

# **INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA**

**UHE Amador Aguiar I**

**Ano de 2024**



# SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>03</b>
<b>1. Introdução</b>	<b>04</b>
1.1. Mudanças Climáticas	04
1.2. Resultados do Relatório do IPCC 2023	04
1.3. Inventário de Gás de Efeito Estufa (GEE)	05
1.3.1. Escopo 1: Emissões Diretas de GEE	06
1.3.2. Escopo 2: Emissões Indiretas de GEE de eletricidade.	06
1.3.3. Escopo 3: Outras Emissões Indiretas de GEE	07
1.4. Objetivo	07
<b>2. Metodologia</b>	<b>08</b>
2.1. Princípios de contabilização e elaboração do inventário	08
2.2. Etapas do Inventário de GEE	08
2.2.1. Etapa 1: Definição de Abrangência	09
2.2.2. Etapa 2: Definição do período de referência e ano base	09
2.2.3. Etapa 3: Identificação ou reavaliação de fontes e sumidouros de GEE	10
2.2.4. Etapa 4: Coleta de dados	11
2.2.5. Etapa 5: Cálculo de Emissões de GEE	11
<b>3. Resultados</b>	<b>13</b>
3.1. Abrangência do Inventário	13
3.1.1. Limites Geográficos	13
3.1.2. Fronteiras Organizacionais	13
3.1.3. Limites Operacionais	13
3.1.4. Exclusões do inventário	13
3.2. Período de referência e ano base	14
3.2.1. Período de Referência	14
3.2.2. Ano Base	14
3.3. Identificação ou reavaliação de fontes e sumidouros de GEE	14
3.4. Resultados dos Cálculos das Emissões de GEE	14
3.4.1. Resultados Escopo 1	14
3.4.2. Resultados Totais Escopo 1	16
3.4.3. Resultados Escopo 2 (abordagem baseada na localização)	17
3.4.4. Resultados Escopo 2 (abordagem baseada na escolha de compra)	18
3.4.5. Resultados Escopo 3	20
3.4.6. Resultados Totais Escopo 3	22
3.4.7. Resultados Totais	23
3.4.8. Resultados totais (abordagem por localização)	26
3.4.9. Resultados totais (abordagem por escolha de compra)	26
<b>4. Análise de Incertezas</b>	<b>27</b>
<b>5. Referências</b>	<b>28</b>

## RESUMO

A empresa UHE Amador Aguiar I realizou o inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa referente ao ano de 2024. O inventário de emissões de gases de efeito estufa (GEE) é o instrumento gerencial que permite avaliar o impacto de uma organização sobre o sistema climático global.

A Eccaplan, responsável pela elaboração deste inventário, realizou o levantamento e identificação das fontes emissoras, analisou os valores de cada fonte e realizou os cálculos de acordo com as metodologias adequadas.

Foram contemplados neste inventário os escopos 1, 2 e 3.

As emissões do Escopo 1 (Fontes Diretas) somaram 26,644 tCO<sub>2</sub>e. As emissões de Escopo 2 (Fontes Indiretas de Energia) foram de 0,982 tCO<sub>2</sub>e. E as emissões do Escopo 3 (Outras Fontes Indiretas) 42,097 tCO<sub>2</sub>e

Escopos	Categoria	tCO <sub>2</sub> e	%
<b>Escopo 1</b>	Emissões Fugitivas	12,333	17.69%
	Combustão Móvel	12,305	17.65%
	Efluentes	1,367	1.96%
	Combustão Estacionária	0,638	0.92%
<b>Escopo 2</b>	Energia Elétrica (Localização)	0,982	1.41%
<b>Escopo 3</b>	Emissões casa-trabalho	27,156	38.95%
	Resíduos Sólidos	8,716	12.50%
	Emissões indiretas de energia e combustível	4,506	6.46%
	Viagens a Negócios	1,718	2.46%
<b>Total</b>		69,722	100%

Tabela 1 - Emissões em tCO<sub>2</sub>e por escopo ou categoria (Informações respondem GRI 305-1; 305-2; 305-3)



## 1. Introdução

### 1.1 Mudanças Climáticas

Estima-se que as atividades humanas tenham causado cerca de 1,0°C de aquecimento global acima dos níveis pré-industriais, com uma variação provável de 0,8°C a 1,2°C. É provável que o aquecimento global atinja 1,5°C entre 2030 e 2052, caso continue a aumentar no ritmo atual (IPCC, 2023).

O Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) foi criado em 1988 pela Organização das Nações Unidas (ONU) para obter dados climáticos e produzir relatórios científicos regulares capazes de demonstrar a ocorrência e a intensidade das mudanças climáticas, bem como seus efeitos atuais e riscos futuros.

Foi o IPCC que em 2013 que a partir do seu Relatório de Avaliação apresentou os dados que embasaram o acordo de Paris de 2015.

O Acordo de Paris é um tratado global, adotado em dezembro de 2015 pelos países signatários da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, acrônimo em inglês), durante a 21ª Conferência das Partes (COP21). Esse acordo rege medidas de redução de emissão de dióxido de carbono a partir de 2020, e tem por objetivos fortalecer a resposta à ameaça da mudança do clima e reforçar a capacidade dos países para lidar com os impactos gerados por essa mudança.

Em linhas gerais, os países que assinaram o acordo firmaram o compromisso de manter o aumento da temperatura média mundial “bem abaixo” dos 2 °C em relação a níveis pré-industriais e em assumir esforços para limitar esta elevação a 1,5 °C até o fim do século 21.

Todos os países que assinaram o Acordo de Paris apresentaram um plano de ações nacionais de como reduziriam as emissões (Contribuições Nacionalmente Determinadas – NDC).

O Brasil na época estipulou o compromisso de reduzir as emissões de GEE em 37% até 2025 e em 43% até 2030. Na última revisão da meta climática do país, lançada em 2024, foi estabelecido como objetivos reduzir de 59% a 67% as emissões até 2035 e atingir a neutralidade climática até 2050.

### 1.2 Resultados do Relatório do IPCC 2023

A temperatura média mundial já subiu 1,1 °C, acima dos níveis pré-industriais, consequência direta de um século de queimas de combustíveis fósseis e do uso desordenado e insustentável de energia e do solo. Este aumento da temperatura aumenta tanto a frequência quanto a intensidade dos eventos climáticos extremos, causando impactos maiores e mais perigosos às pessoas (especialmente as pessoas mais vulneráveis) e a natureza, principalmente os ecossistemas mais frágeis. Além de causar agravamento hídrico e na insegurança alimentar de todo o mundo

Para que as temperaturas médias sejam mantidas em 1,5 °C (meta do acordo de Paris), serão necessárias reduções profundas e rápidas das emissões de gases de efeito estufa em todos os setores ainda nesta década.



A proposta é o desenvolvimento resiliente ao clima, que envolve a integração de medidas de adaptação às mudanças climáticas com ações para evitar as emissões de gases de efeito estufa, proporcionando benefícios econômicos e sociais mais amplos e igualmente distribuídos.

