

# Visão climática para os negócios:

INVENTÁRIO DE EMISSÕES  
DE GASES DE EFEITO ESTUFA



**Ficha Catalográfica**

F523v Firjan  
Visão climática para os negócios : inventário de emissões de gases de efeito estufa / Firjan. – Rio de Janeiro: [s.n], 2025.  
67 p. : il., color.

Inclui bibliografia

1. Efeito estufa – gases. 2. Mudanças climáticas. 3. Aquecimento global. 4. Medidas mitigadoras. I. Título.

CDD 577.276



**MAR. 2025**

[www.firjan.com.br](http://www.firjan.com.br)  
Av Graça Aranha, 1, 10º andar  
Centro, Rio de Janeiro  
[sustentabilidade@firjan.com.br](mailto:sustentabilidade@firjan.com.br)

## Expediente

Firjan – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

Presidente

**Luiz César Caetano**

1º Vice-Presidente Firjan

**Carlos Erane de Aguiar**

2º Vice-Presidente Firjan

**Henrique Antônio Nora Oliveira Lima Junior**

1º Vice-Presidente CIRJ

**Isadora Landau Remy**

2º Vice-Presidente CIRJ

**Antonio Carlos Vilela**

Diretora de Gestão de Pessoas, Diversidade e Produtividade

**Adriana Torres**

Diretor Executivo SESI SENAI

**Alexandre dos Reis**

Diretor de Competitividade Industrial e Comunicação Corporativa (Interino)

**Carlos Magno Lucas de Nascimento**

Diretora de Compliance e Jurídico

**Gisela Pimenta Gadelha**

Diretora de Finanças e Serviços Corporativos

**Luciana Costa M. de Sá**

Diretor de Educação e Cultura

**Vinícius Cardoso**

## CONTEÚDO TÉCNICO

### GERÊNCIA-GERAL DE COMPETITIVIDADE

Gerente Geral de Competitividade

**Luis Augusto Azevedo**

Gerente de Sustentabilidade

**Jorge Peron Mendes**

Equipe Técnica

**Andrea Lopes**

**Carolina Zoccoli**

**Juliana Ramos**

**Lídia Aguiar**

**Letícia Dutra**

**Luana Fernandes**

**Renata Rocha**

**Viviane Parente**

Revisão Técnica Externa

**Pedro Henrique Rocha Valle**

## PROJETO GRÁFICO

### GERÊNCIA-GERAL DE REPUTAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Gerente Geral de Reputação e Comunicação

**Karla de Melo**

Gerente de Comunicação Corporativa e Eventos

**Amanda Zarife**

Gerente de Publicidade e Marca

**Fernanda Marino**

Coordenadora de Criação e Produção Audiovisual

**Danielle Pascoalino**

Coordenador de Gestão da Reputação e Inteligência de Dados

**Eduardo Baesso**

Equipe Técnica

**Ana Paula Bartolomeu**

**Margareth Moreira**

# Sumário

<b>MENSAGEM DO PRESIDENTE</b> .....	<b>5</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>2. ABREVIATURAS</b> .....	<b>7</b>
<b>3. LEGISLAÇÃO</b> .....	<b>8</b>
3.1 Nacional .....	8
3.2 Estado do Rio de Janeiro .....	8
<b>4. INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE</b> .....	<b>11</b>
4.1 Bases normativas .....	12
4.2 Princípios .....	13
<b>5. INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS</b> .....	<b>14</b>
5.1 Caracterização do empreendimento .....	15
5.2 Limites organizacionais e geográficos .....	15
5.3 Ano de referência e ano base.....	17
5.4 Metodologia(s) utilizada(s).....	18
5.5 Gases de efeito estufa inventariados, o potencial de aquecimento global e fatores de emissão (FE) utilizados.....	18
5.6 Resultado do inventário por escopo, categoria e processos .....	20
5.6.1 Escopo 1: Emissões diretas de GEEs .....	22
5.6.2 Escopo 2: Emissões indiretas de GEEs.....	37
5.6.3 Escopo 3: Outras emissões indiretas de GEEs.....	43
5.7 Resumo das emissões totais de GEE e CO <sub>2</sub> biogênico .....	50
5.8 Indicadores de intensidade de carbono .....	54
5.9 Incerteza do inventário .....	55
5.10 Fontes excluídas .....	58
<b>6. VERIFICAÇÃO DE INVENTÁRIO DE GEE</b> .....	<b>59</b>
6.1 Bases normativas .....	59
6.2 Princípios da verificação .....	60
6.3 Nível de confiança .....	60
6.4 Materialidade .....	61
6.5 Etapas da verificação .....	61
6.6 Recebendo a verificação independente .....	62
<b>7. SISTEMA DE RELATO DE EMISSÕES DE GEE – INEA</b> .....	<b>63</b>
<b>8. REGISTRO PÚBLICO DE EMISSÕES</b> .....	<b>64</b>
8.1 Selos GHG Protocol .....	64
<b>9. CONCLUSÃO</b> .....	<b>65</b>
<b>10. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>66</b>

# Mensagem do presidente

As mudanças climáticas e seus efeitos são um dos principais desafios a serem enfrentados na atualidade, seja devido à insegurança energética e alimentar, ou a catástrofes naturais, como eventos climáticos extremos, escassez hídrica, proliferação de doenças e alterações na produção agrícola. Esses impactos das mudanças do clima afetam não só as pessoas, mas diretamente as empresas e a economia.

Desde a sua primeira edição, em 2010, o *Global Risk Report*<sup>1</sup>, do Fórum Econômico Mundial, destaca as mudanças climáticas e suas consequências como uma das principais ameaças de escala global ao desenvolvimento econômico na atualidade.

A relevância da questão climática nos indicadores de avaliação de risco do setor financeiro também é destacada na pauta ESG (sigla em inglês para ambiental, social e governança). Investidores e Bancos Centrais em todo o mundo reconhecem cada vez mais que as mudanças climáticas devem ser incluídas como risco à política monetária e à própria estabilidade do sistema financeiro.

A importância do tema também é destacada na Agenda 2030, plano global para atingirmos em 2030 um mundo melhor para todos os povos e nações do qual o Brasil é signatário, através do seu Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13, "Ação contra a mudança global do clima".

Este documento adota uma abordagem abrangente e didática, destacando-se como um manual orientativo voltado à capacitação dos usuários na operacionalização e elaboração de inventários de gases de efeito estufa (GEE), através da ferramenta gratuita oferecida pelo Programa Brasileiro GHG Protocol.

Seu principal diferencial está na capacidade de fornecer dicas e instruções práticas, guiando o usuário de maneira



sequencial por todas as etapas do processo, desde a coleta, organização dos dados até o cálculo, a verificação e o reporte aos órgãos competentes, garantindo a conformidade com as exigências técnicas e normativas do Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Dessa forma, não apenas facilita o entendimento e a execução do inventário, mas também assegura a aderência às regulamentações vigentes, promovendo maior precisão e credibilidade no reporte dos dados.

**Luiz César Caetano**

*Presidente*

---

<sup>1</sup> O relatório *Global Risk Report*, gerado anualmente, analisa alguns dos riscos mais graves que poderemos enfrentar nos próximos anos. Apoiado pela Pesquisa de Percepção de Riscos Globais do Fórum, o documento reúne *insights* importantes de mais de 1.200 especialistas de todo o mundo.

# 1. Introdução

O Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa é considerada a principal ferramenta para a quantificação dos gases de efeito estufa (GEE). Assim, para empresas, indústrias e instituições, o primeiro passo para contribuir no combate às mudanças climáticas é a realização de um inventário de emissões. Ao conhecer o perfil das emissões é possível o estabelecimento de estratégias e metas para sua redução.

Além disso, o inventário possibilita melhorar o relacionamento da empresa com seu público de interesse e

aumentar a sua competitividade, pela adequação a padrões e relatórios internacionais de sustentabilidade, e atendimento a requisitos legais. Um resultado imediato do diagnóstico é a identificação de oportunidades de melhoria na eficiência operacional da empresa, alcançando consequentemente a redução de custos.

O presente documento visa ser uma ferramenta de apoio para a elaboração de inventários corporativos de emissões de GEE, apresentando, de forma simples, os princípios, diretrizes e etapas de construção.



## 2. Abreviaturas

CH<sub>4</sub> – Metano

CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono

CO<sub>2</sub>e – Dióxido de carbono equivalente

GEE – Gases de efeito estufa

GWP – *global warming potential* (sigla em inglês para potencial de aquecimento global)

HFC – Hidrofluorcarbono

Inea – Instituto Estadual do Ambiente

Inmetro – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change* (sigla em inglês para o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)

N<sub>2</sub>O – Óxido nitroso

OVV – Organismos de Validação/Verificação de GEE

PBGHGP – Programa Brasileiro GHG Protocol

tCO<sub>2</sub>e – Tonelada de dióxido de carbono equivalente

## 3. Legislação

Diversas iniciativas governamentais visam estruturar medidas para a redução das emissões de gases de efeito estufa no Brasil, como políticas públicas e promoção de programas para mitigação das mudanças do

clima. Abaixo estão listadas as principais legislações e obrigações sobre o tema no país e no estado do Rio de Janeiro.

### 3.1 Nacional

#### Política Nacional sobre Mudança do Clima/2009

Instituída pela Lei nº 12.187 de 2009, a Política Nacional sobre Mudança do Clima reconhece o compromisso internacional voluntário do Brasil e visa, entre outros pontos, compatibilizar o desenvolvimento econômico e social com a proteção do clima. O texto institui diretri-

zes para o fomento de ações que efetivamente reduzam as emissões de GEE e estimulem a economia de baixo carbono, além de padrões de produção e consumo sustentáveis.

#### Decreto nº 11.550/2023

Dispõe o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima - CIM, que tem a finalidade de acompanhar a implementação das ações e das políticas públicas

relativas à Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC.

#### Decreto nº 9.172/2017

Institui o Sistema de Registro Nacional de Emissões - Sirene, dispõe sobre os instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima a que se refere o inciso XIII do

caput do art. 6º da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, e altera o Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010, que regulamenta a referida Política.

### 3.2 Estado do Rio de Janeiro

#### Política Estadual sobre Mudança do Clima – Rio de Janeiro/2010

A Política Estadual sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável, instituída pela Lei nº 5.690 de 2010, objetiva nortear a contribuição do Estado do Rio de Janeiro no cumprimento das metas de redução brasileiras. Além de apresentar diretrizes setoriais para a

indústria por meio do incentivo de uso de equipamentos e processos mais eficientes, sua reciclagem e substituição, reuso de recursos naturais e de materiais, controle das emissões e sequestro de GEE.

#### Decreto nº 43.216/2011

Regulariza a Política Estadual sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável e estabelece as metas que deverão ser atingidas no horizonte de 2030 e como se dará a governança. O estado do Rio de Janeiro es-

tabeleceu metas de mitigação e redução das emissões, em setores específicos, variando de 30 a 65%, quando comparadas ao ano de 2005, para o ano de 2030.



## Lei Estadual nº 9.072/2020

Altera a Política Estadual sobre Mudança do Clima, determinando a elaboração de um Plano Estadual sobre Mudanças Climáticas e a atualização das metas de mi-

tigação e adaptação, para prevenir e mitigar os efeitos e adaptar o Estado às mudanças climáticas.

## Resolução CONEMA Nº 97/2022 e NOP-INEA-52/2022

A Norma Operacional Inea nº 52 de 2022, aprovada pela Resolução CONEMA nº 97 de 2022, estabelece procedimentos, requisitos gerais e critérios para atendimento ao Programa de Relato de Emissões de Gases de Efeito Estufa para fins de licenciamento ambiental. O texto institui a obrigatoriedade de apresentação do inventário de emissões corporativo de GEE ao Inea

anualmente, no contexto do licenciamento ambiental, para os empreendimentos com as atividades listadas na Tabela 1, que estejam enquadrados como classe 4, 5 e 6 no Decreto Estadual nº 46.890 de 2019, e que emitam ao ano 10.000 tCO<sub>2</sub>eq ou mais, somando-se os escopos 1 e 2.

**Tabela 1 - Lista das atividades que precisam apresentar anualmente o inventário de emissões de GEE verificado por terceira parte ao Inea, se emitirem igual ou mais que 10.000 tCO<sub>2</sub>eq**

Resíduos e Efluentes	Aterros sanitários
	Estações de tratamento de esgotos e efluentes líquidos
	Sistemas de tratamento térmico de resíduos
Indústria	Indústria petroquímica
	Indústria de petróleo, gás e álcool carburante
	Indústria química
	Produtos farmacêuticos e veterinários
	Produção de cosméticos e perfumaria, sabões e velas
	Produção de papel e papelão
	Indústria de produtos alimentares
	Indústria têxtil
	Indústria de bebidas
	Indústria siderúrgica e metalúrgica
	Indústria de produtos minerais não metálicos
Energia e Transportes	Material de transporte
	Termelétricas a combustíveis fósseis
	Empresas de transporte de carga e passageiros com mais de 200 veículos diesel em frota própria
	Terminais portuários de movimentação de carga e passageiros com volumes de carga maiores que 2.000.000 toneladas/ano e/ou com movimentação de passageiros maior que 120.000 pessoas/ano
Outros	Aeroportos com movimentação anual acima de 3.000.000 de passageiros
	Outros que o Inea julgar relevante

Caso o empreendimento emita anualmente menos que 10.000 tCO<sub>2</sub>eq (somando-se escopo 1 e 2), deve submeter ao Inea o seu inventário de GEE na renovação ou até dois anos após a emissão da sua primeira Licença de Operação (Figura 1).

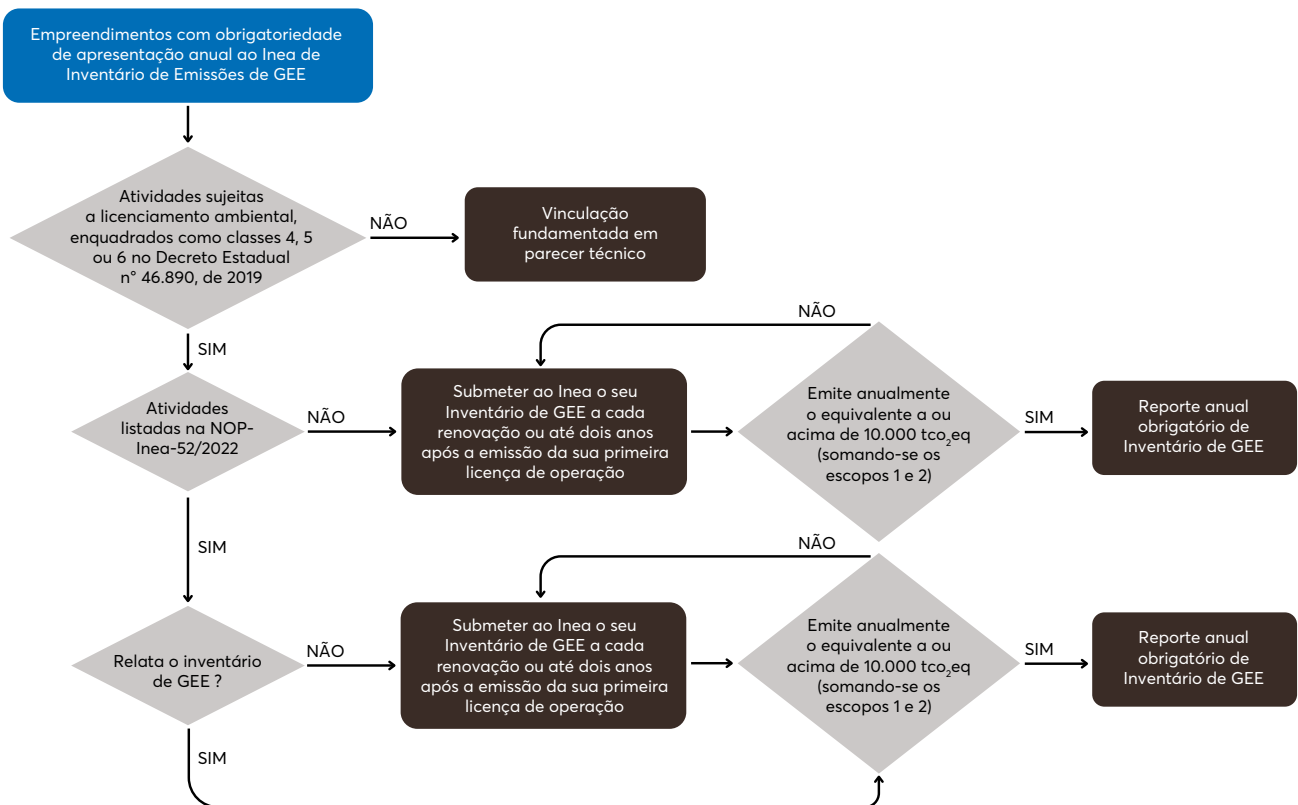
Os empreendimentos que emitam o equivalente ou acima de 10.000 tCO<sub>2</sub>eq no ano (somando-se os escopos 1 e 2, não incluídas as emissões biogênicas) também pre-

cisam apresentar anualmente o Inventário de Emissões de GEE e sua respectiva Verificação ao Inea.

Os empreendimentos enquadrados como potencial poluidor classe 4, 5 e 6 na NOP-INEA-46, e não listados anteriormente, deverão enviar o inventário de GEE ao Inea no momento de renovação ou após dois anos da emissão da primeira Licença de Operação, não sendo necessário realizar a verificação por terceira parte.

**Figura 1 - Esquema sobre a obrigatoriedade de empreendimentos apresentarem o inventário de emissões de gases de efeito estufa ao Inea**

**Relato obrigatório: Inventário de GEE**



Os empreendimentos que necessitam apresentar o inventário ao Inea anualmente devem, obrigatoriamente, verificar o mesmo, por organismo de Verificação de Inventários de Gases Efeito Estufa (OVV) acreditado pelo

Inmetro (para maiores informações sobre o processo de verificação de inventário, ver [Capítulo 6 VERIFICAÇÃO DE INVENTÁRIO DE GEE](#)).

## 4. Inventário de emissões de GEE

O inventário de emissões de GEEs é uma ferramenta utilizada pelas instituições para identificar, quantificar e gerenciar as emissões de GEEs em seus processos. Tem como objetivo aumentar a eficiência de suas atividades operacionais, ao mesmo tempo que mitiga seus impactos, atendendo a políticas públicas, obrigações

legais e/ou demandas de mercado. Além disso, serve como base para definir metas de sustentabilidade e apoiar o planejamento estratégico da empresa, alinhando-se com objetivos globais de mitigação das mudanças climáticas. Entre os seus benefícios, podem-se citar:



Cumprimento e antecipação a requisitos legais, evitando riscos ao negócio



Identificação de melhorias no processo produtivo e de redução de custos



Comunicação e transparência com *stakeholders*



Controle e minimização de impactos ambientais



Fidelização de clientes e maior participação no mercado

A qualidade de um inventário de emissões de GEE depende do nível de confiança (ver item [6.3 Nível de confiança](#)) aplicado, das necessidades das partes interessadas, dos objetivos estabelecidos e dos critérios adotados em sua elaboração. Uma abordagem rigorosa

e bem definida em cada um desses aspectos garante maior precisão e credibilidade dos dados, permitindo que o inventário atenda de forma eficaz às expectativas e metas da organização e de seus *stakeholders*.

## 4.1 Bases normativas

O conjunto de normas ABNT NBR ISO 14064 (parte 1, 2 e 3) detalha os princípios e requisitos para planejar, desenvolver, gerenciar e relatar os inventários de GEE em organizações. Além de fornecer orientações detalhadas para a elaboração de projetos de redução de emissões, e definir os processos de validação e verificação dos inventários de GEE, assegurando a integridade e a credibilidade das informações reportadas.

O Programa Brasileiro GHG Protocol (PBGHGP) é a metodologia mais utilizada no Brasil, para entender, quantificar e gerenciar emissões de GEEs e é compatível

com as normas da *International Organization for Standardization* (ISO) e com as metodologias de quantificação do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC). Apesar de ser um programa mundial, o GHG Protocol foi adaptado observando as características do Brasil, surgindo assim o Programa Brasileiro GHG Protocol, que é independente e não está vinculado a nenhuma política governamental.

