



INVENTÁRIO E CENÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

RESUMO EXECUTIVO



**DESENVOLVIMENTO URBANO E
ESTRATÉGIAS DE BAIXO CARBONO
PARA A DESCARBONIZAÇÃO DAS
CIDADES BRASILEIRAS
FLORIANÓPOLIS/SC**



Outubro de 2024

HISTÓRICO

Versão	Revisão	Data da publicação	Responsável Técnico
00	Emissão Inicial	10/10/2024	-

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 2 de 33

SUMÁRIO

ACRÔNIMOS E ABREVIações	4
1 INTRODUÇÃO	6
1.1 Metodologia	6
1.2 Abrangência e período coberto	6
1.3 Gases de Efeito Estufa	8
1.4 Setores de atividades – Fontes de Emissão	8
1.5 Escopo das emissões	9
1.6 Subsetores de emissão	9
1.7 Classificação das Informações	11
2 INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE EM FLORIANÓPOLIS	12
2.1 Comparação entre os inventários de 2013 e 2022	12
2.2 Resultados do Inventário de GEE de 2022	18
3 CENÁRIOS DE EMISSÕES E METAS DE DESCARBONIZAÇÃO	27
4 DESAFIOS ENFRENTADOS E SUGESTÕES DE MELHORIAS	28
5 CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
PARTICIPANTES	33

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 3 de 33

ACRÔNIMOS E ABREVIações

AFOLU	Agricultura, Florestas e outros Usos do Solo
BAU	Business as Usual
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
C40	Climate Leadership Group (C40)
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de Carbono
CO _{2e}	Carbono equivalente
COBRAPE	Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos
CURB	Climate Action for Sustainability
DA	Dados de atividade
FE	Fatores de emissão
GEE	Gases de Efeito Estufa
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GPC	Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories
HFCs	Hidrofluorcarbono
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICLEI	Governos Locais pela Sustentabilidade
IEA	Agência Internacional de Energia
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPPU	Indústria e Processos Industriais
N ₂ O	Óxido de Nitrogênio
NDC	Contribuição Nacionalmente Determinada
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PIB	Produto Interno Bruto

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 4 de 33

PEDEM	Plano Estratégico de Desenvolvimento Econômico Municipal de Florianópolis
PFCs	Perfluorcarbono
PMF	Prefeitura Municipal de Florianópolis
SMMADS	Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SF ₆	Hexafluoreto de enxofre
WRI	World Resources Institute (WRI)

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 5 de 33

1 INTRODUÇÃO

O Inventário de Emissão de Gases de Efeito Estufa - GEE é uma ferramenta com informações e dados técnicos que tem como objetivo embasar o planejamento e ações de descarbonização e, assim, mitigar os riscos advindos da mudança do clima. Trata-se de instrumento fundamental que permite ao Poder Público e a sociedade civil planejarem políticas públicas e projetos para promoção da sustentabilidade de comunidades, cidades, estados e regiões em geral. Ao identificar as principais fontes de emissões de GEE, governos e organizações podem desenvolver estratégias direcionadas para reduzir essas emissões, promover a eficiência energética, incentivar o uso de energias renováveis e implementar práticas sustentáveis em diversos setores da economia.

Ao fornecer informações claras e acessíveis sobre as emissões de GEE e seus impactos, pode-se educar e capacitar indivíduos, empresas e comunidades para a adoção de comportamentos mais sustentáveis e a contribuir ativamente para a preservação do meio ambiente. Isso não apenas fortalece a comunidade, mas também promove uma cultura de responsabilidade compartilhada em relação ao cuidado com o ambiente e com as futuras gerações.

1.1 Metodologia

A metodologia empregada para o diagnóstico das emissões do município de Florianópolis foi a *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories* (GPC), desenvolvido em 2014 pelo World Resources Institute (WRI) em parceria com Governos Locais pela Sustentabilidade (ICLEI) e o Climate Leadership Group (C40).

A elaboração dos cenários de emissão de GEE foi feita com base no método da ferramenta da CURB: Climate Action for Urban Sustainability.

1.2 Abrangência e período coberto

O inventário de emissões abrange geograficamente as porções insulares e continental do município de Florianópolis e tem como ano base o ano de 2022.

QUADRO 1: RESUMO

Resumo das principais características da abrangência do inventário	
Nome do Município	Florianópolis
Estado	Santa Catarina
Limites geográficos	Município de São José, e oceano Atlântico
População – Censo 2022	537.211 habitantes
IDH-M (2010)	0,847 (muito alto)
PIB per capita (2021)	R\$ 45.602,98
Ano Base do Inventário	2022

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 6 de 33

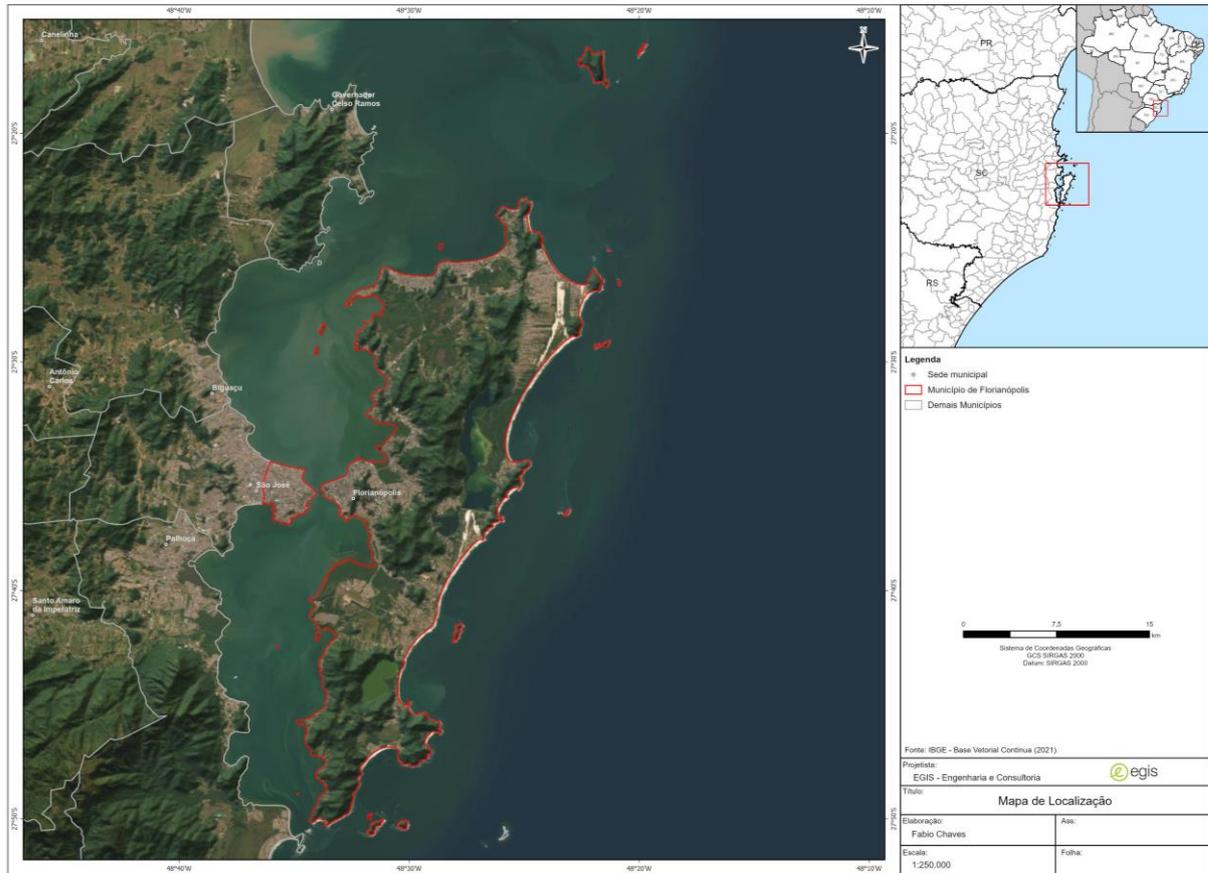


FIGURA 1. LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS - SC.

FONTE: IBGE - BASE VETORIAL CONTÍNUA (2021)

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 7 de 33

1.3 Gases de Efeito Estufa

O inventário de emissões de GEE de Florianópolis contabilizou as emissões de todos os sete gases de efeito estufa previstos pelo Protocolo de Kyoto: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido de nitrogênio (N₂O), hidrofluorcarbono (HFCs), perfluorcarbono (PFCs), e hexafluoreto de enxofre (SF₆).

Os GEEs são gerados pela queima de combustíveis fósseis, decomposição de resíduos sólidos urbanos e águas residuais, fermentação entérica de animais, aplicação de fertilizantes nitrogenados no solo, durante processos químicos indústrias, no transporte e manipulação de combustíveis e gases refrigerantes - como na troca dos fluidos de ar-condicionado, dentre outras atividades

1.4 Setores de atividades – Fontes de Emissão

As fontes de emissão foram alocadas em seis setores:

Setor I. Energia estacionária: emissões decorrentes da geração, transformação, distribuição e consumo de energia em fontes fixas e as emissões fugitivas decorrentes de exploração, processamento, transformação de petróleo, gás natural, e carvão e da distribuição de combustíveis fósseis.