Como exemplos de soluções que devem ser adotadas: expansão do acesso à energia limpa, eletrificação com baixa emissão de carbono, adoção de transporte com baixa ou zero emissão de carbono.

### 1.3 Inventário de Gás de Efeito Estufa (GEE)

O Inventário de Emissões de GEE é um instrumento gerencial que permite quantificar as emissões de uma determinada organização. A partir da definição de sua abrangência, da identificação das fontes e sumidouros de GEE, e da contabilização de suas respectivas emissões ou remoções, o Inventário possibilita conhecer o perfil das emissões resultantes das atividades da organização.

O inventário de emissões de gases estufa realizado pela Eccaplan segue as recomendações e normas gerais de:

- GHG Protocol - Corporate Accounting and Reporting Standards (Corporate Standard);
- GHG Protocol - Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard, ambas do World Resources Institute - WRI e do World Business Council for Sustainable Development - WBCSD;
- ABNT NBR ISO 14.064-1:20077 - Gases de efeito estufa: Parte 1: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa, da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, com base na norma ISO correspondente.
- Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol; Especificações de Verificação do Programa Brasileiro GHG Protocol; GHG Corporate Protocol - Programa Brasileiro GHG Protocol (PBGHGP) - Fundação Getúlio Vargas; World Resources Institute (FGV/GVces; WRI, 2011);

Os protocolos listados acima possuem credibilidade internacional. A principal finalidade em adotá-los está em obter um relatório passível de comparação em âmbito nacional e global.

Esta metodologia atende às Resoluções INEA 43 e 64, do Rio de Janeiro, e Resolução CETESB no 254/2012/V/I, de 22 de agosto de 2012.

O programa de Gerenciamento de Emissões de GEE é um conjunto de ações gerenciais que permitem a avaliação do desempenho empresarial em relação aos impactos sobre a mudança do clima global, subsidiando a implantação de estratégias específicas e a identificação de riscos e oportunidades emergentes pelo novo cenário ambiental global.

As informações geradas a partir da elaboração de um Inventário de Emissões de GEE podem cumprir os seguintes objetivos:

- Monitoramento de emissões de GEE: acompanhar e registrar a evolução das emissões ao longo do tempo. Identificar oportunidades de ganhos de eficiência operacional e redução

- Benchmarking: comparar as emissões de cada unidade operacional ou de cada setor de uma organização;
- Avaliação de riscos e oportunidades: identificar e mitigar os riscos regulatórios e associados a futuras obrigações em relação a taxas de emissão de GEE ou restrições de emissão, bem como avaliar potenciais oportunidades custo-efetivas de reduções de emissão;
- Estabelecimento de metas: subsidiar o estabelecimento de metas de redução de emissões de GEE e o planejamento de estratégias de mitigação;
- Participação em programas de divulgação de gestão climática: permitir a divulgação de informações sobre o desempenho climático da organização (e.g. GHG Protocol, CDP, ISE, ICO2)
- Quando aplicado à cadeia de valor de uma organização, o inventário permite também a avaliação da sustentabilidade climática de processos externos, por exemplo, produção de matérias primas, utilização e disposição de produtos e logística de distribuição.

### 1.3.1 Escopo 1: Emissões Diretas de GEE

São as emissões provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela empresa. As atividades normalmente associadas às emissões diretas são:

Geração de eletricidade, calor ou vapor, em fontes estacionárias como caldeiras, fornos e turbinas; no caso de venda de eletricidade própria a outra empresa, as emissões não são abatidas pela empresa geradora, mas podem ser comunicadas em informação opcional

Processamento ou fabricação de produtos químicos e materiais, como cimento, alumínio, ácido adípico, amoníaco e processamento de resíduos.

Transporte de materiais, produtos, resíduos e colaboradores, em veículos da organização, que representam emissões em fontes móveis

Fuga de emissões, intencionais ou não, de fontes próprias, como descargas de GEE na ligação de equipamentos, tampas, embalagens e em tanques; emissões de metano de minas de carvão e ventilação; emissões de hidrofluorcarbonetos (HFCs) com a utilização de equipamento de refrigeração e de ar-condicionado; e fugas de metano devido ao transporte de gás.

### 1.3.2 Escopo 2: Emissões Indiretas de GEE de eletricidade

Contabiliza as emissões da geração de eletricidade adquirida ou consumida pela empresa, sendo a eletricidade adquirida aquela que é comprada ou trazida para dentro dos limites organizacionais da empresa. No Escopo 2, são contabilizadas as emissões que ocorrem fisicamente no local onde a eletricidade é gerada.

Para muitas empresas, a eletricidade comprada representa uma das maiores fontes de emissões, bem como a oportunidade mais significativa para reduzi-las. Além disso, comunicar as emissões do Escopo 2 permite às empresas avaliarem os riscos e oportunidades associadas à alteração de custos da eletricidade e das emissões de GEE.



A redução das emissões em virtude do consumo de eletricidade é possível pelo investimento em tecnologias eficientes e na conservação energética, bem como pela aquisição de energia renovável. A instalação de sistemas de cogeração de energia é outra possibilidade para substituição da compra de eletricidade intensa em GEE

### 1.3.3 Escopo 3: Outras Emissões Indiretas de GEE

Essa categoria permite a abordagem de todas as outras emissões indiretas, ou seja, aquelas decorrentes das atividades da empresa que são produzidas em fontes que não pertencem ou não são controladas pela empresa. O Escopo 3 permite ainda que a empresa mantenha foco apenas nas atividades que são importantes para seus negócios e objetivos e para as quais tenha informações mais fidedignas.

As atividades comumente incluídas no Escopo 3, desde que não se caracterizem como de emissão direta, são:

Extração e produção de materiais e combustíveis comprados;

- Atividades relacionadas ao transporte de materiais em veículos que não sejam da organização ou bens comprados, de combustíveis comprados, de produtos vendidos, de resíduos, viagens de negócios dos colaboradores, deslocamento dos colaboradores no trajeto casa-trabalho-casa;
- Atividades relacionadas ao consumo de energia elétrica que não estejam incluídas no Escopo 2 (extração, produção e transporte de combustíveis, consumo na produção de eletricidade, compra de eletricidade para revenda ao consumidor final, produção de eletricidade consumida num sistema de T&D);
- Bens arrendados, franquias e atividades terceirizadas;
- Utilização de produtos e serviços vendidos;
- Tratamento de lixo produzido em operações, gerado pela produção de materiais e combustíveis comprados ou dos produtos vendidos no final de sua vida.

## 1.4 Objetivo

Realizar o mapeamento das emissões de gases de efeito geradas pela organização UHE Amador Aguiar I no ano 2024.

## 2. Metodologia

O programa de Gerenciamento de Emissões de GEE da Eccaplan é um conjunto de ações gerenciais que permitem a avaliação do desempenho empresarial em relação aos impactos sobre a mudança do clima global, subsidiando a implantação de estratégias específicas e a identificação de riscos e oportunidades emergentes pelo novo cenário ambiental global.