A metodologia de cálculo do GHG Protocol é adotada pelo estado do Rio de Janeiro e, por isso, foi utilizada como referência nesta Cartilha.

### PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL

Anualmente, o GHG Protocol abre oportunidade para as organizações participarem do Programa Brasileiro, que proporciona acesso a instrumentos e padrões de qualidade internacional, contendo uma estrutura de contabilização das emissões, por meio do software Excel, assegurando que todas as organizações estejam usando os mesmos métodos e padrões para calcular suas emissões.

A participação no programa é voluntária e tem um custo que varia de acordo com o porte da empresa. Apresenta alguns benefícios como capacitação, oficina, suporte técnico e revisão de relatório (ver item [8. REGISTRO PÚBLICO DE EMISSÕES](#), para maiores detalhes). Vale destacar que a ferramenta para a contabilização das emissões é disponibilizada gratuitamente a todos que queiram fazer seus inventários.

A ferramenta gratuita pode ser acessada em: [Programa Brasileiro GHG Protocol | FGV EAESP](#).

É importante ressaltar também que, ao longo do ano, são disponibilizadas versões diferentes da planilha GHG Protocol, devido a correções e revisões na mesma pela FGV, sendo cabível estar atento às atualizações. Por isso recomenda-se sempre consultar o site do Programa Brasileiro GHG Protocol antes de iniciar seu uso.

## 4.2 Princípios

Na execução de um inventário de emissões de GEE, os princípios a seguir devem ser seguidos. Eles são apresentados tanto pelo GHG Protocol quanto pela norma ABNT NBR ISO 14064-1: *Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa*.

### RELEVÂNCIA

Tem o objetivo de assegurar que o inventário de GEE reflète as emissões da empresa e serve como instrumento de tomada de decisão para seus usuários internos ou externos. Para ser relevante, o limite do inventário deve observar as características da organização, o propósito da informação e as necessidades dos usuários.

### INTEGRALIDADE

Uma vez definido o limite do inventário, todas as fontes de emissões precisam ser contabilizadas, para que o documento seja abrangente e significativo, mesmo que uma pequena parte dessas emissões precise ser estimada. Para garantir a integralidade, é importante revelar e justificar quaisquer exclusões (ver item [5.10 Fontes que foram excluídas na execução](#)). No caso das fontes estimadas, avalie o impacto e a relevância na qualidade do inventário. As estimativas impactarão o cálculo de incerteza (ver item [5.9 Incerteza do inventário](#)).

### CONSISTÊNCIA

É importante garantir que as informações dos inventários sejam consistentes e comparáveis ao longo do tempo. O grande objetivo ao fazer as mensurações das emissões é poder compará-las com o que foi emitido em outros períodos, identificar tendências, fazer uma projeção ano a ano dessas emissões e avaliar o desempenho da empresa.

Assim, devem-se usar metodologias consistentes que permitam comparações significativas das emissões ao longo do tempo. Documente de forma transparente qualquer mudança nos dados, limites do inventário, métodos ou qualquer outro fator relevante observado ao longo do tempo, para não prejudicar a capacidade de realizar as comparações e não provocar equívocos nessas estatísticas.

### TRANSPARÊNCIA

As informações devem ser compiladas, registradas e analisadas de forma clara, com base em documentos e arquivos, possibilitando que revisores internos e auditores externos (verificação) cheguem ao mesmo resultado, atestando a sua credibilidade. Assim, é fundamental justificar e evidenciar exclusões e inclusões específicas, relatar qualquer premissa relevante, detalhar as hipóteses de maneira precisa, fazer as referências para as metodologias aplicadas de contabilidade e cálculo e para as fontes de dados utilizadas.

### PRECISÃO

A quantificação das emissões de GEEs deve ser conduzida minimizando ao máximo as incertezas. Os dados devem ser o mais precisos possíveis para que as decisões dos usuários sejam tomadas com confiança.

### CONSERVADORISMO

Aplica-se o princípio do conservadorismo fazendo com que haja mais probabilidade de o resultado estar superestimado do que subestimado, para manter resultados confiáveis ao longo de uma série de suposições prováveis. Isso ocorre em um cenário em que o alto custo do monitoramento de algumas fontes ou o tipo de emissões e remoções de GEEs e outras características inviabilizem a precisão das informações.

## 5. Informações obrigatórias

O PBGHGP e a ABNT NBR ISO 14064-1 elencam informações obrigatórias para reporte dos inventários de emissão de GEE.

Os empreendimentos que possuem exigência legal de apresentar anualmente o relatório do inventário de GEE ao Inea são obrigados a relatar as seguintes especificações e informações:

1	Caracterização do empreendimento, descrição dos seus processos produtivos e nível de atividade
2	Limites organizacionais e geográficos
3	Ano de referência e ano-base
4	Metodologia(s) utilizada(s)
5	Gases de efeito estufa inventariados, o potencial de aquecimento global e fatores de emissão (FE) utilizados
6	Resultado do inventário por escopo (discriminando cada gás), categoria e processos
7	Resumo das emissões totais de GEE e CO <sub>2</sub> biogênico e recálculo das emissões de anos anteriores (quando for o caso)
8	Indicador(es) de intensidade de carbono do empreendimento no ano de referência
9	Incerteza do inventário
10	Fontes excluídas

Desta forma, todos os tópicos exigidos serão detalhados abaixo, entre outros relevantes à temática.

## 5.1 Caracterização do empreendimento

Para realizar a caracterização do empreendimento para um inventário de gases de efeito estufa (GEE), é importante reunir informações detalhadas sobre a empresa, suas operações e os processos produtivos, como as apresentadas a seguir:

- Identificação da organização inventariante: nome da organização, identificação oficial da empresa ou da organização inventariante;
- Localização organizacional, geográfica e física, delimitando a extensão específica do projeto;
- Setor de atuação: indicação do setor econômico ou industrial ao qual pertence, como energia, transporte, agricultura, indústria, entre outros;
- Descrição dos processos produtivos: detalhamento dos principais processos e operações da empresa, incluindo a produção de bens ou serviços, tecnologias utilizadas e fluxos de materiais e energia;
- Nível de capacidade de produtividade ou atividade, como volume de produção, quantidade e/ou intensidade de atividade.

## 5.2 Limites organizacionais e geográficos

É necessário definir qual limite organizacional será utilizado, ou seja, a que unidades da empresa o inventário efetivamente se refere. Entendendo que uma organização pode ser composta por uma ou mais instalações, considera-se as seguintes abordagens:

I. **Controle operacional:** Nessa abordagem a empresa responde por todas as emissões e/ou compensações de GEEs quantificadas das instalações sobre as quais tenha controle operacional ou financeiro. É a abordagem comumente utilizada.

Considera-se que há controle financeiro sobre a operação se há como direcionar as políticas financeiras e operacionais da operação, já o controle operacional, considera-se a capacidade de introduzir e implementar políticas operacionais na operação.

Deter o controle operacional não significa, entretanto, que a empresa tem autoridade para tomar todas as decisões referentes à operação. A consolidação de

dados de emissões só terá consistência se todos os níveis da organização seguirem a mesma política de consolidação.

II. **Participação acionária:** a empresa responde pela porção de emissões e/ou remoções de GEEs, proporcional à sua participação acionária na operação. Essa abordagem pode ser particularmente útil para companhias multinacionais com operações em várias jurisdições, mas deve ser proporcional aos seus riscos e recompensas, caso contrário, focar na participação econômica.

Qualquer alteração no limite deverá ser explicada. Por exemplo, se a empresa resolveu mudar a abordagem de controle operacional para a abordagem de participação acionária, para adotar a mesma metodologia com outra organização com a qual possui instalações em conjunto, ela deve informar o motivo dessa alteração no seu relatório.

### Relatando limites

Ao documentar os limites, deve-se incluir a identificação das emissões associadas à organização, essas emissões devem ser classificadas como diretas ou indiretas.

As **emissões diretas** são aquelas relativas às fontes que pertencem ou são controladas pela empresa. Já as **emissões indiretas** são relativas a atividades da empresa, mas

emitidas por fontes que pertencem ou são controladas por outra empresa. Essa classificação será determinante para definir o que será inventariado e os escopos que serão reportados. A definição do escopo não depende do tipo de fonte (como equipamentos que queimam combustível), mas de quem detém o controle da fonte.

Com o intuito de auxiliar na definição desse limite operacional, foram estabelecidos três escopos (também utilizados na ABNT NBR ISO 14064-1 e PBGHGP):

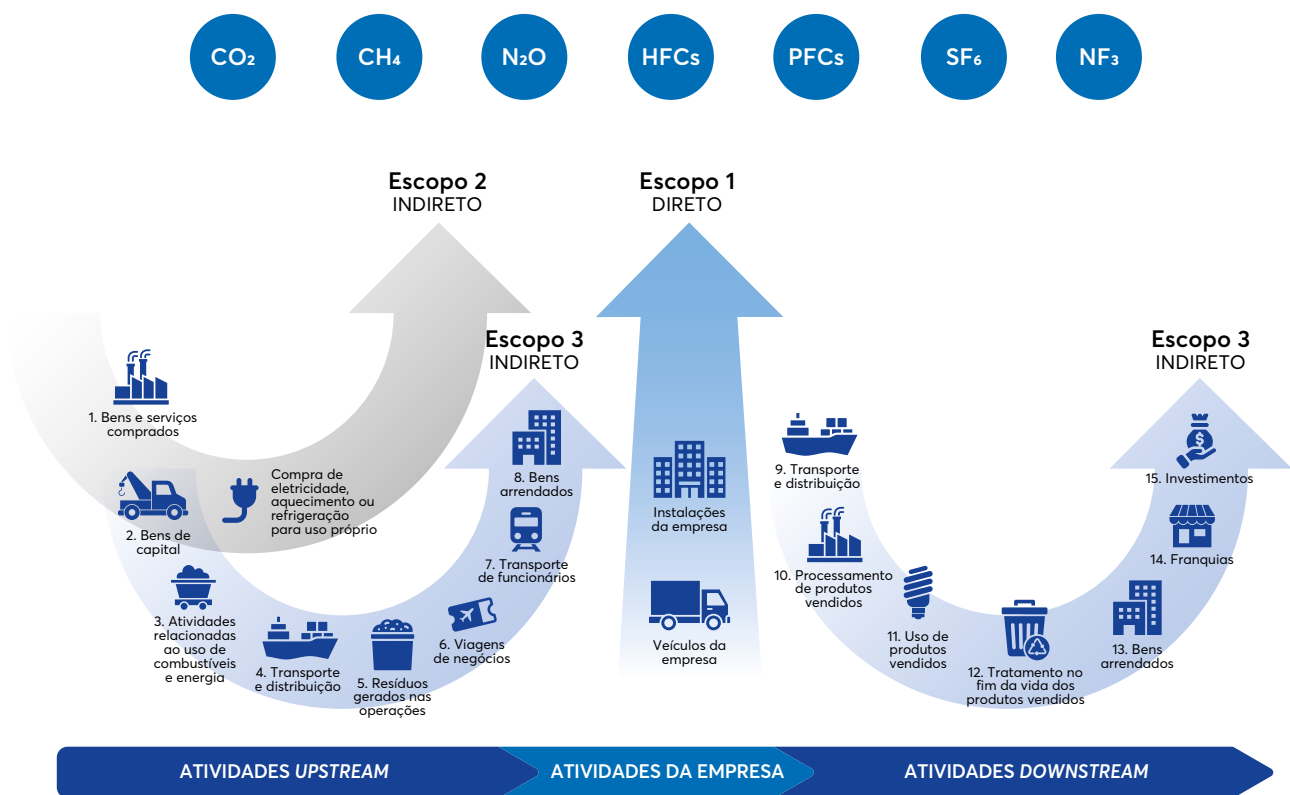
- Escopo 1 - emissões diretas;
- Escopo 2 - emissões indiretas por uso de energia adquirida, comprada de terceiros;

- Escopo 3 - emissões indiretas relacionadas a bens e serviços comprados ou adquiridos (*upstream*) ou bens e serviços vendidos (*downstream*).

A seguir estão exemplos das emissões de Escopo 1, 2 e 3.

Figura 2 – Visão geral dos Escopos 1, 2 e 3

Entendendo as emissões dos escopos 1, 2 e 3



16

Obrigatoriamente devem ser relatados os escopos 1 e 2, seja para o Inea ou para o PBGHGP. A declaração das emissões de escopo 3 é voluntária, sendo recomendável que sejam reportadas. Entretanto, os limites organizacionais são essenciais para determinar se as emissões são diretas ou indiretas. Para a devida quantificação, a organização deve identificar as suas fontes e documentar os dados referente a

cada uma classificada como emissão direta ou indireta. O objetivo do desenvolvimento do inventário de GEE pode auxiliar quanto aos limites organizacionais. Os dados de GEE devem ser registrados e quantificados por fonte, por esse motivo, sempre que possível devem ser desagregados para fornecer flexibilidade no cumprimento dos requisitos e consolidação das informações.



## 5.3 Ano de referência e ano base

O **ano de referência** é o período da quantificação de emissões de GEE de determinado inventário. Geralmente os Inventários de GEE têm recorte **anual**, com período de referência do dia **01 de janeiro a 31 de dezembro**. No entanto, inventários corporativos podem ter um período de referência específico de acordo com a necessidade. Ressalta-se que esta informação precisa estar claramente descrita no inventário.

Já o **ano base** é um ano de reporte selecionado com o objetivo de fazer comparações históricas e acompanhamento da evolução das emissões. Caso não haja informações históricas suficientes sobre emissões e remoções de GEEs (como no caso de ser o primeiro ano inventariado), pode ser usado o primeiro período de inventário de GEEs como ano-base. Nesse caso, o ano de referência e o ano base serão o mesmo.

Normalmente, utiliza-se o primeiro Inventário de GEE como ano base. No entanto, é importante garantir no estabelecimento do ano base que os dados usados para quantificar as emissões e remoções de GEEs sejam representativos da atividade inventariada.

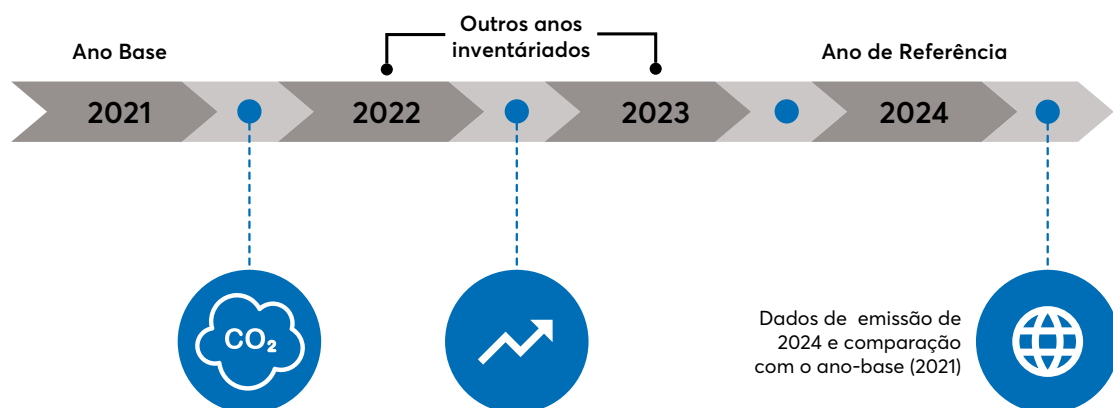
O ano base pode ser um único ano, uma média de vários anos ou uma média ponderada. As razões para a escolha do ano base precisam ser explicadas. O ano base até pode ser alterado, mas a mudança precisa ser justificada. O recálculo do ano base pode ser necessário se existirem:

- Mudanças estruturais na organização, tais como fusões, aquisições, vendas, terceirização, incorporação de atividades de emissão e mudança de atividades de emissão dentro ou fora dos limites geográficos;
- Alterações na metodologia de cálculo, na precisão dos fatores de emissão ou da atividade que resultem em impacto significativo nos dados de emissões do ano base;
- Detecção de erros significativos ou de uma série de erros acumulados, que em conjunto sejam materiais (para maiores detalhes ver item [6.4 Materialidade](#)), considerados como uma variação cumulativa de 5% ou mais nas emissões totais do ano base, por Escopo (Escopo 1 e Escopo 2), de uma entidade participante.

### EXEMPLO

Se o ano base é 2021 e o ano de referência é 2024, o inventário de GEE em 2024 irá comparar as emissões desse ano com as de 2021 para avaliar a redução ou o aumento delas ao longo do tempo, conforme imagem abaixo.

Figura 3 - Análise de linha do tempo de inventário de GEE



O ano base (2021) é o marco de comparação para medir a eficácia das políticas climáticas e/ou ações de mitigação. Mesmo que as emissões de 2024 possam ser comparadas com 2022 e 2023, a comparação mais importante é entre 2024 e 2021 para avaliar o progresso ou retrocesso em relação às metas estabelecidas.

## 5.4 Metodologia(s) utilizada(s)

No inventário de emissões de GEE é preciso estar descrito a metodologia e ferramentas de cálculos utilizadas. Como já comentado, o Programa Brasileiro GHG Protocol (PBGHGP) disponibiliza metodologia e ferramentas de cálculo gratuitamente para uso. É recomendado que, ao utilizar a ferramenta, a versão específica seja sempre citada no relatório para garantir a rastreabilidade e a consistência dos dados.

A seleção da metodologia de cálculo deve ser alinhada com o objetivo do inventário e com as características específicas da organização. Existem diversas metodologias disponíveis, cada uma com suas particularidades na forma de tratar as informações de emissão.

Além das metodologias setoriais, que são desenvolvidas para atender às características específicas de determinados setores, e que devem ser seguidas quando apropriado, também estão disponíveis as metodologias

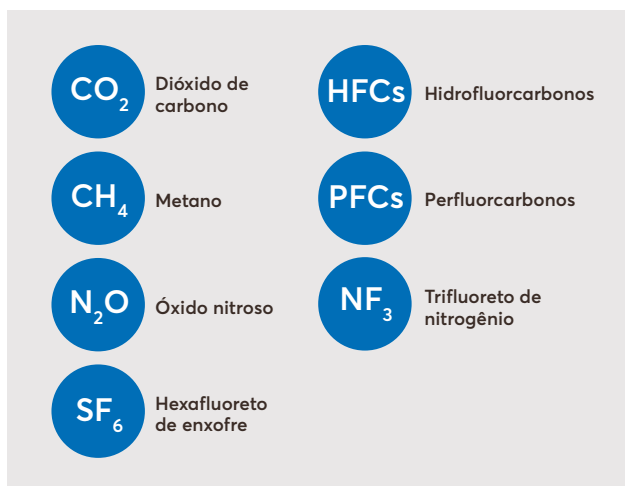
do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) e da WRI/WBCSD (*World Resources Institute/World Business Council for Sustainable Development*), que fazem parte do Programa Brasileiro GHG Protocol.

As metodologias do IPCC oferecem diretrizes para estimar as emissões de GEE com base em uma abordagem de inventário nacional, enquanto as metodologias do WRI/WBCSD focam em padrões globais para a quantificação e reporte de emissões corporativas. A escolha entre essas metodologias dependerá das necessidades específicas do inventário e do contexto da organização, assegurando que os dados de emissões sejam calculados de forma precisa.

A metodologia de cálculo do GHG Protocol é a mais frequentemente adotada a nível nacional e, por isso, foi utilizada como referência nesta cartilha.

## 5.5 Gases de efeito estufa inventariados, o potencial de aquecimento global e fatores de emissão (FE) utilizados

As emissões dos seguintes **gases de efeito estufa (GEE)** devem ser obrigatoriamente relatadas no Inventário de Emissões de GEE, sendo esses quantificados separadamente:



Cada gás possui um **Potencial de Aquecimento Global** (*global warming power – GWP*, na sigla em inglês) apresentado pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, e em português, Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), sendo este um fator de

conversão que descreve a intensidade da irradiação de uma unidade de massa de um dado GEE, relativa a uma unidade equivalente de dióxido de carbono durante um dado período de tempo (ABNT NBR ISO 14064-1).