Setor II. Transporte: emissões geradas na queima de combustíveis em fontes móveis e o consumo de energia por veículos elétricos.

Setor III. Resíduos: emissões relacionadas à disposição e tratamento de resíduos sólidos e efluentes.

Setor IV. Processos industriais e uso de produtos - IPPU¹: emissões decorrentes de transformações físicas ou químicas da matéria e emissões provenientes do uso não energético de combustíveis fósseis e uso de GEE em produtos.

Setor V. Agricultura, floresta e uso da terra - AFOLU²: emissões decorrentes do uso e manejo do solo.

¹ do inglês *Industrial Processes and Product Use*

² do inglês *Agriculture, Forestry, and Other Land Use*

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 8 de 33

Setor VI. Outras emissões indiretas: emissões geradas fora do limite geográfico do inventário, mas que são relacionadas por atividades que ocorrem dentro do limite e que não foram contabilizadas em outros setores.

1.5 Escopo das emissões

Cada fonte de emissão é classificada em Escopos 1, 2 e 3, de acordo com a sua localização geográfica.

FIGURA 2: ESCOPO DAS EMISSÕES

Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3
<ul style="list-style-type: none"> • Emissões por fontes localizadas dentro dos limites do município 	<ul style="list-style-type: none"> • Emissões de GEE que ocorrem como consequência do uso de eletricidade fornecida pela rede nacional dentro dos limites do município 	<ul style="list-style-type: none"> • Emissões de GEE que ocorrem fora dos limites da cidade como resultado de atividades que ocorrem dentro dos limites do município

1.6 Subsetores de emissão

O inventário foi elaborado para os setores de I a V. As emissões de escopo 3, que incluem as emissões de GEE que ocorrem fora dos limites da cidade como resultado de atividades que ocorrem dentro dos limites do município, que não estão incluídas nos setores I a V foram reportadas no setor "Outras Emissões de Escopo 3" (Setor VI).

Cada setor de emissão é subdividido em subsetores.

QUADRO 2. SUBSETORES DE EMISSÃO

Setor I - Energia Estacionária

- Instalações Residenciais (I.1)
- Edifícios e Instalações Comerciais e Institucionais (I.2)
- Indústrias Manufatureiras e Construção (I.3)
- Indústrias Energéticas (I.4)
- Agropecuária, Silvicultura e Pesca (I.5)
- Fontes Não Específicas (I.6)
- Emissões Fugitivas de Combustíveis (I.7)

Setor II - Transportes

- Rodoviário (II.1)
- Ferroviário (II.2)
- Aquaviário (II.3)
- Aeroviário (II.4)

Setor III - Resíduos

- Resíduos Sólidos (III.1)
- Tratamento Biológico (III.2)
- Incineração e Queima (III.3)
- Águas Residuais (III.4)

Setor IV - Indústria e Processos Industriais

- Processos Industriais (IV.1)
- Uso de Produtos (IV.2)

Setor V - Agricultura, florestas e outros usos da terra

- Criação de Animais (V.1)
- Usos da Terra (V.2)
- Fontes Agregadas e Fontes de Emissão Não-CO₂ em Terra (V.3)

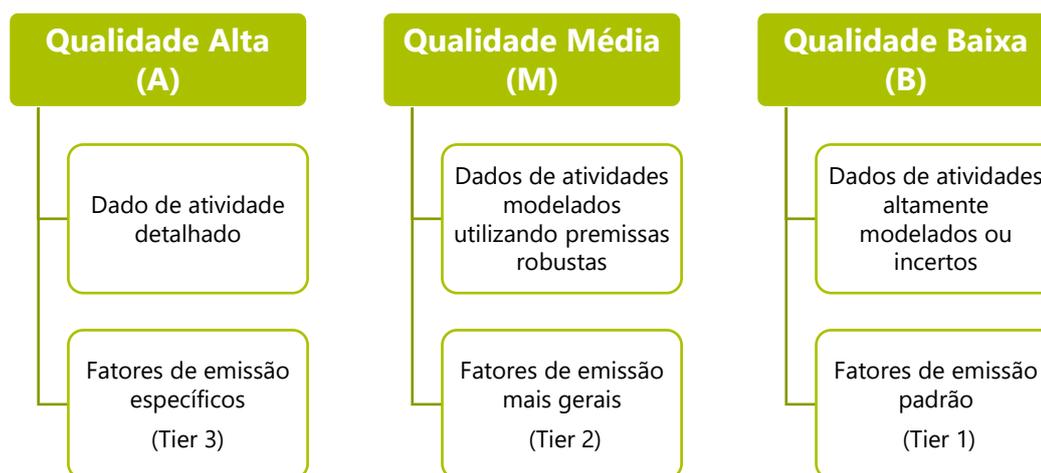
Fonte: WRI, C40, ICLEI e GHG Protocol (2021).

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 10 de 33

1.7 Qualidade das Informações

As emissões foram calculadas pelo produto entre os dados de atividade - DA e os fatores de emissão - FE. Após os cálculos, os DAs e os FEs foram avaliados e classificados quanto à qualidade da informação e dos próprios fatores (Tier), de acordo com o IPCC (2006).

QUADRO 3. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS DADOS, SEGUNDO O GPC



FONTE: WRI, C40, ICLEI E GHG PROTOCOL (2021).

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 11 de 33

2 INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE EM FLORIANÓPOLIS

2.1 Comparação entre os inventários de 2013 e 2022

A primeira versão da metodologia do Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories (GPC), lançada em 2014 e utilizada no inventário de emissões de Florianópolis em 2013, passou por diversas atualizações e revisões até sua última versão, publicada em 2022. O aprimoramento dos métodos de cálculo, a reorganização das emissões por Setores e Subsetores, e a definição de fontes de emissão de reporte obrigatório ou opcional são algumas das mudanças significativas observadas entre os inventários de 2013 e 2022.

As principais fontes de emissão de GEE em ordem decrescente são apresentadas no quadro a seguir.

QUADRO 4: PRINCIPAIS FONTES DE EMISSÃO POR INVENTÁRIO, 2013 E 2022

2013	2022
Gasolina A	Gasolina A
Querosene de aviação	Aterro regularizado
Processos industriais	Querosene de aviação
Óleo diesel	Óleo diesel
Eletricidade	Águas residuais domésticas
Águas residuais domésticas	Eletricidade
GLP	GLP

Já com relação à remoção de carbono, em 2013 foram identificados três sumidouros de carbono:

- Estoque de madeira urbana,
- Solos alterados;
- Solos sem mudança de uso.

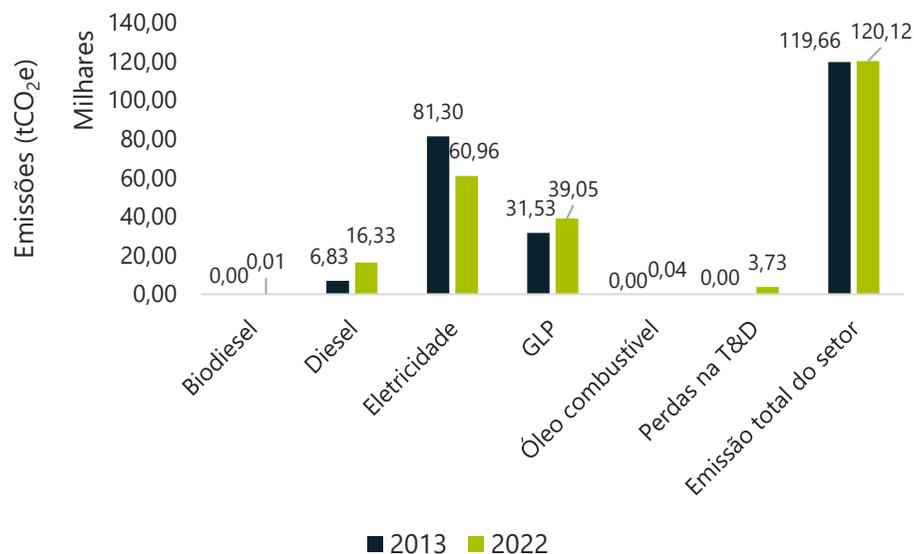
Já em 2022, o único sumidouro identificado foi em alterações de cobertura do solo: de categoria com menor estoque de carbono, para categoria com maior estoque.

No inventário de GEE de 2013, contabilizou-se a emissão de 1.229.627,27 toneladas métricas de CO₂e, enquanto no inventário de 2022, foram contabilizadas 1.102.068,18 toneladas métricas de CO₂e. Assim, comparando os resultados dos dois inventários, destaca-se que o inventário de 2022 contabilizou -127.559,09 toneladas métricas de CO₂e a menos do que o inventário de 2013, o que equivale a -10,37% em relação ao inventário anterior. O estudo comparativo por setor será apresentado nos quadros a seguir.