### 2.1 Princípios de contabilização e elaboração do inventário

Os seguintes princípios orientaram a elaboração deste estudo (FGV/GVces; WRI, 2011):

- **Relevância:** Assegurar que o Inventário de GEE reflita apropriadamente as emissões do processo em foco e que atenda às necessidades de tomada de decisão de seus usuários.
- **Completeza:** Registrar todas as fontes e atividades emissoras de GEE dentro dos limites selecionados do inventário. Documentar e justificar quaisquer exclusões específicas;
- **Consistência:** Utilizar metodologias reconhecidas e consubstanciadas tecnicamente, que permitam comparações das emissões com as de outros processos similares. Documentar claramente quaisquer alterações de dados, limites de inventário, métodos empregados ou quaisquer outros fatores relevantes no dado período.
- **Transparência:** Tratar todos os assuntos relevantes de forma coerente e factual, alicerçada em evidências objetivas. Revelar quaisquer suposições relevantes, bem como fazer referência apropriada às metodologias de cálculo e de registro e ainda às fontes de dados utilizadas.
- **Acuidade:** Por meio da aplicação de dados apropriados, de fatores de emissão ou estimativas, assegurar que a quantificação de emissões de GEE não esteja subestimada ou superestimada. Reduzir o viés e as incertezas ao mínimo possível e obter um nível de determinação que possibilite segurança nas tomadas de decisões.

### 2.2 Etapas do Inventário de GEE

As etapas conceituais utilizadas para a elaboração deste inventário são apresentadas no fluxograma abaixo e explicadas em seguida:



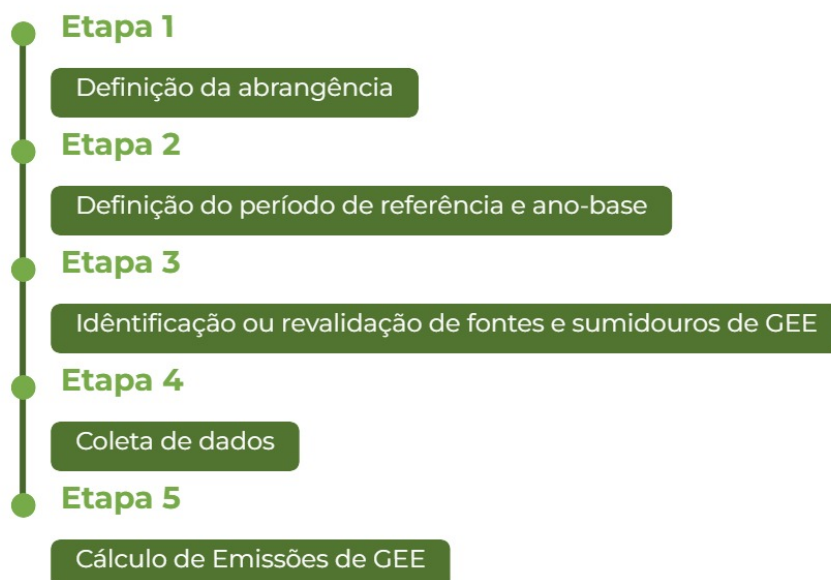


Figura 1 - Etapas no inventário de emissões de GEE

Iniciamos o processo com a definição da abrangência do inventário (Etapa 1), ou seja, é necessário determinar quais instalações e atividades da organização serão contempladas pelo inventário, estabelecendo, assim, seu limite organizacional. Em seguida, define-se o período de referência e ano-base do inventário (Etapa 2).

São identificadas e hierarquizadas as fontes e sumidouros de GEE da organização (Etapa 3). Em seguida, realiza-se o processo de coleta de dados (Etapa 4). Para a realização do cálculo das emissões (Etapa 5), são utilizados os dados coletados de atividades emissoras, bem como os fatores de emissão.

## 2.1.1 Etapa 1: Definição de Abrangência

### 2.1.1.1 Limites organizacionais

São determinados por meio da identificação das emissões de GEE associadas às operações da empresa incluídas nos limites organizacionais. Essas emissões devem ser classificadas como diretas ou indiretas. As emissões diretas são aquelas provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela empresa. Já as emissões indiretas são decorrentes das atividades da empresa, porém causadas por fontes que pertencem ou são controladas por outra empresa. Portanto, determinar se as emissões são diretas ou indiretas depende da abordagem escolhida para o estabelecimento dos limites organizacionais.

### 2.1.1.2 Fronteiras organizacionais

Duas abordagens são possíveis para a consolidação das emissões e remoções em nível organizacional. Abaixo, são definidas cada uma dessas abordagens é indicada a opção utilizada neste inventário.

- **Participação Acionária:** a organização assume as emissões de GEE das operações de acordo com a sua participação societária.

- Controle Operacional: a organização é responsável por 100% das emissões de GEE das operações sobre as quais tem controle operacional.

### 2.2.1.3 Fronteiras operacionais

A definição de fronteiras operacionais leva em conta a identificação das fontes e sumidouros de GEE associadas às operações por meio de sua categorização em emissões diretas ou indiretas, utilizando-se o conceito dos escopos 1, 2 e 3 (explicados acima, neste inventário).

## Etapa 2: Definição do período de referência e ano base

### Período de referência

Com a definição do escopo, é necessário estipular o período de referência. Ele corresponde a um recorte de tempo da quantificação de emissões. Normalmente os inventários de GEE possuem um recorte anual.

### 2.2.2.2 Ano Base

O ano base é ponto de referência no passado com relação ao qual as emissões atmosféricas atuais podem ser comparadas com consistência.

O recálculo retroativo ao ano base deve ser realizado sempre que houver mudanças que acarretem tanto o aumento como a diminuição das emissões, ou seja, sempre que a alteração comprometer a consistência e a relevância das análises ao longo do tempo. Os seguintes casos podem resultar na necessidade de recálculo das emissões:

- Mudanças estruturais significativas que alterem as fronteiras do inventário: (i) fusões, aquisições e desinvestimentos; (ii) terceirização e incorporação de atividades emissoras; e (iii) mudança da atividade emissora para dentro ou para fora dos limites geográficos do Programa (GHG Protocol Brasil);
- Alterações significativas na metodologia de cálculo, melhoria na exatidão dos fatores de emissão ou dos dados de atividade que resultem em um impacto significativo sobre os dados de emissões ou no ano base;
- Descoberta de erros significativos ou de um determinado número de erros acumulados que resultem em mudanças significativas nos resultados.

## 2.2.3. Etapa 3: Identificação ou reavaliação de fontes e sumidouros de GEE

De acordo com o Programa Brasileiro do GHG Protocol, os Inventários devem contemplar os 7 tipos de GEE que fazem parte do reporte do Protocolo de Kyoto: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido de nitrogênio ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorcarbono (HFCs), perfluorocarbono (PFCs), hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ), e trifluoreto de nitrogênio ( $\text{NF}_3$ ).

