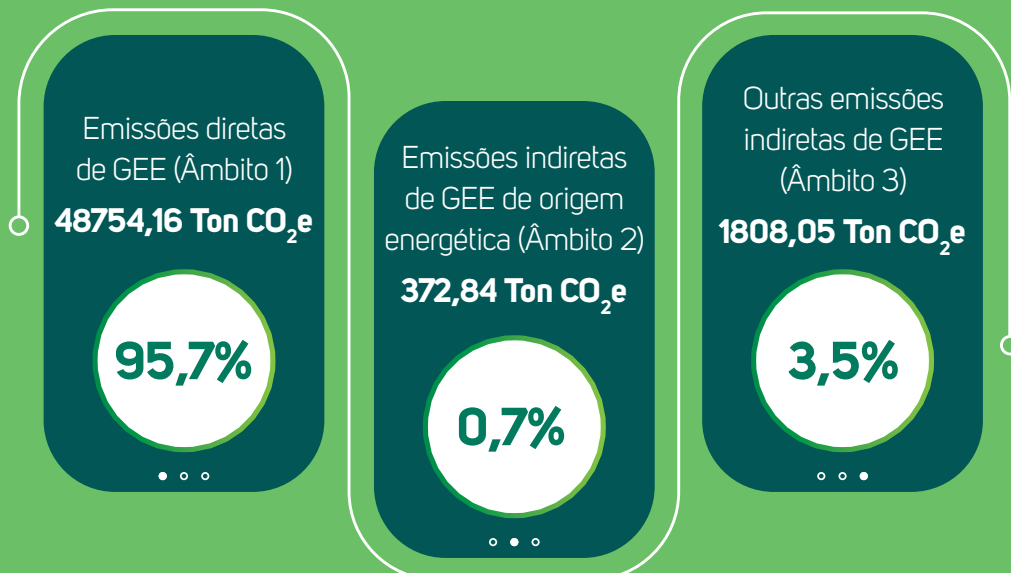
EMISSIONS DE GEE - 2022



EMISSIONS DE GEE - 2023



EMISSIONS DE GEE - 2024



EMISSÕES EVITADAS DE GEE

Os dados apresentados neste ponto consideram a soma das emissões evitadas estimadas da Valorização Biogás vs Emissões difusas do aterro e da Compostagem de resíduos orgânicos vs Combustão





MUSAMI

OPERAÇÕES MUNICIPAIS DO AMBIENTE E.I.M., S.A.

Geramos valor para a natureza

MUSAMI - Operações Municipais do Ambiente EIM SA
Rua Eng.º Arantes de Oliveira, 15 B 9600-228 Ribeira Grande
Telefone: 2964 72990 | Fax: 2964 72992 | E-mail: geral@musami.pt

 Musami  ambientemusami | www.musami.pt