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 12 de 33

Setor de Energia Estacionária

No setor de energia, entre 2013 e 2022, observou-se aumento de consumo de 21% para eletricidade e de 24% para gás liquefeito de petróleo (GLP). Entretanto, como é possível visualizar no gráfico, houve uma redução de 25% nas emissões de 2013 para 2022, o que ocorreu em função da atualização do Fator de Emissão*. Em 2013, o FE utilizado era 0,06858 kg de CO₂ por kWh, enquanto o novo FE empregado para 2022 foi 0,042596 kg de CO₂ por kWh.



**EMISSÕES DE GEE DO SETOR DE ENERGIA ESTACIONÁRIA POR FONTE DE EMISSÃO
PERDAS NA T&D: PERDAS NA TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO DA ELETRICIDADE**
FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (2024), A PARTIR DE DADOS DO INVENTÁRIO DE GEE DE FLORIANÓPOLIS DE 2013 E DE 2022

Além disso, no inventário de 2022, passou-se a contabilizar as emissões de perdas na transmissão e distribuição da eletricidade (perdas na T&D), fonte não considerada no inventário anterior.

Já as emissões decorrentes da combustão do GLP aumentaram 24%, sendo essa diferença acrescida pela atualização do fator de emissão, que antes era um FE Tier 1 do IPCC e passou a ser um FE Tier 2 do MCTI.

Outros três combustíveis integram o setor de energia estacionária: o óleo combustível, o qual não havia sido contabilizado em 2013, além do diesel fóssil e do biodiesel, os quais contribuíram com menos de 1% para a diferença total apresentada entre os inventários.

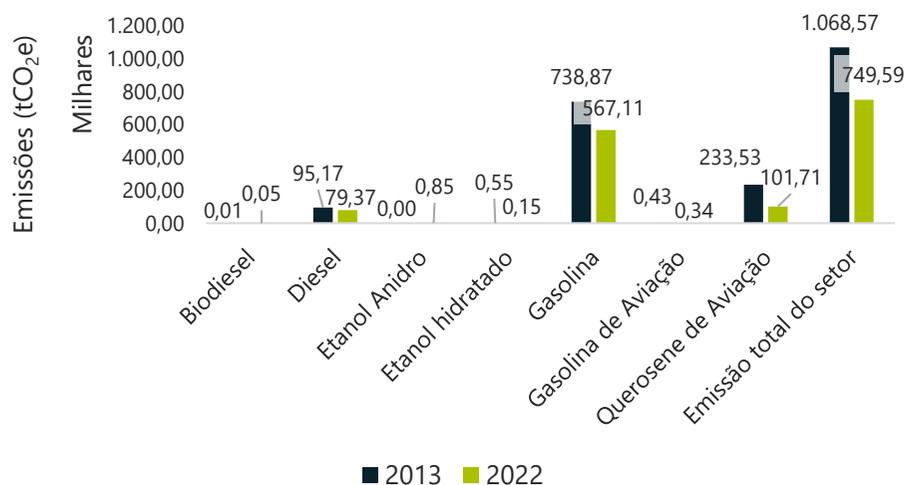
**Ambos têm como fonte o Ministério da Ciência e Tecnologia – MCTI e refletem a composição da matriz energética empregada no Brasil naquele ano, em função da maior ou menor utilização de termelétricas no Sistema Interligado Nacional*

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 13 de 33

Setor de Transporte

No setor de transportes, observa-se uma queda nas emissões de querosene de aviação de 56,4% de 2013 para 2022, que é resultado de uma queda de 57,3% no consumo. Com relação à gasolina de aviação, houve uma queda de 21% no volume vendido ao município em 2022, com relação a 2013, o que resultou em uma diminuição de 19% nas emissões decorrentes do uso desse combustível.

As emissões decorrentes da combustão da gasolina A (gasolina pura) também foram maiores em 2013 do que em 2022. Entretanto, destaca-se que há uma diferença entre a variação da emissão de Escopo 1 e de Escopo 3.



EMISSÕES DE GEE DO SETOR DE TRANSPORTE POR FONTE DE EMISSÃO

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (2024), A PARTIR DE DADOS DO INVENTÁRIO DE GEE DE FLORIANÓPOLIS DE 2013 E DE 2022

A principal causa da queda das emissões associadas à gasolina A foi a atualização das variáveis empregadas na estimativa razão frota flutuante/frota municipal: tal parâmetro foi 49% menor em 2022 do que em 2013 (era 0,96 em 2013 e passou a 0,47 em 2022).

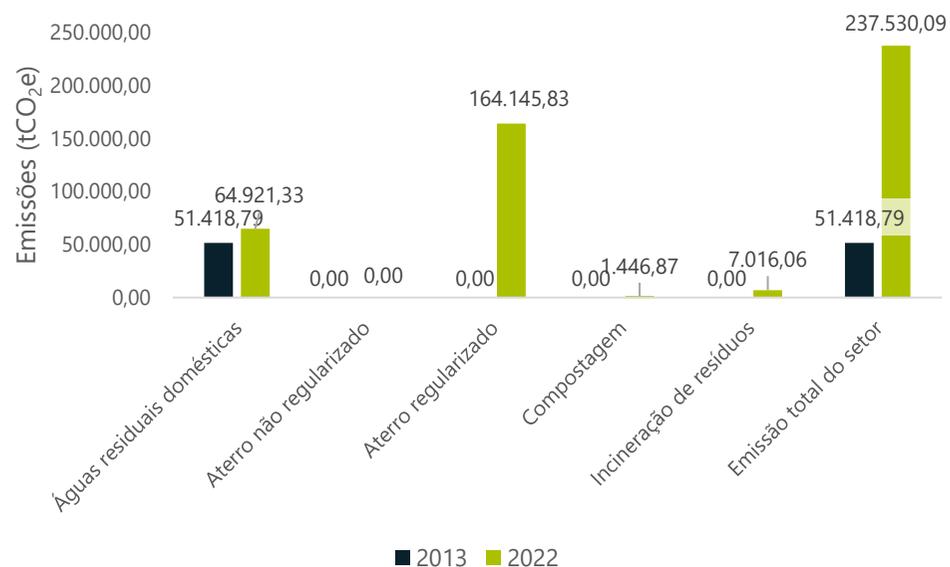
O mesmo método de cálculo do consumo de combustíveis também foi utilizado para o etanol anidro e o etanol hidratado, destacando-se que em 2013 não foi feita a diferenciação entre etanol anidro e hidratado (sendo ambos considerados como "Álcool"). Por fim, em ambos os anos, o óleo diesel comercial só foi considerado no Escopo 1, portanto, ambas as fontes de emissão "Diesel Puro" e "Biodiesel" só aparecem nesse escopo.

A análise comparativa do consumo e emissões do óleo diesel total demonstrou que, de 2013 para 2022 houve um aumento de 1,2% no consumo de diesel comercial com relação aquele ano, mas um acréscimo em apenas 0,3% das emissões de diesel puro em 2013.

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 14 de 33

Setor de Resíduos

Em 2013, a única fonte de emissão do Setor de Resíduos foi o tratamento das águas residuais domésticas, responsável por 51.418,79 tCO_{2eq}. Já as emissões oriundas dos resíduos destinados ao aterro, bem como as emissões da queima ou incineração de resíduos, foram consideradas zero naquele ano (com relação aos resíduos sólidos destinados ao aterro, considerou-se que 100% do metano queimado no *flare* do aterro sanitário era destruído, ou seja, transformado em gás carbônico biogênico; já com relação à incineração, em 2013 foi considerada inexistente).



EMISSIONES DE GEE DO SETOR DE RESÍDUOS POR FONTE DE EMISSÃO

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (2024), A PARTIR DE DADOS DO INVENTÁRIO DE GEE DE FLORIANÓPOLIS DE 2013 E DE 2022

As emissões de águas residuais tiveram uma grande variação entre os dois inventários. Tais emissões são calculadas tendo como principal fator o número de habitantes do município, mas também dependem de alguns parâmetros: fator de emissão de cada tipo de destinação empregada no município (foram empregados os FEs padrão do IPCC), grau de utilização de cada tipo de destinação (informado pela prefeitura) e matéria orgânica gerada por habitante a cada ano em kg de demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

O aumento da população do município, associado à mudança na destinação do efluente doméstico do município e à atualização nos fatores de emissão e na DBO por habitante, além da inserção da contabilização da emissão de N₂O pelas águas residuais, geraram um aumento de 26% nas emissões, com relação à 2013.

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 15 de 33

Setor de IPPU

No contexto das emissões de processos industriais e uso de produtos, ocorreram importantes atualizações nas orientações de contabilização de emissões municipais entre 2013 e 2022. Em 2013 não existiam os subsetores de Uso de Produtos e de Processos Industriais, com isso, as emissões da produção de bens e serviços adquiridos pelo município, mas que eram produzidos fora, tais como aço e cimento, eram reportadas direto no Setor IPPU como Escopo 3, tendo como fonte “processos industriais.



Entretanto, a versão 1.1 do Guia, utilizada no inventário de 2022, orienta que tais emissões devem ser computadas no setor “Outras emissões de escopo 3” (VI), de reporte opcional.

