

Programa Brasileiro
GHG Protocol

OURO

2024

INVENTÁRIO VERIFICADO

INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

RESUMO EXECUTIVO

2024



Execução:

Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Ambiental – GPDA

Diretoria de Meio Ambiente e Ação Social – DMA

Contato:

Thaís Carolina Ferreira Waiss – Engenheira Ambiental, thaisacfw@sanepar.com.br

Roberta Miguel Kiska Filippini – Engenheira Ambiental, robertamk@sanepar.com.br

Compilação, processamento de dados e redação:

Thaís Carolina Ferreira Waiss – Engenheira Ambiental, thaisacfw@sanepar.com.br

Revisão:

Roberta Miguel Kiska Filippini – Engenheira Ambiental, robertamk@sanepar.com.br

Elaboração em:

Maio/2025

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. DEFINIÇÃO DE LIMITES DO IGEE (CDP-C0; CDP-7.1.2).....	5
2.1. Período coberto (GRI-305, CDP 1.4).....	5
2.2. Limites geográficos (GRI-305).....	5
2.3. Limites organizacionais (GRI-305).....	5
2.4. Limites operacionais (GRI-305).....	5
2.4.1. Atualizações de fontes de emissões.....	8
3. BASES E REFERÊNCIAS (GRI-305; CDP-7.5).....	10
3.1. Indicadores (GRI-305-4).....	13
4. MONITORAMENTO DAS EMISSÕES AO LONGO DO TEMPO (GRI-305).....	15
4.1. Alterações na metodologia em relação aos anos anteriores.....	19
5. RESULTADOS.....	21
5.1. Emissões Diretas (GRI 305-1).....	23
5.1.1. Tratamento de esgoto (CH ₄ e N ₂ O).....	23
5.1.2. Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos (CH ₄) (SASB IF-WM-110a).....	24
5.1.3. Combustão móvel e estacionária (CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O) (GRI 302-1 SASB IF-WM-110b CDP 7.30.1; 7.30.7).....	24
5.1.4. Emissões fugitivas (HFCs).....	25
5.1.5. Mudança do Uso e Ocupação do Solo (MUS).....	26
5.2. Emissões Indiretas: Escopo 2 (GRI 302-3 e 305-2).....	26
5.2.1. Autoprodução de energia (CDP 7.30.9).....	27
5.3. Emissões Indiretas – Escopo 3 (GRI 305-3).....	28
5.3.1. Escopo 3: Categoria 1.....	29
5.3.2. Escopo 3: Categoria 2.....	29
5.3.3. Escopo 3: Categoria 3.....	29
5.3.4. Escopo 3: Categoria 4.....	29
5.3.5. Escopo 3: Categoria 5 (GRI 306-5).....	29
5.3.6. Escopo 3: Categoria 6.....	30
5.3.7. Escopo 3: Categoria 7.....	30
5.3.1. Escopo 3: Categoria 12.....	30
5.4. Emissões biogênicas.....	30
5.1. Remoções.....	31
5.2. Comparativo das Emissões (GRI-305-4 CDP 7.45, 7.52).....	31
5.3. Sede Administrativa.....	37
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
REFERÊNCIAS.....	40
Apêndice I – Organograma da organização.....	42

Apêndice I – Plantas que emitem mais de 10.000 tCO ₂ e na categoria tratamento de efluentes ou resíduos sólidos.....	45
Apêndice III – Histórico de evolução do IGEE e certificações	46
Apêndice IV – Histórico de recálculos (GRI-305).....	47

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade, mais do que um conceito, está no dia a dia das atividades da Sanepar afetando os aspectos econômico-financeiro, social e ambiental, pois a conjugação dessas variáveis assegura a perenidade da empresa. Nesse sentido, ela é uma das perspectivas do Mapa Estratégico da Companhia e direciona seus esforços para a geração de valor a todas as suas partes interessadas, tornando-se inerente ao negócio.

A Sanepar reconhece que a preservação e a conservação do meio ambiente e a interação com as pessoas são imprescindíveis para o seu crescimento sustentável e que estas ações contribuem para a melhoria da qualidade de vida da população.

Em consonância com as práticas de gestão sustentável previstas no Mapa Estratégico da Companhia e na Política de Sustentabilidade, anualmente as emissões de gases de efeito estufa (GEE) provenientes das atividades da empresa são quantificadas para elaboração do Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (IGEE).

O IGEE permite identificar os principais processos de geração de GEE e gerenciá-los buscando redução ou neutralização. O primeiro inventário da Sanepar foi elaborado em 2008 com dados referentes ao ano de 2007 e desde 2009 a Companhia reporta seu IGEE ao Registro Público do Programa Brasileiro GHG *Protocol*.

O presente documento apresenta os resultados obtidos para o IGEE relativo ao ano de 2024, o qual aborda todos os sistemas da Sanepar e utiliza como base a experiência acumulada na elaboração das edições anteriores e novas ferramentas disponíveis. Como em anos anteriores, a estimativa das emissões de gases de efeito estufa provenientes das atividades da Sanepar é realizada com base nos métodos disponibilizados pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) e pelo Programa Brasileiro GHG *Protocol*. Destacando a adoção das novas diretrizes do Guia do IPCC e do GHG *Protocol* na categoria de efluentes e resíduos sólidos publicados em 2019.

O IGEE abrange todos os gases regulados pelo Protocolo de Quioto: CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, HFCs e PFCs. Embora não existam exclusões no escopo do inventário, as atividades da Sanepar geram emissões específicas de CO₂, CH₄, N₂O e HFCs, não tendo sido identificada a presença dos demais gases em suas operações.

Por fim, é válido ressaltar que as metodologias adotadas fornecem elementos para a estimativa das emissões de GEE, cujos resultados podem variar consideravelmente em relação aos valores medidos, como no caso dos GEE gerados no processo de tratamento de esgoto.

Neste sentido, os resultados apresentados neste documento são específicos para o mapeamento em questão, adequados para identificar as principais fontes e planejar metas de redução de GEE. Os valores aqui apresentados não devem ser generalizados ou extrapolados para outras condições não mapeadas. Para confirmação do potencial das emissões em cada fonte deve ser realizado desenvolvimento específico e estudos complementares.

2. DEFINIÇÃO DE LIMITES DO IGEE (CDP-C0; CDP-7.1.2)

A Sanepar é responsável pela prestação de serviços de saneamento a 344 municípios paranaenses e 1 município catarinense, Porto União. Atende a 345 municípios com o serviço de distribuição de água, 218 municípios com o serviço de coleta e tratamento de esgoto e 7 municípios com os serviços de coleta e disposição final de resíduos sólidos urbanos. A empresa mantém uma das maiores estruturas do Brasil em saneamento básico, contemplando 167 Estações de Tratamento de Água (ETA) e 269 Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), além dos escritórios de atendimento. A Sanepar também atua na gestão de resíduos sólidos urbanos, operando os aterros sanitários de Cianorte, Apucarana e Cornélio Procopio.

Para contabilização das emissões de GEE em um inventário, a definição dos parâmetros delimitadores considerados neste IGEE - período coberto, limites geográficos, limites organizacionais e limites operacionais – estão detalhados nos subitens a seguir.

2.1. Período coberto (GRI-305, CDP 1.4)

A definição do período coberto deste IGEE considera as datas de início e fim do ano cujos dados estão sendo reportados. Para este inventário foi definido o período de 01/01/2024 a 31/12/2024.

2.2. Limites geográficos (GRI-305)

Neste IGEE, os limites geográficos incluem todas as fontes de emissões de GEE localizadas em território brasileiro.

2.3. Limites organizacionais (GRI-305)

A delimitação da fronteira organizacional pode ser realizada considerando duas abordagens: (i) controle operacional da empresa sobre a fonte emissora, ou; (ii) participação societária da empresa sobre a mesma. A primeira abordagem inclui no Inventário todas as fontes emissoras de GEE sobre as quais a empresa tenha controle; a segunda considera apenas aquelas em que a empresa possui participação societária, de forma proporcional. Para este Inventário, foi considerada a abordagem de Controle Operacional (ANEXO 1).

2.4. Limites operacionais (GRI-305)

Os limites operacionais envolvem a identificação das fontes de emissão de GEE associadas com as operações da empresa incluídas nos limites organizacionais. Essas emissões são classificadas como diretas ou indiretas, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Matriz de Emissões de GEE (GRI-305)

Tipo de Emissão	Escopo	Categoria	Fontes de emissão e gases considerados (GEE)
Direta	1 (GRI-305-1)	Efluentes	Tratamento de efluentes em Estações de Tratamento de efluentes e Fossas sépticas (CH ₄ e N ₂ O)
		Resíduos Sólidos	Disposição final de resíduos em Aterros sanitários: Cianorte, Apucarana e Cornélio Procópio (CH ₄)
		Combustão Estacionária	Uso de combustíveis em Equipamentos estacionários controlados pela Sanepar (CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O)
		Combustão Móvel	Uso de combustíveis em veículos da frota própria ou locada controlados pela Sanepar (CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O)
		Fugitivas	Uso de gases refrigerantes em equipamentos de refrigeração, bebedouros, extintores e ar condicionado (HFCs e CO ₂)
		Mudança do Uso e Ocupação do Solo	Supressão vegetal em obras e ampliações de estruturas operacionais Remoções por crescimento de biomassa (CO ₂)
Indireta	2 (GRI-305-2)	Compra de eletricidade – Abordagem de localização	Eletricidade sem escolha de compra: (CO ₂)
		Compra de eletricidade – Abordagem de Escolha de Compra	Compra de eletricidade no mercado livre de energia. (CO ₂)
	3 (GRI-305-3)	Categoria 1 - Bens e Serviços comprados	Emissões <i>upstream</i> da produção de produtos comprados ou adquiridos. Os produtos incluem bens (produtos tangíveis) e serviços (produtos intangíveis). (CO ₂)
		Categoria 2- Bens de capital	Emissões da produção (<i>upstream</i>) dos bens de capital que são adquiridos pela empresa no ano de reporte. (CO ₂)
		Categoria 3 - Atividades relacionadas com combustível e energia não incluídas nos Escopos 1 e 2	Emissões do ciclo de vida dos combustíveis utilizados nos veículos da frota própria ou locada e equipamentos estacionários controlados pela Sanepar (CO ₂)
		Categoria 4 - Transp. & Distribuição (<i>Upstream</i>)	Uso de combustíveis em veículos de empresas contratadas operantes em aterros sanitários, Serviços de Manutenção de Esgoto (SME) e Serviços de Gestão e Manutenção (SGM) (CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O)
		Categoria 5 - Resíduos gerados na operação	Disposição/tratamento de Resíduos enviados para aterros terceirizados (CO ₂ , CH ₄)
			Disposição de Lodo proveniente das ETE na agricultura (N ₂ O)
			Tratamento do lodo destinado para outros usos como aproveitamento energético (CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O)

		Categoria 6 - Viagens a negócio	Uso de combustíveis em transporte aéreo e rodoviário (CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O)
		Categoria 7 - Emissões casa-trabalho	Uso de combustíveis em transporte individual ou coletivo (CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O)
		Categoria 12 - Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos	Tratamento de efluentes em Estações de Tratamento de efluentes operados no âmbito da Parceria Público Privada – PPP (CH ₄ e N ₂ O)
Biogênica Diretas	(GRI-305-1)	Efluentes	Metano recuperado em queimadores, motogeradores ou outras formas de aproveitamento em ETEs (CO ₂)
		Resíduos Sólidos	Biogás tratado em queimadores dos Aterros sanitários: Cianorte, Apucarana e Cornélio Procopio (CO ₂)
		Mudança do Uso e Ocupação do Solo	Supressão vegetal em obras e ampliações de estruturas operacionais Remoções por crescimento de biomassa (CO ₂)
		Combustão Estacionária	Uso de biocombustíveis em equipamentos estacionários controlados pela Sanepar (CO ₂)
		Combustão Móvel	Uso de biocombustíveis em veículos da frota própria ou locada controlados pela Sanepar (CO ₂)
Biogênica Indiretas	(GRI-305-3)	Categoria 4 - Transp.& Distribuição (<i>Upstream</i>)	Uso de biocombustíveis em veículos de empresas contratadas operantes em aterros sanitários, Serviços de Manutenção de Esgoto (SME) e Serviços de Gestão e Manutenção (SGM) (CO ₂)
		Categoria 5 - Resíduos gerados na operação	Biogás tratado em queimadores em aterros terceirizados devido à disposição/tratamento de resíduos enviados (CO ₂)
			Tratamento do lodo destinado para outros usos como aproveitamento energético (CO ₂)
		Categoria 6 - Emissões casa-trabalho	Uso de combustíveis em transporte individual ou coletivo utilizado pelos funcionários no trajeto de casa para o trabalho (CO ₂)
		Categoria 7 - Viagens a negócios	Uso de combustíveis em transporte individual ou coletivo devido ao transporte de funcionários a serviço da empresa (CO ₂)
		Categoria 12 - Tratamento de fim de vida de produtos vendidos	Tratamento de efluentes em Estações de Tratamento de efluentes operados no âmbito da Parceria Público Privada – PPP (CO ₂)

A identificação dos GEE de cada uma das fontes e/ou atividades da Sanepar foi realizada com base nos métodos disponibilizados pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) e pelo Programa Brasileiro GHG *Protocol*.

As atividades desenvolvidas pela Sanepar e contempladas no IGEE são: captação, tratamento, reservação e distribuição de água, coleta e tratamento de esgoto e operação de aterros sanitários e atividades de apoio, classificadas como administrativas. Equipamentos e infraestrutura como consumo de combustível em veículos e equipamentos como ar condicionado, refrigeradores, bebedouros e extintores são fonte de emissões consideradas no Escopo 1.

No processo de tratamento de água não foi identificada nenhuma emissão direta de GEE. Não foram consideradas as emissões de reservatórios de abastecimento urbano da companhia por não haver, até o momento, consenso científico internacional sobre metodologia.

Em virtude da importância e do impacto ambiental, a energia é uma emissão indireta calculada separadamente das demais e constitui o Escopo 2. As demais emissões indiretas são classificadas como Escopo 3. Para fins deste inventário foram contabilizadas as emissões dos resíduos de processo enviados para aterro sanitário, do lodo de esgoto enviado para agricultura e outros destinos como o aproveitamento energético, viagens a negócios e deslocamento de funcionários casa-trabalho, emissões provenientes da frota operacional dos aterros sanitários e nas operações de Sistema de Manutenção de Esgoto (SME), Sistema de Manutenção de Água (SMAG) e Sistema de Gestão e Manutenção (SGM), além das emissões do ciclo de vida dos combustíveis utilizados nos veículos da frota própria ou locada e equipamentos estacionários controlados pela Sanepar, as emissões no ciclo de vida de bens de capital, produtos e serviços comprados e ainda a inclusão das emissões referentes ao tratamento de efluentes operados por outra empresa.