Adicionalmente, o Protocolo de Montreal inclui os gases depletadores da camada de ozônio como os hidroclorofluorcarbono (HCFCs), que também contribuem para o aquecimento global

Cada GEE possui um Potencial de Aquecimento Global (PAG) associado, que é a medida do quanto cada gás contribui para o aquecimento global. O PAG é um valor relativo que compara o



potencial de aquecimento de uma determinada quantidade de gás com a mesma quantidade de CO<sub>2</sub> que, por padronização, tem o PAG de valor igual a 1. O PAG é sempre expresso em termos de equivalência de CO<sub>2</sub>- CO<sub>2</sub>e

A tabela abaixo apresenta os valores do PAG utilizados no Inventário:

Gás	Potencial de Aquecimento Global (PAG)
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	1
Metano (CH <sub>4</sub> )	28
Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)	265
Hexafluoreto de enxofre (SF <sub>6</sub> )	22.800
Trifluoreto de nitrogênio (NF <sub>3</sub> )	17.200
PFCs	7.390-17.700
HCFCs	5-14.400

Tabela 2 - Potencial de aquecimento global de gases na metodologia. Fonte: PBGHGP, 2023.

#### 2.2.4. Etapa 4: Coleta de dados

1. A Eccaplan parametrizou com a organização inventariada as categorias e suas principais fontes de emissão reportadas no inventário;
2. Os responsáveis da organização inventariada verificaram a melhor forma de obter os dados referente a operação para preenchimento do sistema.

#### 2.2.5. Etapa 5: Cálculo de Emissões de GEE

Todos os cálculos do inventário foram realizados via ferramenta Eccaplan. As emissões e remoções de GEE são calculadas por cada fonte e sumidouro individualmente segundo fórmula a seguir:

$$E_{i,g,y} = DA_{i,y} \cdot FE_{i,g,y} \cdot PAG_g$$

onde:

- **E** - Emissões ou remoções de GEE g, atribuíveis à fonte ou sumidouro i, durante o ano y, em tCO<sub>2</sub>e;
- **DA** - Dado consolidado de atividade referente à fonte ou sumidouro i, para o ano y, na unidade u. Como ressaltado anteriormente, o dado de atividade consolidado consistirá de todos os atributos registrados de cada fonte/sumidouro.
- **FE** - Fator de emissão ou remoção do GEE g, aplicável à fonte ou sumidouro i, no ano y, em t GEE g/u;
- **PAG** - Potencial de aquecimento global do GEE g, em tCO<sub>2</sub>e/t GEEg;
- **i** - Índice que denota uma atividade da fonte ou sumidouro individual;

- **g** - Índice que denota um GEE;
- **u** - Índice que denota a unidade de um dado de atividade consolidado;
- **y** - Ano de referência do relatório.

A escolha do método de cálculo apropriado decorreu da disponibilidade de dados e de fatores de emissão específicos, das tecnologias de combustão utilizadas no processo, entre outros. Os cálculos foram implementados por meio de operação de relacionamento entre o banco de dados de fontes de emissão, ora compilado, e banco de dados de fatores de emissão curado pela Eccaplan.

A equipe técnica da Eccaplan fica responsável por atualizar periodicamente o seu sistema com os fatores de emissão de acordo com metodologias consagradas internacionalmente para confecção de inventários de GEE. Os fatores de emissão são baseados nas seguintes referências.

Referência	Descrição
ANP 2012	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - <a href="http://www.anp.gov.br/">http://www.anp.gov.br/</a>
ASHRAE 2019	Designation and Safety Classification of Refrigerants - ANSI / ASHRAE Standard 34 - 2019
BEN 2024	Ministério de Minas e Energia. Balanço Energético Nacional 2024 (ano base 2023). - <a href="https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2024">https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2024</a>
DEFRA 2024	DEFRA - UK Government conversion factors for Company Reporting. Ano: 2024. - <a href="https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2024">https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2024</a>
IPCC 2006	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html</a>
IPCC 2013	IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change 2013 (AR5) - <a href="https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/">https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/</a>
IPCC 2019	2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - <a href="https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html">https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html</a>
MCTIC 2016	Ministério da Ciência, Tecnologia, Comunicação e Inovação. Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília: MCTIC, 2016. - <a href="http://sirene.mctic.gov.br">http://sirene.mctic.gov.br</a>
MMA 2014	Ministério do Meio Ambiente. Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013. Ano-base 2012. Relatório Final. - <a href="http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario_de_Emissoes_por_Veiculos_Rodoviaros_2013.pdf">http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario_de_Emissoes_por_Veiculos_Rodoviaros_2013.pdf</a>
PBGHGP	Programa Brasileiro GHG Protocol, Ferramenta de Cálculo, Ciclo 2025 - <a href="https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-sustentabilidade/projetos/programa-brasileiro-ghg-protocol">https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-sustentabilidade/projetos/programa-brasileiro-ghg-protocol</a>

Tabela 3 - Principais referências para elaboração do inventário.



## 3. Resultados

### 3.1. Abrangência do Inventário

#### 3.1.1. Limites Geográficos

Os limites geográficos deste relatório referem-se à cidade de Araguari, no estado de Minas Gerais, Brasil, onde estão as instalações da organização inventariada.

#### 3.1.2. Fronteiras Organizacionais

O Inventário de Emissões de GEE da UHE Amador Aguiar I de 2024 foi elaborado com base na abordagem de Controle operacional.

#### 3.1.3. Limites Operacionais

Neste inventário foram considerados os Escopos 1, 2 e 3 que abrange as emissões ocorridas no ano de 2024.

Escopos	Categoria
Escopo 1	Emissões Fugitivas
	Combustão Móvel
	Efluentes
	Combustão Estacionária
Escopo 2	Energia Elétrica (Localização)
Escopo 3	Emissões casa-trabalho
	Resíduos Sólidos
	Emissões indiretas de energia e combustível
	Viagens a Negócios

Tabela 4 - Limites operacionais relatados no inventário.

#### 3.1.4. Exclusões do inventário

Registro de exclusão do inventário		
Item	Categoria	Escopo
Emissões de GEE em área inundada	Emissões Fugitivas	<input checked="" type="radio"/> Escopo 1
<p>As emissões dos reservatórios da UHE Amador Aguiar I e II não foram incluídas neste inventário devido às incertezas metodológicas das estimativas atualmente disponíveis. Métodos como o cálculo por energia gerada ou o uso da ferramenta G-res ainda apresentam limitações quanto à representatividade dos parâmetros e à generalização dos resultados. Fatores locais, como profundidade, tempo de residência da água, uso e ocupação do solo e regime hidrológico, influenciam fortemente o balanço de emissões, dificultando a aplicação de fatores padrão. A organização reconhece a importância dessa fonte e está avaliando melhorias técnicas e metodológicas práticas para possibilitar sua inclusão em ciclos futuros, conforme o avanço das metodologias e a obtenção de dados mais específicos do empreendimento.</p>		

## 3.2 Período de referência e ano base

*informações respondem GRI 305-1; 305-2; 305-3*

### 3.2.1. Período de Referência

O presente inventário abrange as emissões provenientes de atividades realizadas pela UHE Amador Aguiar I no ano de 2024 (1 de janeiro de 2024 a 31 de dezembro de 2024).