Sendo assim, tais emissões não foram incluídas no somatório final do Inventário de GEE de 2022, pois os dados não foram disponibilizados ou não foram reportados pelos órgãos consultados.

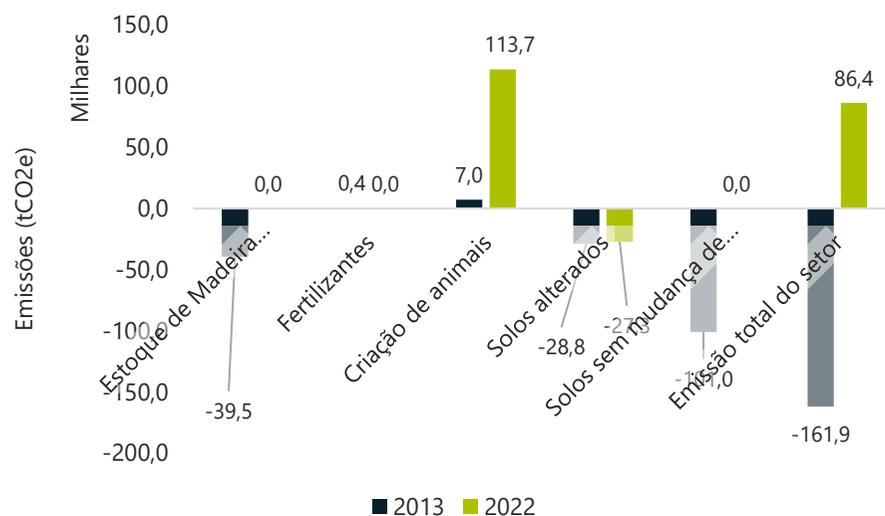
EMISSÕES DE GEE DO SETOR DE IPPU POR FONTE DE EMISSÃO.

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (2024), A PARTIR DE DADOS DO INVENTÁRIO DE GEE DE FLORIANÓPOLIS DE 2013 E DE 2022.

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 16 de 33

Setor de AFOLU

Entre os inventários de 2013 e 2022, as emissões da Criação de Animais tiveram um aumento significativo (217%). Esse crescimento se deve à correção do fator de emissão de óxido nitroso (N₂O) proveniente dos dejetos animais e à inclusão das emissões de metano (CH₄) geradas pelos dejetos. Essas mudanças refletem uma estimativa mais precisa das emissões associadas a essa categoria.



EMISSIONES DE GEE DO SETOR DE AFOLU POR FONTE DE EMISSÃO

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (2024), A PARTIR DE DADOS DO INVENTÁRIO DE GEE DE FLORIANÓPOLIS DE 2013 E DE 2022.

A categoria de solos alterados, a qual representa o uso do solo e sua dinâmica, não apresentaram variação expressiva na última década. Mesmo considerando diferenças metodológicas da quantificação de uso e cobertura do solo nos dois inventários, o quadro geral é de estabilidade.

As diferenças de montantes inventariados para as categorias de "estoque de madeira urbana" e "solo sem mudança de uso" são principalmente relacionadas às diferenças metodológicas:

- As emissões atribuídas ao "estoque de madeira urbana" em 2013 não foram consideradas como integrantes do setor AFOLU,
- Ao contrário do que foi feito em 2013, em 2022 os solos sem mudança de uso não foram considerados como fonte de emissão ou remoção de carbono atmosférico, pois não há perspectiva de alterações de estoques terrestres, consequentemente, não há emissões ou remoções de carbono atmosférico.

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 17 de 33

2.2 Resultados do Inventário de GEE de 2022

Com base na metodologia GPC BASIC+, foi diagnosticado o total de 1.102.068,18 tCO₂e emitidos em 2022. 46% dos dados utilizados foram classificados com qualidade alta (A), 37% foram classificados com qualidade média (M) e 17% foram classificados com qualidade baixa (B).

O setor de Transporte foi o maior responsável pela emissão de GEE do município, totalizando 749.589 tCO₂e, seguido pelo setor de Resíduos, responsável pela emissão de 237.530 tCO₂e, pelo setor de Energia Estacionária, terceiro maior emissor, responsável por 120.121 tCO₂e, pelo setor de IPPU, responsável por 11 tCO₂e e, por fim, pelo setor de AFOLU, responsável pela emissão de 22.119 tCO₂e e remoção de -27.303 tCO₂e, resultando em uma remoção líquida de -5.184 11 tCO₂e (Figura 3).

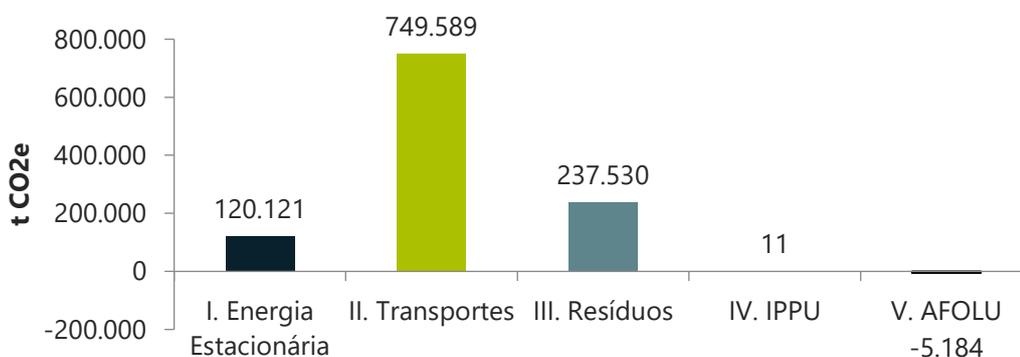


FIGURA 3: CONTRIBUIÇÃO ABSOLUTA DE CADA SETOR PARA O TOTAL DAS EMISSÕES

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (2024).

O Setor de Transportes foi o principal promotor das emissões de GEE do município, tendo sido responsável por 66% das emissões. A distribuição percentual das emissões por setor é apresentada no gráfico da Figura 4.

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 18 de 33

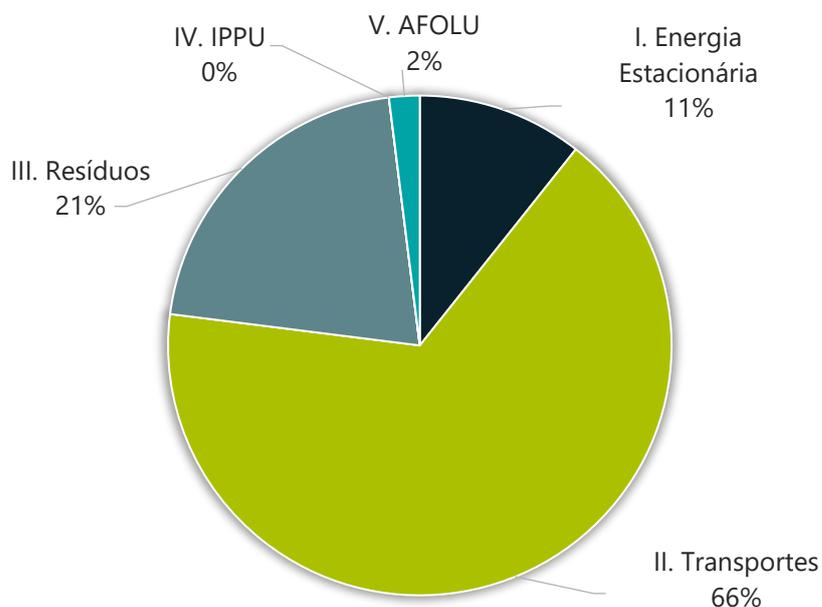


FIGURA 4: CONTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DE CADA SETOR DE EMISSÃO DE GEE

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (2024)

A seguir são apresentadas as emissões por setor e subsetor.

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 19 de 33

2.2.1 Setor de Energia Estacionária

Em 2022, o Setor de Energia Estacionária (I) contribuiu com 10,6% das emissões do município.

- As emissões de Escopo 1 são decorrentes da combustão de Diesel, GLP, querosene iluminante e óleo combustível;
- As emissões de Escopo 2 são oriundas a geração da eletricidade consumida do SIN; e
- As emissões de Escopo 3 são referentes à geração da parcela da energia elétrica da rede que é perdida na transmissão e distribuição.

A Figura 5a seguir ilustra a contribuição de cada subsetor para as emissões totais do Setor I.