2.4.1. Atualizações de fontes de emissões

No ano de 2024, a SANEPAR iniciou uma parceria público-privada (PPP), uma concessão administrativa, onde outra empresa assumiu o processo de coleta e tratamento de esgoto em algumas localidades para atuar em obras, operação e manutenção. Neste processo, a titularidade de 13 Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) (Tabela 2) foram transferidas para o grupo Saneamento Consultoria S.A. A partir deste momento, a SANEPAR deixou de ter controle operacional destas ETEs e, portanto, a contabilização de suas emissões deixou de integrar as emissões diretas de Escopo 1, que neste inventário passaram a compor as emissões indiretas de Escopo 3 – Fim da vida e tratamento de produtos vendidos.

Tabela 2 – ETEs que passaram a compor o Escopo 3

Gerência	Município	ETE
GTESG	Almirante Tamandaré	ETE São Jorge
GTESG	Bocaiúva do Sul	ETE Tapera
GTESG	Campo do Tenente	ETE Campo do Tenente
GTESG	Campo Largo	ETE Cambuí
GTESG	Campo Largo	ETE Nova Itaquí
GTESG	Cerro Azul	ETE Vila Eliane
GTESG	Contenda	ETE Contenda
GTESG	Fazenda Rio Grande	ETE Fazenda Rio Grande
GRLI	Guaratuba	ETE Guaratuba
GTESG	Mandirituba	ETE Rio dos Patos
GRLI	Morretes	ETE Morretes
GTESG	Quitandinha	ETE Quitandinha
GTESG	Rio Negro	ETE Estação Nova

3. BASES E REFERÊNCIAS (GRI-305; CDP-7.5)

As Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol (EPB), no item 7.4.1, descreve que é suficiente indicar uma referência ou um link para as ferramentas utilizadas para calcular ou medir as emissões. A Tabela 3 contém as referências utilizadas e no item DEFINIÇÃO DE LIMITES DO IGEE (CDP-C0; CDP-7.1.2) são destacados os principais fatores escolhidos e quaisquer exclusões específicas de fontes, unidades ou operações.

A estimativa das emissões de toneladas de gás carbônico equivalente (tCO₂e), de cada uma das fontes e/ou subcategorias da Sanepar foi realizada com base nos métodos disponibilizados pelo IPCC e pelo Programa Brasileiro *GHG Protocol*, conforme a Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 – Métodos e ferramentas para estimativa das emissões de tCO₂e (GRI-305-1; 305-2, 305-3)

Escopo	Subcategoria/Fonte	Emissão	Relevância % / Método / Ferramenta
1	Efluentes	(CH ₄ e N ₂ O)	Planilha própria baseada em IPCC (2019)
1	Resíduos Sólidos	(CH ₄)	'ferramenta_ghg_protocol_v2025.0.1.xlsx' e Planilha própria baseada em IPCC (2019)
1	Combustão móvel e estacionária	(CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O)	'ferramenta_ghg_protocol_v2025.0.1.xlsx'
1	Fugitivas	(HFCs e CO ₂)	'ferramenta_ghg_protocol_v2025.0.1.xlsx'
1	Mudança do Uso e Ocupação do Solo	(CO ₂)	'ferramenta_ghg_protocol_v2025.0.1.xlsx' BRITZ, R. M. et al., 2006
2	Compra de eletricidade do Sistema Interligado Nacional (SIN)	(CO ₂)	'ferramenta_ghg_protocol_v2025.0.1.xlsx' Abordagem Localização e por escolha de compra
3	Categoria 1 - Bens e Serviços comprados	(CO ₂)	Relevante e calculada via Método de gastos
3	Categoria 2- Bens de capital	(CO ₂)	Relevante e calculada via Método de gastos
3	Categoria 3 - Atividades relacionadas com combustível e energia não incluídas nos Escopos 1 e 2	(CO ₂)	Não relevante e calculada via DEFRA (2023)
3	Categoria 4 - Transporte e distribuição <i>upstream</i>	(CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O)	Não relevante e calculada via 'ferramenta_ghg_protocol_v2025.0.1.xlsx'
3	Categoria 5 - Resíduos da operação	(CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O)	Relevante e calculada via 'ferramenta_ghg_protocol_v2025.0.1.xlsx'
3	Categoria 6 - Viagens a negócios	(CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O)	Não relevante e calculada via 'ferramenta_ghg_protocol_v2025.0.1.xlsx'
3	Categoria 7 - Emissões casa-trabalho	(CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O)	Não relevante e calculada via 'ferramenta_ghg_protocol_v2025.0.1.xlsx'
3	Categoria 8 - Ativos arrendados <i>upstream</i>		Não aplicável ao escopo Sanepar, pois não temos ativos arrendados.
3	Categoria 9 - Transporte e distribuição <i>downstream</i>		Considerado não relevante para o setor já que nosso produto é transportado por rede de distribuição ou coletora via gravidade ou bombeamento
3	Categoria 10 - Processamento de produtos vendidos		Não relevante. Considerando o ciclo do rio ao rio, ou seja, captação de água para produção e distribuição seguido de coleta e tratamento de efluentes, todas as fontes de emissões do produto são consideradas no nosso Escopo 1.

3	Categoria 11 - Uso de produtos vendidos		Não relevante. Levantamentos preliminares indicam que essa categoria apresenta um potencial de impacto limitado no perfil geral de emissões da empresa. Isso se deve ao fato de que aproximadamente 85% do uso do nosso produto, a água, é destinado ao consumo doméstico, e as emissões associadas a esse uso estão majoritariamente relacionadas ao bombeamento interno ou ao aquecimento da água, atividades que, em sua maioria, dependem do consumo de energia elétrica. Considerando a baixa intensidade de carbono da matriz elétrica brasileira e o percentual relativamente pequeno de água que é, de fato, aquecida pelos consumidores, estima-se que o impacto dessa categoria seja reduzido. Soma-se a isso a ausência de estudos que evidenciem sua relevância significativa.
3	Categoria 12 - Tratamento de fim de vida de produtos vendidos	(CH ₄ e N ₂ O)	Planilha própria baseada em IPCC (2019)
3	Categoria 13 – Ativos arrendados downstream		Não aplicável ao escopo Sanepar, pois não temos ativos arrendados.
3	Categoria 14 – Franquias		Não aplicável ao escopo Sanepar, pois não temos franquias.
3	Categoria 15 - Investimentos		Não relevante. A maior parte dos investimentos da companhia (92,88%) são destinados a ativos do processo água e esgoto que já são considerados nas categorias 1 e 2 do E3. Apenas uma parcela do que sobra é referente a capitalizações, o qual é não relevante.

3.1. Indicadores (GRI-305-4)

Conforme previsto nas Especificações do Programa Brasileiro GHG *Protocol*, além do inventário de emissões absolutas, a Sanepar possui indicadores que fornecem informações sobre desempenho relativamente a um tipo de atividade com o objetivo de avaliar ao longo do tempo o desempenho dos seus processos por meio de indicadores de produtividade/eficiência e de intensidade.

Em 2022, os indicadores foram reformulados, e em 2025 foram mantidos conforme segue:

- Produtividade/eficiência:
 - E1 somente processo esgoto/volume de esgoto coletado [t/litro ou kg/m³]
 - Emissões E1 + E2 / volume de esgoto coletado + volume de água tratada [t/litro ou kg/m³].
- Intensidade:

- Indicador de Intensidade Carbônica por economias atendidas pelo processo esgoto:
 $E1+E2/\text{economia de esgoto ativa de esgoto [kg/economia]}$
- $\text{ICO2 B3}^1 = \text{Emissões E1} + \text{E2} + \text{E3} / \text{Receita Bruta [ton/R\$]}$

¹ Na fórmula para o indicador ICO2 (B3) são incluídas apenas as categorias obrigatórias do E3 para este índice (4 - Transporte e distribuição *upstream* e 6 - Viagens a negócio).

4. MONITORAMENTO DAS EMISSÕES AO LONGO DO TEMPO (GRI-305)

Para o monitoramento das emissões, deve-se selecionar o ano-base. Até 2024, o ano-base da Sanepar era o ano de 2016, porém ao longo dos anos, a metodologia do inventário passou por transformações relevantes que impactaram diretamente a consistência e comparabilidade das estimativas com um processo contínuo de refinamento das premissas, com destaque para:

- Em 2016, foram realizadas revisões nas estimativas de eficiência das ETEs, considerando todas as etapas do processo de tratamento, e contabilização das emissões biogênicas de CO₂ oriundas da queima de metano.
- Em 2017: substituição de fatores da literatura por dados de monitoramento direto das ETEs.
- Em 2019: inserção de dados mais acurados sobre os resíduos das ETEs e consequente contabilização de emissões do Escopo 3 relativas à destinação desses resíduos e do lodo para a agricultura, bem como adoção de cálculo de recuperação de metano nos aterros operados pela empresa.
- Em 2020: revisão dos métodos de cálculo de emissões fugitivas, de N₂O e da eficiência teórica corrigida das etapas de tratamento. Com essas alterações foi necessário o recálculo das emissões reportadas em anos anteriores. Além da inclusão de novas fontes de emissões no Escopo 3, como viagens a trabalho e combustão de maquinário em aterros.
- Em 2021: adoção das diretrizes do IPCC 2019, com impactos diretos nas estimativas de metano e óxido nitroso no tratamento de efluentes, redefinição do efluente remanescente conforme o tipo de corpo hídrico (lótico ou lântico), novas fórmulas para N₂O, e ajustes importantes na metodologia de cálculo da eficiência de remoção de DBO por etapa. Na categoria de resíduos sólidos, passou-se a utilizar a classificação dos resíduos conforme taxa de decomposição (rápida ou lenta), o que modificou significativamente os resultados. Na categoria Mudança no Uso e Ocupação do Solo, foi adotada a Nota Técnica GHG *Protocol* (versão 3.0 – 2017), que alterou a forma de contabilização das emissões, reclassificando emissões de CO₂ como biogênicas.
- Em 2022, referente ao IGEE 2021, foram revistas algumas premissas de cálculo na escolha de Fator de Correção de Metano (MCF) em etapas aeróbicas da estimativa de metano proveniente do tratamento de efluentes, e, portanto, foi necessário recálculo. Além disso, considerando dados incompletos das manutenções de equipamento com emissões fugitivas, voltou-se a adotar o método de triagem (TIER 3), com utilização de valores *default* de perdas do IPCC, que são mais conservadores.

Para essas mudanças, foi realizada uma análise de sensibilidade da alteração do método para as emissões por supressão vegetal. Aplicando as informações e dados de 2022 para o método de 2021 e de 2022, demonstrou variação de 190% em relação à metodologia anterior, evidenciando a

necessidade de recálculo. Porém não foi possível rastrear dados suficientes especialmente de 2016 e 2017, possibilitando o recálculo apenas para 2021.

Diante desse contexto, considera-se tecnicamente justificada e necessária a adoção do ano de 2021 como novo ano-base para o IGEE da Companhia para o Escopo 1 e, consequentemente, Escopo 2. Este ano representa um ponto de consolidação metodológica, assegura maior precisão nas estimativas, melhora a comparabilidade futura e alinha o inventário às melhores práticas nacionais e internacionais em gestão de emissões e clima.

É importante destacar que não há exclusões de fontes de emissões neste IGEE. Todas as fontes e processos sob controle operacional da Companhia foram considerados nas estimativas de emissão.

No entanto, o Escopo 3 continuou sendo ampliado depois de 2021, com um marco relevante em 2024, ano que foi realizado um estudo de relevância das categorias para o setor. A fim de refletir com maior precisão a maturidade e disponibilidade dos dados, os escopos do inventário adotam anos-base distintos. Os Escopos 1 e 2 possuem como ano-base 2021, considerando a disponibilidade histórica de dados consistentes desde essa data. Já o Escopo 3 adota 2023 como referência, por ter sido incluído/expandido de forma estruturada a partir deste ano, com melhorias metodológicas e maior cobertura de categorias. A Companhia trabalha para harmonizar os anos-base futuramente, à medida que as séries históricas forem consolidadas. Estas lacunas estão mapeadas e integram o plano de aprimoramento contínuo do IGEE, visando à ampliação da cobertura e à melhoria da precisão dos dados reportados.

As informações referentes ao ano base 2021 estão demonstradas na tabela 4:

Tabela 4 – Métodos e ferramentas para estimativa das emissões do ano base em tCO₂e (GRI-305-1; 305-2, 305-3, CDP 7.5)

Escopo	Ano Base	Emissões no ano base (tons CO ₂ e)	Método / Ferramenta
1	2021 Recalculo 2023	968.760,79	No registro público do GHG <i>Protocol</i> as Emissões do Escopo 1 referente a 2021 estão relatadas como 1.016.529,94tCO ₂ e. O valor atual reflete a alteração metodológica para o cálculo da categoria Mudança no Uso e Ocupação do Solo e outras melhorias metodológicas realizadas inclusive atualização do GWP. Em 2023 IGEE 2022 na categoria Mudança no Uso e Ocupação do Solo passou-se a adotar a Nota técnica Uso do GHG <i>Protocol Agricultural Guidance</i> e contabilização de emissões resultantes das práticas agrícolas e de mudanças no uso do solo que alterou significativamente as emissões que antes eram consideradas emissões de CO ₂ que passaram a ser consideradas emissões biogênicas por não se tratarem de vegetação primária por isso a alteração das emissões do ano base relatadas estão diferentes do último reporte ao CDP.
2	2021 Abordagem localização	92.666,00	Mesmo valor relatado no Registro Público de Emissões. Seguimos as orientações das Notas Técnicas do Programa Brasileiro GHG <i>Protocol</i> utilizando os fatores de emissão do SIN e a ferramentaghgprotocolv2021.
3 Categoria 1 - Bens e Serviços comprados	2023	58.669,06	Esta categoria passou a ser reportada oficialmente apenas no inventário referente ao ano de 2024. Contudo, foi realizada uma estimativa para o ano de 2023, com o objetivo de viabilizar a comparação com o ano-base escolhido. Foi adotado o método baseado em gastos para a estimativa das emissões, utilizando como referência os fatores de emissão de GEE desenvolvidos para a cadeia de suprimentos norte-americana, disponibilizados pelo U.S. EPA <i>Office of Research and Development</i> (INGWERSEN, 2023). Os dados utilizados pertencem ao conjunto denominado ' <i>Supply Chain Greenhouse Gas Emission Factors v1.3 by NAICS-6</i> '.
3 Categoria 2- Bens de capital	2023	84.646,94	Esta categoria passou a ser reportada oficialmente apenas no inventário referente ao ano de 2024. Contudo, foi realizada uma estimativa para o ano de 2023, com o objetivo de viabilizar a comparação com o ano-base escolhido. Foi adotado o método baseado em gastos para a estimativa das emissões, utilizando como referência os fatores de emissão de GEE desenvolvidos para a cadeia de suprimentos norte-americana, disponibilizados pelo U.S. EPA <i>Office of Research and Development</i> (INGWERSEN, 2023). Os dados utilizados pertencem ao conjunto denominado ' <i>Supply Chain Greenhouse Gas Emission Factors v1.3 by NAICS-6</i> '.
3 Categoria 3 - Atividades relacionadas com combustível e energia não incluídas nos Escopos 1 e 2	2023	5.921,43	Para a estimativa das emissões relacionadas ao ciclo de vida dos combustíveis, foram utilizados os fatores de conversão disponibilizados anualmente pelo governo do Reino Unido, por meio do documento UK <i>Government GHG Conversion Factors for Company Reporting</i> (DEFRA 2023). Já para a estimativa das emissões associadas às perdas de energia no sistema de distribuição, foi adotado o fator de perdas informado pela concessionária de energia contratada, conforme apresentado em seu Relato Integrado Anual. Os fatores de emissão utilizados para esse cálculo correspondem aos definidos para o Sistema Interligado Nacional (SIN), conforme diretrizes oficiais do setor energético brasileiro.
3 Categoria 4 - Transporte e distribuição <i>upstream</i>	2023	2.548,05	Reflete as emissões provenientes da combustão do maquinário utilizado na operação dos aterros sanitários e serviços de manutenção de água e esgoto seguindo as orientações das Notas Técnicas do Programa Brasileiro GHG <i>Protocol</i> e a ferramentaghgprotocolv2024.