## 3.3 Identificação ou reavaliação de fontes e sumidouros de GEE

O Inventário da(s) unidade(s) considerou as emissões de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub> e NF<sub>3</sub> de acordo com as fontes de emissão mapeadas e a disponibilidade de dados. Adicionalmente, o inventário também computou as emissões de origem renovável.

Os gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O são gerados das seguintes maneiras:

- **CO<sub>2</sub>**: gerado na queima de combustíveis fósseis (como diesel, gás natural, querosene e gás liquefeito de petróleo) por fontes móveis e estacionárias. Ademais existem emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas com o tratamento de resíduos e o uso de fertilizantes agrícolas;
- **CH<sub>4</sub>**: gerado na queima de combustíveis por fontes móveis e estacionárias, emissões fugitivas nas linhas de distribuição de GN e na decomposição de matéria orgânica em processos de tratamento resíduos sólidos;
- **N<sub>2</sub>O**: gerado na queima de combustíveis fósseis (como diesel, gás natural, querosene e gás liquefeito de petróleo) por fontes móveis e estacionárias. Ademais, existem emissões de N<sub>2</sub>O relacionadas com o tratamento de resíduos e o uso de fertilizantes agrícolas;

## 3.4. Resultados dos Cálculos das Emissões de GEE



### **3.4.1. Resultados do Escopo 1**

*Informações respondem GRI 305-1*

O Escopo 1 contempla as emissões diretas de GEE provenientes de fontes que pertencem ou que são controladas pela organização, como geradores de energia, veículos à combustão, processos industriais diversos e emissões fugitivas.

Categorias de emissões do escopo 1 para o inventário de 2024 da UHE Amador Aguiar I:

## • Combustão Estacionária

Combustão Estacionária				
Item	Consumo	Unidade	Emissões tCO <sub>2</sub> e	Emissões tCO <sub>2</sub> biogênico
Consumo de óleo diesel em geradores	280	L	0,638	0,094

Tabela 5 - Informações e resultados de Combustão Estacionária



## • Emissões Fugitivas

Emissões Fugitivas				
Item	Consumo	Unidade	Emissões tCO <sub>2</sub> e	Emissões tCO <sub>2</sub> biogênico
Estimativa de emissões de R-410A em CO <sub>2</sub> e	11.507,82	KG	11,508	0
Estimativa de emissões de H-32 em CO <sub>2</sub> e	451	KG	0,451	0
Extintores de Incêndio de CO <sub>2</sub>	373,992	KG	0,374	0
Emissões de GEE em área inundada	0	KG	0	0

Tabela 6 - Informações e resultados de Emissões Fugitivas

## • Combustão Móvel

Combustão Móvel				
Item	Consumo	Unidade	Emissões tCO <sub>2</sub> e	Emissões tCO <sub>2</sub> biogênico
Consumo de gasolina por veículos CCBE	7.495,727	L	12,305	3,202

Tabela 7 - Informações e resultados de Combustão Móvel



## • Efluentes

Efluentes				
Item	Consumo	Unidade	Emissões tCO <sub>2</sub> e	Emissões tCO <sub>2</sub> biogênico
Emissões de CH <sub>4</sub> da ETE	46,569	KG	1,304	0
Emissões de N <sub>2</sub> O da ETE	0,239	KG	0,063	0

Tabela 8 - Informações e resultados de Efluentes

### 3.4.2. Resultados Totais do Escopo 1

Resultados Totais do Escopo 1		
Categoria	Emissões tCO <sub>2</sub> e	Emissões de CO <sub>2</sub> biogênico
Emissões Fugitivas	12,333	0
Combustão Móvel	12,305	3,202
Efluentes	1,367	0
Combustão Estacionária	0,638	0,094

Tabela 9 – Informações das emissões do escopo 1 por categoria

### Emissões por categorias - Escopo 1

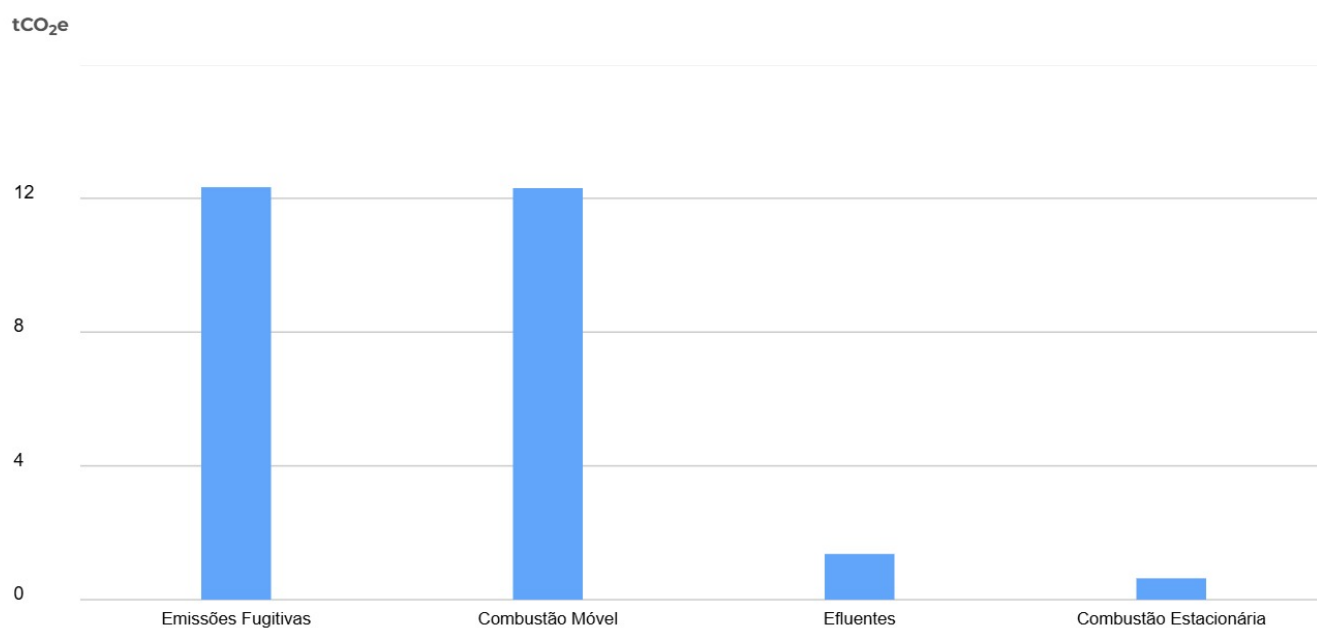


Gráfico 1 – Resultado total Escopo 1.