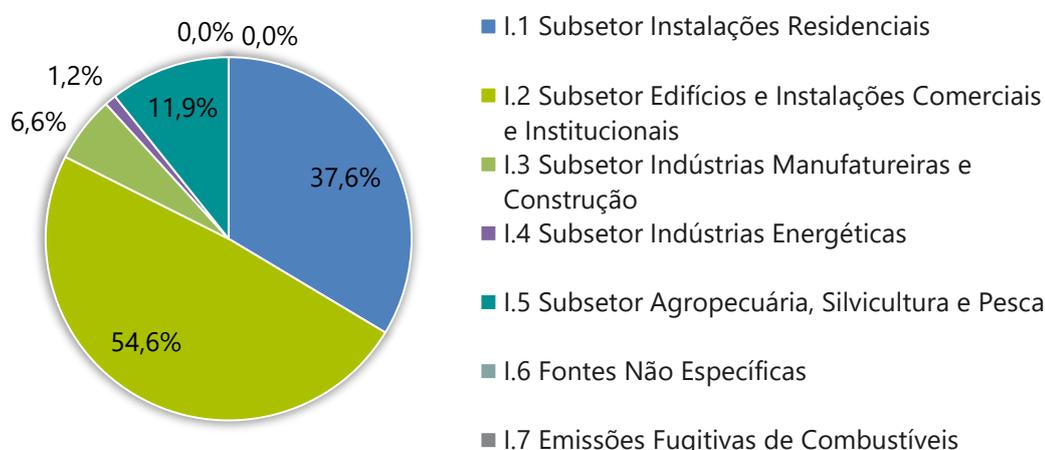


FIGURA 5: CONTRIBUIÇÃO DE CADA SUBSETOR PARA AS EMISSÕES TOTAIS DO SETOR DE ENERGIA

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (2024).

O Subsetor Edifícios e Instalações Comerciais e Institucionais (I.2) é o principal responsável pelas emissões decorrentes da compra e geração de energia estacionária (54,6%), reflexo do perfil econômico do município, centrado no setor de serviços. O segundo subsetor que mais contribui é o de Instalações Residenciais (I.1), com 37,6% das emissões do setor de energia, seguido pelo subsetor Agropecuária, Silvicultura e Pesca (I.5), com 11,9% de participação.

A Figura 6 a seguir ilustra a contribuição percentual das fontes de emissão, por subsetor (I.1 a I.5).

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 20 de 33

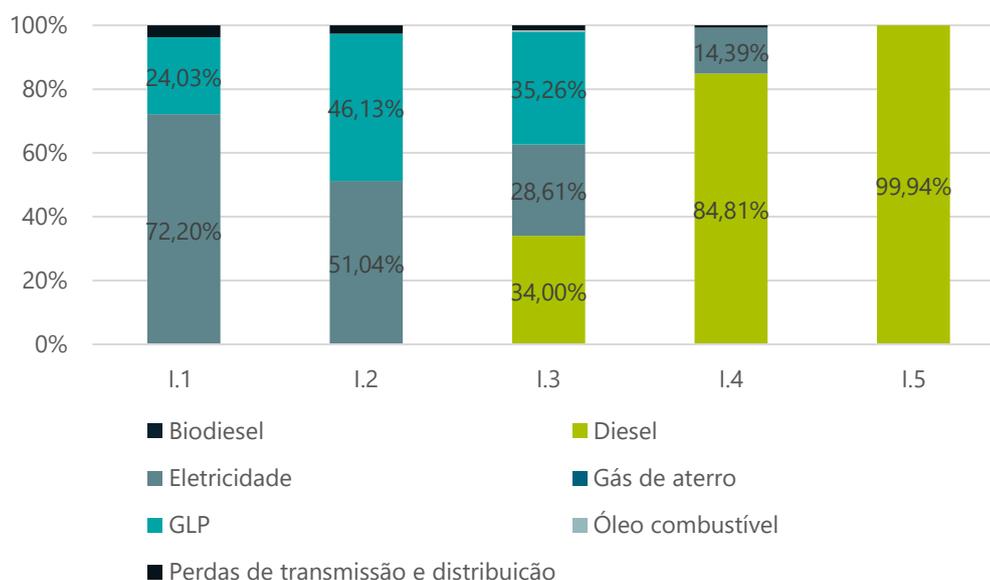


FIGURA 6: CONTRIBUIÇÃO DAS FONTES DE EMISSÃO

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (2024).

- O **Subsetor Instalações Residenciais (I.1)** contribui em 37,65% das emissões do Setor I e contabiliza emissões decorrentes da combustão de GLP (24,03%), da energia elétrica consumida no município (72,20%) e perdas de transmissão e distribuição (3,77%);
- O **Subsetor Edifícios e Instalações Comerciais e Institucionais (I.2)** é o que mais contribui para as emissões do Setor de Energia Estacionária, e contabiliza emissões da queima de GLP (46,13%), da energia elétrica consumida no município (51,04%), e perdas de transmissão e distribuição (2,66%), além das emissões oriundas da queima de biodiesel e diesel. ;
- O **Subsetor Indústrias Manufatureiras e Construção (I.3)** contribui com 6,56% das emissões do Setor I, decorrentes da combustão de diesel comercial em motores estacionários (34,00%), óleo combustível e GLP (0,61%), da geração da eletricidade destinada às instalações classificadas pela CELESC como "Industrial" (28,61%) e das perdas de transmissão e distribuição (1,49%);
- O **Subsetor Indústrias Energéticas (I.4)** contribui com apenas 1,16% das emissões do Setor I, e contabiliza as emissões diretas da combustão de diesel comercial dentro do município (84,81%), as emissões indiretas da geração da eletricidade destinada às instalações classificadas pela CELESC como "consumo próprio" (14,39%) e as perdas de transmissão e distribuição (0,75%);
- O **Subsetor Agropecuária, Silvicultura e Pesca (I.5)** contabiliza as emissões diretas da combustão de diesel comercial em motor estacionário, sendo o diesel fóssil responsável por 99,94% das emissões e o biodiesel por 0,06%.

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 21 de 33

2.2.2 Setor de Transportes

O Setor de Transporte (II) é o principal responsável pelas emissões do município de Florianópolis, e contribuiu com 66,4% das emissões em 2022. O transporte de Florianópolis concentra-se predominantemente no modo rodoviário. O município possui também barcos dedicados ao transporte de pessoas entre a ilha e a parte continental do município e entre a ilha e municípios vizinhos, além de barcos dedicados a passeios turísticos. O município também conta com um aeroporto internacional, diversas empresas de fretamento aéreo executivo, bem como empresas focadas em passeios turísticos de helicóptero.

A Figura 7a seguir ilustra a contribuição de cada subsetor para as emissões totais do Setor II.

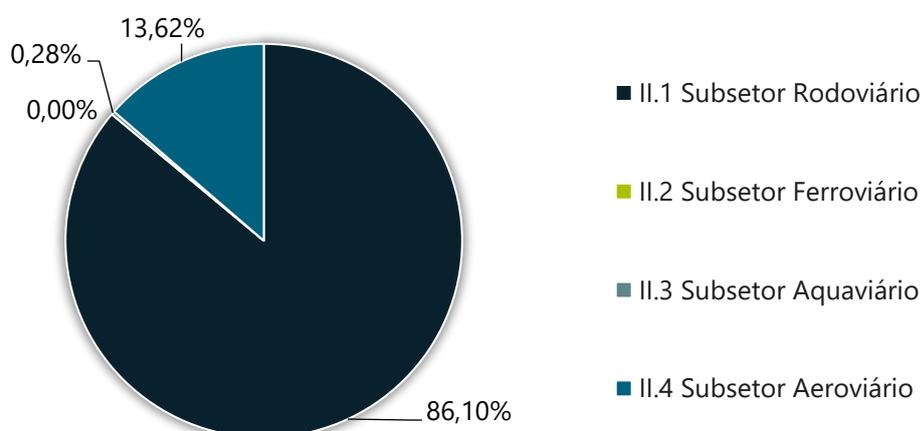


FIGURA 7: CONTRIBUIÇÃO DE CADA SUBSETOR PARA AS EMISSÕES TOTAIS DO SETOR DE TRANSPORTE

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (2024).

O subsetor que mais gera emissões de GEE é o de Transporte Rodoviário (II.1), de onde se originam 86,1% das emissões do Setor II, seguido pelo Aeroviário (II.4), com uma participação de 13,62% das emissões, seguido do subsetor Aquaviário (II.3), com 0,28% das emissões. Em Florianópolis não há Transporte Ferroviário (II.2).

A Figura 8 a seguir ilustra a contribuição percentual das fontes de emissão, por subsetor (II.1, II.3 e II.4).

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 22 de 33

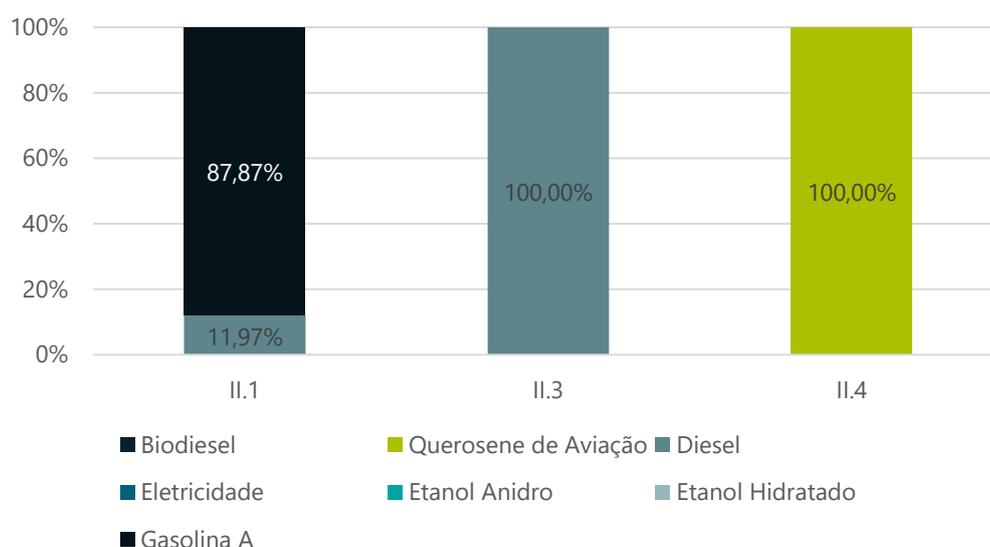


FIGURA 8: CONTRIBUIÇÃO POR FONTE DE EMISSÃO

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (2024).