O GWP é determinado com base na capacidade de um gás de reter calor na atmosfera em relação ao CO<sub>2</sub>, considerando tanto a eficácia na absorção de radiação quanto o tempo que o gás permanece na atmosfera. Por exemplo, o metano (CH<sub>4</sub>) tem um GWP muito maior do que o CO<sub>2</sub> devido à sua capacidade de absorver radiação térmica, apesar de sua concentração ser menor e seu tempo de vida atmosférico mais curto.

Para a contabilização das emissões de gases de efeito estufa (GEE), o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é utilizado como referência para representar os demais gases. Isso se deve ao fato de que o GWP de cada gás é comparado com a capacidade de absorção de calor do CO<sub>2</sub>.

Dessa forma, a métrica de **tonelada de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e)** é o principal parâmetro para divulgação das emissões, permitindo a agregação de diferentes gases em uma unidade comum e facilitando a comunicação e análise das emissões totais.

Para uma lista completa de todos os gases regulados pelo Protocolo de Quioto e seus respectivos GWP, ver o link: [Biblioteca GHG \(fgv.br\)](http://Biblioteca GHG (fgv.br))

Os **fatores de emissão** usados no inventário devem ser obtidos de uma origem reconhecida, de acordo com as fontes ou sumidouro selecionados. Deve-se considerar a incerteza dos fatores de emissão utilizados, e calculados de maneira que reproduzam resultados exatos e reprodutíveis sendo coerentes com o uso previsto no inventário.

No geral, os fatores de emissão podem ser divididos em:

- Fatores específicos: desenvolvidos para regiões específicas, baseados em dados históricos ou condições locais e/ou regionais;
- Fatores de emissão padrão (*default*): retirados de um banco de dados mais generalista, como o *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.

Podemos encontrar alguns fatores de emissão nacionais no "Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários" e na "Segunda Comunicação Nacional do Brasil" à Convenção-Qua-

dro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. A matriz elétrica brasileira conta com diversos tipos de unidades geradoras de energia, tais como hidrelétricas, termelétricas, usinas nucleares, eólicas, entre outras, que formam o Sistema Interligado Nacional (SIN). O Ministério da Ciência Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) divulga os dados mensais de fatores de emissão de gases de efeito estufa provenientes da geração de energia total da rede: <https://www.gov.br/mcti/pt-br>. Para as organizações que utilizam o GHG Protocol, como ferramenta de cálculo, o mesmo já atualiza anualmente os fatores de emissão na planilha para cálculo, levando em consideração alguns dos fatores específicos brasileiros já disponíveis.

Mesmo ao utilizar a metodologia de cálculo disponibilizada pelo GHG Protocol, é essencial compreender os princípios e procedimentos estabelecidos pelo IPCC, especialmente o conceito de *tiers*.

O *tier* representa o nível de complexidade das informações que serão conseguidas no processo de coleta de dados. O IPCC utiliza três níveis de complexidade metodológica: *tier 1*, *tier 2* e *tier 3*.

Tier 1	Tier 2	Tier 3
É o método mais simples, utilizado prioritariamente quando não há disponibilidade de fator de emissão específico para o país ou setor, ou quando há limitação dos dados da atividade. Nessa situação, os guias ( <i>guidelines</i> ) do IPCC disponibilizam dados mais genéricos (dados <i>defaults</i> ) que permitem a realização das estimativas.	Tem um nível intermediário de complexidade, em que estão disponíveis dados de emissões específicos do país ou região, diminuindo incertezas. É uma boa prática informar como esse fator foi obtido.	É bastante complexo com dados específicos por plantas industriais. Deve haver métodos precisos para determinação do teor de carbono no combustível utilizado. Exige maior detalhamento das medidas do inventário, muitas vezes utiliza-se de procedimentos metodológicos especificamente desenvolvidos, incluindo modelagem.

## 5.6 Resultado do inventário por escopo, categoria e processos

### Identificando fontes

Para garantir o princípio da integralidade, os processos de compras e aquisição de materiais, os processos produtivos, as fontes de energia, os equipamentos utilizados tanto pela área meio quanto pela área fim, a destinação e entrega dos produtos devem ser mapeados por meio de entrevistas, visita *in loco*, análise de documentos, faturas, contatos com o setor de compras.

Esse processo costuma demandar tempo, pois a ação normalmente envolve múltiplas áreas da empresa e pode ter origem em registros diversos, desde notas fis-

cais até planilhas internas de controle de abastecimento de equipamentos.

Para melhor organizar as informações, o responsável pela elaboração pode começar solicitando os descritivos e fluxos dos processos produtivos, aplicar um modelo de *checklist* de fontes, conforme a sugestão da planilha abaixo, organizar visitas a unidade e identificar os documentos de referência que serão solicitados e suas respectivas áreas.

Tabela 2 – Modelo de *checklist* de identificação de fontes

Escopo	Fonte	Categoria	Documento de Referência
Escopo 1	Geradores a diesel	Combustão estacionária	<ul style="list-style-type: none"><li>• Notas fiscais da compra do diesel;</li><li>• Registros internos de abastecimento do equipamento.</li></ul>
Escopo 1	Veículo a gasolina	Combustão móvel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Características do veículo, como ano e tipo;</li><li>• Notas fiscais da compra de gasolina;</li><li>• Registro de abastecimentos do equipamento;</li><li>• Quilometragem rodada pelo veículo;</li><li>• Sistemas de Gerenciamento (SAP, por exemplo).</li></ul>
Escopo 2	Energia adquirida	Compra de energia	<ul style="list-style-type: none"><li>• Faturas da companhia elétrica.</li></ul>
Escopo 3	Viagens de executivo	Viagens a negócios	<ul style="list-style-type: none"><li>• Registros da viagem (bilhetes de embarque ou sistema de registro da viagem).</li></ul>

Na Tabela 3, são apresentados exemplos de fontes de emissão alocadas em seus respectivos escopos. É importante ressaltar que este é apenas um exemplo ilustrativo, abrangendo algumas das principais fontes normalmente identificadas em organizações. No entanto,

as fontes de emissão podem variar conforme a natureza das atividades e características específicas de cada organização. Além disso, dependendo da aplicação e de quem é o responsável pelo processo, a classificação da fonte pode estar no Escopo 1 ou no Escopo 3.

Tabela 3 – Exemplos de possíveis fontes de emissão de GEE

 <p><b>Escopo 1</b></p> <p><b>Fontes Estacionárias</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aquecedores Térmicos;</li> <li>• Boilers;</li> <li>• Bomba de emergência;</li> <li>• Caldeiras;</li> <li>• Flare;</li> <li>• Fogões;</li> <li>• Geradores;</li> <li>• Motobombas;</li> <li>• Refletores;</li> <li>• Solda/Oxicorte a Acetileno;</li> <li>• Transformadores;</li> <li>• Uso de combustível em laboratório;</li> <li>• Uso de fogos de artifício.</li> </ul>	 <p><b>Escopo 1</b></p> <p><b>Fontes Móveis - OFF Road</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empilhadeiras;</li> <li>• Equipamentos de construção (guindastes, pás carregadeiras, perfuratrizes, tratores).</li> </ul> <p><b>Fontes Móveis - ON Road</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frota interna.</li> </ul>	 <p><b>Escopo 1</b></p> <p><b>Emissões Fugitivas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disjuntores a Gás SF<sub>6</sub> (hexafluoreto de enxofre);</li> <li>• Equipamentos de Refrigeração (ar condicionados, bebedouros, refrigeradores, câmaras frias);</li> <li>• Extintores (CO<sub>2</sub>).</li> </ul>	 <p><b>Escopo 1</b></p> <p><b>Processos Industriais e Uso de Produtos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Processos na indústria química;</li> <li>• Produção de cimento;</li> <li>• Produção de ferro-gusa e aço;</li> <li>• Produção de alumínio;</li> <li>• Produção de cal;</li> <li>• Usos do calcário e da dolomita;</li> <li>• Uso da barrilha.</li> </ul>
 <p><b>Escopo 1</b></p> <p><b>Tratamento de Resíduos Sólidos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aterro de Resíduos;</li> <li>• Compostagem;</li> <li>• Coprocessamento/blendagem;</li> <li>• Incineradores.</li> </ul> <p><b>Tratamento de Efluente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fossas sépticas;</li> <li>• Lagoas (maturação, anaeróbicas, facultativas);</li> <li>• Reatores anaeróbicos;</li> <li>• Sistemas de lodo ativado.</li> </ul>	 <p><b>Escopo 1</b></p> <p><b>Atividades de Agricultura</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação de fertilizantes nitrogenados;</li> <li>• Digestão entérica de ruminantes;</li> <li>• Uso de calcário na correção do solo.</li> </ul> <p><b>Mudança no Uso do Solo (MUS)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alterações na vegetação nativa;</li> <li>• Conversão de áreas florestais em áreas agrícolas ou urbanas.</li> </ul>	 <p><b>Escopo 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compra de Energia Elétrica;</li> <li>• Compra de Vapor;</li> <li>• Mercado Livre.</li> </ul>	 <p><b>Escopo 3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividades relacionadas com combustível e energia não incluídas nos Escopos 1 e 2;</li> <li>• Deslocamento de funcionários (Casa-Trabalho);</li> <li>• Resíduos gerados nas operações;</li> <li>• Transporte e distribuição (Upstream e Downstream);</li> <li>• Viagens à negócios.</li> </ul>

\*OFF-ROAD: Veículos destinados a operar em terrenos não pavimentados, como trilhas e áreas rurais.

\*\*ON-ROAD: Veículos projetados para operar em estradas pavimentadas e áreas urbanas.

## 5.6.1 Escopo 1: Emissões diretas de GEEs

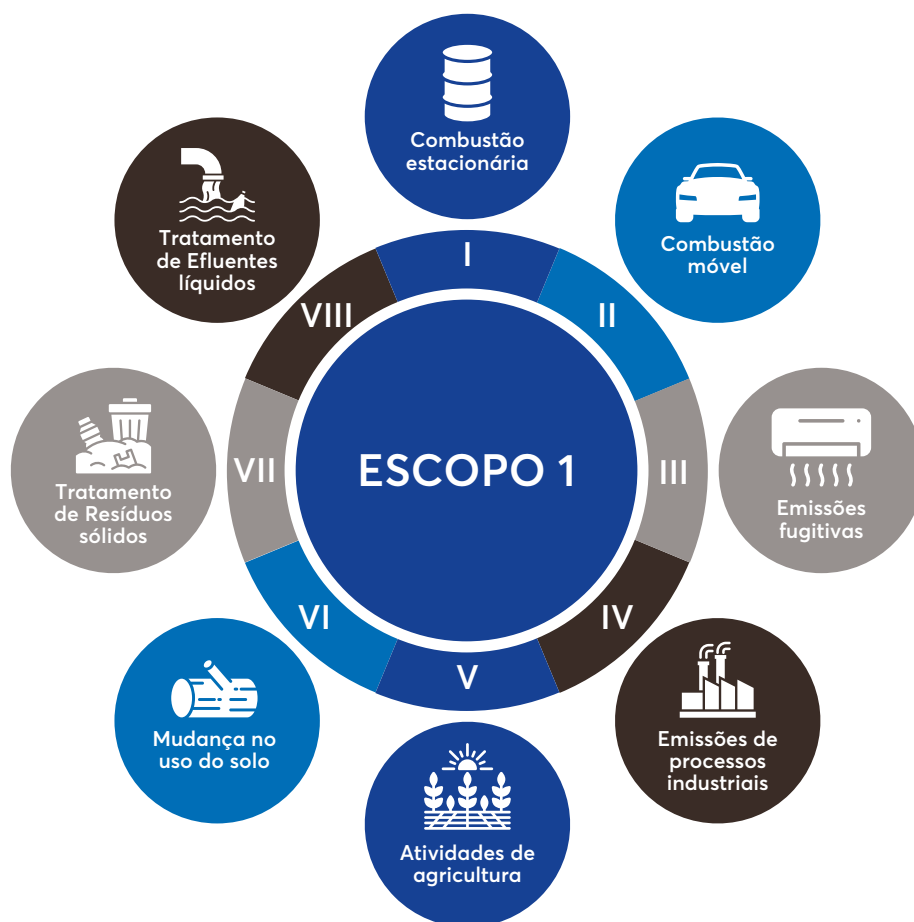
As emissões de GEEs que ocorrem a partir de fontes de propriedade ou controladas pela empresa, incluindo, como exemplo, emissões da queima de combustíveis, processos de fabricação e transportes que são de propriedade da empresa.

De maneira geral, os dados podem variar, mas o uso de combustível é muitas vezes determinado pelos recibos

ou notas fiscais da compra de combustível e/ou quilometragem de registros de veículos.

As emissões deste escopo são divididas nas seguintes categorias: combustão estacionária, combustão móvel, emissões fugitivas, processos industriais, resíduos sólidos, efluentes líquidos, atividades agrícolas e mudanças no uso do solo.

Figura 4 – Categorias do Escopo 1



### I. EMISSÕES DIRETAS DE COMBUSTÃO ESTACIONÁRIA

As emissões diretas de combustão estacionária são geradas a partir da queima de combustíveis (fóssil ou biomassa) por equipamentos estacionários (fixos) para operarem sob a gestão da empresa, gerando vapor, calor, trabalho mecânico ou energia. Como exemplo: caldeiras, geradores, fornos, turbinas, aquecedores, incineradores, motores, queimadores, entre outros.

Ao utilizar a ferramenta de cálculo do PBGHGP, deve-

-se indicar a finalidade das atividades da organização inventariante, conforme os setores listados no Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC) e o Inventário Nacional, pois para cada setor existirá diferentes fatores de emissão. Caso a organização atue em mais de um setor, deve-se escolher o que melhor representa a atividade exercida pelas fontes de emissão estacionárias.

Ao acessar a ferramenta de cálculo, será solicitado que selecione o setor de atividade. Escolha o setor que corresponde ao principal uso das fontes estacionárias de combustíveis na organização, indicados abaixo:

- **Energia:** Compreende as emissões dos combustíveis queimados por indústrias produtoras de energia.
- **Manufatura ou construção:** Emissões provenientes do uso de combustíveis na indústria. Também inclui combustão para a geração de eletricidade e calor para o próprio uso nessas indústrias.
- **Comercial ou institucional:** Emissões provenientes do uso de combustíveis em espaços comerciais e edifícios institucionais.
- **Residencial, agricultura, floresta ou pesca:** Emissões provenientes do uso de combustíveis na agricultura, silvicultura, pesca e indústrias de pesca, como aquicultura.

A partir da indicação do setor, os dados de consumo de combustíveis podem ser inseridos na ferramenta GHG Protocol, esses dados devem ser inseridos de acordo com a quantidade total anual de combustível consumido para cada fonte de emissão, que pode incluir uma variedade de equipamentos fixos.

Cada tipo de combustível utilizado deve ser registrado separadamente. Isso inclui combustíveis fósseis, como

óleo diesel e gás natural, bem como combustíveis de biomassa, como madeira ou biogás. Além disso, o consumo de combustível deve ser registrado para cada fonte de emissão, isso permite que a organização identifique quais equipamentos ou processos são responsáveis por maiores volumes de emissões, facilitando a gestão e a possível mitigação dessas emissões.

**DICA:** Certifique-se de que as unidades de medida (litros, metros cúbicos, toneladas) estejam corretas e consistentes com os fatores de emissão correspondentes.

## II. EMISSÕES DIRETAS DE COMBUSTÃO MÓVEL

Se refere à queima de combustíveis por equipamentos móveis, transporte em geral (frota operacional da empresa, como automóvel, caminhão, caminhonete) e veículos fora da estrada, como os utilizados em construções, agricultura, florestas (empilhadeira, tratores).

**DICA:** Para equipamentos alugados e geridos pela empresa, como caminhões ou empilhadeiras, as emissões devem ser alocadas como escopo 1, entretanto as emissões de veículos não incluídos dentro dos limites organizacionais e com os insumos geridos por terceiros, podem ser relatadas como "emissões indiretas" escopo 3, de maneira opcional, como exemplo, as decorrentes de viagens, deslocamento de funcionários e transporte de clientes ou visitantes.

A ferramenta do PBGHGP subdivide por meio dos modais rodoviário, ferroviário, hidroviário e aéreo. Podendo ser calculados pela inserção dos dados da seguinte forma:

### Transporte rodoviário

Para os transportes em rodovia a inserção dos dados no PBGHGP pode ser realizado de três maneiras diferentes, sendo a primeira citada (a) a mais precisa e a última (c) a menos precisa. A escolha do método de inserção dos

dados deve considerar a disponibilidade e a qualidade das informações, com prioridade para os dados mais detalhados.

**DICA:** Apenas inserir consumo mensal ou anual, para evitar dupla contabilização.

#### a. Tipo da frota de veículos e o ano da frota:

Essa metodologia deve ser adotada sempre que possível, pois oferece a maior precisão nos cálculos de emissões de GEE. É indicada para organizações que dispõem de dados detalhados sobre o consumo de combustível de cada tipo de veículo ou grupo de veículos. Também é ideal quando a precisão dos cálculos é fundamental, como em relatórios de sustentabilidade, auditorias ambientais ou para cumprir compromissos relacionados a metas de redução de emissões.

Esse método classifica a frota por tipo de veículo (carros de passeio, caminhões leves, caminhões pesados, ônibus etc.), o que permite aplicar fatores de emissão específicos para cada categoria. Além de utilizar o ano de fabricação dos veículos, pois o ano influencia a eficiência do combustível e os fatores de emissão. Sendo veículos mais antigos maiores consumidores de combustível e, portanto, representando maiores emissões.

O registro dos dados de consumo de combustível por veículo ou grupo de veículos é feito dando preferência ao relato mês a mês. Dados mensais permitem capturar variações sazonais e operacionais, resultando em uma estimativa mais precisa das emissões. Na ausência de dados mensais de consumo, deve ser informado o consumo total anual.

A ferramenta calculará as emissões de GEE com base no tipo de veículo, ano de fabricação e o consumo de combustível, aplicando os fatores de emissão apropriados para cada categoria.

#### b. Quantidade de combustível consumido:

Essa metodologia adota a inserção dos dados por meio do somatório do consumo de cada tipo de combustível (ex.: diesel, gasolina, etanol) dando preferência ao relato mês a mês. Isso permite capturar variações sazonais e operacionais no consumo de combustível, resultando em estimativas mais precisas. Na ausência de dados mensais, deve-se informar o consumo total anual para cada tipo de combustível.

Nesse caso, os consumos são separados por tipo de combustível para garantir a aplicação correta dos fatores de emissão específicos de cada combustível. A separação adequada dos consumos assegura que esses fatores sejam aplicados corretamente, evitando distorções nos cálculos das emissões.

Com base na quantidade total de combustível consumido, a ferramenta calculará as emissões totais de GEEs, usando os fatores de emissão correspondentes para cada tipo de combustível.

#### c. Distância percorrida:

Quando nem o consumo de combustível nem a distância percorrida são conhecidos, as emissões podem ser estimadas com base no número de viagens realizadas e carga transportada.

É uma abordagem indicada para caso a organização não possua a quantidade de combustível consumida, estimando as emissões com base na distância percorrida pela frota, em quilômetros, mensalmente ou anualmente.



Para realizar esse cálculo na ferramenta do GHG Protocol, é necessário fornecer o tipo da frota (por exemplo, caminhões, automóveis, ônibus, entre outros) e o ano de fabricação dos veículos, além das distâncias totais percorridas em quilômetros.

### Transporte ferroviário

O cálculo das emissões diretas de gases de efeito estufa (GEEs) da frota ferroviária de uma organização, associadas ao transporte de carga, é baseado no consumo de combustível. Esse cálculo é feito mediante a inserção do tipo de combustível utilizado (ex.: diesel, biodiesel etc.) e o somatório do consumo, seja mensal ou anual.