Escopo	Ano Base	Emissões no ano base (tons CO ₂ e)	Método / Ferramenta
3 Categoria 5 - Resíduos da operação	2023	67.152,01	Refletes as emissões provenientes da destinação dos resíduos da operação para aterros e do lodo para agricultura. Para isso foram utilizadas as orientações das Notas Técnicas do Programa Brasileiro GHG <i>Protocol</i> , a ferramentaghgprotocolv2024 e as instruções do IPCC 2006 Volume 4 Cap 11.
3 Categoria 6 - Viagens a negócios	2023	226,69	Reflete às emissões relacionadas às viagens aéreas e terrestres. Para isso foram utilizadas as orientações das Notas Técnicas do Programa Brasileiro GHG <i>Protocol</i> e a ferramentaghgprotocol.v2024.
3 Categoria 7 - Emissões casa-trabalho	2023	2.767,30	Foram consideradas as emissões do deslocamento dos funcionários para o trabalho e também as emissões referentes à teletrabalho quando cabível. Para isso foram utilizadas as orientações das Notas Técnicas do Programa Brasileiro GHG <i>Protocol</i> e a ferramentaghgprotocolv2024.
3 Categoria 12 - Fim da vida tratamento de produtos vendidos	2023	0	Esta categoria passou a ser contabilizada apenas em 2025, com base nos dados de 2024, quando ocorreu a cessão do controle operacional das ETEs no âmbito da Parceria Público-Privada (PPP). Antes disso, a categoria não era aplicável à realidade operacional da Companhia. Para o cálculo das emissões, foi utilizada uma planilha própria, estruturada com base nas diretrizes do IPCC (2019).

Segundo o EPB, o método prevê a possibilidade do recálculo das emissões do ano-base quando uma mudança acumulada de 5% ou mais nas emissões totais do ano-base de uma empresa participante (Escopo 1 e Escopo 2, bem como qualquer atividade do Escopo 3, em termos de CO₂ equivalente).

O aumento no número de ETEs ou a desativação de plantas corresponde ao crescimento ou declínio orgânico e não implica a necessidade de alteração do ano-base. A alteração do ano-base do Inventário de Gases de Efeito Estufa (IGEE) da Sanepar para o ano de 2021 é fundamentada pela consolidação de uma série de aprimoramentos metodológicos, ampliação da abrangência dos escopos e avanços significativos na qualidade e disponibilidade dos dados utilizados para a contabilização das emissões.

Assim como a inclusão de novas categorias no Escopo 3, as quais tiveram a indicação clara do ano de início da contabilização de cada nova categoria ao longo dos anos. Essa abordagem está alinhada às boas práticas do GHG *Protocol*, que permite o aprimoramento progressivo do inventário sem necessidade obrigatória de reprocessamento retroativo, desde que haja transparência na documentação e comunicação das alterações.

4.1. Alterações na metodologia em relação aos anos anteriores

Em 2023, referente ao IGEE 2022, seguindo as atualizações da Ferramenta do *GHG Protocol*, foram adotadas as orientações do Guia IPCC 2019, no qual alterou alguns valores de MCF para cálculo de emissões de metano do tratamento de efluentes, as etapas aeróbicas passaram a ter um fator de emissão fixo, independentemente de ser bem ou mal operado, e o efluente remanescente que será depurado no rio passou a ser classificado conforme o ambiente, lântico ou lótico. Tiveram também algumas considerações para o cálculo de emissões de óxido nitroso oriundo de etapas aeróbicas que deixou de ter uma fórmula simplificada para estimar as emissões de N₂O do tratamento aeróbio considerando a população. Além disso, foi verificada a necessidade de correção em relação ao cálculo de eficiência de cada etapa de tratamento, pois no cálculo anterior era considerado uma eficiência maior na primeira etapa de tratamento, geralmente anaeróbia, e agora para estimar a DBO degradada em cada etapa é preciso encontrar a eficiência teórica corrigida a partir da eficiência real, considerando a remoção teórica da primeira e segunda etapa corrigidas por um coeficiente de correção.

Foi verificado ainda que no cálculo das emissões biogênicas, não estava sendo considerada a conversão do CH₄ em CO₂, o que alterou consideravelmente as emissões reportadas em anos anteriores. Já na categoria de resíduos sólidos, a diferença também foi por não ter mais o valor fixo para decomposição do carbono orgânico e ser classificado por resíduos com decomposição lenta ou rápida. Por fim, na categoria Mudança no Uso e Ocupação do Solo, passou-se a adotar a Nota técnica “Uso do GHG *Protocol Agricultural Guidance* e contabilização de emissões resultantes das práticas agrícolas e de mudanças no uso do solo – versão 3.0” (2017), que alterou significativamente as emissões que, antes consideradas emissões de CO₂, passaram a ser consideradas emissões biogênicas, por não se tratarem de vegetação primária.

Em 2024, referente ao IGEE 2023, novas alterações foram realizadas na categoria Mudança no Uso e Ocupação do Solo, que passou a adotar também as emissões resultantes da mudança de estoque de carbono no solo disponibilizado na 'ferramenta_ghg_protocol_v2024.0.1.xlsx'. Na categoria efluentes foi adicionado um novo sistema de tratamento de lodo, uma *wetland* do tipo STW (zona úmida de tratamento de lodo) para desidratação e decomposição do lodo excedente de reator aeróbio do tipo SBR.

Por fim, no Escopo 3 foram adicionadas novas categorias: 3 - Atividades relacionadas com combustível e energia não inclusas nos Escopos 1 e 2 e Emissões casa-trabalho. Enquanto na categoria 'Resíduos gerados na operação' foi adicionado um novo destino: o secador de lodo da ETE Atuba Sul, e na categoria 'Transporte & Distribuição (*Upstream*)' foi possível calcular duas outras operações da empresa, o transporte envolvido no Sistema de Manutenção de Esgoto (SME) e no Sistema de Gestão e Manutenção (SGM).

A adição de categorias e novos tratamentos são considerados como aprimoramento do IGEE, portanto em 2024 não foi necessário o recálculo.

Em 2025, referente ao IGEE 2024, foi possível fazer uma estimativa das remoções de carbono por crescimento de biomassa lenhosa. Devido à troca de controle operacional das ETEs no âmbito da Parceria Público Privada (PPP), as 13 plantas identificadas na Tabela 2 foram transferidas da categoria efluentes no Escopo 1 e passaram a compor o Escopo 3, na categoria 12 - Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos. No escopo 2, foi inserida a abordagem por escolha de compra. Ainda para este inventário foram estimadas mais duas categorias ao escopo 3: Bens e Serviços comprados e Bens de capital, com estimativas baseadas em gastos e na categoria 'Transporte & Distribuição (*Upstream*)' foi possível calcular adicionar as operações do Sistema de Gestão e Manutenção da Água (SMAG).

Nesse ano não foi necessário recálculo, porém todos os resultados dos recálculos anteriores são apresentados no Apêndice IV – Histórico de recálculos (GRI-305).

5. RESULTADOS

A Tabela 5 apresenta o resumo das emissões provenientes das atividades da Sanepar e a Tabela 6 os principais indicadores em 2024.

Tabela 5 – Resumo das emissões de 01/01/2024 a 31/12/2024 (GRI-305; CDP-7.15.1; CDP-7.16; 7.22)

CATEGORIAS DE EMISSÕES	CO ₂ (ton)	CH ₄ (ton)	N ₂ O (ton)	HFCs (ton)	PFCs (ton)	SF ₆ (ton)	Total de emissões (tCO ₂ e)	Total de emissões biogênicas (tCO ₂ e)	Total de remoções biogênicas (tCO ₂ e)
(305-1) EMISSÕES DIRETAS (ESCOPO 1)									
Efluentes	269,66	24.472,62	707,85	0,00	0,00	0,00	873.082,70	2.395,74	0
Aterros	0,00	2.055,28	0,00	0,00	0,00	0,00	57.547,85	3.184,75	0
Combustão móvel	6.551,99	0,36	0,90	0,00	0,00	0,00	6.801,36	1.789,61	0
Combustão estacionária	782,19	0,12	0,01	0,00	0,00	0,00	787,33	109,44	0
fugitivas	6,37	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	817,16	0,00	0
Mudança no uso e ocupação do solo							0,00	15.777,21	
TOTAL DE EMISSÕES DIRETAS (ESCOPO 1)	7.610,22	26.528,38	708,76	0,51	0,00	0,00	939.036,39	23.256,75	11.223,70
(305-2) EMISSÕES INDIRETAS (ESCOPO 2)									
Eletricidade							45.588,47		
TOTAL DE EMISSÕES INDIRETAS (ESCOPO 2) - LOCALIZAÇÃO							45.588,47		
Eletricidade							41.904,35		
TOTAL DE EMISSÕES INDIRETAS (ESCOPO 2) - ESCOLHA DE COMPRA							41.904,35		
(305-3) EMISSÕES INDIRETAS (ESCOPO 3)									
Bens e Serviços comprados	63.032,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	63.032,57	0,00	
Bens de Capital	60.025,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60.025,54	0,00	
Atividades de combustível e energia	12.423,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12.423,93	0,00	
T&D upstream	2.727,44	0,09	0,24	0,00	0,00	0,00	2.792,84	482,29	
Resíduos da operação	450,12	2.224,44	5,53	0,00	0,00	0,00	64.200,61	16.202,36	
Viagem de negócios	190,61	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	192,33	0,16	
Deslocamento de funcionários	9.466,41	0,59	0,71	0,00	0,00	0,00	9.670,38	1.623,25	
Tratamento de fim de vida dos produtos	98,16	811,00	179,02	0,00	0,00	0,00	70.246,34	198,66	
TOTAL DE EMISSÕES INDIRETAS (ESCOPO 3)	148.414,78	3.036,12	185,50	0,00	0,00	0,00	282.584,53	18.506,72	

Tabela 6 – Indicadores de Produtividade e Intensidade Carbônica (GRI-305-4)

E1 somente processo esgoto/volume de esgoto coletado [ton/litro ou kg/m ³]	1,961
Emissões E1 + E2 (Localização) / volume de esgoto coletado + volume de água tratada [ton/litro ou kg/m ³]	0,759
ICO2 (B3) = Emissões E1 + E2 (Localização)+ E3/ Receita Bruta [ton/R\$]	0,134
E1+E2 (Localização)/economia de esgoto ativa [kg/economia]	282,54

5.1. Emissões Diretas (GRI 305-1)

Como já era esperado, a atividade da Sanepar que mais emite GEE é o tratamento de efluentes, responsável por 92,98% das emissões diretas. A disposição final de resíduos sólidos urbanos é responsável por 6,13% das emissões diretas, enquanto o consumo de combustíveis pela frota por 0,72%, as fontes estacionárias por 0,08% e as emissões fugitivas representam 0,09% das emissões diretas da companhia. As emissões de mudança de uso e ocupação do solo geraram apenas emissões biogênicas. O Gráfico 1 representa as emissões diretas por categoria.

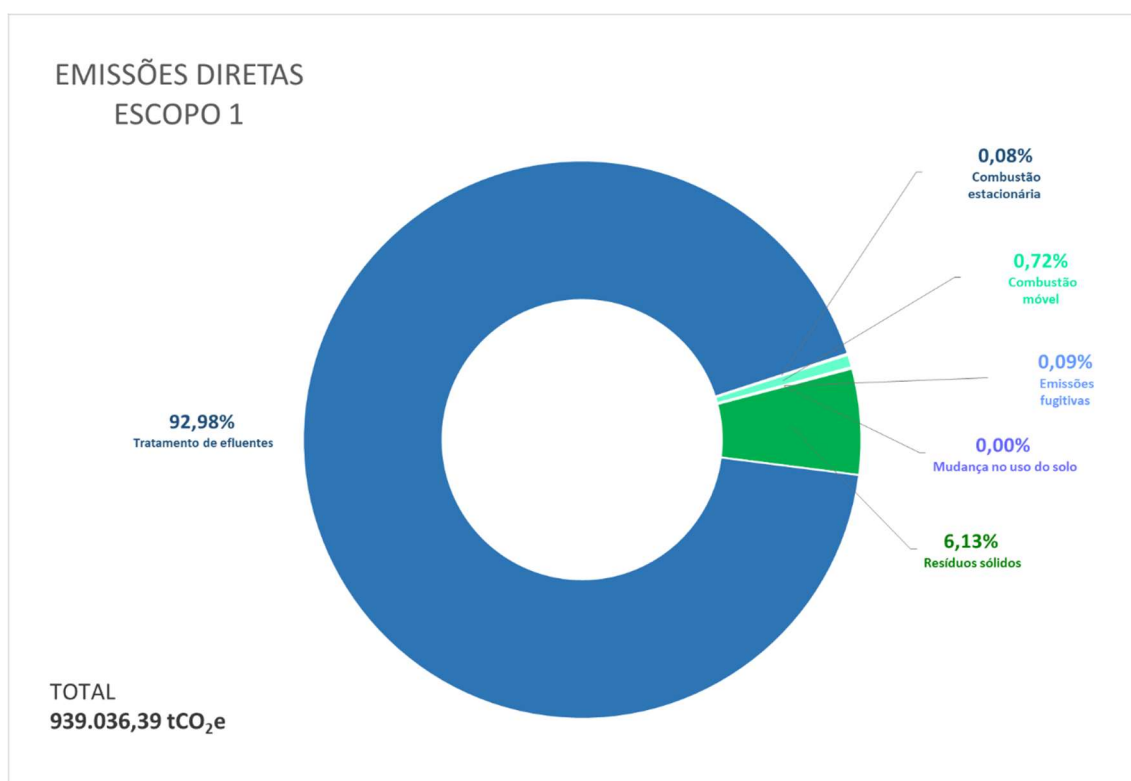


Gráfico 1 – Emissões diretas por categoria – Escopo 1

5.1.1. Tratamento de esgoto (CH₄ e N₂O)

Em 2024 a Sanepar tratou em suas ETEs 445.305.597 m³ de esgoto. Os processos das ETEs produziram diretamente 685.222,38 tCO₂e de metano e 148.963,24 tCO₂e de óxido nitroso. A carga

residual foi responsável por emitir indiretamente 38.616,43 tCO₂e de óxido nitroso devido ao lançamento do efluente tratado nos corpos hídricos. A soma das emissões de metano e de óxido nitroso oriundas do tratamento de efluentes totalizou 873.082,70 tCO₂e, 92,98% das emissões diretas.