- O **Subsetor Rodoviário (II.1)** contribui em 86,1% das emissões do Setor II e contabiliza emissões decorrentes da combustão da Gasolina A (87,87%) e do Diesel (11,97%);
- O **Subsetor Aquaviário (II.3)** contribui em 0,28% das emissões do Setor II e contabiliza 100% de suas emissões decorrentes da combustão de diesel puro;
- O **Subsetor Aéreo (II.4)** contribui em 13,62% das emissões do Setor II e contabiliza 100% de suas emissões provenientes de querosene de aviação.

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 23 de 33

2.2.3 Setor de Resíduos

O Setor de Resíduos (III) contribuiu com 21,0% das emissões em 2022.

- Os resíduos sólidos domiciliares de Florianópolis são geridos pela Superintendência de Gestão de Resíduos da Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SMMADS);
- O serviço de limpeza pública é feito pela Secretaria Municipal de Limpeza e Manutenção Urbana e executado pela COMCAP (Companhia Melhoramentos da Capital), autarquia que atua com os trabalhos de limpeza pública e coleta de resíduos sólidos no município;
- A gestão do aterro sanitário é realizada pela multinacional francesa *Veolia Environnement*.

A Figura 9a seguir ilustra a contribuição de cada subsetor para as emissões totais do Setor II.

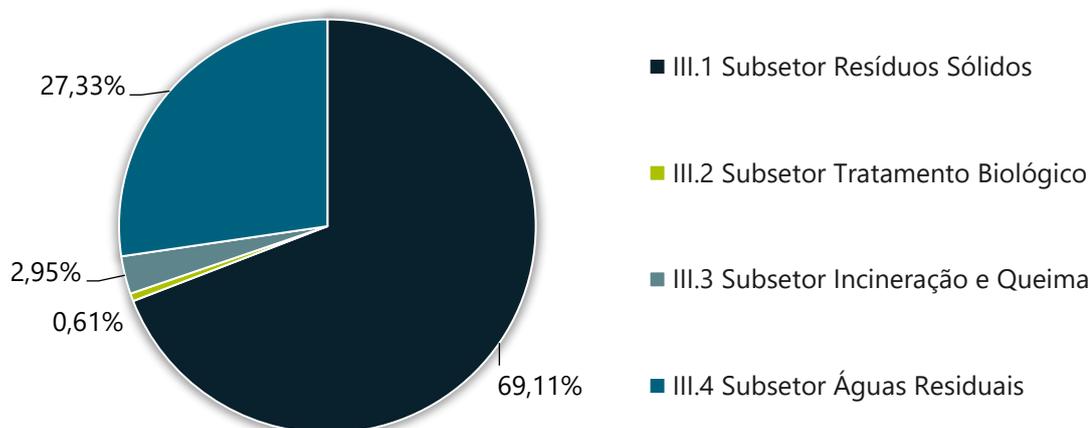


FIGURA 9: CONTRIBUIÇÃO DE CADA SUBSETOR PARA AS EMISSÕES TOTAIS DO SETOR DE RESÍDUOS

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (2024).

O subsetor que mais gera emissões de GEE é o de Resíduos Sólidos (III.1), de onde se originam 69,11% das emissões do Setor III, seguido pelo subsetor de Águas Residuais (III.4), com uma participação de 27,33% das emissões, seguido do subsetor Incineração e Queima (III.3), com 2,95% das emissões.

A Figura 10a seguir ilustra a contribuição percentual das fontes de emissão, por subsetor (III.1, a III.4).

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 24 de 33

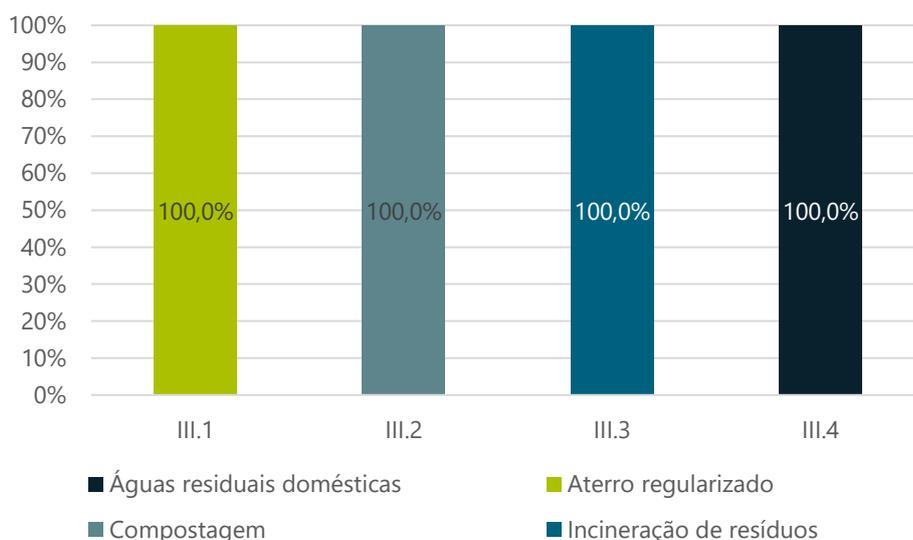


FIGURA 10: CONTRIBUIÇÃO POR FONTE DE EMISSÃO

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (2024).

- O **Subsetor Resíduos Sólidos (III.1)** é o que mais contribui com as emissões do Setor III (69,11%) e contabiliza 100% de suas emissões decorrentes da decomposição dos resíduos aterrados.
- O **Subsetor Tratamento Biológico (III.2)** é o que menos contribui com as emissões do Setor III (0,61%) e contabiliza 100% de suas emissões decorrentes da compostagem;
- O **Subsetor Incineração e Queima (III.3)** responde por apenas 2,95% das emissões do Setor III e contabiliza 100% de suas emissões decorrentes da incineração de resíduos. Tais emissões foram contabilizadas como Escopo 3, pois não foram identificados incineradores instalados no município de Florianópolis.
- O **Subsetor Águas Residuais (III.4)** contribui com 27,33% das emissões do Setor III e contabiliza 100% de suas emissões decorrentes da decomposição da matéria orgânica degradável e de óxido de nitrogênio oriundo dos processos de nitrificação e desnitrificação do nitrogênio da água residuária despejada no ambiente aquático (águas residuais domésticas).

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 25 de 33

2.2.4 Setor de IPPU

O Setor de IPPU (IV) representa 0,0011% do total das emissões no município e contabiliza as emissões de Processos Industriais (IV.1) e do Uso de Produtos (IV.2). Considerando o perfil econômico do município (baseado no setor de serviços), não foram identificadas empresas que poderiam gerar emissões relevantes de processos de fabricação de produtos minerais, químicos, metais, dentre outros que seriam contabilizados no Subsetor IV.1.

Assim, 100% das emissões do Setor IPPU são provenientes do Subsetor IV.2, que contabiliza apenas emissões de Escopo 1, oriundas do uso de lubrificantes de origem fóssil. Essas emissões totalizam apenas 11,1 toneladas métricas de CO₂ equivalente. Observa-se que, conforme orientação do GPC (2021), as emissões de Escopo 3 do Subsetor IV.2 são classificadas como emissões do setor "Outras emissões de escopo 3" (VI), o qual não é somado ao valor final das emissões contabilizadas no inventário de GEE municipal.

2.2.5 Setor de AFOLU

O Setor de AFOLU (V) contribuiu com 1,2% das emissões do município, o que reflete o perfil econômico do município. É composto pelos Subsetores Criação de Animais (V.1), Usos da Terra (V.2) e Fontes Agregadas e Não-CO₂ (V.3). Praticamente 100% das emissões são oriundas da criação de animais e uma pequena fração é oriunda do uso de fertilizantes nitrogenados e outros insumos aplicados no solo. Já o Subsetor de Usos da Terra contribuiu com a remoção de mais de 27 mil toneladas métricas de CO₂ atmosférico.

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 26 de 33

3 CENÁRIOS DE EMISSÕES E METAS DE DESCARBONIZAÇÃO

A partir dos resultados do Inventário de Emissões de GEE, foram elaborados três Cenários de Emissões para Florianópolis: Business-as-usual, Ambicioso e de Neutralidade, os quais orientam a elaboração das metas de redução, as análises necessárias para a indicação das medidas de descarbonização e a Estratégia de Descarbonização do município.