Para garantir a máxima precisão das estimativas de

### Transporte hidroviário

Para o cálculo de emissões de gases de efeito estufa por transporte de carga por consumo de combustível é necessário registrar o consumo total de combustível utilizado pelas embarcações ao longo do ano. Sendo recomendável que essa coleta seja feita mensalmente para garantir maior precisão nas estimativas. No

### Transporte aéreo

Para o cálculo de emissões de gases de efeito estufa por transporte aéreo de emissões diretas da frota aérea da organização, registre o consumo total de combustível das aeronaves ao longo do ano, nesse caso, o consumo

A ferramenta utiliza esses dados para calcular as emissões, considerando a eficiência média do combustível de acordo com o tipo e ano dos veículos. Embora esse método seja menos preciso, ainda fornece uma estimativa válida das emissões.

emissão é essencial utilizar dados mensais sempre que possível, pois permitem uma análise mais detalhada. Na ausência de informações mensais, o consumo total anual pode ser informado, embora possa resultar em estimativas menos detalhadas. A precisão dos dados é crucial para que as estimativas de emissões sejam as mais fidedignas possíveis.

entanto, se os dados mensais não estiverem disponíveis, deve-se informar o consumo total anual.

Se o consumo de combustível for registrado para diferentes tipos (como óleo diesel, gasolina, entre outros) é essencial separar os dados conforme o tipo de combustível.

total anual.

Caso a frota utilize diferentes tipos de combustível (como querosene de aviação) separe os consumos por tipo.

## III. EMISSÕES FUGITIVAS

Trata-se de liberações intencionais ou acidentais de GEEs que podem ocorrer durante a extração, processamento e distribuição de combustíveis fósseis (substâncias que não passem por chaminés, drenos, tubos de escape).

São consideradas também como fugitivas as emissões de equipamentos de refrigeração e ar condicionado (RAC), extintores de incêndio, equipamentos que utilizam hexafluoreto de enxofre ( $SF_6$ ) e trifluoreto de nitrogênio ( $NF_3$ ).

**DICA:** Em caso de a organização ter interesse em reportar além dos gases obrigatórios, a ferramenta do PBGHGP permite o cálculo de outros gases de efeito estufa não contemplados pelo Protocolo de Quioto na aba "Fugitivas - GEE não Quioto".

## Emissões de Equipamentos de Refrigeração e Ar Condicionado (RAC) e Extintores de Incêndio

Trata das emissões de GEEs provenientes de equipamentos de refrigeração, ar condicionado (RAC) e extintores de incêndio que utilizem GEE em seu funcionamento.

### a. Abordagem por estágio do ciclo de vida:

Esse método é para usuários que contratam os serviços de manutenção dos sistemas de RAC ou de extintores de incêndio e permite um controle detalhado das emissões de GEEs ao longo de todas as fases de vida dos equipamentos, garantindo uma estimativa mais precisa e uma gestão mais eficaz das emissões. Para isso, é preciso registrar a capacidade do equipamento em quilogramas (kg) e a carga realizada, também em quilogramas (kg).

É necessário registrar a quantidade de GEE, em quilogramas (kg), utilizada para carregar novos equipamentos durante a instalação. Além disso, deve-se monitorar a quantidade de GEE utilizada, também em quilogramas (kg), para recargas e reposições durante a manutenção dos equipamentos existentes. No momento do descarte final, é importante quantificar a quantidade de GEE recuperada. Por fim, é preciso registrar a carga total de GEE nos equipamentos novos e a quantidade remanescente nos equipamentos descartados.

#### Observações:

- Unidades novas: refere-se a equipamentos instalados durante o ano em que se realiza o inventário. Para essas unidades, devem ser contabilizados apenas os dados de carga referentes a unidades compradas vazias. Não inclua informações sobre unidades novas que já foram pré-carregadas pelo fabricante;
- Unidades dispensadas: são equipamentos que foram descartados durante o ano do inventário;
- Unidades existentes: incluem todas as unidades que não são classificadas como novas ou dispensadas;
- Carga/Recarga: gás adicionado a unidades pela organização ou fornecedor, não inclua pré-cargas feitas pelo fabricante;
- Capacidade: representa a soma das capacidades de todas as unidades, excluindo pré-cargas feitas pelo fabricante;
- Quantidade recuperada: corresponde ao total de gás recuperado de todas as unidades que foram descartadas.

**DICA:** Recomenda-se que fabricantes dessa categoria utilizem ferramenta específica disponível em <http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/all-tools>

## b. Abordagem por Balanço de Massa

Essa metodologia é para usuários que mantêm seu próprio equipamento, monitoram e contabilizam toda a quantidade de GEE adquirida e utilizada, garantindo que os gases não contabilizados sejam registrados como recuperados ou em estoque. Logo, o gás que não pode ser contabilizado é então assumido como perdido para a atmosfera.

As variáveis a seguir, para um cálculo das emissões de GEE, permitem que as organizações ajustem suas estimativas com base nas mudanças de estoque, transferências de gás e capacidade dos equipamentos ao longo do período analisado:

**Varição no estoque (kg do gás):** refere-se à diferença entre a quantidade de gás armazenado no início e no final do período. Esse cálculo considera apenas o gás mantido em cilindros ou tanques de armazenamento no local e não os gases contidos dentro dos equipamentos. A variação será negativa se o estoque aumentar ao longo do ano, indicando que mais gás foi adicionado ao estoque do que utilizado.

Na ferramenta insira o valor da diferença entre a quantidade de gás no início e no final do período (apenas o gás armazenado em cilindros ou tanques, não o gás dentro dos equipamentos);

**Quantidade transferida (kg do gás):** Calcula-se pela diferença entre o gás comprado e o gás vendido ou dispensado durante o período. Esse valor reflete o movimento de gás entre as entradas (compras) e saídas (vendas, dispensas).

Na ferramenta inclua todas as compras para armazenamento, manutenções e novas aquisições de equipamentos e todas as devoluções ao fornecedor, vendas, gás dentro de equipamentos descartados, e qualquer gás enviado para reciclagem ou destruição;

**Gás comprado inclui:** o gás adquirido para armazenagem em cilindros; gás usado em manutenções que não provém do estoque interno; gás contido em novos equipamentos comprados; gás recuperado após reciclagem em outro local;

**Gás vendido/dispensado inclui:** gás devolvido ao fornecedor; gás vendido ou dispensado, incluindo aqueles contidos em equipamentos; gás enviado para reciclagem, regeneração ou destruição em outro local.

Essa quantidade será positiva se as compras superarem as vendas ou dispensas ao longo do ano;

**Mudança de capacidade (kg do gás):** refere-se à diferença entre a capacidade total dos equipamentos no início do período em comparação com o final do período. Esse cálculo é feito considerando a capacidade das novas unidades instaladas menos a capacidade das unidades aposentadas. A variação será negativa se a capacidade dos equipamentos aumentar ao longo do ano, refletindo a adição de novos equipamentos com maior capacidade.

Na ferramenta insira a capacidade total no final do período, levando em consideração a instalação de novas unidades e a retirada de unidades antigas.

**DICA:** Mantenha registros detalhados de todas as transações dos gases para referências e auditorias.

### c. Triagem

Este método é utilizado para fornecer uma visão preliminar das emissões quando não há dados detalhados disponíveis sobre o uso e manutenção dos equipamentos. Sua principal finalidade é oferecer uma estimativa inicial, mesmo que imprecisa, do impacto das emissões de sistemas de refrigeração e ar condicionado (RAC) e extintores no total do inventário de emissões de uma organização. A triagem auxilia na identificação da relevância dessas emissões, permitindo decisões informadas sobre a necessidade de métodos mais precisos. Se as emissões estimadas para esses equipamentos representarem mais de 5% do total do inventário, é recomendado adotar métodos de cálculo mais precisos, como as abordagens descritas nas seções anteriores a. e b. Os fatores de emissão usados na triagem têm um

alto grau de incerteza e são extremamente conservadores, sendo assim inadequados como substitutos permanentes para cálculos detalhados. O uso da triagem deve ser limitado a situações em que não há dados suficientes para as opções anteriores.

Para o cálculo, liste os equipamentos por tipo, como ar condicionado, refrigeradores industriais e extintores de incêndio, especificando o tipo de gás refrigerante ou agente extintor utilizado, como HFC-134a ou R-410A. Além disso, registre a quantidade de gás refrigerante carregado em unidades novas durante o ano, excluindo as pré-cargas realizadas pelo fabricante e informe a capacidade total de cada unidade em operação e de unidades que foram dispensadas ou descartadas durante o ano.

**DICA:** Se os dados forem para várias unidades, some as capacidades ou quantidade de carga de todas as unidades. Caso a capacidade exata dos equipamentos não seja conhecida, utilize os valores máximos estimados para o tipo de equipamento, conforme tabela abaixo:

**Tabela 4 - Tipo de equipamento e capacidade padrão**

Tipo de Equipamento	Descrição	Capacidade Padrão (kg)
Refrigeração Residencial	Unidades de refrigeração para uso doméstico.	0,05 a 0,5 kg
Comercial Individual	Unidades comerciais individuais.	0,2 a 6 kg
Comercial Médio / Grande	Unidades de refrigeração comercial de médio ou grande porte.	50 a 2.000 kg
Refrigeração de Transporte	Unidades de refrigeração para transporte de cargas sensíveis.	3 a 8 kg
Refrigeração Industrial	Unidades industriais para processamento de alimentos e frigoríficos.	10 a 10.000 kg
Frigoríficos	Unidades de refrigeração para frigoríficos comerciais.	10 a 2.000 kg
Ar Condicionado Residencial / Comercial	Unidades de ar condicionado, incluindo bombas de calor para uso doméstico e comercial.	0,5 a 100 kg
Ar Condicionado de Carros	Unidades de ar condicionado para veículos de passeio.	0,5 kg
Ar Condicionado de Caminhões de Pequeno Porte	Unidades de ar condicionado para caminhões de pequeno porte.	1,5 kg

Fonte: Adaptado de GHG Protocol, 2024.



### Emissões por utilização de hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) e trifluoreto de nitrogênio (NF<sub>3</sub>)

As emissões de gases de efeito estufa provenientes do uso de hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) e trifluoreto de nitrogênio (NF<sub>3</sub>) ocorrem principalmente em indústrias que utilizam esses compostos em processos de isolamento elétrico, fabricação de semicondutores e outras aplicações técnicas.

Para calcular as emissões, é necessário registrar na ferramenta a quantidade de gás SF<sub>6</sub> e NF<sub>3</sub> em estoque

no início e no final do ano inventariado, incluindo o gás comprado durante o ano e o estoque remanescente de anos anteriores, tudo em quilogramas (kg).

A diferença entre a quantidade de gás no início e no final do período ajuda a identificar o consumo real de gás durante o ano, refletindo o potencial impacto das emissões geradas pelo uso desses compostos.

## IV. EMISSÕES DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

A categoria de Emissões de Processos Industriais, no contexto do Programa Brasileiro GHG Protocol, inclui todas as emissões de gases de efeito estufa (GEE) que não sejam provenientes da combustão, mas que resultam de processos físicos ou químicos específicos. Exemplos dessas emissões incluem o CO<sub>2</sub> liberado durante a calcinação na fabricação de cimento, o CO<sub>2</sub> gerado pela quebra catalítica no processamento petroquímico e as emissões de PFCs (perfluorocarbonos) provenientes da fundição de alumínio. Também podem existir fontes de GEEs pelo uso de produtos, como aerossóis, espumas, lubrificantes, uso de ceras parafinas, entre outros.

O fluxograma dos processos e a relação de todos os insumos utilizados devem ser elaborados, se já não existirem. Os responsáveis pelo inventário devem conhecer as equações químicas ou cálculos estequiométricos das reações dos processos que ocorram dentro dos limites estabelecidos, para se certificar se há emissão de GEEs. Segundo o Inventário Nacional de Emissões de GEE (MCT, 2005), os principais processos industriais responsáveis pelas emissões de GEE são:

- Siderurgia: Produção de aço que envolve a redução de minério de ferro com carbono.
- Produção de Cimento: Emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da calcinação do calcário.
- Produção de Cal: Liberação de CO<sub>2</sub> durante a calcinação do calcário em fornos.
- Produção de Alumínio: Emissões de PFCs e CO<sub>2</sub> durante a eletrólise do alumínio.
- Produção de Amônia: Emissões de CO<sub>2</sub> provenientes do uso de gás natural como matéria-prima.
- Produção de Ácido Adípico: Emissões de N<sub>2</sub>O durante a oxidação do cicloexanol e cicloexanona.

Caso existam emissões de GEE resultantes de outros processos industriais que não estejam mencionados acima, essas emissões devem ser devidamente relatadas no inventário. O relatório dessas emissões no inventário de GEE de uma organização é essencial para identificar as fontes de emissões não-combustíveis e possibilitar a implementação de estratégias de mitigação.

## V. ATIVIDADES DE AGRICULTURA

A agricultura é o setor responsável pelo cultivo de animais, plantas e fungos, com o objetivo de produzir alimentos, fibras, biocombustíveis, medicamentos e outros produtos.

No contexto do Programa Brasileiro GHG Protocol, as emissões agrícolas são classificadas e agrupadas de acordo com diferentes fontes e atividades, incluindo:

- Drenagem e preparo do solo: emissões de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O associadas à preparação do solo para cultivo, como a drenagem de áreas alagadas e o revolvimento do solo;
- Adição de fertilizantes sintéticos: emissões de N<sub>2</sub>O resultantes da aplicação de fertilizantes nitrogenados;
- Resíduos de culturas: emissões de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O provenientes da decomposição de resíduos de culturas deixados sobre o solo;
- Adição de ureia e calcário: emissões de CO<sub>2</sub> derivadas da aplicação de ureia e calcário para ajuste do pH do solo;
- Fermentação entérica: emissões de CH<sub>4</sub> originadas da digestão de ruminantes, como bovinos e ovinos;
- Cultivo de arroz: emissões de CH<sub>4</sub> de campos de arroz inundados;
- Queimada de resíduos: emissões de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O provenientes da queima de resíduos agrícolas deixados no terreno;
- Manejo florestal: emissões de CO<sub>2</sub> associadas ao manejo e corte de árvores, incluindo a supressão de biomassa;

- Oxidação de substratos hortícolas: emissões de CO<sub>2</sub> de substratos utilizados na cultura de hortaliças e outras plantas;

- Entre outros.

Já as emissões de CO<sub>2</sub> biogênico são aquelas associadas à decomposição e outros processos naturais relacionados à biomassa. Devem ser relatadas em caso de:

- Decomposição de matéria orgânica morta: emissões de CO<sub>2</sub> resultantes da decomposição de resíduos orgânicos e matéria vegetal;
- Supressão de biomassa lenhosa: emissões e remoções de CO<sub>2</sub> associadas à supressão de biomassa lenhosa acima e abaixo do solo, não categorizadas como mudança de uso do solo;
- Estoques orgânicos de carbono no solo: emissões relacionadas a mudanças nos estoques de carbono orgânico do solo;
- Distúrbios naturais: emissões de CO<sub>2</sub> associadas a eventos naturais como queimadas, vendavais, tempestades, secas e pragas;
- Combustão de biomassa: emissões de CO<sub>2</sub> resultantes da combustão de biomassa, com CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O da combustão incompleta sendo relatados e somados às emissões do Escopo 1;
- Entre outras.

**DICA 1:** o manejo de **resíduos de animais** deverá ser contabilizado na categoria **Resíduos sólidos e efluentes líquidos**, em que estão incluídos, por exemplo, as emissões pelo uso de **biodigestores, esterqueira, composteira, emissões de aterros**, entre outros tipos de tratamento.

**DICA 2:** mais informações podem ser consultadas em contabilização de emissões resultantes das práticas agrícolas e de mudanças no uso do solo <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/8e6f34cd-acf4-4e01-8356-acc809df550a/content>

## VI. EMISSÕES DE MUDANÇA NO USO DO SOLO (MUS)

As emissões decorrentes da Mudança no Uso do Solo (MUS) ocorrem quando há conversão entre diferentes categorias de uso da terra, como florestas, áreas agrícolas, pastagens e zonas urbanas. Essas conversões resultam em fluxos significativos de CO<sub>2</sub>, que podem incluir tanto emissões quanto remoções, impactando diretamente o balanço de carbono no solo e na vegetação. Mudanças no uso do solo afetam os estoques de carbono e contribuem para o aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE).

É importante destacar que essa metodologia se aplica exclusivamente às emissões de Mudança no Uso do Solo (MUS) que ocorram em áreas sob controle operacional e/ou propriedade da organização responsável pelo inventário. Emissões provenientes de MUS em áreas de terceiros ou associadas a produtos adquiridos pela organização devem ser relatadas no Escopo 3.

A mudança no uso do solo ocorre quando há conversões entre diferentes categorias de uso, o que pode resultar em fluxos de CO<sub>2</sub>, tanto na forma de emissões quanto de remoções. No contexto do Programa Brasileiro GHG Protocol, essa categoria abrange, por exemplo, as emissões associadas ao desmatamento de áreas florestais para a construção de indústrias, entre outras alterações no uso da terra.

As emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da conversão de vegetação nativa para outros usos, como agricultura, pastagem ou áreas urbanizadas, não devem ser classificadas como "Emissões de CO<sub>2</sub> biogênico". Isso porque o CO<sub>2</sub> liberado representa uma perda de carbono que estava armazenado em ecossistemas naturais, o que aumenta significativamente os gases de efeito estufa na atmosfera. Diferentemente das emissões biogênicas, que fazem parte dos ciclos naturais do carbono (como decomposição de plantas ou queima de biomassa), as emissões pela conversão de vegetação nativa são permanentes e danosas ao equilíbrio climático.

Já as emissões de CO<sub>2</sub> que ocorrem devido à conversão de áreas que não envolvem vegetação nativa, como transformar um campo agrícola em uma área pavimentada, devem ser classificadas como "Emissão de CO<sub>2</sub> biogênico". Essas emissões vêm do carbono capturado por plantas cultivadas, que fazem parte de um ciclo de carbono de curto prazo. No entanto, a mudança de uso, como a impermeabilização do solo, interrompe a capacidade de reabsorção de carbono, liberando CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Esse tipo de emissão, mesmo sendo biogênico, contribui para o aumento dos gases de efeito estufa, pois impede que o terreno continue a desempenhar sua função de capturar carbono.

No caso de supressão de vegetação, se a madeira removida for destinada ao uso como combustível dentro da própria organização, devem ser contabilizadas exclusivamente as emissões provenientes da queima dessa madeira na categoria de "Combustão Estacionária". Esse procedimento reflete o uso direto da biomassa como fonte de energia e suas emissões associadas.

Nos casos em que a madeira colhida não é aproveitada para combustão ou é vendida, a contabilização das emissões deve ser feita nas categorias de "Emissões Agrícolas" ou "Mudança no Uso do Solo", conforme a definição e os critérios específicos dessas categorias.

A Tabela 5 abaixo apresenta as classificações de uso do solo, especificando diferentes tipos de uso, como culturas anuais, perenes, pastagens, silvicultura, vegetação natural, assentamentos, entre outros.

**Tabela 5 - Classificações de uso do solo**

Tipos do uso do solo	Comentários
Cultura anual	Inclui culturas de curta ou média duração, com ciclo vegetativo inferior a um ano, que necessitam de novo plantio após a colheita para produzir novamente. Exemplos comuns são soja, milho e feijão.
Cultura de cana	Considerada como cultura semi-perene
Cultura perene	Culturas com um ciclo vegetativo longo, que permitem colheitas sucessivas sem a necessidade de replantio. Exemplos incluem café, maçã, pera, uva, manga e laranja.
Pastagem	Inclui pastagens cultivadas para uso em sistemas agrícolas e silvi-pastoris, mas não considera as pastagens naturais.
Silvicultura	Refere-se às florestas plantadas para exploração comercial, espécies como Eucalipto e Pinus.
Vegetação natural	Envolve florestas naturais que não sofreram alterações significativas devido à ação humana, mantendo suas características originais de estrutura e composição.
Assentamentos	Abrange todos os terrenos urbanizados, incluindo infraestruturas de transporte e áreas de assentamento humano de qualquer dimensão, exceto quando já incluídas em outras categorias.
Outros usos	Inclui áreas de solo descoberto, rochas, gelo e outras terras que não se enquadram em nenhuma das categorias mencionadas anteriormente.