5.1.2. Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos (CH₄) (SASB IF-WM-110a)

As emissões de metano provenientes das áreas de disposição final de RSU operadas pela Sanepar representam a segunda maior fonte de emissões do escopo 1 da companhia, com tendência a aumentar sua representatividade.

Em 2024 as emissões dessa atividade foram estimadas em 57.547,85 tCO₂e, referente à destinação de 62.275,76² toneladas de resíduos sólidos dispostos nos 3 aterros, ao tratamento do chorume nas lagoas anaeróbias e aos resíduos ainda em decomposição de anos anteriores. Os queimadores biogás reduziram 36,04% das emissões, e geraram 3.213,37 tCO₂ de emissões biogênicas.

5.1.3. Combustão móvel e estacionária (CO₂, CH₄ e N₂O) (GRI 302-1 | SASB IF-WM-110b | CDP 7.30.1; 7.30.7)

As Tabela 7 e a Tabela 8 demonstram o consumo de combustível e as emissões oriundas da combustão dos mesmos.

² A quantidade de resíduos destinada a aterros difere do total de resíduos gerenciados pela companhia, uma vez que parte dos materiais coletados é encaminhada para reciclagem.

Tabela 7 - Emissões combustão móvel

Tipo de combustível	Consumo	Quantidade [GJ]	Emissões tCO ₂ e	Emissões biogênicas
Etanol	307.064,56 litros	6.556	15,14	447,39
Gasolina	2.250.887,73 litros	72.569	3.806,77	927,41
Diesel	1.247.224,52 litros	44.276	2.861,02	414,91
GLP	39.450 ton	1.828	118,97	0
Total		125.229	6.802,89	2.717

Tabela 8 - Emissões combustão estacionária

Tipo de combustível	Consumo	Quantidade [GJ]	Emissões tCO ₂ e	Emissões biogênicas
Acetileno	0	0	0	0
Gasolina	1.384,42 litros	45	2,28	0,59
Diesel	324.299,86 litros	11.513	741,61	108,85
GLP	14,78 ton	0,69	43,44	0
Total		9.029,29	624,44	85,54

De 2023 para 2024 foi possível perceber que o consumo de gasolina na frota *flex* aumentou 2% em relação ao ano anterior, diferente do que preconiza o IT/TRA/0015, a qual recomenda que o abastecimento deve obedecer ao disposto no Plano Diretor de Infraestrutura, priorizando a utilização de combustíveis renováveis, em consonância com os compromissos e diretrizes da política de sustentabilidade da Sanepar.

Com o objetivo de engajar os empregados, foi lançada a campanha corporativa Sanepar +leve, que propões inserir, de forma permanente e transversal, um padrão de comportamento sustentável alinhado aos valores e diretrizes da companhia.

5.1.4. Emissões fugitivas (HFCs)

Em 2024 foram contabilizados os equipamentos de ar condicionado, bebedouros, refrigerados e estufas refrigerantes que foram adquiridos, que estavam em operação e que foram descartados pela Sanepar conforme Tabela 9. Também foram levantados a recarga de aproximadamente 920 cilindros de extintores de incêndio com CO₂ em 2024. Utilizando o método de triagem do GHG, sendo bem conservador, todos esses equipamentos representaram em 2024 a emissão de 817,16 tCO₂e.

Tabela 9 - Equipamentos contabilizados

Equipamentos	Adquiridos	Em operação	Dispensados
Ar condicionado	74	3138	42
Bebedouros	81	1204	33
Refrigeradores	54	1392	19
Estufas refrigeradas	7	237	0
Extintores de incêndio	-	920	-

5.1.5. Mudança do Uso e Ocupação do Solo (MUS)

Em 2024, a supressão vegetal proveniente de obras e manutenções, realizada predominantemente em vegetação secundária, foi responsável, pela emissão de 15.777,208 tCO₂e biogênicas. Como contrapartida, também foram realizadas ações como o plantio de mudas e a manutenção de áreas verdes sob responsabilidade da companhia, que contribuem para remoções de carbono da atmosfera por meio do sequestro biológico promovido pela fotossíntese. As remoções associadas a essas iniciativas foram estimadas em 11.223,70 ton CO₂e. A contabilização dessas remoções está apresentada separadamente das emissões.

5.2. Emissões Indiretas: Escopo 2 (GRI 302-3 e 305-2)

Até o último IGEE, a Sanepar adotava apenas a abordagem baseada na localização (*location-based*), na qual a quantificação das emissões de GEE de Escopo 2 utiliza como fator de emissão a média das emissões para geração de eletricidade que compõem o Sistema Interligado Nacional (SIN). A partir de 2024, a Sanepar passou a adquirir energia no Ambiente de Contratação Livre (AQL0, possibilitando realizar estimativas baseada na escolha de compra (*market-based*) também.

Comprometida com a eficiência energética e a redução de impactos socioambientais, além da atenção voltada para a inovação dos processos e a adoção de novas tecnologias e modelos de negócios, a Sanepar Em 2023, concluiu a aquisição da totalidade das ações da CS Bioenergia, renomeada como Usina de Bioenergia ETE Belém. A Usina de Bioenergia tem um processo de biodigestão de alta tecnologia que produz energia renovável a partir do tratamento simultâneo de lodo de esgoto e de matéria orgânica proveniente de grandes geradores. A Sanepar não possui o controle operacional, com a aquisição, a companhia alavancou a produção da Usina com contratos de Operação e Manutenção (O&M), considerando performance no contrato. A energia gerada nessa planta é compensada em 49 Unidades Consumidoras da companhia, por isso de maneira indireta está incluído no IGEE.

Nos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e processos administrativos foram consumidos 836.252,554 MWh. Pela abordagem de localização considerando o fator médio de

emissão do Sistema Interligado Nacional, as emissões decorrentes do consumo de energia elétrica nas atividades da Sanepar em 2024, foram de 45.588,47 tCO₂e, pela abordagem de escolha de compra as emissões foram de 41.904,34 tCO₂e.

A distribuição de energia consumida está demonstrada na Tabela 10.

Tabela 10 – Consumo de energia

	Quantidade [MWh]	Quantidade [GJ]
Energia consumida	836.252,554	3.043.045

O Gráfico 2 foi elaborado considerando o consumo de energia por processo, no qual observa-se que a produção de água é responsável por 56,62% do consumo de energia elétrica, a distribuição da água por 30,23%, a coleta e tratamento de efluentes por 12,40%, as atividades administrativas por 0,75% e a operação dos aterros por 0,004%.

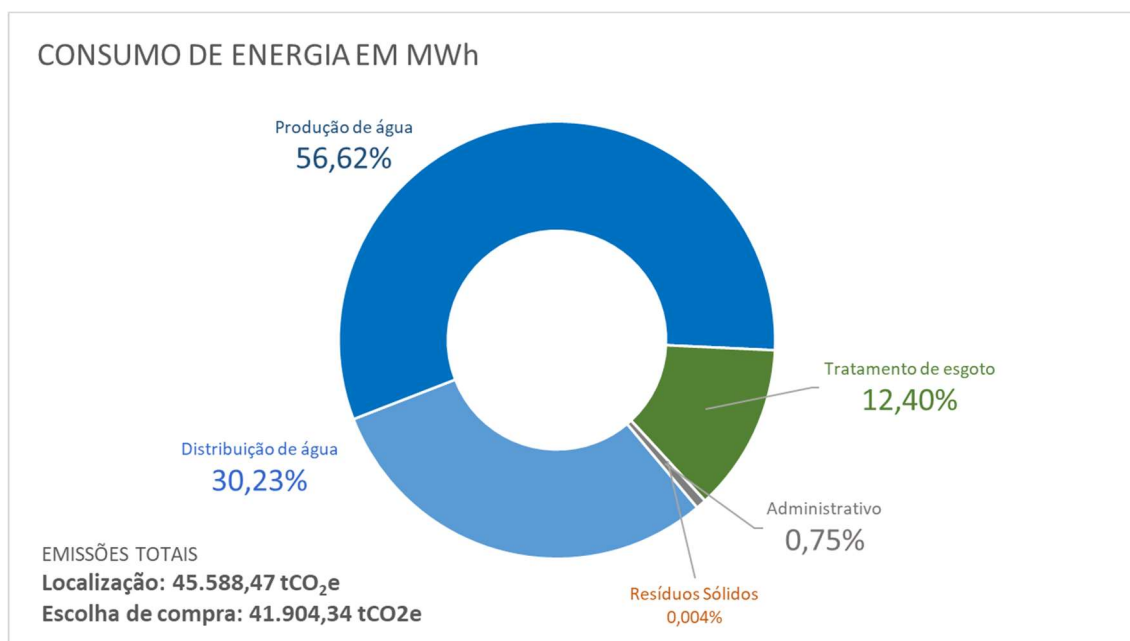


Gráfico 2 – Consumo de energia por processo – Escopo 2

5.2.1. Autoprodução de energia (CDP 7.30.9)

Alinhada às diretrizes institucionais, a inovação está inserida no planejamento estratégico da Sanepar. Assim, a Sanepar possui projetos de inovação com foco em energias renováveis.

Uma usina solar fotovoltaica flutuante no reservatório Passaúna - Curitiba (130 kWp) foi inaugurada em dezembro de 2019 e operou ao longo de 2024. Trata-se de um projeto inédito no setor de saneamento brasileiro e que visa avaliar, dentre outros pontos, a diminuição da floração alga e da evapotranspiração induzida na água represada a partir da instalação do sistema flutuante. Com o sucesso do projeto, estão em andamento estudos para a ampliação da planta e instalação em outros reservatórios.

Placas solares fotovoltaicas que totalizam uma potência de 75 kWp estão fixadas sobre a cobertura do novo prédio administrativo da Sede da Sanepar. Desde 2018, está em operação no CETS um estacionamento experimental com placas solares fotovoltaicas, cuja potência total é de 5 kWp, com duas diferentes tecnologias: silício policristalino e telureto de cádmio. O estacionamento conta, também, com um eletroposto.

Em 2022, foi validado o primeiro sistema de geração distribuída de energia elétrica híbrido do Brasil em uma planta de tratamento de esgoto, na ETE Ouro Verde – Foz do Iguaçu. Além da geração de energia elétrica a partir do biogás (25 kW), foi implementado, em nível de pesquisa, placas solares (cerca de 5 kWp) e geradores hidroenergéticos (2 kW) na saída do efluente da planta.

A energia oriunda da autogeração está detalhada na Tabela 11 .

Tabela 11 – Energia de autoprodução

Fonte de geração	Informações adicionais	Quantidade [MWh]	Quantidade [GJ]
Solar fotovoltaica flutuante	Barragem Passaúna	73,89	266
Fotovoltaica	Cobertura NEA sede	55,83	201
Biogás	ETE Ouro Verde - Foz do Iguaçu	3,33	12
Total de geração de energia renovável gerada		133,05	479

5.3. Emissões Indiretas – Escopo 3 (GRI 305-3)

As oito categorias de emissões de Escopo 3 totalizaram 282.584,53 tCO₂e de emissões indiretas, a distribuição por categorias está representada no Gráfico 3.

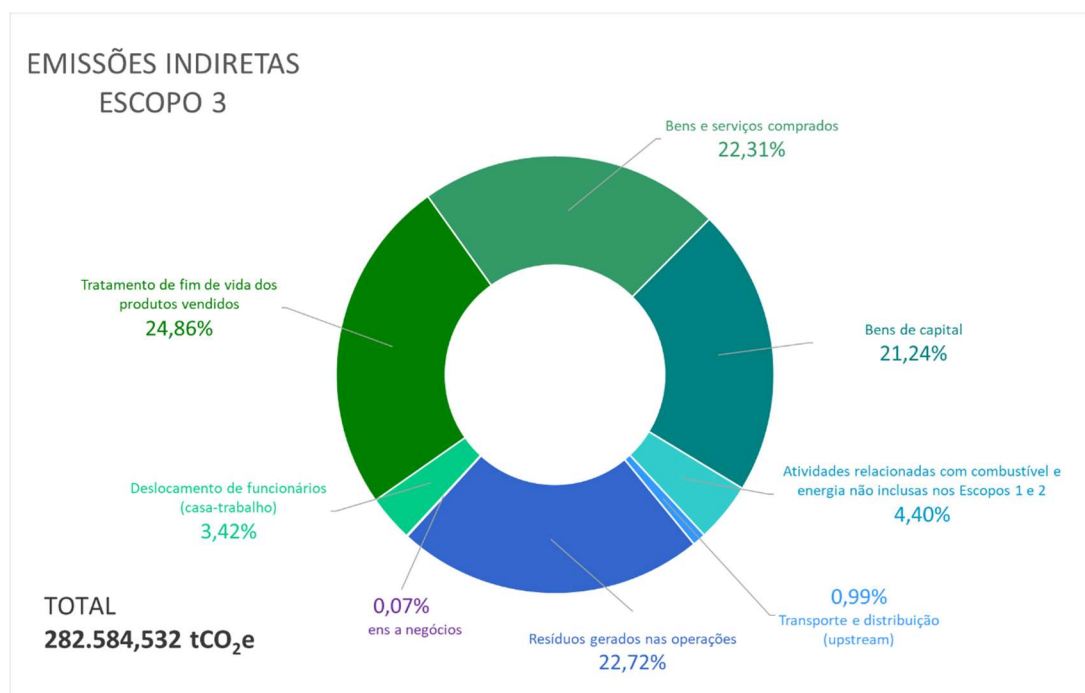


Gráfico 3 – Emissões Indiretas – Escopo 3

5.3.1. Escopo 3: Categoria 1

Em 2024, pela primeira vez, foi realizada uma estimativa das emissões relacionadas ao ciclo de vida dos bens e serviços comprados pela empresa, por meio do método de gastos esta categoria foi responsável pela emissão de 63.032,57 tCO₂e e representando 29,68% do total das emissões indiretas de escopo 3 estimadas.

5.3.2. Escopo 3: Categoria 2

Em 2024, pela primeira vez, também foi realizada uma estimativa das emissões relacionadas ao ciclo de vida dos bens de capital comprados pela empresa, por meio do método de gastos esta categoria foi responsável pela emissão de 60.025,54 tCO₂e e representando 28,27% do total das emissões indiretas de escopo 3 estimadas.