### 3.4.3. Resultados do Escopo 2 (abordagem baseada na localização)

Informações respondem GRI 305-2

Foram consumidos 19,32 MWh de eletricidade pela UHE Amador Aguiar I, resultando na liberação de 0,982 toneladas de carbono na atmosfera, valor que representa 1.41% das emissões totais do inventário de 2024.

Emissões de Escopo 2 - Abordagem baseada na localização			
Indicador	Consumo (MWh)	Emissões tCO <sub>2</sub> e	Emissões tCO <sub>2</sub> biogênico
Consumo de eletricidade da rede	19,32	0,982	0

Tabela 10 – Informações das emissões do escopo 2

#### Gráfico relacional entre consumo de eletricidade e emissões

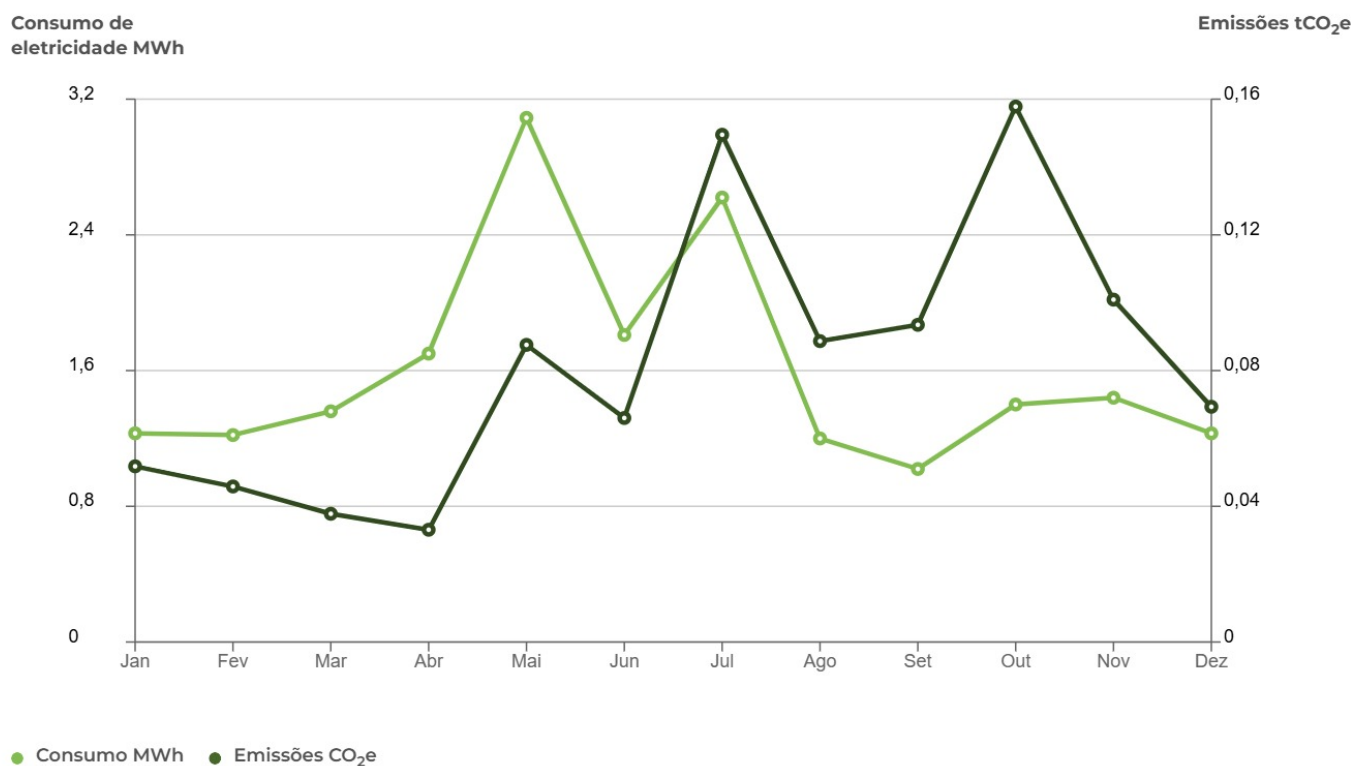


Gráfico 2 – Resultado Escopo 2

### **3.4.5. Resultados do Escopo 3**

*Informações respondem GRI 305-3*

O Escopo 3 corresponde às emissões indiretas de GEE que ocorrem na cadeia de valor da organização, mas que não estão sob seu controle ou propriedade direta. Incluem atividades upstream, como extração e produção de matérias-primas, transporte de insumos e viagens a negócios, e a downstream, como uso e descarte de produtos ou serviços. Sua contabilização é essencial para uma visão completa do impacto climático, pois geralmente representa a maior parcela das emissões totais de uma empresa.

Categorias de emissões do escopo 3 para o inventário de 2024 da UHE Amador Aguiar I:

## • Emissões casa-trabalho

Emissões casa-trabalho				
Item	Consumo	Unidade	Emissões tCO <sub>2</sub> e	Emissões tCO <sub>2</sub> biogênico
Automóvel flex a gasolina	7.645,53	L	12,891	3,15
Automóvel flex a gasolina - Etios	54.000	KM	6,194	1,514
Consumo de óleo diesel - Sprinter	1.772,727	L	4,049	0,589
Consumo de gasolina por veículos diversos	2.388,18	L	4,022	0,984
Automóvel flex a gasolina - Gol	50.042,3	KM	0	0

Tabela 11 - Informações e resultados de Emissões casa-trabalho



## • Viagens a Negócios

Viagens a Negócios				
Item	Consumo	Unidade	Emissões tCO <sub>2</sub> e	Emissões tCO <sub>2</sub> biogênico
Viagens aéreas de curta distância	9.519,32	KM	1,532	0
Viagens aéreas de média distância	1.691,18	KM	0,186	0

Tabela 12 - Informações e resultados de Viagens a Negócios

## • Resíduos Sólidos

Resíduos Sólidos				
Item	Consumo	Unidade	Emissões tCO <sub>2</sub> e	Emissões tCO <sub>2</sub> biogênico
Lodo de ETE	274,509	KG	7,686	0
Resíduos de cozinha e cantina	36,792	KG	1,03	0

Tabela 13 - Informações e resultados de Resíduos Sólidos

## • Emissões indiretas de energia e combustível

Emissões indiretas de energia e combustível				
Item	Consumo	Unidade	Emissões tCO <sub>2</sub> e	Emissões tCO <sub>2</sub> biogênico
Distância em rondas internas por veículo flex a gasolina	31.200	KM	3,579	0,874
Consumo de gasolina em roçadeiras	565,12	L	0,928	0,241

Tabela 14 - Informações e resultados de Emissões indiretas de energia e combustível



### 3.4.6. Resultados Totais do Escopo 3

Resultados Totais do Escopo 3		
Categoria	Emissões tCO <sub>2</sub> e	Emissões de CO <sub>2</sub> biogênico
Emissões casa-trabalho	27,156	6,237
Resíduos Sólidos	8,716	0
Emissões indiretas de energia e combustível	4,506	1,116
Viagens a Negócios	1,718	0