Fontes: Novaes, et al. (2017); IPCC, (2019); GHG, (2024)

Para realizar o cálculo é necessário fornecer as seguintes informações iniciais: o estado onde a MUS ocorreu, a área em hectares e os dados sobre o uso do solo antes e depois. Se não houver dados primários sobre o esto-

que de carbono do solo, a ferramenta calculará valores padrão com base nas informações fornecidas. No caso de vegetação nativa, informe o bioma, indique se há ou não a fitofisionomia e selecione o tipo de vegetação.

**DICA 1:** mais informações podem ser consultadas em contabilização de emissões resultantes das práticas agrícolas e de mudanças no uso do solo. Disponível em <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/8e6f34cd-acf4-4e01-8356-acc809df550a/content>

**DICA 2:** Os fatores de conversão de estoque de carbono (C) para dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitido ou removido, considerando os diferentes tipos de solo e vegetação, estão disponíveis no Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC).



## VII. EMISSÕES DO TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

As emissões de GEE decorrentes do tratamento de resíduos sólidos ocorrem principalmente por meio da decomposição da matéria orgânica em aterros sanitários e durante o processo de compostagem, liberando gases como metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), resultantes da decomposição de matéria orgânica. Essa metodologia é utilizada para calcular as emissões de Escopo 1 provenientes do tratamento de resíduos

sólidos, ou seja, aquelas emissões diretas de GEE que ocorrem em instalações que são de propriedade ou estão sob o controle da organização. Para os casos em que o tratamento de resíduos é realizado por terceiros e, portanto, as emissões são classificadas como de Escopo 3 (emissões indiretas), utilize a aba "Resíduos sólidos gerados na operação" do GHG para emissões de Escopo 3.

**DICA:** A ferramenta utilizada para o cálculo não inclui uma metodologia específica para emissões resultantes da incineração de resíduos sólidos. Contudo, existe um campo específico para o relato dessas emissões na ferramenta do GHG.

### a. Resíduos aterrados

Esta subseção da ferramenta é projetada para calcular as emissões de GEE resultantes da disposição de resíduos em um único local de aterro. Isso significa que, para obter resultados precisos, cada local de disposição de resíduos deve ter suas emissões calculadas separadamente.

As emissões de resíduos aterrados devem ser calculadas considerando variáveis como a composição dos resíduos, a umidade, a temperatura do aterro, e o tempo de decomposição.

Por conta do perfil de degradação da matéria orgânica em aterros, as emissões de GEE pela disposição de resíduos em aterros são caracterizadas por um perfil de degradação prolongado que continua a liberar gases como metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por mais de 30 anos após o descarte dos resíduos. Sendo assim, o inventário de um ano deve considerar a parcela das emissões de GEE de resíduos aterrados no ano inventariado e também as parcelas de emissões de resíduos dispostos em aterros nos anos anteriores.

As emissões não ocorrem instantaneamente após a disposição dos resíduos, mas sim ao longo de várias décadas. Portanto, o cálculo deve incluir uma estimativa das emissões acumuladas de resíduos depositados nos últimos 30 anos, ou pelo período mais longo para o qual houver registros disponíveis.

Conforme a recomendação do IPCC, para fins de quantificação das emissões, considera-se que a decomposição dos resíduos depositados em um determinado ano se inicia em 1º de janeiro do ano seguinte. Essa premissa padroniza o cálculo e facilita a consistência na estimativa das emissões ao longo dos anos.

Para a inserção dos dados na ferramenta, deve-se informar:

- O estado e município onde está localizado o aterro sanitário. Esses dados são essenciais para a contextualização das condições específicas de cada local, como clima e características do solo;
- A quantidade de resíduos disposta no aterro para cada ano em que houver dados disponíveis, para que o cálculo das emissões possa considerar a continuidade e o perfil de degradação da matéria orgânica ao longo do tempo;
- Informe a composição dos resíduos gerados, especificando a porcentagem de cada tipo de material presente no resíduo total disposto. Preencha a composição dos resíduos apenas para os anos em que efetivamente houve disposição em aterros. Os percentuais devem somar 100% para cada ano;
- Classificar, de acordo com a Tabela 6 a relação da qualidade do aterro inventariado, para onde foram destinados os resíduos em cada ano:

Tabela 6 - Qualidade da disposição de resíduos

Qualidade do local de disposição dos resíduos	Classificação	Característica
A	Aterro sanitário	O aterramento dos resíduos deve ser controlado, utilizando ao menos um dos métodos: cobertura do material, compactação mecânica ou nivelamento dos resíduos.
B	Aterro semi-aeróbio	Deve incluir controle do aterramento dos resíduos com sistemas que permitem a entrada de ar nas camadas, como: cobertura permeável, drenagem de chorume sem afundamento, tanque de regulação, ventilação de gases sem tampa, e conexão entre os sistemas de drenagem e ventilação.
C	Aterro semi-aeróbio (mal manejado)	Considerado mal manejado quando há problemas como drenagem de chorume afundada, fechamento de válvulas de drenagem ou obstrução da saída de gases na ventilação.
D	Aterro com aeração ativa	Inclui tecnologias de aeração in situ de baixa pressão, aspersão de ar, bioventilação e ventilação passiva com extração. Deve ter controle do aterramento e drenagem de chorume para evitar o bloqueio da entrada de ar, além de sistemas de injeção de ar ou extração de gases sem secagem dos resíduos
E	Aterro com aeração ativa (mal manejado)	Inclui as mesmas tecnologias do aterro ativo, mas é considerado mal manejado devido a falhas na drenagem que bloqueiam o sistema de aeração ou à falta de umidade para microrganismos por causa da aeração de alta pressão.
F	Aterro com profundidade $\geq 5m$	Aterros que não atendem aos critérios dos sanitários ou semi-aeróbios, com profundidade de 5m ou mais e/ou alto nível do lençol freático. Este critério também inclui aterros em antigos corpos d'água, como lagos ou rios secos.
G	Aterro com profundidade $< 5m$	Aterros que não atendem aos critérios dos aterros sanitários ou semi-aeróbios e possuem profundidade inferior a 5 metros.
H	Não possui a classificação do aterro	Aterros cuja classificação é desconhecida e que não se encaixam nas categorias mencionadas acima.

Fonte: Adaptado de GHG, 2024

- Insira o valor de eficiência do biogás entre 0 e 1, em que 1 corresponde a um biogás com 100% de metano (CH<sub>4</sub>). Caso não tenha essa informação, deixe em branco. Será utilizado o valor padrão (*default*) do IPCC (2006), que é 0,5.
- Preencha o valor da quantidade de metano recuperado para cada ano disponível. Essa inserção deve ser feita ano a ano, considerando a quantidade efetiva de CH<sub>4</sub> capturada e utilizada ou destruída. Deve-se indicar o destino do biogás recuperado. Em caso de não haver recuperação de metano, pule essa etapa.

O preenchimento dos dados de resíduos aterrados para todos os anos não é obrigatório. Contudo, é altamente recomendado que a estimativa das emissões de metano (CH<sub>4</sub>) siga as diretrizes do IPCC, que sugere considerar os resíduos dispostos nos últimos 30 anos em relação ao ano base do inventário.

## b. Compostagem

A metodologia de cálculo de emissões para compostagem deve ser aplicada exclusivamente ao tratamento de resíduos sólidos que passam por processos de compostagem.

Para o ano base do inventário, forneça a quantidade de resíduos sólidos orgânicos destinados à compostagem, expressa em toneladas por ano (ton/ano). Se o processo de compostagem incluir a recuperação de metano, indique a quantidade de CH<sub>4</sub> recuperado durante o tratamento. Além disso, informe o destino do biogás recuperado.

Preencha a composição do resíduo incinerado pela

organização. Preencha com a porcentagem, de 0 a 100, correspondente a cada tipo de resíduo, em relação ao resíduo total incinerado.

## c. Incineração

Esta subseção é dedicada ao cálculo das emissões de GEE associadas ao tratamento de resíduos sólidos por meio da incineração.

Para o cálculo deve-se informar a quantidade total de resíduos incinerados durante o ano base do inventário, expresso em toneladas por ano (ton/ano), utilizando a base úmida dos resíduos. Especifique também a tecnologia de incineração empregada no processo.

## VIII. EMISSÕES POR TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE EFLUENTES LÍQUIDOS

Esta seção aborda o cálculo das emissões de GEE associadas ao tratamento e disposição final de efluentes líquidos. Essas emissões podem ser provenientes de diferentes etapas dos processos de tratamento de esgoto e efluentes industriais.

A metodologia tratada neste conteúdo é utilizada para calcular as emissões de Escopo 1 provenientes do trata-

mento de efluentes líquidos, ou seja, aquelas emissões diretas de GEE que ocorrem em instalações que são de propriedade ou estão sob o controle da organização.

Para os casos em que os efluentes líquidos forem operados por terceiros, as emissões são classificadas como de Escopo 3 (emissões indiretas).

A **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)** é a quantidade de oxigênio necessária para que a matéria orgânica degradável presente na água seja oxidada por meio da decomposição microbiana aeróbia até uma forma inorgânica estável. Esse parâmetro é frequentemente utilizado para quantificar efluentes domésticos, pois mede a carga orgânica que pode ser decomposta por microorganismos.

Por outro lado, a **Demanda Química de Oxigênio (DQO)** refere-se à quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica presente na água por meio de um agente químico. A DQO é geralmente aplicada a efluentes industriais, pois avalia a carga orgânica total, incluindo compostos que podem não ser biodegradáveis.

Para calcular a **carga orgânica**, é necessário determinar o volume de entrada do efluente e multiplicá-lo pela média de DBO ou DQO, conforme o tipo de efluente.

### a. Dados de tratamento e disposição final do efluente

Para o cálculo das emissões de GEE associadas ao tratamento e disposição final de efluentes, é necessário fornecer informações detalhadas sobre os efluentes gerados e os processos envolvidos, como as a seguir:

- Tipo de efluente gerado: especifique se o efluente é de origem doméstica, industrial, ou outro tipo;

- Tratamento do efluente: indique se o efluente passa por algum tipo de tratamento antes de ser lançado ao ambiente;
- Destino final do efluente: informe se o efluente é lançado diretamente em corpos d'água ou possui outro destino final;
- Quantidade de efluente líquido gerado: registre a quantidade total de efluente gerado no ano base do inventário, expressa em metros cúbicos por ano (m<sup>3</sup>/ano);

- Carga orgânica degradável: forneça os dados relativos à carga orgânica degradável do efluente na entrada do processo de tratamento. Utilize as unidades DBO (Demanda Biológica de Oxigênio) ou DQO (Demanda Química de Oxigênio). Para efluentes industriais, se não houver um valor específico de DQO, consulte as diretrizes do IPCC (2006; v. 5, ch. 6, pg. 6.22);
- Carga orgânica removida com o lodo: opcionalmente, forneça os dados sobre a carga orgânica do efluente removida com o lodo pelo tratamento. Se esse dado não estiver disponível, deixe em branco e será assumido que não houve remoção de lodo;
- Quantidade de nitrogênio no efluente: informe a quantidade de nitrogênio presente no efluente. Para efluentes industriais, se não possuir dados específicos, deixe em branco e será utilizado o valor padrão sugerido pelo IPCC (2019);
- Fator de emissão de N<sub>2</sub>O: preencha o fator de emissão de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) do efluente. Se não houver um valor específico, deixe em branco, e o valor padrão do IPCC (2019) será utilizado;
- Tipo de tratamento do efluente: selecione o tipo de tratamento aplicado ao efluente, como fossa séptica, reator, lagoas, entre outros;
- Recuperação de Metano (CH<sub>4</sub>): se houver recuperação de metano durante o tratamento de efluentes, informe a quantidade recuperada no ano inventariado, expressa em toneladas. Descreva também o destino do biogás recuperado, como uso para geração de energia ou queima controlada.

#### Dados de tratamento sequencial do efluente

Para efluentes que passam por múltiplos tratamentos sequenciais, é fundamental detalhar cada etapa do processo e os dados correspondentes a cada tipo de tratamento. Para isso, utilize os mesmos dados de tratamento da seção anterior, mas acrescente as informações específicas referentes ao segundo tratamento.

#### b. Dados da disposição final dos efluentes

Para calcular as emissões de GEE associadas à disposição final de efluentes líquidos no ambiente, é necessário fornecer as seguintes informações:

- Quantidade de efluentes líquidos lançados ao ambiente: insira o volume total de efluentes líquidos lançados ao ambiente, expresso em metros cúbicos por ano (m<sup>3</sup>/ano);
- Carga orgânica degradável do efluente: informe os dados relativos à carga orgânica degradável dos efluentes lançados ao ambiente. Escolha a unidade de medida adequada: DBO (Demanda Biológica de Oxigênio) ou DQO (Demanda Química de Oxigênio). Para efluentes industriais, caso não disponha de um valor específico para DQO, consulte as diretrizes do IPCC (2006; v. 5, ch. 6, pg. 6.22);
- Quantidade de nitrogênio no efluente: preencha a quantidade de nitrogênio presente nos efluentes. Se não possuir dados específicos para efluentes industriais, deixe este campo em branco, e será utilizado o valor padrão sugerido pelo IPCC (2019);
- Fator de emissão de N<sub>2</sub>O: insira o fator de emissão de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) associado aos efluentes. Se não houver um valor específico disponível, deixe em branco, e o valor padrão do IPCC (2019) será aplicado.

## 5.6.2 Escopo 2: Emissões indiretas de GEEs

Este escopo é a contabilização das emissões de GEEs na geração de energia elétrica ou térmica consumida pela empresa, mas adquirida (gratuita ou onerosamente). Isto é, a energia é gerada fora dos limites organizacionais, as emissões ocorrem no local da geração.

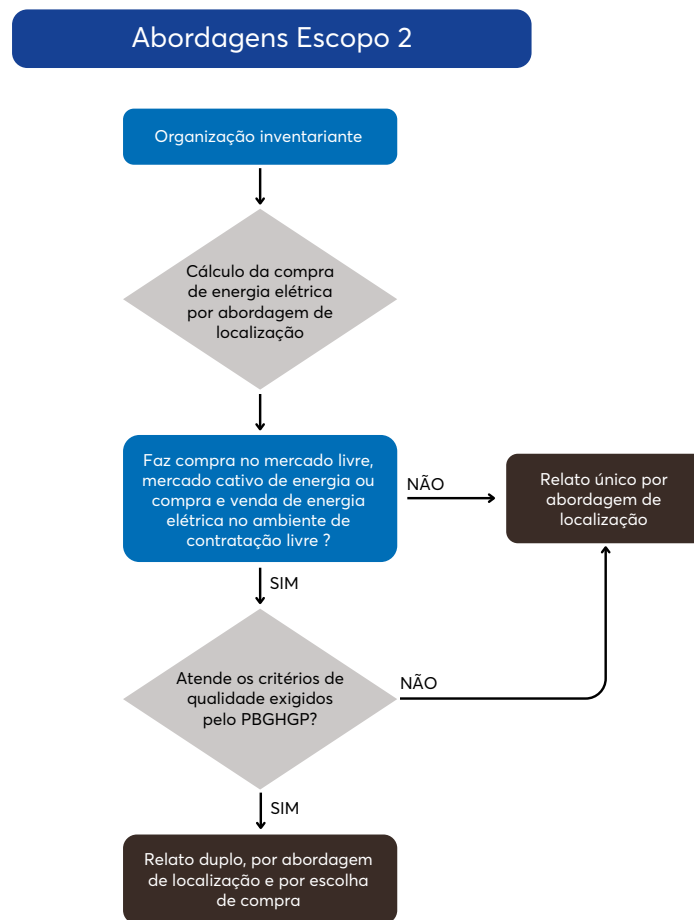
Figura 5 – Categorias do Escopo 2



O PBGHGP estabelece o uso da abordagem baseada na localização (*location-based*) como obrigatório para todas as organizações inventariantes (OI). Já o relato utilizando a abordagem baseada na escolha de compra (*market-based*) é voluntário e adicional à abordagem baseada na localização, ou seja, para declarar esta, a organização inventariante deverá realizar os dois tipos de relato separados em seu inventário de GEE, um total de emissões de Escopo 2 de acordo com a abordagem

baseada na localização e um total de emissões de acordo com a abordagem baseada na escolha de compra. Além disso, as organizações que possuem ao menos um dos instrumentos de rastreamento aceitos para relato na abordagem baseada na escolha de compra, como certificados de energia renovável e/ou contratos de compra e venda de energia, poderão optar voluntariamente pelo relato duplo, conforme o observado na figura a seguir.

Figura 6 – Abordagens de relato de emissão do escopo 2



**DICA 1:** Caso a empresa produza sua própria energia (elétrica ou térmica), as emissões geradas por esse processo devem ser relatadas no escopo 1. Já as emissões resultantes da geração de energia adquirida para revenda a consumidores finais são relatadas no Escopo 3.

**DICA 2:** Para mais informações consulte a nota técnica sobre “Diretrizes para a contabilização de emissões de escopo 2”, no endereço [Biblioteca GHG](#).

## EMISSÕES INDIRETAS PELA COMPRA DE ENERGIA ELÉTRICA - ABORDAGEM DE LOCALIZAÇÃO

O relato de emissões de GEE de Escopo 2 pela abordagem de localização consiste na quantificação das emissões associadas ao consumo de eletricidade, utilizando como fator de emissão a média das emissões geradas pela produção de eletricidade em um sistema elétrico específico, como o Sistema Interligado Nacional (SIN). Esse fator de emissão médio reflete a mistura de fontes energéticas do sistema, considerando o limite geográfico e o período selecionado, permitindo uma avaliação contextualizada a nível nacional das emissões indiretas relacionadas ao consumo de eletricidade.

Para calcular as emissões de GEE nesta categoria é necessário coletar dados sobre o consumo de eletri-

cidade. Registre o consumo mensal de eletricidade em megawatts-hora (MWh). Para isso, a organização deve manter um controle interno, utilizando as contas de energia elétrica como principal fonte de dados. Esse monitoramento contínuo garante a precisão das informações e facilita a contabilização das emissões associadas ao consumo de eletricidade.

Caso os dados mensais não estiverem disponíveis, utilize o consumo total anual. Não preencha ambas as opções (mensal e anual) simultaneamente para a mesma instalação. Escolha um método para evitar duplicação ou inconsistências nos cálculos.

**DICA 1:** A entrada de dados para os cálculos deve ser em MWh (megawatt-hora). Se os dados estiverem em outra unidade, como kWh (quilowatt-hora), é necessário fazer a conversão para MWh (1 MWh = 1.000 kWh).

**DICA 2:** Emissões relacionadas à compra de energia elétrica distribuída por linhas de transmissão que não estão integradas ao Sistema Integrado Nacional (SIN) podem ser calculadas no PBGHGP em "Sistemas isolados".

**DICA 3:** Ao realizar a contabilização de emissões, é essencial observar as datas de vencimento das contas. Alguns verificadores podem não aceitar leituras de medidores realizadas no meio do mês, pois essas datas podem introduzir variações no fator de emissão mensal. Isso ocorre porque o fator do Sistema de Informação Nacional (SIN) pode variar de mês para mês.

## EMISSÕES INDIRETAS POR PERDAS DE TRANSMISSÃO E/OU DISTRIBUIÇÃO - ABORDAGEM POR LOCALIZAÇÃO

Esta categoria se aplica exclusivamente às empresas que atuam como transmissoras e distribuidoras de energia elétrica. A quantificação das emissões de GEE associadas às perdas de energia elétrica nos sistemas de transmissão e distribuição deve utilizar a abordagem por localização.

A quantificação das emissões de GEE associadas à energia elétrica perdida nos sistemas de transmissão e distribuição é realizada utilizando o fator de emissão médio do sistema elétrico correspondente, como o Sis-

tema Interligado Nacional (SIN).

De maneira geral, a coleta dos dados referentes às perdas de energia elétrica nos sistemas de transmissão e distribuição, bem como a inserção desses dados na planilha de "Perdas T&D", ocorre de forma similar à abordagem utilizada para o registro de dados de compra de energia. É necessário, com isso, registrar a perda mensal de eletricidade em megawatts-hora (MWh). Em caso de os dados mensais não estiverem disponíveis, utilize o consumo total anual.