5.3.3. Escopo 3: Categoria 3

Em 2024, a estimativa das emissões relacionadas ao ciclo de vida dos combustíveis utilizados na empresa, foi responsável pela emissão de 12.423,93 tCO₂e e representou 5,85% do total das emissões indiretas de Escopo 3 estimadas.

5.3.4. Escopo 3: Categoria 4

Em relação a categoria Transporte e Distribuição *upstream*, em 2024 o consumo de combustível pelos equipamentos utilizados nos Serviços de Manutenção do Esgoto (SME) foram responsáveis pelas emissões de 771,10 tCO₂e, já os Serviços de Gestão e Manutenção (SGM) foram responsáveis pelas emissões de 702,38 tCO₂e, enquanto o Serviços de Manutenção de água (SMAG) foram responsáveis pelas emissões de 579.79 tCO₂e, a operação dos aterros sanitários foi responsável por 588.92 tCO₂e e a ampliação do aterro sanitário de Apucarana foi responsável pelas emissões de 150,63 tCO₂e, totalizando 2.792,84 tCO₂e indiretos nesta categoria, representando 1,32% do E3.

5.3.5. Escopo 3: Categoria 5 (GRI 306-5)

Em relação aos Resíduos gerados nas operações, em 2024, as diversas destinações de resíduos gerados em todos os processos, tanto para agricultura quanto para aterros, compostagem, incineração e produção energética foram responsáveis por 64.200,61 tCO₂e de emissões indiretas, representando 30,24% do E3. Seguindo as recomendações do *Corporate Value Chain Accounting Reporting Standard* (2013), não foram incluídas as emissões referentes à reciclagem e coprocessamento de resíduos.

5.3.6. Escopo 3: Categoria 6

Em 2024 foram estimadas as emissões em viagens realizadas a trabalho pelos funcionários da empresa tanto aéreas quanto rodoviárias. Essas viagens à negócios foram responsáveis por emitir 192,33 tCO₂e de emissões indiretas, representando somente 0,09% do E3.

5.3.7. Escopo 3: Categoria 7

Em 2024 foram estimadas as emissões referentes ao deslocamento de funcionários (casa-trabalho) foram responsáveis pela emissão de 9.670,38 tCO₂e de emissões indiretas, representando 4,55% do E3.

5.3.1. Escopo 3: Categoria 12

Para 2024, foi adicionada a categoria 12 devido à troca de controle operacional das ETEs da tabela 2. Foi utilizada a mesma metodologia do escopo 1 – Efluentes. A operação destas ETEs foi responsável por emitir 70.246,34 tCO₂e de emissões indiretas, ou seja 24,86% do E3.

5.4. Emissões biogênicas

As emissões biogênicas da Sanepar correspondem especialmente às mudanças de uso e ocupação do solo (supressão de vegetação para obras), conforme informado no item 5.1.5, ao metano evitado pelos queimadores e lançado em forma de CO₂, à queima de biocombustíveis na frota da companhia e nos equipamentos estacionários, como pode ser visualizado no Gráfico 4. Em 2024 foram emitidas 23.232,95 tCO₂e diretas (Escopo 1) e 18.506,72 tCO₂e indiretas (Escopo 3).

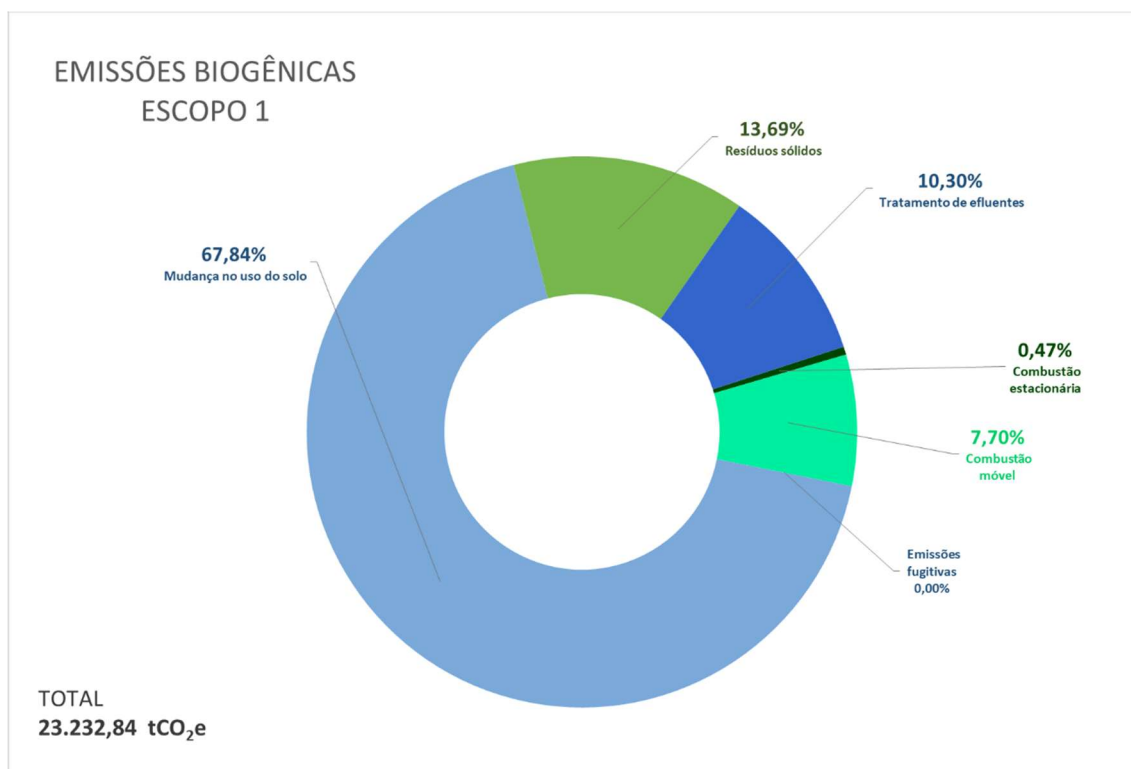


Gráfico 4 – Emissões Biogênicas – Escopo 1

5.1. Remoções

Para o inventário referente a 2024 foi possível apresentar estimativas dos estoques de carbono acima do solo das áreas consideradas mais significativas entre os imóveis da Sanepar com fragmentos florestais em que, no momento, é possível obter rastreabilidade das ações. Os estoques foram estimados com base em dados apresentados por Britez et al. (2006) e por relatórios técnicos da Sanepar. A análise inclui as áreas de reservatórios, fragmentos florestais e cortinas verdes no entorno de ETEs. Estudos em sítios experimentais foram fontes para esse levantamento. As estimativas resultaram em 11.223,70 ton CO₂eq removido em 2024.

5.2. Comparativo das Emissões (GRI-305-4 | CDP 7.45, 7.52)

Conforme reportado no último IGEE e detalhado no item 3.1, o recálculo decorrente dos ajustes metodológicos e das correções na estimativa de eficiência foi realizado apenas para o ano-base de 2021. Dessa forma, as análises subsequentes consistem em comparações entre as emissões dos anos de 2024 e o ano de 2021, recalculado com base na metodologia atual.

Adicionalmente, no Escopo 3, foram incluídas estimativas para as categorias 1 – Bens e Serviços comprados e 2 – Bens de capital do Escopo 3 referentes ao ano de 2023, exclusivamente para fins comparativos com o ano de 2024. No entanto, essas estimativas não constam no registro

público oficial do IGEE referente ao ano de 2023. O Gráfico 5 apresenta a comparação das estimativas de emissões dos Escopos 1, 2, 3 e das emissões biogênicas calculadas no ano de 2024.

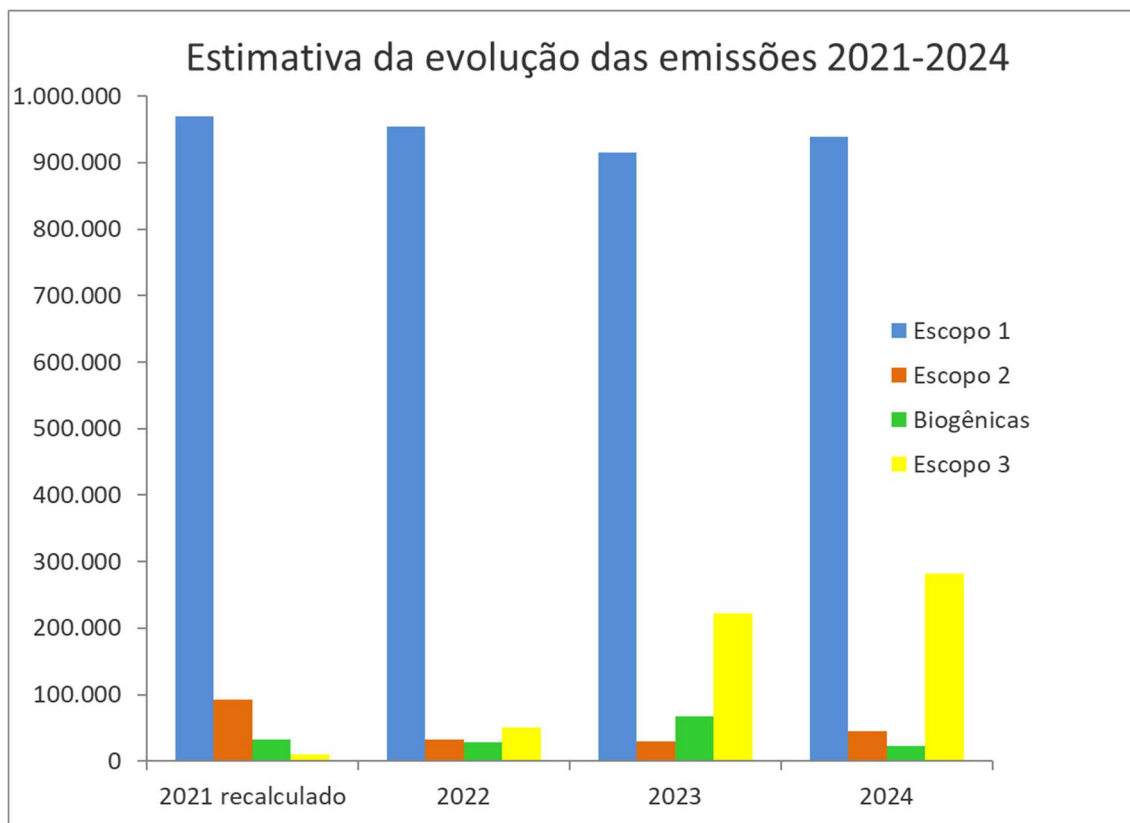


Gráfico 5 – Comparativo entre as emissões de 2021 (recalculado) a 2024 [tCO₂e]

Em comparação com o IGEE (2021) recalculado, em 2024 as emissões do Escopo 1 reduziram 3,07%, já em relação ao último IGEE, ano 2023, houve aumento de 2,54%. A variação de emissões está representada na Tabela 12. As emissões oriundas do tratamento de efluentes correspondem à quase 93% das emissões diretas, essa categoria é a que mais contribui para a diferença entre os anos analisados, conforme pode ser visto no Gráfico 7, onde as emissões diretas ao longo do tempo, estão representadas por categoria. Entre 2021 e 2024, houve uma redução de 3,07% nas emissões diretas, podendo estar relacionado especialmente à transição para tecnologias de tratamento aeróbias e físico-químicas. De acordo com as diretrizes do IPCC de 2019, variações de emissões superiores a 5% são geralmente consideradas significativas. Variações inferiores a esse limiar são, em geral, consideradas dentro da margem de erro aceitável para medições.

Tabela 12 – Variação de emissões em relação ao último IGEE (2024-2023) e em relação ao ano base (2024-2021) (ISE B3)

	Variação 2024-2023	Variação 2024-2021
Escopo 1	+ 2,54 %	- 3,07 %

O Gráfico 6 mostra a evolução das emissões por categoria entre 2021 e 2024, nele é possível perceber uma pequena redução das emissões do tratamento de efluentes que por ser a categoria mais significativa auxilia na redução das emissões totais.

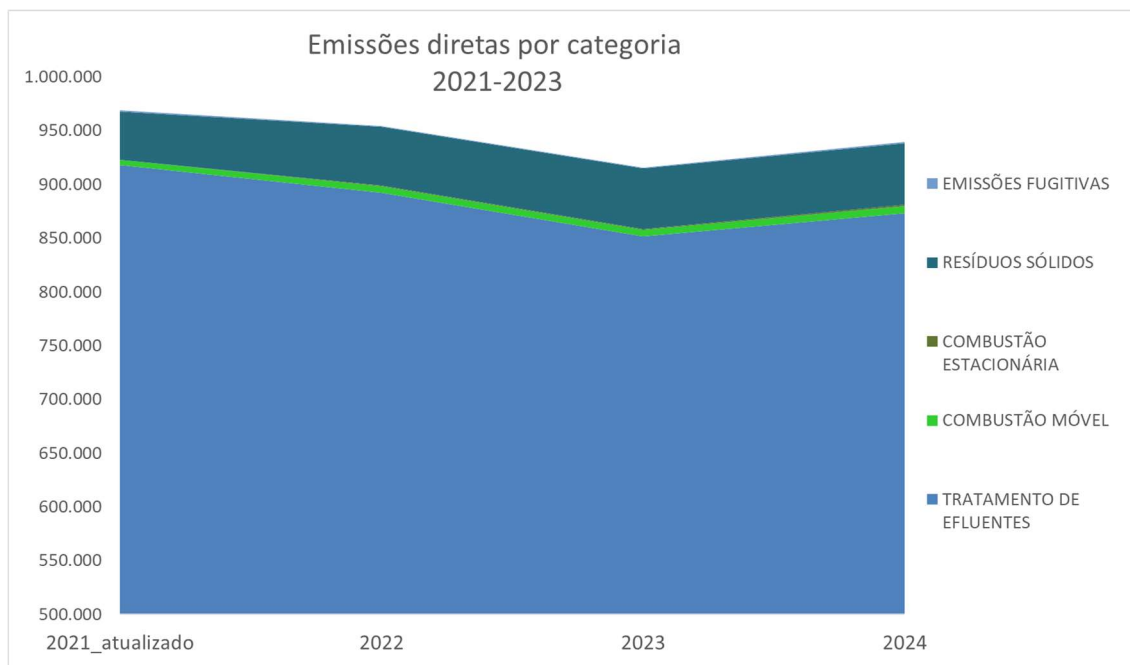
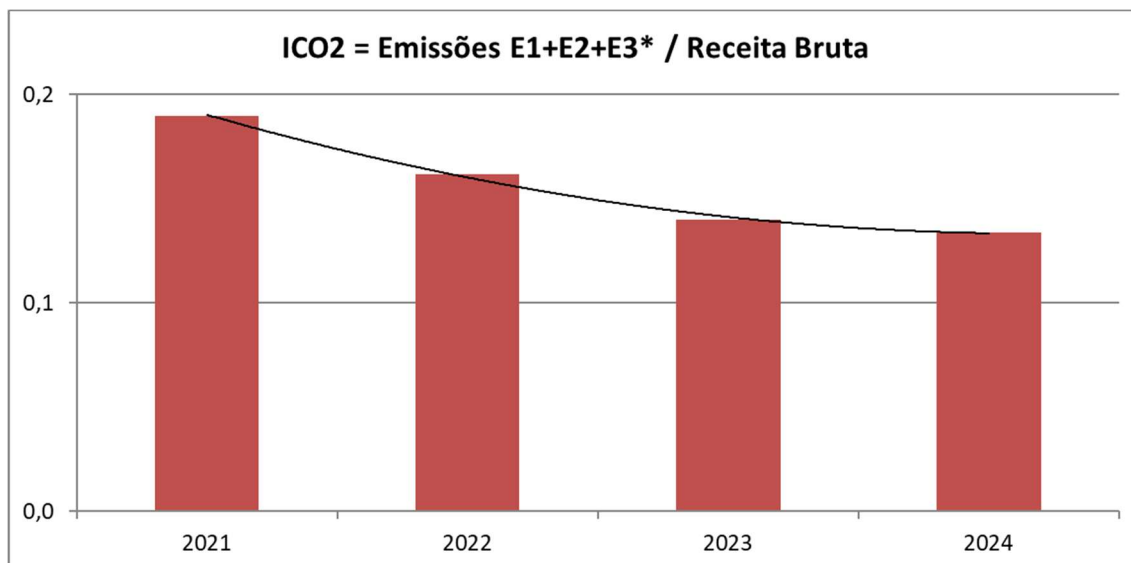


Gráfico 6 – Emissões diretas 2021 a 2024 por categoria do Escopo 1 [tCO₂e]

No processo anaeróbio há emissão de metano como subproduto da degradação bacteriológica da matéria orgânica, sendo assim quanto maior for a eficiência da planta e a carga tratada mais biogás é gerado, conforme mostra a fórmula do item 4.2.1.1.