- **Cenário Business-as-usual (BAU):** considera que município não coloque em prática os planos e estratégias para redução de emissões de GEE, tendo como base o último inventário realizado e projeções de crescimento populacional e econômico (GPC, 2014).
- **Cenário Ambicioso:** considera que o município irá aplicar os planos e as estratégias para redução das emissões dos GEE, de forma a atingir uma meta de redução pré-estabelecida (GPC, 2014).
- **Cenário de Neutralidade:** considera que o município aplique os planos e estratégias de modo que suas emissões de GEE se igualem às capturas de GEE no mesmo período.

Os cenários BAU, Ambicioso e de Neutralidade foram criados para visualizar as projeções das emissões dos setores Energia, Transporte e Resíduos, conforme indicado pela abordagem BASIC. Os anos selecionados para as metas intermediárias e final foram 2030, 2040 e 2050, sendo ambos anos referência nos cenários climáticos apresentados no relatório AR6 do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, o IPCC.

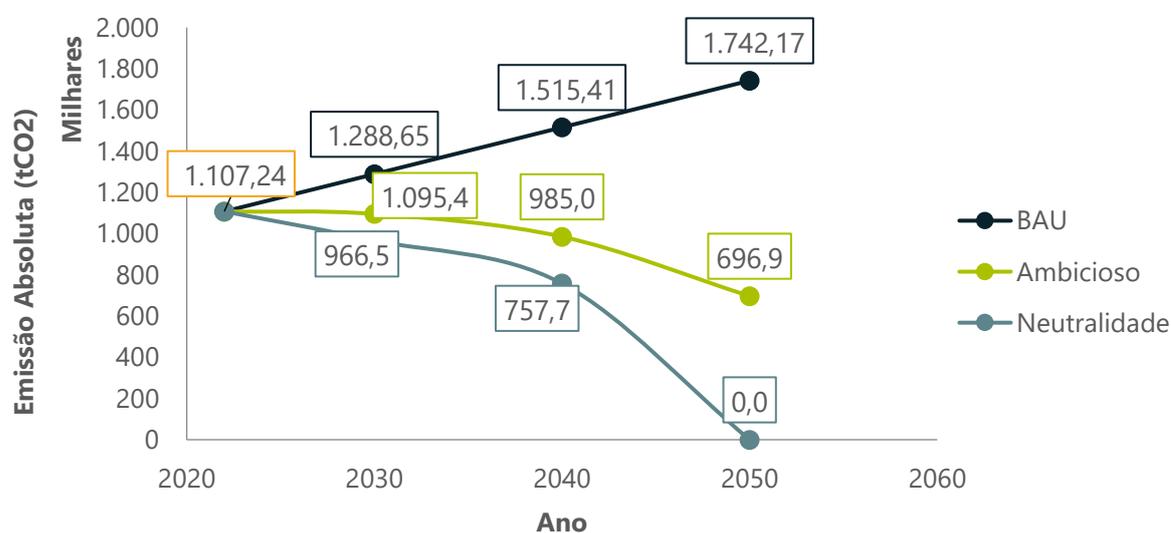


FIGURA 11. EMISSÕES DE GEE NOS CENÁRIOS BAU, AMBICIOSO E DE NEUTRALIDADE

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (2024).

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 27 de 33

4 DESAFIOS ENFRENTADOS E SUGESTÕES DE MELHORIAS

Buscando contribuir com sugestões para a melhoria do processo para os futuros inventário, seguem os desafios enfrentados ao longo da elaboração do presente Inventário de Emissões de GEE de Florianópolis

- **Coleta e Sistematização dos dados:** a coleta dos dados é uma das primeiras ações a serem empreendidas na realização e/ou atualização do Inventário e traz reflexos a todo o trabalho subsequente, impactando nos prazos e sobretudo na qualidade das estimativas de emissão. Garantir acessibilidade aos dados de forma sistematizada permite maior agilidade no desenvolvimento do inventário e maior acurácia das estimativas. Assim, faz-se necessário ter uma estrutura organizada e de fácil acesso para o armazenamento de informações, para que os dados possam ser consultados por toda a equipe técnica da Prefeitura sem qualquer complicação. Para tanto, é importante que se crie um controle para registro da coleta anual dos dados de atividade do inventário de emissões de GEE, que pode ser constituído inicialmente por uma planilha simples, contendo, minimamente o dado de atividade, a unidade de medida, a fonte da informação e a qualidade da informação, conforme classificação do GPC. Este formulário pode ser disponibilizado em repositório público e de fácil acesso.
- **Armazenamento de estudos técnicos e diagnósticos realizados por entes externos:** considerando que diferentes equipes conduzirão futuras atualizações do Inventário, é preciso garantir o armazenamento adequado de informações de versões anteriores. Isso garante que se mantenha uma padronização entre os produtos e possibilita uma melhor comparação entre os resultados. Sugere-se que os produtos com memórias de cálculo entregues por cada equipe sejam armazenados em repositórios remotos, e que sejam acessíveis a pessoas autorizadas resguardando-se a integridade do banco de dados.
- **Fortalecimento institucional:** os desafios impostos requerem também o fortalecimento da equipe técnica dedicada à agenda climática. A falta de profissionais dedicados ao tema dificulta a troca de informações e torna o processo de revisão, atualização e avaliação mais lento e menos acurado. Assim, recomenda-se que a prefeitura desenvolva, dentro da sua estrutura administrativa, uma área específica voltada a esta agenda e empenhe recursos humanos para levantamento e organização dos dados para inventários, bem como para o monitoramento e avaliação das ações direcionadas.
- **Criação de mecanismos de coleta de dados do setor privado:** considerando que parte relevante dos dados necessários para um Inventário de Emissões de GEE advém do setor privado, é importante que se criem mecanismos de coleta das informações

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 28 de 33

desse setor. Assim, sugere-se a criação de canal específico online para contato e registro de dados do setor privado, para que as informações possam ser obtidas de forma mais facilitada. Além disso, recomenda-se que seja avaliada a possibilidade de se criar uma legislação que demande, de forma compulsória, o cadastro e envio de dados de emissão pelo setor industrial.

— **Melhoria em dados específicos de setores:**

- I. Energia Estacionária: alocar parte do diesel vendido ao município no setor de energia estacionária, caso haja informação disponível para isso.
- II. Transportes: avaliar a relevância das fontes de emissão de escopo 3, especialmente oriunda do transporte pendular e do turismo, e melhorar o método de cálculo das emissões de transporte de Escopo 3, a fim de melhorar a consistência metodológica. Para isso, recomenda-se que, inicialmente, seja feito um estudo para avaliação da quantidade de carros que circulam por ano no município devido ao turismo e ao transporte pendular. Esse estudo deve buscar mapear, tanto a entrada de turistas no município utilizando carros, quanto os alugueis de carros em locadoras localizadas dentro do município. Paralelamente, deve-se identificar a quantidade de carros circulantes por dia por transporte pendular. Além disso, essa pesquisa pode incluir também outras variáveis, como o perfil dos combustíveis utilizados, os quais devem ser selecionadas pelo comitê que ficará encarregado do Inventário de Emissões de GEE.
- III. Resíduos: avaliar a influência do programa de compostagem na redução da quantidade de RS enviado para o aterro. Obter os dados primários da composição dos resíduos sólidos enviados para o aterro e para incineração, a fim de melhorar a qualidade dos dados.
- IV. IPPU: mapear mais rigorosamente as emissões de indústrias, para isso, recomenda-se que o município avalie a criação de uma legislação que demande de forma compulsória o cadastro e envio de dados de emissão pelo setor industrial, mesmo que seja um setor com baixa participação no PIB.
- V. AFOLU: Os mapeamentos sistemáticos de cobertura vegetal usualmente empregados para monitoramento de emissões referentes às mudanças de uso do solo são baseados em classes extremamente generalistas. Métodos convencionais não informam o estágio degradação/vigor da vegetação dentro de cada categoria, o que é extremamente variável nas proximidades de áreas urbanas. Por exemplo, a regeneração de florestas que resulta de investimento em conservação mobiliza quantidades expressivas de carbono que não são captadas por mapeamentos convencionais. Da mesma forma, a arborização urbana é negligenciada por mais

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 29 de 33

adensada e custosa que seja. Ainda mais limitadas são as inferências sobre o carbono do solo. Considerando o contexto privilegiado de Florianópolis, recomendamos que especialistas locais e agências ambientais implementem um sistema de monitoramento próprio a ser apoiado por geotecnologias.

5 CONCLUSÕES

Ao analisar as emissões de GEE per capita em comparação com outras grandes cidades brasileiras, observa-se que Florianópolis apresenta um indicador elevado, com 2,06 tCO₂e per capita. Esse valor é superior ao de São Paulo, que registra 1,21 tCO₂e per capita, e Salvador, com 1,06 tCO₂e per capita. Essa diferença pode ser atribuída a características específicas do município, como sua geomorfologia, a alta dependência de transporte individual e uma infraestrutura ainda em desenvolvimento. No entanto, essa condição também abre oportunidades significativas para a redução das emissões. Investimentos estratégicos em transporte público eficiente, infraestrutura cicloviária, e incentivos para veículos elétricos, além da promoção de práticas de eficiência energética, podem resultar em reduções expressivas nas emissões municipais.