**DICA 1:** Emissões relacionadas à perda de energia elétrica distribuída por linhas de transmissão que não estão integradas ao Sistema Integrado Nacional (SIN) podem ser calculadas no PBGHGP em “Sistemas isolados”.

**DICA 2:** Quando uma OI gera sua própria eletricidade por meio de geração distribuída (GD), como painéis solares ou pequenas usinas eólicas, parte ou toda a eletricidade que ela consome pode vir dessa fonte, reduzindo a quantidade de energia que precisa ser retirada da rede elétrica. No cálculo das emissões de gases de efeito estufa (GEE) do Escopo 2, que correspondem às emissões indiretas geradas pelo consumo de eletricidade da rede, a energia produzida pela GD deve ser subtraída da energia total consumida da rede. Isso é importante na abordagem baseada em localização, que calcula as emissões de acordo com a média de carbono emitido pela eletricidade disponível na rede local.

No entanto, se a organização gerar mais eletricidade do que consome, o excedente pode ser vendido a terceiros. Para que a OI possa reivindicar os benefícios ambientais dessa geração de energia de baixa emissão, como a redução de emissões de GEE, os “atributos ambientais” associados à eletricidade gerada (como a certificação de energia renovável ou créditos de carbono) devem permanecer com a organização. Caso a organização transfira ou venda esses atributos ambientais junto com o excedente de energia, ela não poderá alegar os benefícios de menor intensidade de carbono da energia gerada, pois esses benefícios passarão a pertencer ao comprador da energia excedente.

## EMISSÕES INDIRETAS PELA COMPRA DE VAPOR

As emissões indiretas pela compra de vapor referem-se às emissões de GEE associadas ao consumo de vapor adquirido de um fornecedor externo. Para calcular as emissões indiretas associadas à compra de vapor (energia térmica), siga o procedimento abaixo:

- Verifique o tipo de combustível utilizado na geração do vapor e selecione o mesmo na ferramenta;
- Verifique com o fornecedor e informe a eficiência do fervedor (%) empregado na geração do vapor. Na ausência de informações específicas sobre a eficiência, adote 80% como valor padrão;
- Registre a quantidade total de vapor adquirido, durante o período inventariado, expresso em gigajoules (GJ);
- Caso diferentes tipos de combustíveis sejam utilizados em um ponto de consumo, registre cada tipo de combustível em linhas separadas na ferramenta do PBGHGP;
- Se disponíveis, substitua os fatores de emissão padrão para CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O pelos valores específicos fornecidos pelo fornecedor de vapor.

## EMISSÕES INDIRETAS PELA COMPRA DE ENERGIA ELÉTRICA - ABORDAGEM DE ESCOLHA DE COMPRA

As emissões indiretas pela compra de energia elétrica na abordagem de escolha de compra (*market-based*) são calculadas utilizando fatores de emissão específicos das fontes de geração de eletricidade que a organização opta por adquirir.

Nesta abordagem, o fator de emissão está diretamente vinculado à origem da geração de eletricidade, exigindo

comprovação e rastreamento detalhado da fonte energética utilizada. O relato conforme essa metodologia é voluntário, complementar, e exclusivo para as organizações que consigam cumprir todos os critérios de qualidade estabelecidos na nota técnica “Diretrizes para a contabilização de emissões de Escopo 2”, disponível no link: [Biblioteca GHG](#).



## Instrumentos aceitos para garantia de origem da energia

- **Certificado de energia renovável ou *Renewable Energy Certificate (REC)*:**

Este se refere a um título que comprova a origem de 1 megawatt-hora (MWh) de energia gerada a partir de fontes renováveis, atestando os benefícios ambientais associados a essa produção. Ele garante, por meio de rastreabilidade, que a energia foi efetivamente gerada por fontes sustentáveis, como solar, eólica, biomassa ou hidrelétrica.

O certificado deve incluir o fator de emissão por tipo de gás de efeito estufa (GEE), expresso em toneladas de GEE por megawatt-hora (tGEE/MWh). Exemplos de gases a serem considerados incluem tCO<sub>2</sub>/MWh (dióxido de carbono), tCH<sub>4</sub>/MWh (metano), tN<sub>2</sub>O/MWh (óxido nitroso), e tCO<sub>2</sub> biogênico/MWh. Alternativamente, o certificado deve fornecer a identificação detalhada do empreendimento gerador, especificando o tipo de fonte de energia renovável utilizada para cada MWh de energia reivindicado pela organização inventariante.

- **Contrato de Compra e Venda de Energia Elétrica no Ambiente de Contratação Livre (CCEAL):**

Esses contratos geralmente estabelecem os termos comerciais da negociação, como as condições de entrega da energia, o preço, a forma de pagamento, a duração do contrato, e eventuais penalidades por descumprimento. No entanto, não é comum que esses contratos incluam detalhes sobre os atributos ambientais da energia comercializada, como os fatores de emissão de gases de efeito estufa (GEE) associados à eletricidade consumida. Além disso, o CCEAL normalmente não assegura que a energia fornecida seja proveniente de fontes renováveis, a menos que essa condição seja explicitamente negociada entre as partes envolvidas.

Dessa forma, as empresas que desejam garantir o consumo de energia renovável e contabilizar suas emissões de GEE associadas à eletricidade precisam buscar, separadamente, mecanismos como os Certificados de Energia Renovável (REC) ou outras garantias ambientais que comprovem a origem e os impactos ambientais da energia adquirida.

O PBGHGP reconhece o REC como o instrumento preferencialmente aceito para relatos utilizando a abordagem baseada na escolha de compra. Pois os instrumentos utilizados para garantir a origem da eletricidade na abordagem baseada na escolha de compra (*market-based*) devem fornecer informações sobre a procedência da energia elétrica ou o fator de emissão associado ao consumo dessa eletricidade pela organização inventariante. Com isso, para serem aceitos em verificação e contabilizados pela organização precisam atender critérios de qualidade, que são detalhados no link: [Biblioteca GHG](#).

Para o cálculo na ferramenta do PBGHGP é necessário possuir as informações do tipo de fonte de geração de energia (termoelétrica, eólica, fotovoltaica, entre outras), caso use combustível indicar o tipo (carvão, biogás, óleo, gás natural, entre outros) e a eficiência em porcentagem (%) da planta geradora.

Além disso, registre o consumo mensal de eletricidade em megawatts-hora (MWh). Caso os dados mensais não estiverem disponíveis, utilize o consumo total anual. Não preencha ambas as opções (mensal e anual) simultaneamente para a mesma instalação. Escolha um método para evitar duplicação ou inconsistências nos cálculos.

**DICA:** Para a estimativa de emissões de GEE a partir de fontes termoelétricas é sempre necessário informar a eficiência da planta geradora.

## EMISSÕES INDIRETAS POR PERDAS DE TRANSMISSÃO E/OU DISTRIBUIÇÃO - ABORDAGEM DE ESCOLHA DE COMPRA

Esta categoria se aplica exclusivamente às empresas que atuam como transmissoras e distribuidoras de energia elétrica. A quantificação das emissões de GEE associadas às perdas de energia elétrica nos sistemas de transmissão e distribuição deve utilizar a abordagem de escolha de compra. Nessa abordagem, o fator de emissão está diretamente associado à origem da gera-

ção de eletricidade, sendo necessária sua comprovação e rastreamento.

De maneira geral, a coleta dos dados e a inserção do mesmo na ferramenta do GHG ocorre da mesma forma que o relatado anteriormente nas "Emissões indiretas pela compra de energia elétrica - abordagem de escolha de compra".



### 5.6.3 Escopo 3: Outras emissões indiretas de GEEs

Essas emissões resultam da atividade da organização, mas ocorrem em fontes que não pertencem ou não são controladas por ela, e sim por sua cadeia de valor.

Estão incluídas também as emissões relativas à produção terceirizada ou sob contrato, arrendamentos ou

franquias não incluídas nos escopos 1 e 2. O Escopo 3 é uma categoria de relato opcional, a opção de relatar as emissões de GEEs deve levar em consideração os objetivos do inventário.

Se a empresa realizar qualquer tratamento dos efluentes ou dos resíduos sólidos gerados dentro do limite organizacional estabelecido, as emissões resultantes desse processo devem ser contabilizadas como escopo 1 (emissões diretas). Se a empresa recolher todos os resíduos e efluentes e der uma destinação diferente, em que outra empresa realiza o tratamento desse resíduo ou efluente, as emissões desse tipo de tratamento podem ser relatadas como Escopo 3, em caráter opcional.

As emissões de Escopo 3 são geralmente classificadas como *upstream* ou *downstream*. As emissões *upstream* são referentes às emissões indiretas de GEEs, relacionadas a bens e serviços comprados ou adquiridos, e as emissões *downstream* são referentes às emissões indiretas de GEEs, relacionadas a bens e serviços vendidos.

Abaixo estão listadas as 15 categorias para relato de emissões de Escopo 3 propostas pelo Programa Brasileiro GHG Protocol. Essas categorias são baseadas no *Greenhouse Gas Protocol Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard*, disponível no site do *The Greenhouse Gas Protocol*.

Figura 7 – Categorias de Escopo 3



## Emissões *Upstream*:

**I. BENS E SERVIÇOS COMPRADOS:** Emissões de GEE associadas à produção de bens e serviços comprados pela organização. Essas emissões são significativas, pois englobam as atividades da cadeia de suprimentos

que antecedem a chegada dos produtos à organização, por esse motivo é importante definir as fronteiras de atuação.

**EXEMPLO:** Uma montadora de automóveis compra peças como motores, pneus e baterias de fornecedores externos. As emissões associadas à extração de metais, produção de borracha para pneus, fabricação de baterias e o transporte dessas peças para a montadora são contabilizadas nessa categoria. Caso o transporte das peças seja pago pela montadora, as emissões dessa atividade são contabilizadas na categoria Transporte e distribuição *upstream*.

**II. BENS DE CAPITAL:** Emissões relacionadas à produção de bens de capital, comprados ou adquiridos (como maquinário, veículos, equipamentos etc). Essas emissões

ocorrem durante a extração de matérias-primas, fabricação e transporte desses bens até o ponto de recepção pela organização.

**EXEMPLO:** Uma construtora compra escavadeiras e guindastes para seus projetos. As emissões associadas incluem a extração de metais, fabricação dos componentes pesados e o transporte dos equipamentos até o canteiro de obras. Caso o transporte seja pago pela construtora, as emissões dessa atividade são contabilizadas na categoria Transporte e distribuição *upstream*. Já as emissões de uso dos equipamentos seriam contabilizadas no Escopo 1.

**III. ATIVIDADES RELACIONADAS A COMBUSTÍVEL E ENERGIA NÃO INCLUÍDAS NO ESCOPO 1 E 2:** Emissões da extração, produção e transporte de combustíveis e energia adquiridos e consumidos pela organização, que não estejam contabilizados nos Escopos 1 e 2.

Enquanto os Escopos 1 e 2 focam nas emissões diretas e no uso de energia comprada, essa categoria captura as emissões que ocorrem antes do uso, ao longo da cadeia de fornecimento dos combustíveis e energia.

**EXEMPLO:** Uma empresa de transporte usa gasolina para sua frota de veículos. Além das emissões diretas do uso (Escopo 1), as emissões de Escopo 3 incluem a extração do petróleo, refino para produção de gasolina e transporte até os postos de abastecimento.

**IV. TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO UPSTREAM:** Emissões de transporte e distribuição de produtos adquiridos entre fornecedores e a organização, abrangendo tanto a logística de entrada (movimentação de matérias-pri-

mas, componentes e produtos intermediários) quanto de saída (transporte até intermediários ou pontos de distribuição) e serviços de transporte e distribuição terceirizados.

**EXEMPLO:** Uma empresa de manufatura adquire aço de um fornecedor. As emissões associadas ao transporte do aço desde o fornecedor até a fábrica da empresa são contabilizadas.

**V. RESÍDUOS GERADOS NAS OPERAÇÕES:** Emissões associadas ao tratamento e disposição de resíduos gerados pelas operações da organização. Esta categoria

contabiliza todas as emissões futuras (ao longo do processo de tratamento e/ou disposição final) que resultam dos resíduos gerados no ano inventariado.

**EXEMPLO:** Um supermercado gera resíduos alimentares, como frutas, vegetais e produtos perecíveis que não foram vendidos ou que estão estragados. A empresa deve reportar todas as emissões de metano provenientes da disposição final desses resíduos no ano em que foram gerados. Isso inclui tanto as emissões imediatas quanto as emissões futuras, resultantes da decomposição gradual dos resíduos.

As emissões de efluentes de uma fábrica são contabilizadas de maneira diferente, dependendo de quem realiza o tratamento dos efluentes:

- Se a organização inventariante trata os efluentes diretamente, as emissões associadas a esse tratamento são contabilizadas no Escopo 1, pois são emissões diretas da organização.
- Se o tratamento é realizado na planta da organização, mas por uma empresa terceirizada, as emissões resultantes são contabilizadas na categoria de "Resíduos Gerados nas Operações" do Escopo 3, uma vez que são emissões indiretas associadas ao serviço terceirizado.
- Se os efluentes são enviados para a rede pública de coleta, as emissões associadas ao tratamento final realizado pela empresa de saneamento pública, referentes à fração desse efluente, devem ser contabilizadas na mesma categoria do Escopo 3.

**VI. VIAGENS A NEGÓCIOS:** Esta categoria abrange as emissões de gases de efeito estufa (GEE) geradas por viagens a negócios realizadas por colaboradores da organização. Incluem-se nesta categoria todas as viagens efetuadas por funcionários das entidades e unidades operadas, alugadas ou de propriedade da organização

inventariante. Também podem ser consideradas as emissões geradas por funcionários de outras entidades relevantes, tais como prestadores de serviços terceirizados, bem como consultores e outros indivíduos que, embora não sejam funcionários da organização inventariante, realizem deslocamentos para suas unidades.

**EXEMPLO:** Funcionários viajam para um evento corporativo, como um workshop ou seminário, realizado em uma cidade diferente. As emissões do transporte aéreo, ferroviário ou rodoviário, bem como as emissões associadas ao transporte local, são contabilizadas nesta categoria.

**VII. DESLOCAMENTO DE FUNCIONÁRIOS (CASA-TRABALHO):** Emissões resultantes do transporte diário dos funcionários entre suas residências e o local de trabalho. São considerados nesta categoria todos os funcionários de entidades e unidades operadas, alugadas ou de propriedade da organização inventariante. Também podem ser consideradas as emissões geradas pelo deslocamento de funcionários de outras entidades

relevantes, como prestadores de serviços terceirizados, assim como consultores e outros indivíduos que, embora não sejam funcionários da organização inventariante, se desloquem para suas unidades.

Caso a organização disponibilize um serviço de transporte (fretado da própria organização), as emissões devem ser contabilizadas no Escopo 1.

**EXEMPLO:** Funcionários de um escritório viajam diariamente de suas casas para o local de trabalho. As emissões de GEE associadas ao transporte, seja por carro, transporte público ou bicicleta, são contabilizadas nesta categoria.

**VIII. BENS ARRENDADOS (A ORGANIZAÇÃO COMO ARRENDATÁRIA):** Emissões de ativos arrendados que não são incluídas no Escopo 1 e 2 (quando a organização é a locatária). Esses ativos arrendados podem incluir imóveis, veículos, maquinário e outros equipamentos utilizados pela organização, cuja gestão de

emissões não é diretamente controlada pela organização locatária, mas cujas emissões são relevantes para a contabilização total das emissões da organização.

A contabilização das emissões associadas a bens arrendados depende do tipo de arrendamento e da abordagem de consolidação adotada pela organização.

**EXEMPLO:** Uma empresa que aluga espaço de escritório, equipamentos ou veículos de outra entidade contabiliza as emissões associadas ao uso desses ativos, como a eletricidade consumida nos escritórios arrendados.

## Emissões *Downstream*:

### IX. TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO *DOWNSTREAM*:

Emissões de transporte e distribuição de produtos vendidos, após a transferência de propriedade para o cliente. Contabiliza as emissões geradas pelo transporte de produtos vendidos do centro de distribuição da organização até o cliente final e associadas ao armazenamento e transporte dos produtos vendidos na rede

de distribuição final.

Os serviços de logística de saída contratados pela organização, como transporte e distribuição realizados por terceiros antes da transferência de propriedade para o cliente, são classificados na categoria de Transporte e Distribuição *Upstream*.

**EXEMPLO:** Uma empresa de eletrônicos vende uma televisão para um cliente. Após a venda, a televisão é transportada do centro de distribuição da empresa até a residência do cliente. As emissões associadas ao transporte da televisão, realizadas por caminhões de entrega, são contabilizadas nesta categoria.

### X. PROCESSAMENTO DE PRODUTOS VENDIDOS:

Emissões associadas ao processamento adicional de produtos vendidos pela organização. Inclui todas as

emissões geradas durante as etapas de processamento, transformação ou modificação dos produtos vendidos, realizadas por terceiros.

**EXEMPLO:** uma empresa fornece produtos químicos brutos para uma planta de fabricação. Se a planta realiza refinamento ou mistura adicional dos produtos químicos, as emissões geradas por esses processos são incluídas nesta categoria.

**XI. USO DE PRODUTOS VENDIDOS:** Emissões de GEE resultantes do uso de produtos vendidos pela organização ao longo de sua vida útil, no ano inventariado.

**EXEMPLO:** Uma fabricante de eletrodomésticos vende geladeiras e máquinas de lavar que consomem energia elétrica. As emissões resultantes do uso de eletricidade ao longo da vida útil desses produtos são incluídas nesta categoria. Essas emissões são as emissões de Escopo 2 dos consumidores finais.

**XII. TRATAMENTO DE FIM DE VIDA DOS PRODUTOS VENDIDOS:** Emissões relacionadas ao tratamento e disposição de produtos vendidos pela organização ao final de sua vida útil.

**EXEMPLO:** Uma fábrica de aparelhos de ar-condicionado pode contabilizar as emissões de gases de efeito estufa associadas ao descarte final dos aparelhos produzidos e vendidos. Isso inclui as emissões resultantes da liberação de gases refrigerantes, como HFCs, durante o fim de vida útil dos aparelhos. Os ar-condicionados em questão são os produzidos no ano inventariado.

**XIII. BENS ARRENDADOS (A ORGANIZAÇÃO COMO ARRENDADORA):** Emissões de ativos arrendados a outras entidades, que não estão incluídas no Escopo 1 e 2 (quando a organização é a locadora).

A contabilização das emissões do bem arrendado está relacionada ao tipo de arrendamento e à abordagem de consolidação adotada nos limites organizacionais.

**EXEMPLO:** Uma empresa de *leasing* que aluga veículos, equipamentos ou imóveis para outras empresas, contabiliza as emissões de GEE geradas pela operação desses ativos, como as emissões de veículos arrendados usados pelos clientes.

**XIV. FRANQUIAS:** Emissões de GEE das operações de franquias da organização que não estão incluídas nos Escopos 1 e 2. As franquias são estabelecimentos que operam sob a marca da organização, mas que são geridas por terceiros (franqueados). As emissões

contabilizadas aqui abrangem aquelas que ocorrem nas operações diárias das franquias, como consumo de energia, aquecimento, refrigeração, transporte e outros processos que geram emissões indiretas.

**EXEMPLO:** Uma rede de restaurantes contabiliza as emissões de GEE das operações de seus franqueados, incluindo o consumo de eletricidade, gás natural para cozinhar, e a gestão de resíduos, que não estão incluídas nos Escopos 1 e 2.



**XV. INVESTIMENTOS:** Emissões relacionadas aos investimentos da organização, incluindo emissões de portfólios de investimentos ou participações acionárias, no ano inventariado, não incluídas nos Escopos 1

e 2. As emissões são contabilizadas de acordo com a proporção de participação ou influência da organização sobre as entidades ou projetos nos quais investe.