O tratamento de esgoto é um processo complexo influenciado por diversas variáveis que afetam a emissão de gases de efeito estufa (GEE), como variação de vazão, carga orgânica e métodos de tratamento. A variação de vazão pode impactar as condições operacionais e a produção de GEE, enquanto a carga orgânica influencia as reações biológicas e químicas. A escolha do método de tratamento, que vai desde lagoas anaeróbias até processos avançados, também tem implicações nas emissões geradas, exigindo uma análise cuidadosa para todo o parque de 259 ETES do IGEE.

O Gráfico 7 mostra a evolução do indicador de intensidade em relação a receita bruta, indicador incorporado por tratar dos 3 escopos e ser comum em outros reportes, incluindo ISE B3.



*Escopo 3 incluso apenas a categoria 4 – transporte e distribuição (*upstream*) e categoria 6 – Viagens a negócios)

Gráfico 7 – Comparativo entre 2021 a 2024 do indicador ICO2 [kgCO₂e/R\$]

As emissões indiretas associadas ao consumo de energia apresentaram aumento, resultado tanto do crescimento no consumo quanto das variações no fator de emissão do SIN. Considerando a expressiva oscilação deste fator ao longo dos anos, o Gráfico 8 foi elaborado para destacar a evolução do consumo de energia no período de 2021 a 2024.

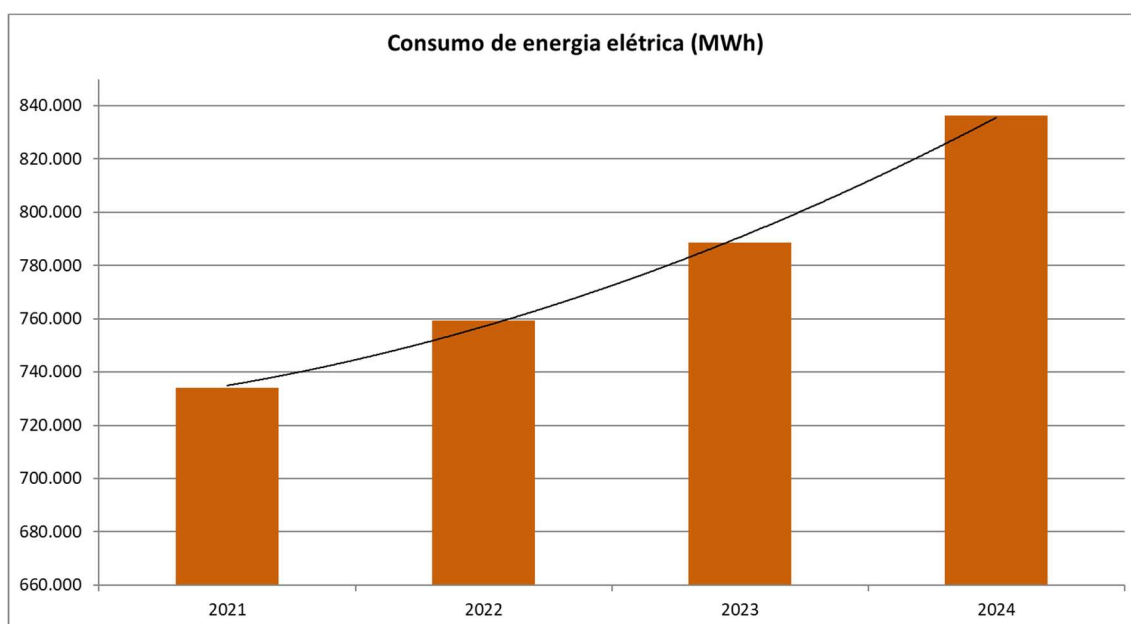


Gráfico 8 – Comparativo entre anos anteriores do consumo de energia elétrica (MWh)

No Gráfico 9 é apresentado o indicador de produtividade específico do processo esgoto relacionado ao volume tratado. A alteração nesse indicador se deve a muitas variáveis como cobertura dos serviços de coleta e tratamento de efluentes, expansão de novas ligações de esgoto, carga orgânica de entrada e eficiência da ETE.

Apesar do aumento de emissões absolutas na categoria devido principalmente ao aumento da cobertura dos serviços, o indicador demonstra uma redução relativa, mostrando um aumento no

desempenho das ETEs. Estes resultados demonstram também um processo de transição de tecnologia, muitas ETEs têm recebido etapas de tratamento aeróbio, reduzindo as emissões de metano, e em uma proporção menor, aumentando as emissões de N₂O. Essa transição reflete também no consumo de energia, pois tecnologias aeróbicas consomem mais energia, refletindo no indicador demonstrado no Gráfico 10, o qual apresenta a evolução do indicador de produtividade de emissões totais (E1+E2) pelo volume de esgoto tratado somado ao de água produzida.

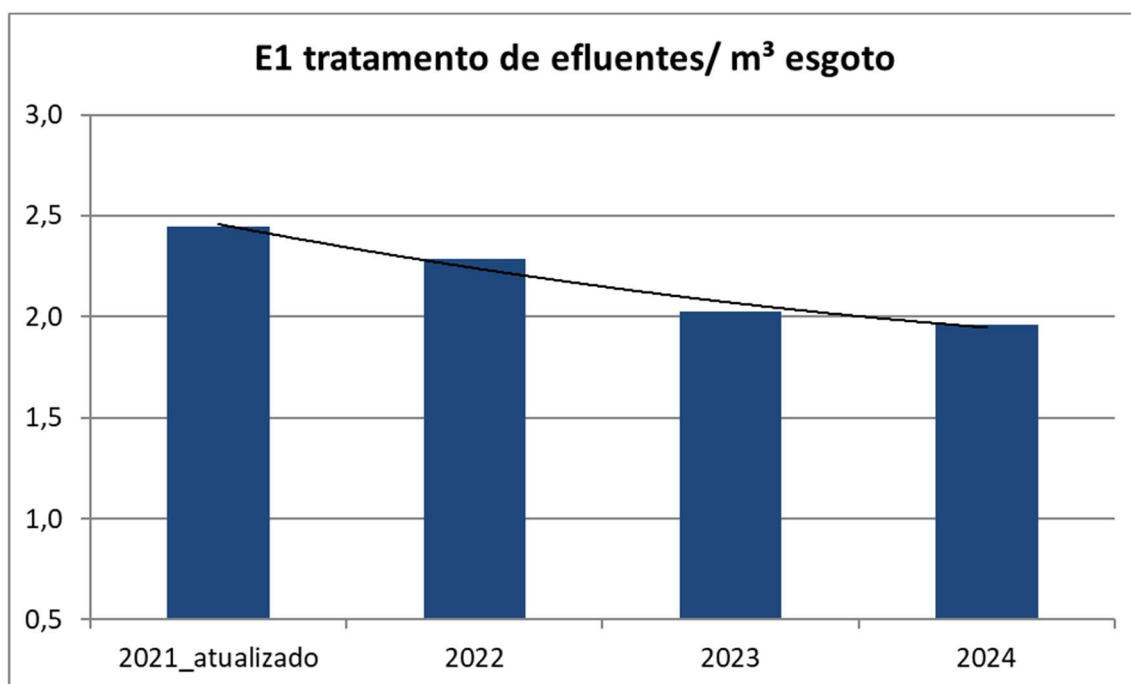


Gráfico 9 – Comparativo entre 2021 a 2024 do indicador de emissões diretas da categoria tratamento de efluentes pelo volume de esgoto tratado [kgCO₂e/m³ esgoto tratado]

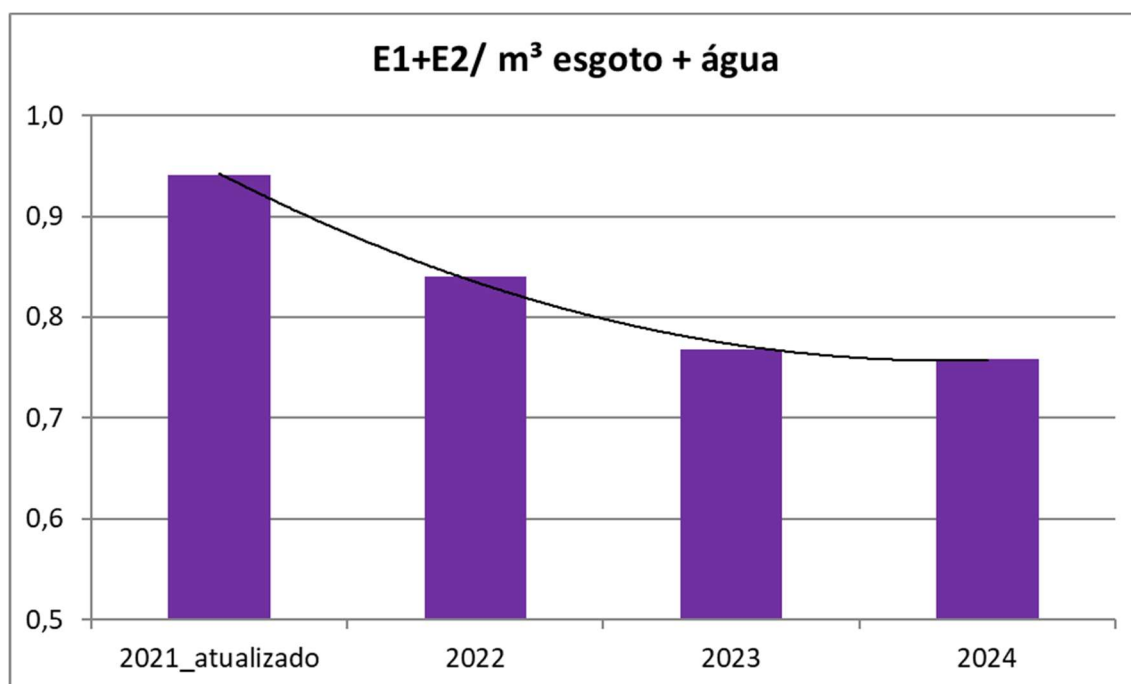


Gráfico 10 – Comparativo entre 2021 a 2024 do indicador de emissões E1+E2 pelo volume de esgoto tratado + água produzida [kgCO₂e/m³]

O Gráfico 11 apresenta a evolução do indicador de intensidade de emissões totais (E1+E2) pelo número de economias atendidas com tratamento de esgoto.

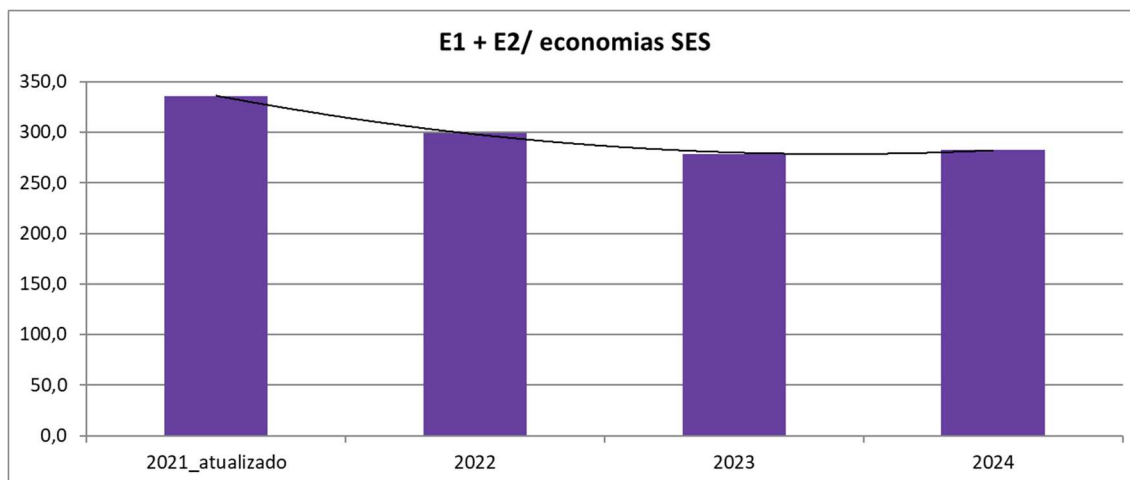


Gráfico 11 – Comparativo entre 2021 a 2024 do indicador de emissões E1+E2 pelo número de economias de coleta de esgoto [kgCO₂e/economia]

O histórico das emissões evitadas pelo uso de queimadores nos reatores anaeróbios está representado no Gráfico 12, o qual indica uma manutenção na recuperação de metano nos queimadores.