No que diz respeito ao setor de maior impacto nas emissões, o inventário de emissões de GEE de 2022 de Florianópolis revelou que o setor de transportes é responsável por 66,4% das emissões totais. Este resultado corrobora a priorização deste setor para ações de descarbonização. A elaboração de um plano específico para descarbonização do setor de transportes será essencial para que as metas propostas sejam atingidas.

O inventário de 2022 resultou em estimativa de emissões inferior em 10,37% à estimativa de 2013. É importante destacar que, até o momento não foram encontrados indícios que essa diminuição seja resultado de ações diretas tomadas pelo setor público, privado ou pela sociedade florianopolitana, mas sim pela atualização da metodologia do inventário e por efeito das políticas públicas nacionais que promoveram o aumento dos biocombustíveis na composição da gasolina e do diesel comerciais, os quais passaram, assim, a ter menor porcentagem de combustíveis fósseis em sua composição.

Além disso, melhorias contínuas são fundamentais na redução de imprecisões e incertezas para inventários de GEE. Na parte que cabe ao município, é fundamental aprimorar a coleta, organização e disponibilização de dados à equipe de especialistas. A ampla comunicação de todo o processo, bem como de protocolos e boas práticas, favorecem uma compreensão mais detalhada e precisa das emissões, fundamentando a implementação de políticas públicas realistas e que efetivamente fazem face às metas, apontando direções para o desenvolvimento de baixo carbono.

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 30 de 33

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baker Hughes. *Flare combustion monitoring system for upstream flares*. World Oil Magazine. 2021. <https://dam.bakerhughes.com/m/243391757e14f4e/original/Flare-combustion-monitoring-system-for-upstream-flares-World-Oil-Magazine.pdf>
- BNDES - Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social. Painel NDC - nossa contribuição para as metas de redução de emissões do Brasil. 2023. <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/desenvolvimento-sustentavel/resultados/emissoes-evitadas#:~:text=A%20NDC%20brasileira%2C%20atualizada%20em,rela%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0s%20emiss%C3%B5es%20de%202005.>
- Brasil. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Secretaria de Pesquisa e Formação Científica. Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima / Secretaria de Pesquisa e Formação Científica. -- Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2021. 620 p.: il.
- Caulton, D. R., P. B. Shepson, M. O. L. Cambaliza, D. McCabe, E. Baum, & B. H. Stirm (2014) *Methane Destruction Efficiency of Natural Gas Flares Associated with Shale Formation Wells*, Environmental Science & Technology.
- Chatterjee, N., Nair, P.K.Ramachandran., Chakraborty, S., Nair, V.D., 2018. Changes in soil carbon stocks across the Forest-Agroforest-Agriculture/Pasture continuum in various agroecological regions: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 266, 55–67. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.07.014>
- Cheng, Y.-H., Chang, Y.-H., Lu, I.J., 2015. Urban transportation energy and carbon dioxide emission reduction strategies. *Applied Energy* 157, 953–973. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.01.126>
- GCoM - Global Covenant of Mayors Common. 2023. Common Reporting Framework. <https://www.globalcovenantofmayors.org/our-initiatives/data4cities/common-global-reporting-framework/>
- GPC 1.1 - Global Protocol for Communities-Scale Greenhouse Gas Inventories 1.1. An Accounting and Reporting Standard for Cities Version 1.1. 2021. <https://ghgprotocol.org/ghg-protocol-cities>
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeção da população. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/53/49645>

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 31 de 33

Jones et al. 2024 – with major processing by Our World in Data. “Annual greenhouse gas emissions” [dataset]. Jones et al., “National contributions to climate change 2024.1” [original data].

Mapbiomas. 2024. Uso e cobertura do solo no município de Florianópolis. Coleção 8.0. <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org>

Li, J., 2011. Decoupling urban transport from GHG emissions in Indian cities—A critical review and perspectives. Energy Policy 39, 3503–3514. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.03.049>

Olsson, L., Ardö, J., 2002. Soil Carbon Sequestration in Degraded Semiarid Agro-ecosystems—Perils and Potentials. AMBIO: A Journal of the Human Environment 31, 471–477. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-31.6.471>

Rakotovao, N.H., Chevallier, T., Chapuis-Lardy, L., Deffontaines, S., Mathé, S., Ramarofidy, M.A., Rakotoniamonjy, T.H., Lepage, A., Masso, C., Albrecht, A., Razafimbelo, T.M., 2021. Impacts on greenhouse gas balance and rural economy after agroecology development in Itasy Madagascar. Journal of Cleaner Production 291, 125220. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125220>

SAGICAD - Secretaria de Avaliação, Gestão da Informação e Cadastro Único. Estimativa/Contagem da População. [https://aplicacoes.cidadania.gov.br/vis/data3/v.php?q\[\]=r6JtY5KygrBtxKW25rV%2FfmdhhJll21kmK19Zm11ZmymaX7KrV6OmWqlo5TJ7rJvsLqqn7R0s6%2BjoLycbt2yoNnAwKiltZau4q%2BfXqcxWU0aKgfd%2BuVly3pa%2FlmhD1%2BtDG3aOlua%2FZtg%3D%3D&ma=ano&dt1=2004-01-01&dt2=2005-01-01&ultdisp=1&ultdisp=0](https://aplicacoes.cidadania.gov.br/vis/data3/v.php?q[]=r6JtY5KygrBtxKW25rV%2FfmdhhJll21kmK19Zm11ZmymaX7KrV6OmWqlo5TJ7rJvsLqqn7R0s6%2BjoLycbt2yoNnAwKiltZau4q%2BfXqcxWU0aKgfd%2BuVly3pa%2FlmhD1%2BtDG3aOlua%2FZtg%3D%3D&ma=ano&dt1=2004-01-01&dt2=2005-01-01&ultdisp=1&ultdisp=0)

Souza, T. E. 2009. Monografia de Tiago Elias de Souza. Universidade de Taubaté. <http://repositorio.unitau.br/jspui/bitstream/20.500.11874/4340/1/Monografia%20Tiago%20Elias%20de%20Souza.pdf>

U.S. EPA. Available and Emerging Technologies for Reducing Greenhouse Gas Emissions from Municipal Solid Waste Landfills. June 2011. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/landfills.pdf>.

Sgobbi, W. de J. 2024. Inventário GEE - Setor Resíduos. Destinatário: Isabela Taici Lopes Goncalves Horta <Isabela.HORTA@egis-group.com>. 16 ago. 2024. Mensagem eletrônica.

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 32 de 33

PARTICIPANTES

Equipe Técnica – Egis Engenharia e Consultoria

Henrique Fernando Suini Deporte

Gerente de Meio Ambiente

Juliana Carmo Antunes

Coordenadora Geral

Isabela Taici Lopes Gonçalves Horta

Coordenadora Adjunta

Oswaldo Stella

Coordenador Técnico

Lucas Carvalho Pereira

Consultor Especialista

Renato Toledo

Consultor de Meio Ambiente

Bárbara Xavier

Analista de Meio Ambiente

Equipe Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID

(revisão e aprovação)

Diego Andres Arcia

Especialista Sênior

Igor Albuquerque

Consultor Especialista

Yara Fonseca Alves

Consultora Especialista

Flavia Speyer

Consultora Especialista

Equipe Prefeitura Municipal de Florianópolis - PMF

(revisão e aprovação)

Cibele Assmann Lorenzi

Arquiteta e Urbanista – Coordenadora

Secretaria Municipal de Planejamento e Inteligência Urbana – SMPIU/ PMF

Elisa de Oliveira Beck

Arquiteta e Urbanista

Secretaria Municipal de Planejamento e Inteligência Urbana – SMPIU/ PMF

Luca Bonasperti Caprara

Engenheiro Sanitarista e Ambiental

Secretaria Municipal do Meio Ambiente e

Desenvolvimento Sustentável – SMMADS/ PMF

Gioce Alne Girola Berns

Engenheira Sanitarista e Ambiental

Secretaria Municipal do Meio Ambiente e

Desenvolvimento Sustentável – SMMADS/ PMF

Juliana Hartmann Gomes

Arquiteta e Urbanista

Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento

Urbano – SMH DU/PMF

Ivan Luiz Ceola Schneider

Engenheiro Civil

Secretaria Municipal de Transportes e Infraestrutura –

SMTI/PMF

Pablo Ruan Ataíde Monteiro

Engenheiro Civil

Secretaria Municipal de Transportes e Infraestrutura –

SMTI/PMF

Leandro Lino

Geólogo

Secretaria Municipal de Segurança e Ordem Pública –

SEMSOP/PMF

Egis – Engenharia e Consultoria	Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID	
Inventário e Cenário de Emissões – Resumo Executivo Desenvolvimento Urbano e Estratégias de Baixo Carbono para a Descarbonização das Cidades Brasileiras - Florianópolis	11/10/2024	Pág. 33 de 33