Tabela 15 – informações de emissões do escopo 3

### Emissões por categoria - Escopo 3

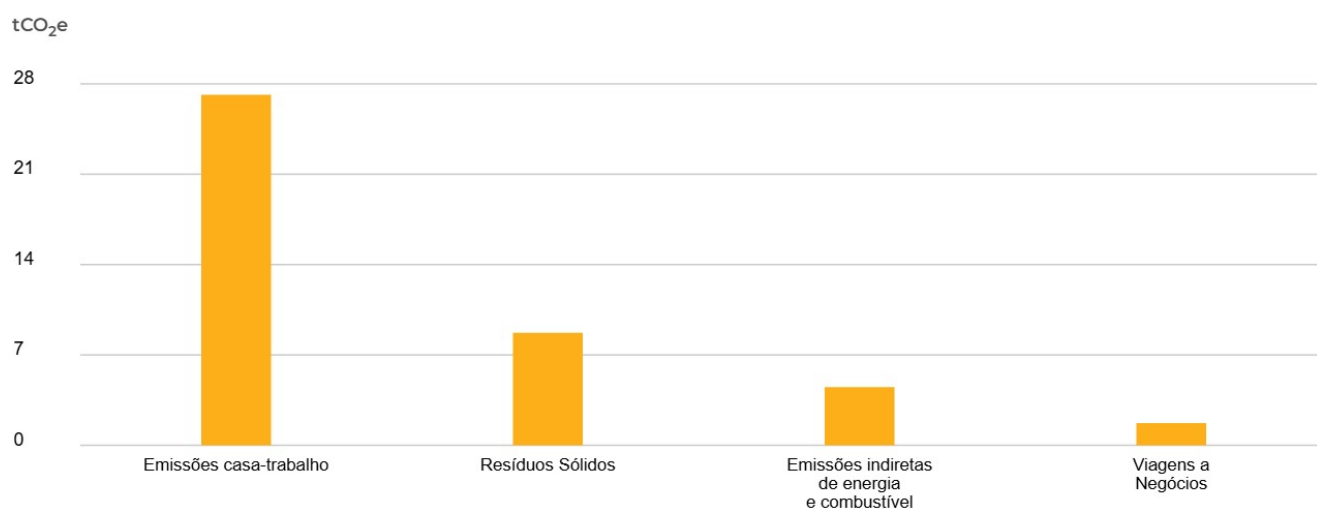


Gráfico 3 – Resultados Escopo 3.

### 3.4.7. Resultados Totais

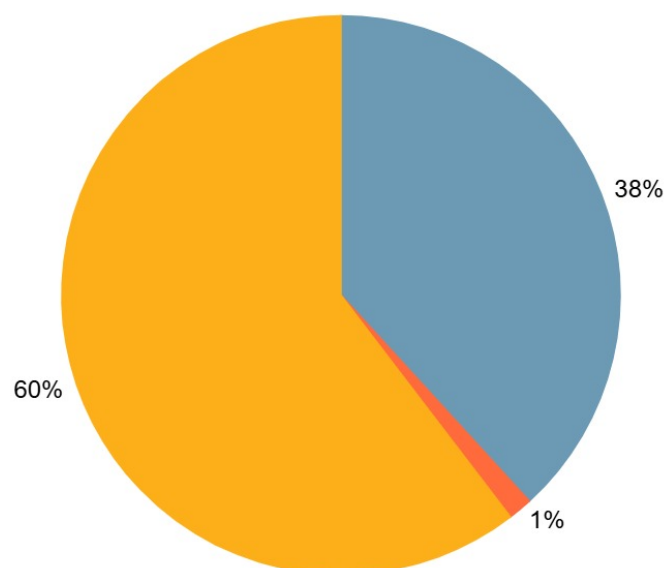
As emissões da UHE Amador Aguiar I, que incluiu em sua verificação os escopos 1, 2 e 3, referente ao ano de 2024 estão apresentadas na tabela abaixo em toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>e):

Escopos	Categoria	tCO <sub>2</sub> e	%
<b>Escopo 1</b>	Emissões Fugitivas	12,333	17.69%
	Combustão Móvel	12,305	17.65%
	Efluentes	1,367	1.96%
	Combustão Estacionária	0,638	0.92%
<b>Escopo 2</b>	Energia Elétrica (Localização)	0,982	1.41%
<b>Escopo 3</b>	Emissões casa-trabalho	27,156	38.95%
	Resíduos Sólidos	8,716	12.50%
	Emissões indiretas de energia e combustível	4,506	6.46%
	Viagens a Negócios	1,718	2.46%
<b>Total</b>		69,722	100%

Tabela 16 - Emissões em tCO<sub>2</sub>e por escopo ou categoria (Informações respondem GRI 305-1; 305-2; 305-3)

## Gráfico comparativo dos escopos totais.

### Comparativo entre emissões por escopo

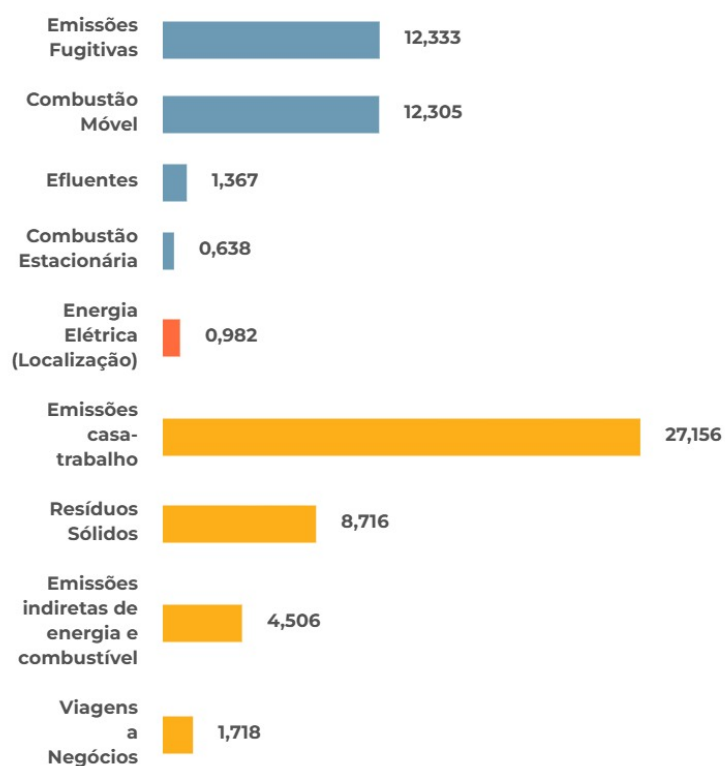


**Legenda:** ● Escopo 1 ● Escopo 2 (Localização) ● Escopo 3

Gráfico 4 – Resultado total do inventário (%)



### Gráfico de Emissões por categoria (tCO<sub>2</sub>e)



**Legenda:** ● Escopo 1 ● Escopo 2 ● Escopo 3

Gráfico 5 – Informações das emissões por categoria

### 3.4.8. Resultados totais (abordagem por localização)

Escopos	tCO <sub>2</sub> e		%
<b>Escopo 1</b>	26,644		38.21%
<b>Escopo 2</b>	0,982		1.41%
<b>Escopo 3</b>	42,097		60.38%
<b>Total</b>	69,722		100%

Tabela 14 - Emissões em tCO<sub>2</sub>e por escopo (Informações respondem GRI 305-1; 305-2; 305-3)

## 4. Análise de Incertezas

A elaboração de um inventário de emissões envolve o uso de diversas ferramentas de cálculo que utilizam previsões, parâmetros e fatores de emissão padrão. O uso dessas ferramentas acarreta certos níveis de incertezas nos cálculos do inventário.