**EXEMPLO:** Um banco possui um portfólio diversificado de investimentos, incluindo participações acionárias em diversas indústrias, como mineração, petróleo e gás, e manufatura pesada. No ano inventariado, o banco pode contabilizar as emissões de GEE associadas a esses investimentos, mesmo que essas emissões não sejam diretamente parte de suas operações diárias.

De maneira geral, na contabilização das emissões de Escopo 3, não é necessário realizar uma análise completa do ciclo de vida de GEE de todos os produtos e

operações. A recomendação é focar nas atividades que mais geram emissões, permitindo que a organização direcione ações para os maiores impactos.

**DICA:** Para evitar a dupla contabilização, revise se as fontes de emissões estão sendo registradas em múltiplos escopos ou métodos de contabilização. Compreender os limites e o escopo de cada fonte é fundamental para assegurar que cada emissão seja contabilizada uma única vez.

### Recomendações que ajudam a determinar as escolhas das categorias de Escopo 3

- Determinar a cadeia de suprimentos: mapeie a cadeia de suprimentos da organização para entender melhor os fluxos de materiais, produtos e serviços. Incluindo os fornecedores, desde matérias-primas até a entrega final ao cliente;
- Determinar as categorias de Escopo 3 relevantes: avalie as categorias de emissões de Escopo 3 e determine quais são relevantes para a organização;
- Identificar parceiros na cadeia de valor: identifique os parceiros ao longo da cadeia de valor que contribuem com volumes potencialmente significativos de GEE. Incluindo os fornecedores, distribuidores, transportadoras, e outros *stakeholders* que possam impactar significativamente as emissões totais;
- Quantificar as emissões de Escopo 3: após identificar as fontes relevantes de emissões, quantifique as emissões de cada categoria relevante do Escopo 3. Utilize dados fornecidos pelos parceiros identificados e aplique fatores de emissão apropriados para obter uma estimativa das emissões.

A ferramenta do PBGHGP oferece métodos de cálculo para as seguintes categorias de Escopo 3: Transporte & Distribuição (*Upstream*), Resíduos sólidos da operação,

Efluentes gerados na operação, Viagens a negócios, Emissões casa-trabalho e Transporte & Distribuição (*Downstream*).

## 5.7 Resumo das emissões totais de GEE e CO<sub>2</sub> biogênico

Um relatório de GEE deve ser elaborado caso a organização tenha seu inventário verificado por uma terceira parte ou se houver obrigatoriedade de apresentação ao Inea. Para o Inea, o relatório deve incluir as emissões de todos os processos cobertos pela licença ambiental da empresa, abrangendo, no mínimo, as emissões dos Escopos 1 (emissões diretas) e Escopo 2 (emissões indiretas de energia).

O relatório de inventário de emissões deve respeitar sempre os princípios da relevância, integralidade, consistência, precisão, transparência e conservadorismo. Com isso os dados devem ser reportados de forma que se permita sua rastreabilidade, e facilite o processo de verificação do inventário.

O resumo das emissões totais de GEE deve incluir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) contabilizadas em toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>e), abrangendo os Escopos 1 e 2, que são obrigatórios. Caso a organização opte, também podem ser incluídas as emissões do Escopo 3 (outras emissões indiretas).

As emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da combustão de biomassa não devem ser incluídas nos Escopos 1, 2 e 3, mas relatadas separadamente como CO<sub>2</sub> biogênico, já que fazem parte do ciclo natural do carbono. No entanto, as emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O resultantes da combustão incompleta da biomassa não são neutras e devem ser contabilizadas nos escopos apropriados:

- Escopo 1: Quando a biomassa é queimada diretamente pela organização.
- Escopo 2: Quando a biomassa gera eletricidade consumida pela organização.
- Escopo 3: Quando produtos ou eletricidade de terceiros são adquiridos.

A OI pode adotar um padrão de relato para as emissões de gases de GEEs, organizando as informações por fonte e escopo, facilitando a utilização de tabelas e gráficos, para a visualização e a análise das emissões ao longo do tempo. Nesse sentido, é possível verificar um diagnóstico preciso de cada fonte e sua eficiência, além dos motivos de aumento e/ou diminuição ao longo dos anos.



**EXEMPLO:**

\*Os valores apresentados nas tabelas a seguir são fictícios e utilizados apenas para fins de estudo. Não representando dados reais de emissões de GEE.

**Exemplos de tabelas para o relato de emissões no relatório de GEE:****Tabela 7 - Tabela de Emissões por Escopo**

Emissões por escopo	
Escopo	Emissões em t CO <sub>2</sub> e
Escopo 1	1.500,75
Escopo 2	820,35
Escopo 3	3.100,50
<b>Total</b>	<b>5.421,60</b>

**Tabela 8 - Exemplo de Tabela de Emissões por categoria de Fonte**

Emissões por fonte	t CO <sub>2</sub> e
Combustão Estacionária	1.223,45
Combustão Móvel	504,12
Emissões Fugitivas	311,78
Tratamento de Efluentes	402,35
Compra de Energia	758,67
Transporte e Distribuição <i>Upstream</i>	1.200,89
Tratamento de Resíduos	506,41
Viagens a negócios	514,93
<b>Total</b>	<b>5.421,60</b>

**Tabela 9- Exemplo de Tabela de Emissões Totais e Variação Anual**

Ano	Total de Emissões t CO <sub>2</sub> e	Variação em relação ao ano base
2019	5.401,00	-
2020	6.353,00	+18%
2021	4.351,00	-19%
2022	5.421,60	+25%

Exemplos de tabelas para o relato de emissões para o Inea:

Tabela 10 - Valores em tonelada métrica para cada tipo de GEE por escopo

Emissões por tonelada métrica por tipo de GEE			
GEE	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3
CO <sub>2</sub>	700,00	300,00	100,00
CH <sub>4</sub>	0,1	0,00	2,00
N <sub>2</sub> O	0,1	0,00	3,00
HFCs	0,09	0,00	0,00
PFCs	0,00	0,00	0,00
SF <sub>6</sub>	0,00	0,00	0,00
NF <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00

Tabela 11 - Toneladas Equivalentes de CO<sub>2</sub>

Emissões por tCO <sub>2</sub> e			
GEE	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3
CO <sub>2</sub>	700,00	300,00	100,00
CH <sub>4</sub>	2,80	0,00	56,00
N <sub>2</sub> O	26,50	0,00	795,00
HFCs	209,71	0,00	0,00
PFCs	0,00	0,00	0,00
SF <sub>6</sub>	0,00	0,00	0,00
NF <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00

Tabela 12- Emissão por categoria de fontes CO<sub>2</sub>e (t)

GEE	Combustão estacionária	Combustão móvel	Emissões fugitivas	Efluentes
CO <sub>2</sub>	625,4632635	55,49416102	0,4	8,624461879
CH <sub>4</sub>	0,01187	0,033904524	0,00	1,135886668
N <sub>2</sub> O	0,001313	0,004297303	0,00	0,131224367

**DICA 1:** O PBGHGP na aba “Consolidação para preenchimento no RPE” e “Resumo” já fornecem um resumo de emissões por categoria e escopo.

**DICA 2:** Ao realizar cálculos e preencher valores em ferramentas de inventário ou sistemas de gestão de emissões de GEE, é recomendável evitar arredondamentos preliminares. Isso garante maior precisão nos resultados, uma vez que os arredondamentos repetidos podem introduzir erros cumulativos e distorções nas estimativas. A prática recomendada é inserir valores inteiros ou com o máximo de casas decimais possíveis, permitindo que a ferramenta ou sistema faça o arredondamento automaticamente ao final do processo. O mesmo serve ao inserir os dados no sistema de relato, evite arredondamentos.

**DICA 3:** É essencial ter cuidado com a conversão de unidades de medida. Pequenos erros nas conversões podem resultar em discrepâncias significativas nos cálculos de emissões e nas estimativas finais.

**DICA 4:** Para mais informações sobre os relatos de emissões no Inea, acesse o GEE ([inea.rj.gov.br](http://inea.rj.gov.br)) e clique em manual de preenchimento.



## 5.8 Indicadores de intensidade de carbono

Uma forma de avaliar a evolução da gestão das emissões de GEEs ao longo do tempo é por meio de um índice de intensidade de emissões. É natural que ao longo do tempo as empresas observem uma variação no volume da sua produção. Para tanto é importante padronizar as emissões na forma de um indicador. Esse indicador pode ser de acordo com o produto final da empresa, por exemplo: kg de CO<sub>2</sub>e/kg de produto. O indicador pode ser usado para projetar emissões, também pode servir de *benchmarking* comparativo com outras organizações a

fim de identificar boas práticas de gestão de GEEs.

A organização deve, então, apresentar indicadores que correlacionem as emissões de gases de efeito estufa (GEE) com os níveis de atividade do empreendimento, conhecidos como indicadores de intensidade de carbono. Esses indicadores permitirão acompanhar a evolução das emissões do empreendimento em análise.

No sistema de relato de emissões de GEE do Inea, existe uma lista de sugestão para intensidade de carbono no seu manual, acessado em [GEE \(inea.rj.gov.br\)](http://inea.rj.gov.br).

**EXEMPLO:** Vamos considerar uma empresa fictícia que fabrica um tipo de produto, como papel reciclado. Para monitorar suas emissões de gases de GEEs, a empresa calcula o seu indicador de intensidade de carbono.

Produção anual: 1000 kg de papel reciclado (ou 1 tonelada).

Emissões anuais: 0,5 tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente (t CO<sub>2</sub>e) geradas durante o processo de produção.

O indicador de intensidade de carbono é calculado da seguinte forma:

**Emissões totais (ton de CO<sub>2</sub>e)/ Produção (ton de produto)**

O indicador de intensidade de carbono de 0,5 t CO<sub>2</sub>e/t de produto significa que, para cada tonelada de papel reciclado produzido, a empresa emite 0,5 tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente. Esse indicador ajuda a monitorar sua eficiência ao longo do tempo. Por exemplo, se a produção aumentar para 1500 kg de papel (ou 1,5 toneladas) e as emissões subirem para 0,6 t CO<sub>2</sub>e, o novo indicador seria de 0,4 t CO<sub>2</sub>e/t de produto. Isso indicaria uma melhoria na eficiência, pois agora a empresa emite menos CO<sub>2</sub>e por tonelada de produto.

### Dicas de possíveis indicadores de intensidade de carbono:

- |   |  |
|---|--|
| • Intensidade de emissões por produto<br>Setor: Fábrica de Alimentos<br>Indicador: kg de CO <sub>2</sub> por kg de produto            | • Intensidade de emissões por hora de operação<br>Setor: Fábrica<br>Indicador: kg de CO <sub>2</sub> por hora de operação              |
| • Intensidade de emissões por unidade de produção<br>Setor: Indústria Automobilística<br>Indicador: kg de CO <sub>2</sub> por veículo | • Intensidade de emissões por área<br>Setor: Construção Civil<br>Indicador: kg de CO <sub>2</sub> por metro quadrado (m <sup>2</sup> ) |
| • Intensidade de emissões por receita<br>Setor: Empresa de Serviços<br>Indicador: kg de CO <sub>2</sub> por R\$ de receita            | • Intensidade de emissões por consumidor<br>Setor: Varejo<br>Indicador: kg de CO <sub>2</sub> por cliente atendido                     |

## 5.9 Incerteza do inventário

A avaliação da incerteza de um inventário de GEE considera a qualidade, a variabilidade e a imprecisão dos dados utilizados para a quantificação que podem afetar o resultado do inventário de GEE, estando alinhado aos princípios de transparência e precisão, incentivando a melhoria contínua do documento.

Incertezas podem surgir, por exemplo, na etapa de coleta dos dados das fontes e no uso dos fatores de emissão. No caso dos dados de entrada, essas incertezas podem ocorrer devido a erros intrínsecos nos equipamentos de medição ou a erros humanos durante o registro das informações.

A análise da incerteza geralmente inclui uma estimativa quantitativa da diferença provável ou percebida entre o valor reportado e o valor real. Essa estimativa é complementada por uma descrição qualitativa das possíveis causas da divergência, como problemas na qualidade dos dados, limitações nos métodos de cálculo utilizados, ou a falta de precisão nos fatores de emissão aplicados. Alguns exemplos de identificação de **fontes de incertezas** podem estar relacionados aos:

- I. **Dados de atividades:** A incerteza nos dados de atividade pode ser atribuída a erros de medição, falta de precisão e qualidade das informações coletadas. Vale destacar que sistemas automáticos tendem a apresentar menor incerteza em comparação aos sistemas manuais, devido à maior precisão e consistência na coleta das informações.
- II. **Fatores de emissão:** decorre do uso de representações simplificadas com valores médios ou aplicação inapropriada de fatores de emissão que não representam o processo ou as condições de operação, como fatores baseados em estudos limitados ou antigos.
- III. **Calibragem dos equipamentos:** se o equipamento usado para medir as emissões não está bem calibrado, isso pode ser uma fonte importante de incerteza. Avalie o quanto a calibração afeta as medições e atribua uma incerteza percentual apropriada com base na avaliação.

IV. **Amostras limitadas:** o uso de conjuntos de dados que não representam completamente as operações das instalações ocorre quando os dados utilizados são obtidos a partir de amostras limitadas, não abrangendo todos os períodos ou condições de operação. Por exemplo, um inventário que utiliza dados de apenas uma parte do ano ou que não contempla variações sazonais pode subestimar ou superestimar as emissões reais.

Esses **elementos de incerteza** (dados de atividade, fatores de emissão, calibragem de equipamentos e amostras limitadas) devem ser avaliados por meio de análises estatísticas, levando em consideração se há dados disponíveis, como a determinação da precisão dos equipamentos de mensuração e/ou, eventualmente, a adoção da opinião de especialistas para determinação das estimativas envolvidas.

O IPCC recomenda o uso de **intervalos de confiança de 95%**, na determinação da amplitude das incertezas.

Um dos **métodos de cálculo da incerteza total** mais usualmente utilizado na elaboração do inventário de GEE é o **método de propagação do erro**, ou também chamado de combinação de incertezas (IPCC 2006), esse método utiliza estatísticas básicas para combinar as incertezas das diferentes variáveis envolvidas no cálculo das emissões.

Para isso, é considerado que a incerteza total de uma fonte é dada pela raiz quadrada das somas dos quadrados das incertezas de cada elemento (dados de atividade, fatores de emissão, calibragem de equipamentos e amostras limitadas), expressa em porcentagem, de acordo com a fórmula abaixo.

$$U_{\text{total}} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 \dots U_n^2}$$

Em que,

$U_{\text{total}}$  = valor quantitativo total da incerteza, em percentual.

$U_1, U_2, U_3, U_n$  = incertezas individuais associadas a cada variável de entrada (como dados de atividade e fatores de emissão).

Para cada fonte de emissão, calcule separadamente a sua respectiva incerteza total. Ou seja, combine as incertezas de cada elemento por meio da fórmula de propagação para obter a incerteza percentual total da fonte. Recomenda-se adotar o valor da incerteza associada a fatores reconhecidos pelo IPCC, geralmente expressos em uma faixa percentual que reflete a variabilidade dos dados e a metodologia usada na sua definição. O IPCC fornece estimativas de incertezas associadas aos dados de entrada no documento [“GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty”](#).

Por outro lado, se estiver usando um fator de emissão desenvolvido localmente, deve considerar as variações específicas dos dados locais que contribuiram para a

determinação desse fator, justificando no relatório a metodologia empregada.

Em seguida, é realizado o cálculo da incerteza de todas as fontes agregadas, conforme fórmula abaixo:

$$U_{\text{total}} = \frac{\sqrt{(U_1 \times x_1)^2 + (U_2 \times x_2)^2 + \dots + (U_n \times x_n)^2}}{\sum_{i=1}^n x_i}$$

Em que,

x = Emissão de GEE da fonte.

$U_{\text{total}}$  = valor quantitativo total da incerteza, em percentual.

$U_1, U_2, U_3, \dots, U_n$  = incertezas individuais associadas a cada variável de entrada (como dados de atividade e fatores de emissão).





#### EXEMPLO:

Neste exemplo, são considerados três componentes de incerteza: Coleta de Dados, Compilação dos Dados e Fatores de Emissão. Para a fonte "Fontes Estacionárias (Gasolina)", as seguintes incertezas são atribuídas:

As incertezas associadas aos dados de entradas foram estimadas segundo recomendação do documento "GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty". Para a coleta e compilação dos dados, arbitrou-se 3 níveis em função da precisão para obtenção do dado, conforme tabela abaixo.

Tabela 13 - Confiabilidade de dados e incerteza

Confiabilidade	Incerteza Dados de Atividade	Justificativa
Alta	±1%	Aplicável aos dados de atividade que provêm de Notas Fiscais ou Faturas que indicam medições precisas.
Regular	±3%	Aplicável aos dados de atividade que requerem premissas, fatores de eficiência ou aproximações, sem a presença de medições ou documentos que comprovem a veracidade.
Baixa	±10%	Aplicável aos dados de atividade obtidos a partir de estimativas ou comparações com outras fontes.

Com isso, a coleta de dados para a fonte foi classificada como 1%, pois os dados são provenientes de notas fiscais, o que geralmente resulta em uma baixa incerteza devido à sua confiabilidade.

A compilação dos dados também foi classificada como 1%, para considerar possíveis erros humanos na organização e processamento dos dados. Esse valor reflete uma incerteza relativamente baixa, dado que o processo de compilação é padronizado e revisado.

Fatores de Emissão foram classificados como 3%, pois o método está alinhado com a aplicação de fatores reconhecidos e confiáveis, como os fornecidos pelo IPCC.

A incerteza total dessa fonte é dada por:

$$U_{\text{total}} = \sqrt{U_{\text{coleta}}^2 + U_{\text{compilação}}^2 + U_{\text{fator de emissão}}^2}$$

$$U_{\text{total}} = \sqrt{1_{\text{coleta}}^2 + 1_{\text{compilação}}^2 + 3_{\text{fator de emissão}}^2}$$

$$U_{\text{total}} = 3,32\%$$

Assim, a incerteza total para a fonte "Fontes Estacionárias (Gasolina)" é 3,32%. Devem ser realizados, então, os cálculos para todas as fontes identificadas, e comparadas com o total de emissão, conforme tabela a seguir.

Tabela 14 – Tabela fictícia de incerteza do inventário

Fontes de Emissão	Emissão de GEE	Coleta de Dados	Compilação dos Dados	Fatores de Emissão	Incerteza
Fontes Estacionárias (Gasolina)	7.960,00	1%	1%	3%	3,32%
Fontes Estacionárias (Óleo Diesel)	1.100,00	3%	1%	3%	4,36%
Compra de Energia Elétrica	6.313,00	1%	1%	3%	3,32%
Transporte de Resíduos e Bens Materiais	813,00	10%	1%	10%	14,18%
Incerteza total					2,22%

Assim, a incerteza total é resultado da raiz quadrada da soma das multiplicações da incerteza de cada fonte pelo valor das emissões das respectivas fontes elevada ao quadrado. Esse valor, então, é dividido pela soma das emissões de todas as fontes. Conforme demonstrado abaixo.

$$U_{\text{total}} = \frac{\sqrt{(U_1 \times x_1)^2 + (U_2 \times x_2)^2 + \dots + (U_n \times x_n)^2}}{\sum_{i=1}^n x_i}$$

$$U_{\text{total}} = \frac{\sqrt{(3,32 \times 7.960)^2 + (4,36 \times 1.100)^2 + (3,32 \times 6.313)^2 + (14,18 \times 813)^2}}{(7.960 + 1.100 + 6.313 + 813)}$$

$$U_{\text{total}} = 2,22\%$$

## 5.10 Fontes excluídas

Conforme o princípio da integralidade, nenhuma fonte deve ser excluída, nem as pequenas. No entanto, conforme o princípio da relevância, reconhece-se que para o cálculo para fontes muito pequenas pode não ser exequível a realização de metodologias rigorosas de cálculo e que podem não ser relevantes para as partes interessadas.

A exclusão de uma fonte ou sumidouro deve ser justificada com base na sua relevância. Se a contribuição potencial da fonte ou sumidouro for insignificante no contexto total do inventário (não sendo material), a exclusão pode ser aceita. Isso significa que, mesmo com a exclusão, a precisão do inventário geral não é comprometida. O termo "discrepância material" se refere à diferença que poderia alterar significativamente a interpretação dos resultados.