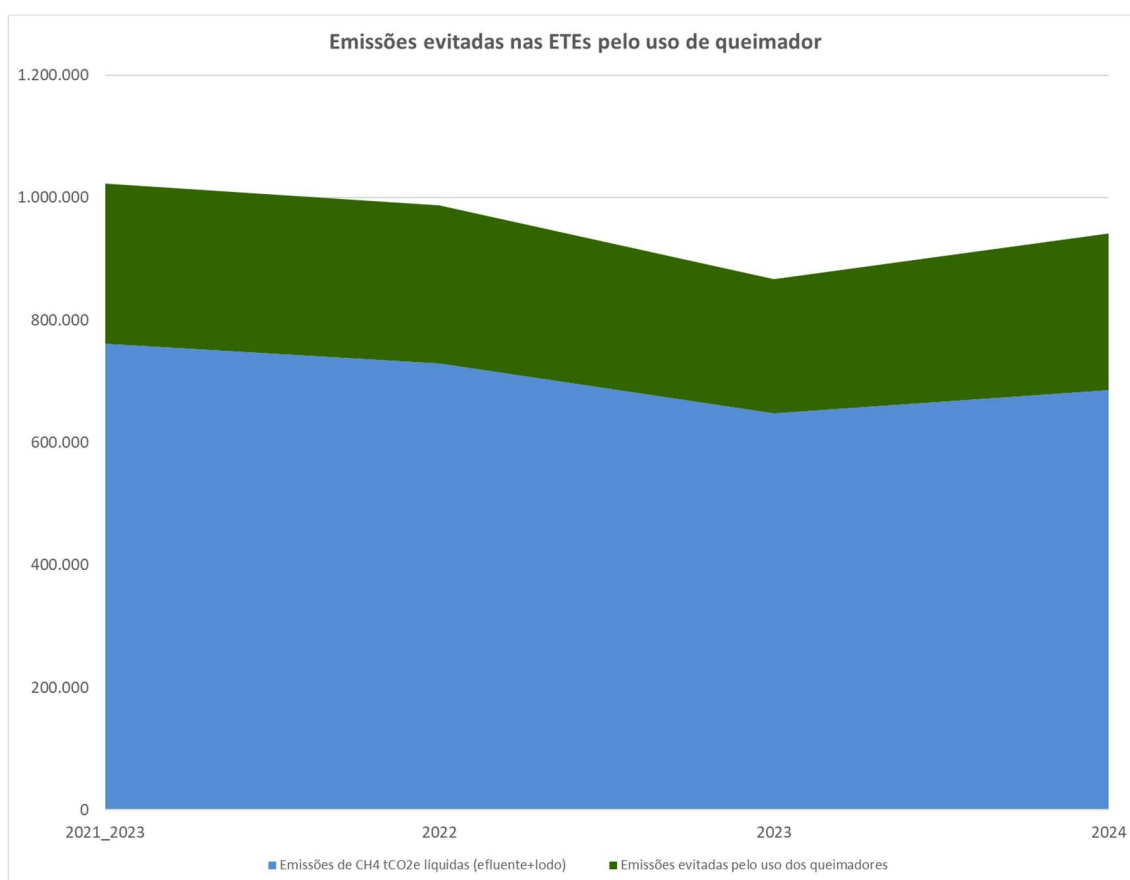


Gráfico 12 – Comparativo entre as emissões evitadas entre 2021 a 2024 pelo uso de queimadores [tCO₂e]

Legenda: Área em azul: emissões líquidas; área em verde: emissões evitadas pelos queimadores.

A redução das emissões de GEE é obtida pela queima do biogás através de queimadores nos reatores anaeróbios e nos biodigestores de lodo foi estimada em 27,21%, o que representou um abatimento de aproximadamente 256.199,29 tCO₂e através do uso destes dispositivos. A maioria das ETE da região metropolitana de Curitiba possuem queimadores enclausurados que operaram com alta eficiência.

O percentual de redução obtido está diretamente relacionado: (a) a quantidade de ETES equipadas com queimadores com ignição automática, (b) o percentual de perdas de metano no meio líquido, (c) a eficiência de queima dos queimadores que é aplicada sobre o percentual de metano recuperado e (d) o tempo de funcionamento do equipamento, quando não estava parado em manutenção.

5.3. Sede Administrativa

Dentro da estratégia corporativa de mitigação, temos o objetivo de tornar a sede administrativa da companhia como neutra em carbono. Sendo assim, para 2024, as emissões específicas da sede administrativa da empresa foram mensuradas separadamente, além de compor o inventário corporativo de Gases de Efeito Estufa (GEE).

As emissões da sede são compostas por fontes pertencentes aos Escopos 1, 2 e 3:

Escopo 1: As emissões diretas da sede administrativa referem-se principalmente à queima de combustíveis fósseis em veículos corporativos utilizados nas atividades operacionais e ao funcionamento de geradores a diesel, acionados em situações de contingência energética.

Além disso, foram consideradas as emissões fugitivas associadas a sistemas de refrigeração e climatização, como aparelhos de ar-condicionado.

Escopo 2: Para a sede administrativa, a contabilização das emissões indiretas associadas ao consumo de energia elétrica adquirida da rede foi realizada utilizando a abordagem baseada em localização (*location-based*), considerando o fator médio de emissão do Sistema Interligado Nacional (SIN).

Adicionalmente, foram identificadas emissões indiretas de Escopo 3, relacionadas ao ciclo de vida dos combustíveis e da energia elétrica consumidos, bem como ao deslocamento casa-trabalho dos colaboradores lotados na sede administrativa.

Embora o relato dessas fontes seja opcional segundo o *GHG Protocol*, sua inclusão proporciona uma visão mais completa e estratégica da pegada de carbono da unidade, contribuindo para a identificação de oportunidades de redução ao longo da cadeia de valor. A Tabela 12 apresenta as emissões da sede por categoria em 2024:

Tabela 12 – Emissões da sede administrativa.

<i>CATEGORIAS DE EMISSÕES</i>	Total de emissões (tCO ₂ e)	Total de emissões biogênicas (tCO ₂ e)	Total de remoções biogênicas (tCO ₂ e)
EMISSIONES DIRETAS (ESCOPO 1)			
Combustão móvel	29,97	10,00	0
Combustão estacionária	1,22	0,18	0
Fugitivas	3,45	0,00	0
TOTAL DE EMISSÕES DIRETAS (ESCOPO 1)	34,64	10,18	0,00
EMISSIONES INDIRETAS (ESCOPO 2)			
Eletricidade	100,86		
TOTAL DE EMISSÕES INDIRETAS (ESCOPO 2) - LOCALIZAÇÃO	100,86		
(305-3) EMISSIONES INDIRETAS (ESCOPO 3)			
Atividades de combustível e energia	20,86	0,00	
Deslocamento de funcionários	280,81	67,94	
TOTAL DE EMISSÕES INDIRETAS (ESCOPO 3)	301,67	67,94	

O monitoramento contínuo das emissões da sede contribui para o aprimoramento do desempenho ambiental corporativo e fortalece a cultura de sustentabilidade no ambiente organizacional.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor de saneamento no Brasil é marcado pelo déficit histórico, impactando diretamente na qualidade de vida de seus habitantes. A busca pela universalização do acesso aos serviços de saneamento deve ser acompanhada por boas práticas de gerenciamento que priorizem a redução de emissões. Para quantificação das emissões de gases de efeito estufa (GEE), a escolha do método de cálculo e a elaboração de inventários, permitem diagnosticar as fontes e o perfil das emissões de GEE.

Qualquer iniciativa no sentido de inventariar ou comunicar emissões de GEE atribuídas à responsabilidade de uma corporação deve partir de uma metodologia consagrada e bem definida e apresentar, da forma mais clara possível, todas as considerações e premissas adotadas para definir os limites de responsabilidade e o conteúdo das emissões apresentadas.

Em atendimento à Política de Sustentabilidade da Sanepar, este inventário consolida e torna público o montante estimado de emissões de gases de efeito estufa provenientes de suas atividades operacionais, no ano de 2024.

Neste período, as emissões diretas de GEE foram calculadas em 939.036,39 tCO₂e, as emissões indiretas de GEE do Escopo 2 foram calculadas em 45.588,47 tCO₂e pela abordagem de localização e 41.904,34 tCO₂e pela abordagem de escolha de compra, e as emissões indiretas do Escopo 3 foram calculadas em 282.584,53 tCO₂e.

O inventário de emissões de GEE de 2024 indicou que a principal fonte de emissão nos sistemas da Sanepar continua sendo o processo de tratamento de esgoto, que contribuiu com 873.082,70 tCO₂e, 92,98% do total de emissões devido às gerações de metano e óxido nitroso, além das atividades de apoio. Em relação às emissões de metano do processo de tratamento de esgoto, verificou-se que o percentual de mitigação obtido com o uso de queimadores abertos com ignição automática em 2024 foi de aproximadamente 27,21% das emissões brutas. O uso desta tecnologia, apesar de ser prática adotada pela Sanepar e de baixo custo, possui ainda limitações em relação à eficiência de mitigação. Além disso, já é possível perceber um processo de transição de tecnologia, muitas ETEs têm recebido etapas de tratamento aeróbio, reduzindo as emissões de metano, e em uma proporção menor, também aumentando as emissões de N₂O.

Este panorama demonstra o desafio imposto para a empresa e para o setor de saneamento, para a transição do cenário atual para uma economia de baixo carbono. Atualmente a Sanepar desenvolve estudo e pesquisas para implantação de sistemas mais eficientes de captura e combustão controlada do biogás ou aproveitamento energético deste subproduto.

Apesar da maior complexidade operacional e custos dos projetos de baixo carbono, tais iniciativas podem oportunizar diversos benefícios entre os quais se destacam: melhoria de processos operacionais, maior eficácia na redução do passivo ambiental, antecipação e minimização de riscos regulatórios, inovação tecnológica e melhoria da imagem dos produtos e serviços perante stakeholders.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – Sumário Executivo**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2021. 45 p.

BRITEZ, R. M. et al. Estoque e incremento de carbono em florestas e povoamentos de espécies arbóreas com ênfase na Floresta Atlântica do Sul do Brasil. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 165p

DEFRA – DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT FOOD & RURAL AFFAIRS. UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting: full jun. 2024. Disponível em: <<https://www.gov.uk/government/collections/government-conversion-factors-for-company-reporting>>. Acesso em: 30 mar. 2024.

GREENHOUSE GAS PROTOCOL. **Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard**, 2011.

GREENHOUSE GAS PROTOCOL. **Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions**. Version 1, 2013.

GVCES. Centro de Estudos em Sustentabilidade FGV; WRI. *World Resources Institute. Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol*. Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa. 2ª ed. São Paulo, SP, 2010. Disponível em: <<http://ghgprotocolbrasil.com.br/especificacoes-e-notas-tecnicas-do-programa-brasileiro-ghg-protocol/?locale=pt-br>>. Acesso em: 24 out. 2017.

INGWERSEN, W. W. Supply Chain Greenhouse Gas Emission Factors v1.3 by NAICS-6. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Office of Research and Development, 2023.

IPCC (2006). Intergovernmental Panel on Climate Change. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

IPCC (2019). Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Deborah Bartram (USA), Michael D. Short (Australia), Yoshitaka Ebie (Japan), Juraj Farkaš (Slovakia), Céline Gueguen (France), Gregory M. Peters (Sweden), Nuria Mariana Zanzottera (Argentina), M. Karthik (India).

IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.

GHG Protocol (2024). **Ferramenta de Cálculo Programa Brasileiro GHG Protocol**. Disponível em: <<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/ferramenta-de-calculo>>. Acesso em: 10/04/2024.

METCALF & EDDY. (2013) **Wastewater Engineering: Treatment and Reuse**, 5th Edition. The McGraw-Hill Companies, Inc., New York, New York 10020. Tradução para o português por Ivanildo Hespanhol e José Carlos Mierzwa. (2016) Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos. AMGH Editora Ltda., a Grupo A Educação S.A. Company.

SILVA, B. G. et. al. Revisão de Metodologia de Estimativa de GEE Oriundos do Tratamento de Esgoto Sob Ótica de Empresas de Saneamento. 32º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte, 2023.

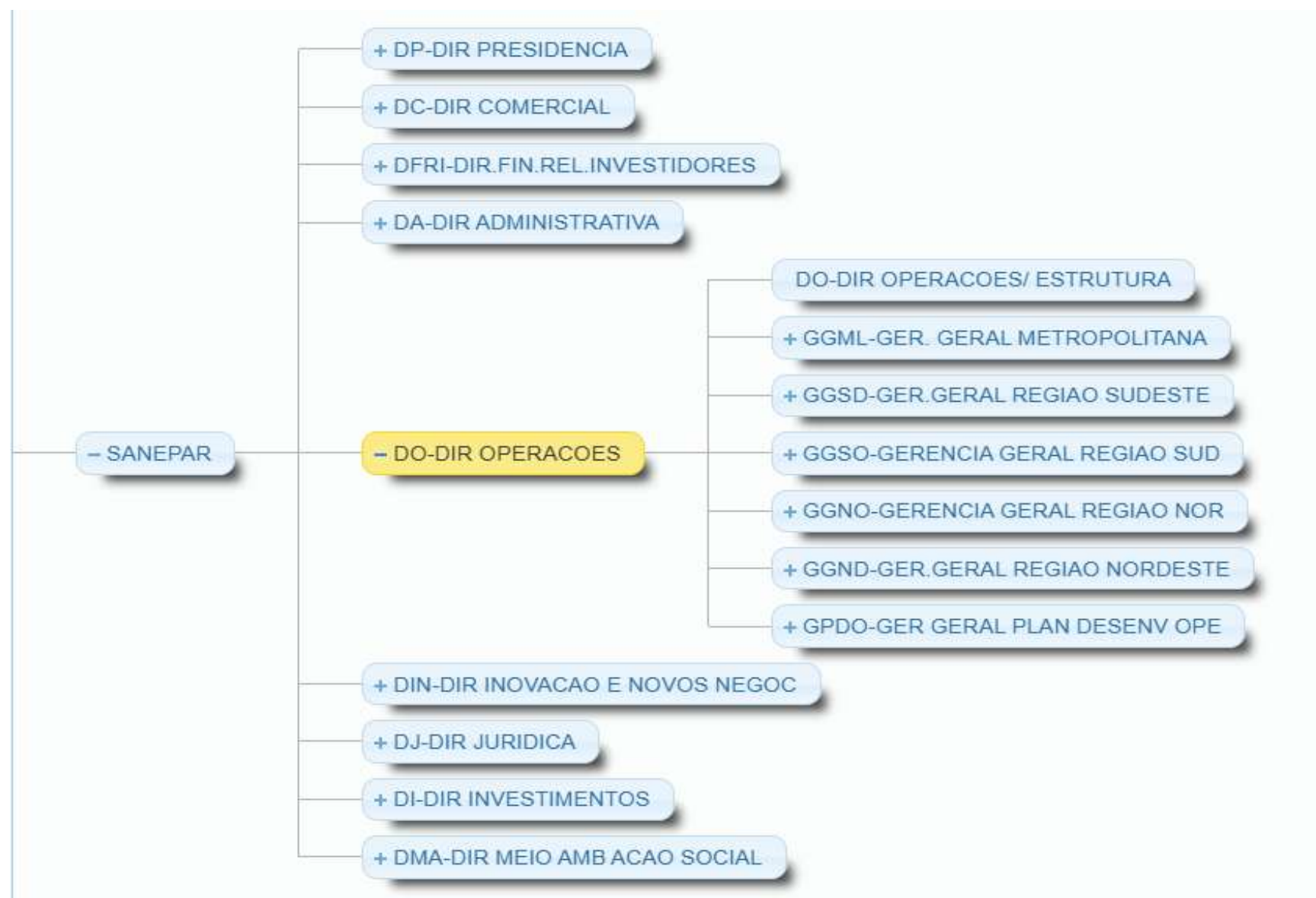
SOUZA, C. L. Estudo das Rotas de Formação, Transporte e Consumo dos Gases Metano e Sulfeto de Hidrogênio Resultantes do Tratamento de Esgoto Doméstico em Reatores UASB. Belo Horizonte: **Tese de Doutorado**, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Escola de Engenharia, 2010.