Para minimizar tais incertezas foram usados, sempre que possível, valores baseados em fontes oficiais, como as próprias metodologias consultadas ou padrões de mercado, sempre levando em consideração os princípios de conservadorismo, exatidão e transparência

Além disso, todas as fontes dos parâmetros utilizados foram arquivadas para posterior análise e verificação por parte de uma Entidade Externa. Nessa seção, uma avaliação qualitativa das principais incertezas identificadas é apresentada, além de uma mensuração quantitativa da incerteza presente no cálculo das emissões de cada instalação da empresa.

As incertezas associadas aos inventários podem ser classificadas segundo dois critérios:

- **Incerteza científica:** ciência da emissão real e/ou processo de remoção não foi perfeitamente compreendido. Cita-se como exemplo o envolvimento significativo da incerteza científica no uso de fatores diretos e indiretos associados ao aquecimento global para a estimativa das emissões de vários GEE. A maioria dos fatores abordados neste trabalho é do IPCC.
- **Incerteza estimativa:** incerteza que surge sempre que as emissões de GEE são quantificadas. Essas ainda são classificadas em incerteza modelo, quando está associada às equações matemáticas utilizadas para caracterizar as relações entre vários parâmetros e processos de emissão; e incertezas dos parâmetros introduzidos em modelos de estimativa usados como dados de entrada nos modelos estimados

De acordo com as recomendações do IPCC Good Practice Guidance, os inventários não devem revelar emissões com vieses que poderiam ser identificados e eliminados, e as incertezas devem ser minimizadas considerando todo o conhecimento científico existente e os recursos disponíveis.

Essas recomendações foram seguidas em todas as etapas da construção do inventário, uma vez que houve uma grande preocupação em utilizar as metodologias de cálculos e fatores de emissão mais recentes de organizações com grande credibilidade referente ao cálculo de emissões. Em relação aos dados utilizados, houve atenção especial na conformidade destes com a realidade (verificação dos registros na empresa e análise dos dados recebidos), e a busca pelos dados nas unidades de medida que reduzissem as incertezas associadas às emissões



## 5. Referências

ABNT. NBR ISO 14064-1. Gases de efeito estufa - Parte 1: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2007.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2012. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/>>. Acesso em: 01 out. 2024.

ANP. ANP. RESOLUÇÃO No 8, DE 30 DE JANEIRO DE 2015 - DOU - Imprensa Nacional, 2 fev. 2015. Disponível em: < <https://www.in.gov.br/web/dou/>>. Acesso em: 01 out. 2024.

ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres, 2012. Disponível em: < [http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/16376/1\\_\\_Inventario\\_Nacional\\_de\\_Emissoes\\_Atmosfericas\\_do\\_Transporte\\_Ferrovuario\\_de\\_Cargas.html](http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/16376/1__Inventario_Nacional_de_Emissoes_Atmosfericas_do_Transporte_Ferrovuario_de_Cargas.html) >. Acesso em: 01 out. 2024.

ASHRAE. Designation and Safety Classification of Refrigerants. ANSI / ASHRAE Standard 34 – 2019.

Bureau of International Recycling (BIR). Report on the Environmental Benefits of Recycling, 2008.

CETESB. Emissões veiculares no estado de São Paulo 2017. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2019/02/Relat%C3%B3rio-Emiss%C3%B5esVeiculares-2017.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2024.

CETESB. Relatórios de Emissões Veiculares no Estado de São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/veicular/relatorios-e-publicacoes/>>. Acesso em: 01 out. 2024.

CONAMA. Resolução CONAMA nº 15, de 13 de dezembro de 1995. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA\\_RES\\_CONS\\_1995\\_015.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1995_015.pdf)>. Acesso em: 01 out. 2024.

CONTRAN. Resolução nº 445, de 25 de junho de 2013. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/download/resolucoes/resolucao4452013.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2024.

EPE. Balanço Energético Nacional, 2023. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoesdados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2023>>. Acesso em: 01 out. 2024.

FGV/GVCES; WRI. Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol: Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa, 2011.

INMET. Normais Climatológicas do Brasil 1981-2010. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 01 out. 2024.

IPCC. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006. Japan: IGES, 2006.  
[https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/support/Primer\\_2006GLs.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/support/Primer_2006GLs.pdf)

IPCC. Fifth Assessment Report: Climate Change, 2013 (AR5). Disponível em:  
<<https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>>. Acesso em: 01 out. 2024.

IPCC. Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2019  
Disponível em: <<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>>. Acesso em: 01 out. 2024.

IPCC. Mudanças Climáticas 2023: Relatório Síntese. Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas [Equipe Central de Redação, H. Lee e J. Romero (eds.)]. Genebra, Suíça: IPCC, 2023. p. 35-115. doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647

MC. Código de Trânsito Brasileiro e Legislação Complementar em Vigor, 2008. Disponível em:  
<[http://www.denatran.gov.br/publicacoes/download/ctb\\_e\\_legislacao\\_complementar.pdf](http://www.denatran.gov.br/publicacoes/download/ctb_e_legislacao_complementar.pdf)>.  
Acesso em: 01 out. 2024.

MCTIC. Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília: MCTIC, 2016. Disponível em: <<http://sirene.mctic.gov.br>>. Acesso em: 01 out. 2024.

MMA. 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários. Brasil: 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 01 out. 2024.

MMA. Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013. Ano-base 2012. Relatório Final. Disponível em:  
<[http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario\\_de\\_Emissoes\\_por\\_Veiculos\\_Rodovias\\_2013.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario_de_Emissoes_por_Veiculos_Rodovias_2013.pdf)>. Acesso em: 01 out. 2024.

SÃO PAULO. Secretaria de Energia do Estado de São Paulo. Balanço energético do Estado de São Paulo - 2010. São Paulo: 2011. Disponível em:  
<<http://www.energia.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/147.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2024.

US EPA. Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990 - 2005. Estados Unidos: abril, 2007. Disponível em: US EPA. Acesso em: 01 out. 2024

UK DEFRA. Greenhouse gas conversion factors for company reporting: 2012 guidelines. United Kingdom Department of Environment, Food and Rural Affairs, 2012.