Dessa forma, a organização inventariante pode escolher metodologias de estimativa para fontes de menor expressão, desde que as emissões cumulativas de todas elas contabilizem **5% ou menos** da soma das emissões totais de cada escopo (Escopo 1 e Escopo 2), separadamente, em CO<sub>2</sub> equivalente.

Contudo, quaisquer exclusões de fontes, unidades ou operações devem ser claramente identificadas e justificadas no inventário. As justificativas apresentadas para a exclusão de fontes ou sumidouros precisam ser revisadas e aprovadas por verificadores independentes. Esses verificadores irão avaliar se as exclusões foram feitas de forma justificada e consistente com as melhores práticas. Caso as justificativas sejam consideradas inadequadas, os verificadores poderão solicitar revisões ou a inclusão das fontes inicialmente excluídas.

## 6. Verificação de inventário de GEE

A verificação de inventário de GEE tem como objetivo assegurar a credibilidade do inventário de uma organização. Trata-se de uma avaliação realizada por empresa ou instituição competente, independente e devidamente credenciada para realizar tal atividade, sobre a exatidão, completude e conformidade com critérios estabelecidos do inventário de GEE de uma organização inventariante. Dessa forma, ao passar por esse processo, os *stakeholders* ganham mais confiança sobre as informações prestadas.

Conforme determinado na NOP-INEA-52 /2022, os empreendimentos que possuem a participação man-

datória, antes de envio do inventário de GEE ao Inea, este deverá ser verificado por Organismo Validador e Verificador (OVV) acreditado por entidade competente (Inmetro) para Verificação de Inventário de Emissões de GEE. O Organismo Validador e Verificador (OVV) deverá ser detentor do Escopo de Acreditação relativo à atividade a ter seu Inventário verificado.

Já a participação no Programa Brasileiro GHG Protocol é voluntária e não há a obrigatoriedade de ter o inventário publicado (para maiores detalhes ver item [8. REGISTRO PÚBLICO DE EMISSÕES](#)).

### Consultando os OVVs acreditados pelo Inmetro

A lista de OVV está disponível no site do Inmetro e pode ser acessada pelo link: <http://www.inmetro.gov.br/organismos/index.asp> e clicando em "Organismos de Verificação de Inventários de Gases de Efeito Estufa – OVV".

Após a nova janela abrir, é preciso clicar na "lupa" ao lado do nome de cada OVV para obter um detalhamento das informações. Para acessar o escopo específico das atividades acreditadas é necessário clicar no ícone "+" em "Escopo de Acreditação" na parte inferior da página.

### 6.1 Bases normativas

Os principais critérios do processo de verificação de inventário de GEE estão descritos no documento "Especificações de Verificação do Programa Brasileiro GHG Protocol" e na norma ABNT NBR ISO 14064-3: Gases

*de efeito estufa - Parte 3: Especificação e orientação para a validação e verificação de declarações relativas a gases de efeito estufa.*

## 6.2 Princípios da verificação

Os princípios a seguir devem ser a base do processo de verificação:

- **Independência:** a verificação deve ser independente e livre de qualquer viés ou conflito de interesse. A objetividade ao longo do processo deve ser mantida de modo a assegurar que os resultados e conclusões sejam baseados em evidências objetivas durante a verificação.
- **Conduta ética:** o processo deve ser conduzido de maneira íntegra, sigilosa e discreta, demonstrando conduta ética.
- **Apresentação justa:** os relatórios de verificação devem refletir de maneira verossímil e exata as atividades, resultados e conclusões identificadas.
- **Cuidado profissional:** o processo deve ser conduzido de modo diligente e profissional segundo a importância da tarefa sendo realizada e a confiança depositada pelos *stakeholders*. Além de ter as competências e habilidades necessárias para realizar o processo de verificação.

## 6.3 Nível de confiança

O nível de confiança reflete o grau de credibilidade do processo de verificação. É por meio dessa determinação que é possível estabelecer a profundidade de detalhes que o processo deve passar. Assim, o verificador planejará seu trabalho de modo mais ou menos minucioso na existência de erros, omissões ou distorções materiais

(ver item [5.3 Materialidade](#) para maiores detalhes).

A seleção do nível de confiança resulta em diferentes declarações de verificações (como são chamados os certificados emitidos ao final do processo de verificação de inventário de GEE). São dois os possíveis níveis de confiança:

### Confiança Razoável

Neste nível de confiança há o mais alto grau de confiabilidade possível.

Assim, as declarações de verificação são redigidas de forma positiva – o OVV fornece a confiança razoável que o relatório está materialmente correto e é uma representação justa dos dados e informações de GEE, preparado conforme os requisitos do programa.

### Confiança Limitada

Neste nível de confiança a credibilidade dos dados é menor que o de confiança razoável.

As declarações são, portanto, redigidas de forma negativa – o OVV declara que não há indícios de que o inventário de GEE não estejam materialmente corretos, não seja uma representação justa dos dados e informações de GEE e que não tenha sido preparado conforme os critérios do programa. As declarações limitadas envolvem testes menos minuciosos e avaliações mais superficiais da documentação de apoio.

O nível de confiança do processo de verificação deve ser estabelecido em comum acordo entre a organização inventariante e o OVV no momento da formalização do contrato de prestação de serviço. Isto porque ele determina a profundidade da verificação (e consequentemente, a quantidade de dias envolvidos no processo, números de dias e locais de visitas, entre outros).

A resolução NOP-INEA-52 determina que o inventário dos empreendimentos que precisam encaminhar mandatoriamente ao órgão ambiental deve realizar a verificação por um OVV acreditado. Não há nenhuma determinação sobre qual o nível de confiança exigido, dessa forma ambos são aceitos.

## 6.4 Materialidade

O conceito de materialidade é utilizado para determinar se pode ter tido desvios materiais por informações omitidas ou distorcidas sobre as emissões de GEE.

Um erro é considerado material (também chamado de desvio material) se o total de erros de cálculos do inventário de GEE altera as emissões relatadas no Escopo 1 ou Escopo 2 em 5% ou mais (para mais ou para menos). A materialidade é dada, portanto, em porcentagem e não em volume de emissões. Assim, o limite da materialidade relaciona-se às emissões de cada escopo

individualmente, e não ao valor total.

É importante ressaltar também que a avaliação de um desvio material envolve análise qualitativa e quantitativa. Isto porque pode haver erros no entendimento dos requisitos de relato do programa (por exemplo, uma fonte pode ser erroneamente categorizada), o que não impacta no resultado numérico do escopo do inventário, mas ainda é um erro material de informação e que precisa ser corrigido.

## 6.5 Etapas da verificação

Em resumo, abaixo temos a descrição de cada etapa do processo de verificação de inventário de GEE:

- I. **Requerimento de proposta técnico-comercial:** A organização inventariante solicita uma proposta técnico-comercial de verificação para o OVV.
- II. **Proposta de verificação:** O OVV envia à organização uma proposta de verificação.
- III. **Contrato:** Firma-se o contrato entre a organização inventariante e o OVV selecionado, dando início ao processo formal de verificação.
- IV. **Reunião inicial:** Realiza-se uma reunião inicial entre a organização e o OVV para definir cronograma e coletar as informações necessárias para realizar a verificação.
- V. **Plano de verificação:** O OVV determina as instalações que devem ser visitadas, apresenta um cronograma de visitas e atividades, elenca as informações necessárias a serem consultadas e elabora o plano de verificação.
- VI. **Atividades de verificação:** O OVV realiza a avaliação do inventário de emissões de GEE, a visita às instalações, avalia os dados, tratamento e cálculos, conforme o nível de confiança estabelecido previamente.
- VII. **Relatório de erros no inventário:** O OVV prepara um relatório detalhado sobre as atividades de verificação e os desvios encontrados, destacando os desvios materiais, e revisa-o com a organização inventariante.
- VIII. **Ações corretivas (se necessário):** A organização realiza uma análise da causa e correção dos desvios encontrados e propõe ações corretivas para evitar que os mesmos desvios ocorram novamente.
- IX. **Relatório de verificação:** O OVV avalia as ações corretivas tomadas pela organização, prepara um relatório de verificação.
- X. **Revisão Independente:** Os resultados do processo de verificação, incluindo ambos os documentos, devem ser revisados por um revisor independente antes dos resultados serem compartilhados com a organização inventariante.
- XI. **Emissão da Declaração de verificação:** É emitida a declaração de verificação, de acordo com o nível de confiança previamente acordado (ver item [6.3 Nível de confiança](#)).

## 6.6 Recebendo a verificação independente

Como todo processo de avaliação por terceira parte, a verificação independente do inventário de GEE necessita de preparação interna. A seguir são listadas algumas ações recomendadas que podem ser adotadas para facilitar o processo da verificação.

### I. Envolvimento alta direção

É importante que a Alta Direção esteja envolvida no processo, entenda as etapas e acompanhe o resultado da verificação. Como já descrito anteriormente, a verificação pode ser um processo de identificação de melhorias relevantes para a organização.

### II. Comunicação interna

Comunicar e divulgar o Plano de Verificação internamente, em especial nas áreas a serem visitadas e explicar o que poderá ser exigido em cada uma, é fundamental para preparar todos para receber a verificação. Assim, os funcionários (internos e/ou terceirizados) se sentirão mais seguros e poderão cooperar melhor com o processo.

### III. Organização dos dados e registros

A organização dos dados e registros é essencial para garantir a precisão das informações. Ressalta-se que na verificação é necessário a consulta a dados primários

(como contas de energia elétrica, notas fiscais de abastecimento de combustíveis, entre outros). Dessa forma, organizar cada um dos dados primários torna o processo mais fácil e rápido para todos, além de auxiliar na garantia da assertividade das informações prestadas. Uma boa recomendação é já separar todos os registros primários separados por escopo e por fontes.

### IV. Visão da melhoria contínua

A verificação do inventário de GEE deve ser vista como uma ferramenta importante de garantia de informações das emissões e que permite a descoberta de pontos a serem melhorados. Assim, se erros ou desvios (materiais ou não) forem identificados, estes não devem ser entendidos como falha pessoal ou da equipe, mas uma oportunidade de revisão do trabalho e melhorar para os próximos relatórios e processos de verificação.



## 7. Sistema de relato de emissões de GEE – Inea

Conforme NOP-INEA-52, o inventário de emissões de GEE, juntamente com a memória de cálculo das emissões de GEE (em planilha aberta) e a declaração de verificação deverão ser enviadas anualmente ao Inea até o último dia útil do mês de junho de cada ano, relatando as emissões do ano de referência anterior (de janeiro a dezembro).

As instruções para utilização e preenchimento das informações no sistema online do Cadastro Estadual de Emissões de GEE ficam disponibilizadas no endereço eletrônico <https://gee.inea.rj.gov.br/>.

Dúvidas e suporte de uso do Sistema Online do Cadastro Estadual de Emissões de GEE devem ser reportados ao endereço de e-mail [gee@inea.rj.gov.br](mailto:gee@inea.rj.gov.br).

**DICA 1:** Devem ser anexados no sistema do Inea os arquivos do Inventário, a Declaração de Verificação e a Planilha de cálculos. No caso de participação voluntária, devem ser anexadas as evidências de que a empresa não se enquadra nos requisitos para relato obrigatório (atividade, classe de impacto e nível de emissão), de modo a justificar a ausência de verificação. Quando o inventário for usado para atestar que o nível de emissão é  $<10000\text{tCO}_2$ , ele deve ser verificado.

**DICA 2:** Atente-se ao fato de que, ao clicar em "Enviar inventário", os dados não poderão mais ser alterados. O envio deve ser feito apenas uma vez para cada ano de referência e deve ocorrer até o último dia útil do mês de junho.

**DICA 3:** Caso haja alguma pendência, o status do inventário estará como "Pendente", permitindo que a empresa edite as informações necessárias e envie novamente para avaliação.

**DICA 4:** Atente-se ao e-mail cadastrado no sistema, pois esse será o principal canal de comunicação com os técnicos da Gerência de Qualidade do Ar (GERAR). É preferível utilizar um endereço eletrônico do setor responsável, ao invés de um endereço de um profissional. Isso evita eventuais problemas caso ocorra a troca de profissionais no setor sem a devida comunicação sobre essa obrigação.

## 8. Registro público de emissões

Conforme já descrito, a participação no Programa Brasileiro GHG Protocol é voluntária e não há a obrigatoriedade de ter o inventário publicado. O Registro Público de Emissões é a plataforma do Programa Brasileiro GHG Protocol para divulgação dos inventários corporativos de emissões de GEE das organizações participantes do programa. Tem como objetivo ser transparente, rápido e simples, além de promover o reconhecimento das organizações inventariantes.

É composto por uma área restrita, em que as organizações podem inserir suas emissões de modo online e automatizado. E uma área pública em que os dados dos inventários se tornam disponíveis para o público

em geral. Nessa área ficam disponíveis o inventário em formato de relatório e uma ferramenta de análise, que fornece gráficos e possibilita uma visualização de modo mais didático e transparente.

Qualquer organização pode ser membro do Programa Brasileiro do GHG Protocol e ter acesso à área restrita de publicação de seu inventário. A participação no programa é anual e possibilita aos participantes acesso a treinamentos, grupos de trabalho, oficinas e outras atividades.

Para mais informação e acesso ao Registro Público de Emissões, visite: <https://registropublicodeemissoes.fgv.br/>

### 8.1 Selos GHG Protocol

O Programa Brasileiro GHG Protocol (PBGHGP) atribui três categorias de selos aos inventários publicados no Registro Públicos de Emissões. Os selos são atribuídos anualmente para cada inventário reportado. São eles:

- I. **Ouro:** as organizações inventariantes que reportaram um inventário de GEE verificado por OVV acreditado pelo Inmetro\*.
- II. **Prata:** inventários de GEE publicados de modo completo, incluindo todas as fontes do escopo 1 e 2, sendo o escopo 3 opcional.
- III. **Bronze:** Inventário de GEE parcial ou incompleto, que não inclua todas as fontes dos escopos 1, 2 e 3.

Para obtenção do selo Ouro não há exigência de um determinado nível de confiança no processo de verificação, sendo aceitos tanto declarações do nível de confiança razoável quanto limitada.

*\* Observação: Ao contrário do exigido pelo Inea, o PBGHGP não determina expressamente que o OVV precise ter o escopo de acreditação específico da atividade da organização inventariante. Ou seja, basta ser acreditado pelo Inmetro que a declaração do OVV será aceita pelo programa.*



## 9. Conclusão

O Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa é uma ferramenta crucial para quantificar esses gases. Para empresas e instituições, a realização desse inventário é o primeiro passo para enfrentar as mudanças climáticas, pois permite entender o perfil de suas emissões e, a partir disso, estabelecer estratégias e metas para sua diminuição.

Além de contribuir para a sustentabilidade e para a agenda ESG, o inventário também melhora a relação da empresa com seus *stakeholders* e aumenta sua competitividade, adequando-se a padrões internacionais e cumprindo com requisitos legais. Esperamos que esse documento sirva como um guia prático para a elaboração de inventários de emissões de GEE para indústrias e empresas no geral.



## 10. Referências

**ABNT NBR ISO 14064-1:2007.** 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.

**ABNT NBR ISO 14064-2:2007.** Gases de efeito estufa – Parte 2: Especificação e orientação a projetos para quantificação, monitoramento e elaboração de relatórios das reduções de emissões ou da melhoria das remoções de gases de efeito estufa.

**ABNT NBR ISO 14064-3:2007.** Gases de efeito estufa – Parte 3: Especificação e orientação para a validação e verificação de declarações relativas a gases de efeito estufa.

**ABNT PR 2030:2022.** Ambiental, social e governança (ESG), conceitos, diretrizes e modelo de avaliação e direcionamento para organizações. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

**BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA.** Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa: Relatório de Referência. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissoes.html>.

**BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES.** *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>.

**BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA.** Balanço Energético Nacional 2023 (ano base 2022). Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2023>.

**BRASIL.** *Política Nacional sobre Mudança do Clima.* Brasília: 2009.

**BRASIL.** Decreto nº 11.550, de 20 de fevereiro de 2023. *Dispõe sobre a Política Nacional sobre Mudança do Clima e dá outras providências.* Brasília: Diário Oficial da União, 2023.

**BRASIL. RIO DE JANEIRO. CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (CONEMA).** Resolução CONEMA nº 97, de 18 de agosto de 2022. *Estabelece diretrizes para a implementação da Política Estadual sobre Mudança do Clima.* Rio de Janeiro: 2022.

**FIRJAN.** *Cartilha: Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa.* 2016. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/publicacoes/manuais-e-cartilhas/cartilha-inventario-de-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa.htm>.

**GHG Protocol.** GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty. 2005. Disponível em: <https://ghgprotocol.org/calculation-tools-and-guidance>

**IPCC.** *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.* 2006. Disponível em: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.

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

**IPCC.** *2019 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>.

**WORLD ECONOMIC FORUM.** *Global risks report 2024.* 19. ed. Cologne: World Economic Forum, 2024. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2024>.

**WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI); WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD).** *GHG Protocol Calculation Tools.* Disponível em: <http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/all-tools>.

**WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI); WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD).** *Scope 2 Guidance: An Amendment to the GHG Protocol Corporate Standard.* 2015. Disponível em: [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/standards/Scope%20%20Guidance\\_Final\\_0.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/standards/Scope%20%20Guidance_Final_0.pdf).

**WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI); WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD).** *Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard*. 2013. Disponível em: [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard-EReader\\_041613\\_0.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard-EReader_041613_0.pdf).

**NOVAES, R. M. L.; et al.** Estimating 20-year land use change and derived CO<sub>2</sub> emissions associated to crops, pasture and forestry in Brazil and each of its 27 states. *Global Change Biology*, v. 23, n. 9, p. 3716-3728, 2017. Disponível em: <https://brluc.cnpma.embrapa.br/>. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.13708>.

**PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL.** *Manual de Elaboração de Inventários de Gases de Efeito Estufa*. São Paulo: FGV, 2020. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/c7c1073a-44dc-489b-8c3c-da456d740592/content>.

**PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL.** *Especificações de Verificação do Programa Brasileiro GHG Protocol*. Edição 2011. São Paulo: FGV, 2011. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/ab3a77f-9-921a-4df7-a281-bb1340963a47/content>.

**PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL.** *Diretrizes para a Elaboração de Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa*. São Paulo: Disponível em: [Biblioteca GHG \(fgv.br\)](http://Biblioteca_GHG(fgv.br)).

**PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL.** Ferramenta Intersetorial GHG Protocol v2024.0.2.xlsx. Disponível em: [Programa Brasileiro GHG Protocol | FGV EAESP](http://Programa Brasileiro GHG Protocol | FGV EAESP).

**RIO DE JANEIRO.** *Política Estadual sobre Mudança do Clima*. Rio de Janeiro: 2010.

**RIO DE JANEIRO.** Decreto nº 43.216, de 2 de agosto de 2011. *Dispõe sobre a Política Estadual sobre Mudança do Clima e dá outras providências*. Rio de Janeiro: Diário Oficial do Estado, 2011.

**RIO DE JANEIRO.** Lei Estadual nº 9.072, de 27 de julho de 2020. *Institui a Política Estadual de Mudança do Clima e dá outras providências*. Rio de Janeiro: Diário Oficial do Estado, 2020.

**RIO DE JANEIRO.** Instituto Estadual do Ambiente (INEA). NOP-INEA-52, de 22 de junho de 2022. *Norma Operacional para a implementação de medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas*. Rio de Janeiro: 2022.

**RIO DE JANEIRO. INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (INEA).** Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/>.

**RIO DE JANEIRO. INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (INEA).** Grupo de Estudo e Emissões (GEE). Disponível em: <https://gee.inea.rj.gov.br/>.

**SÃO PAULO. CETESB.** *Cartilha de Emissões de Gases de Efeito Estufa*. São Paulo: CETESB, 2014. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/cartilha\\_ghg\\_online.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/cartilha_ghg_online.pdf).