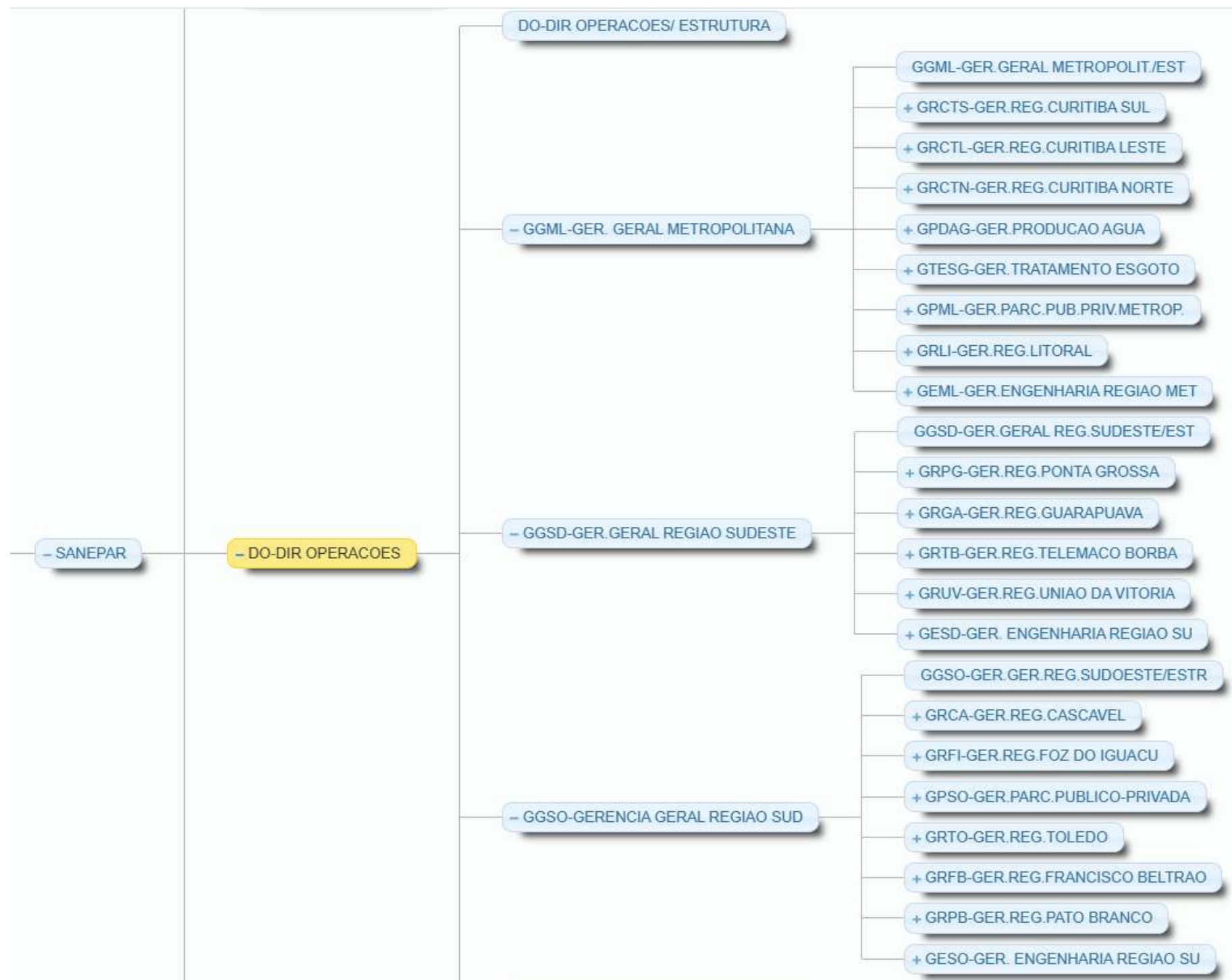
TAYYEBA, O.; Olsson, M.; Brandt, N. (2011), "The best MSW treatment option by considering greenhouse gas emissions reduction: a case study in Georgia", Waste Management & Research, Vol. 29, pp. 823–833.

United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC (2006), **Methodological "Tool to determine project emissions from flaring gases containing methane"**, Executive Board 28, Meeting Report, Annex 13, available at: <https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool06-v1.pdf>

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª ed. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.

Apêndice I – Organograma da organização





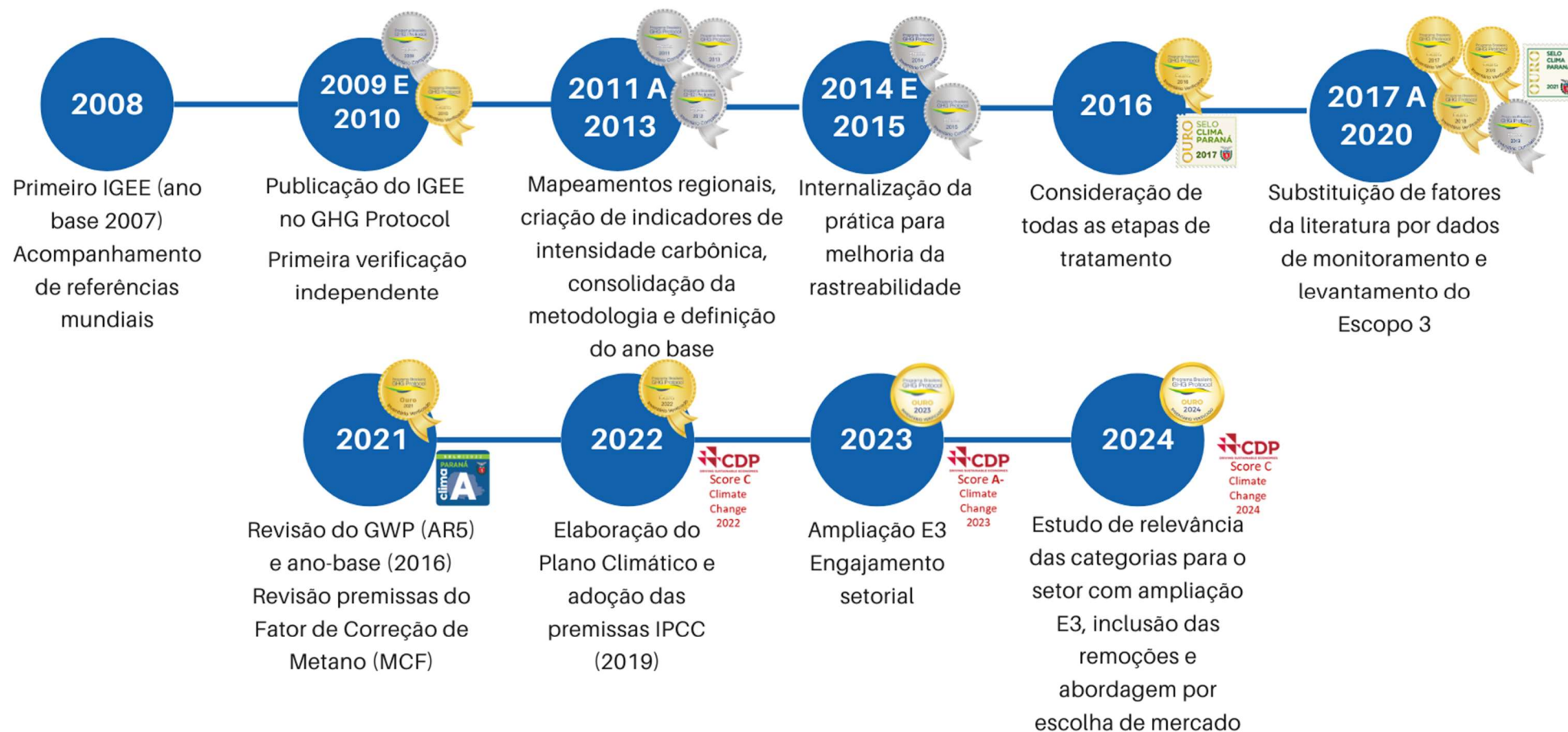


Apêndice I – Plantas que emitem mais de 10.000 tCO₂e na categoria tratamento de efluentes ou resíduos sólidos

GR	SIA	Município	ETE	Emissões totais Efluentes	Emissões biogênicas
GTESG	63	Curitiba	ETE Atuba Sul	57.785,00	2.576,67
GTESG	66	Curitiba	ETE Belém	46.446,36	0,00
GTESG	60	Curitiba	ETE CIC Xisto	41.915,81	956,70
GIDLD	135	Londrina	ETE Sul (Matadouro)	34.416,82	0,00
GRMA	144	Maringá	ETE II Sul	34.067,44	0,00
GIDLD	133	Londrina	ETE Norte (Olho d'Ág	29.849,00	62,99
GRAP		Apucarana	Aterro sanitário de Apucarana	28.077,27	1.549,50
GTESG	85	Curitiba	ETE Padilha Sul	28.034,70	462,12
GRMA	143	Maringá	ETE I Mandacaru	23.810,90	264,54
GRUM		Cianorte	Aterro sanitário de Cianorte	19.808,48	1.101,21
GRUM	233	Umuarama	ETE Pinhalzinho	18.315,00	213,67
GTESG	89	Curitiba	ETE Santa Quitéria	16.390,81	599,23
GRMA	145	Maringá	ETE III Alvorada	15.633,62	172,16
GRCA	40	Cascavel	ETE Quati (Sul)	15.089,41	141,90
GRPG	179	Ponta Grossa	ETE Verde	13.247,61	154,39
GIDLD	24	Cambé	ETE Caçadores	13.019,98	124,73
GRCA	350	Cascavel	ETE Melissa	12.219,83	52,56
GRSP	207	Santo Antonio Da Platina	ETE Boi Pintado	11.114,66	0,00
GRAP	6	Apucarana	ETE Biguaçu	10.290,44	0,00
GRPV	164	Paranavaí	ETE Vila Operária	10.193,52	98,44

Nota: As demais categorias não são rastreáveis por planta e sim por código contábil de localidade e gerência regional.

Apêndice III – Histórico de evolução do IGEE e certificações



IGEE: INVENTÁRIO DE GASES DO EFEITO ESTUFA; GWP: POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL; E3: ESCOPO 3; IPCC: PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS; MCF: FATOR DE CORREÇÃO DE METANO

Apêndice IV – Histórico de recálculos (GRI-305)

Histórico de alterações	Total Escopo 1	Total Escopo 2	Total biogênicas	Total Escopo 3
Registro Público de Emissões 2016	1.159.775,50	56.285,09	216.863,21	-
Recalculo IGEE 2017	865.096,77	56.285,09	216.863,21	-
Recalculo IGEE 2019	836.152,88	56.285,09	149.905,53	-
Recalculo IGEE 2021 (GWP 100 anos - AR4)	815.514,31	56.285,09	149.905,53	-
Recalculo IGEE 2021 (GWP 100 anos - AR5)	900.815,72	56.285,09	158.579,70	-
Recalculo IGEE 2022	874.263,99	56.285,09	32.908,77	-
Recalculo IGEE 2023	874.263,99	56.285,09	32.908,77	
Registro Público de Emissões 2017	979.363,03	65.012,13	166.867,23	-
Recalculo IGEE 2019	894.953,62	65.012,13	168.624,21	-
Recalculo IGEE 2021 (GWP 100 anos - AR4)	846.767,49	65.012,13	168.624,21	-
Recalculo IGEE 2021 (GWP 100 anos - AR5)	915.419,12	65.012,13	178.737,37	-
Recalculo IGEE 2022	912.371,10	65.012,13	10.331,83	-
Recalculo IGEE 2023	912.371,10	65.012,13	10.331,83	-
Registro Público de Emissões 2018	1.093.944,18	52.020,41	190.654,76	-
Recalculo IGEE 2019	1.007.234,91	52.020,41	193.000,84	-
Recalculo IGEE 2021 (GWP 100 anos - AR4)	970.055,46	52.020,41	193.000,84	-
Recalculo IGEE 2021 (GWP 100 anos - AR5)	1.072.834,92	52.020,41	217.203,56	-
Recalculo IGEE 2022	1.071.195,67	52.020,41	11.336,68	-
Recalculo IGEE 2023	1.071.195,67	52.020,41	10.138,73	
Registro Público de Emissões 2019	1.111.368,04	55.109,50	252.011,75	3.811,13
Recalculo IGEE 2019	1.045.281,68	55.109,50	235.551,09	3.811,13
Recalculo IGEE 2021 (GWP 100 anos - AR4)	973.239,60	55.109,50	235.551,09	3.811,13
Recalculo IGEE 2021(GWP 100 anos - AR5)	1.077.778,69	55.109,50	266.043,59	3.811,13
Recalculo IGEE 2022	1.076.340,60	55.109,50	10.924,84	3.811,13
Recalculo IGEE 2023	1.076.340,60	55.109,50	11.975,77	3.811,13
Registro Público de Emissões 2020	1.022.960,51	43.869,55	289.054,12	14.031,60
Recalculo IGEE 2021 (GWP 100 anos - AR4)	946.879,65	43.869,55	289.054,12	14.031,60
Recalculo IGEE 2021 (GWP 100 anos - AR5)	1.047.518,87	43.869,55	289.054,12	14.031,60
Recalculo IGEE 2022	1.044.816,87	43.869,55	12.386,89	14.031,60
Recalculo IGEE 2023	1.044.816,87	43.869,55	14.361,49	14.031,87
Registro Público de Emissões 2021	1.016.529,40	92.666,00	335.670,85	10.496,63
Recalculo IGEE 2021 (GWP 100 anos - AR5)	956.489,91	92.666,00	335.670,85	10.496,70
Recalculo IGEE 2022	956.489,91	92.666,00	19.715,59	10.496,70
Recalculo IGEE 2023	956.489,91	92.666,00	32.584,07	10.496,70
Registro Público de Emissões 2022	954.234,69	32.385,41	19.439,05	51.018,19
Recalculo IGEE 2023	954.234,69	32.385,41	27.882,02	51.018,19
Registro Público de Emissões 2023	915.761,57	30.339,63	66.792,68	78.615,48