

# Cartilha **Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa**



Guia Empresarial do **SENAI**

S474c

SENAI. Departamento Regional do Estado do Rio de Janeiro  
Cartilha inventário de emissões de gases de efeito estufa /  
[SENAI. Departamento Regional do Estado do Rio de Janeiro] . –  
Rio de Janeiro : [s.n], 2017.  
64 p. : il., color. (Guia Empresarial do SENAI)

Inclui bibliografia

1. Efeito estufa (atmosfera) 2. Gases estufa 3. Aquecimento  
global I. Título II. Série

CDD 363.73874

# CRÉDITOS

---

## SISTEMA FIRJAN | FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

### Presidente

Eduardo Eugenio Gouvêa Vieira

### Vice-presidente Executivo

Ricardo Carvalho Maia

## CONSELHO EMPRESARIAL DE MEIO AMBIENTE DO SISTEMA FIRJAN

### Presidente

Isaac Plachta

## DIRETORIA DE DEFESA DE INTERESSES

### Diretor

Cristiano Buarque Franco Neto

## GERÊNCIA DE MEIO AMBIENTE, SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO

### Gerente

Jorge Vicente Peron Mendes

### Autoria

Andrea Lopes | *Especialista*

Mariana Maia | *Analista*

Priscilla Ferreira | *Estagiária*

### Apoio

Caio Costa | Analista do IST Ambiental

Carolina Zoccoli | Especialista

Lídia Vaz Aguiar | Analista

[meioambiente@firjan.com.br](mailto:meioambiente@firjan.com.br)

## COLABORAÇÃO TÉCNICA

Diretoria de Pós-Licença (Dipos)

Instituto Estadual do Ambiente (Inea)



# SUMÁRIO

---

Esta Cartilha pretende ser uma ferramenta de fácil utilização para a elaboração de inventário de emissões de gases de efeito estufa - GEEs, pois de uma forma simples apresenta os princípios, as diretrizes e as etapas de um inventário corporativo de emissões.

Introdução .....	06
Contextualização .....	08
Por que fazer inventário corporativo de emissões de GEEs? .....	13
Entendendo o inventário de emissões dos GEEs .....	16
Elaborando o inventário .....	24
Fator de emissão .....	35
Identificando as fontes .....	37
Calculando as emissões .....	39
Análise da incerteza .....	42
Relatando as emissões .....	44
Verificação do inventário .....	45
Referências .....	47
Anexo I .....	48
Anexo II .....	51
Anexo III .....	53
Anexo IV .....	64

# 1 INTRODUÇÃO

---

Para entendermos o porquê de se fazer um inventário de emissões, vamos fazer um paralelo com a saúde humana.

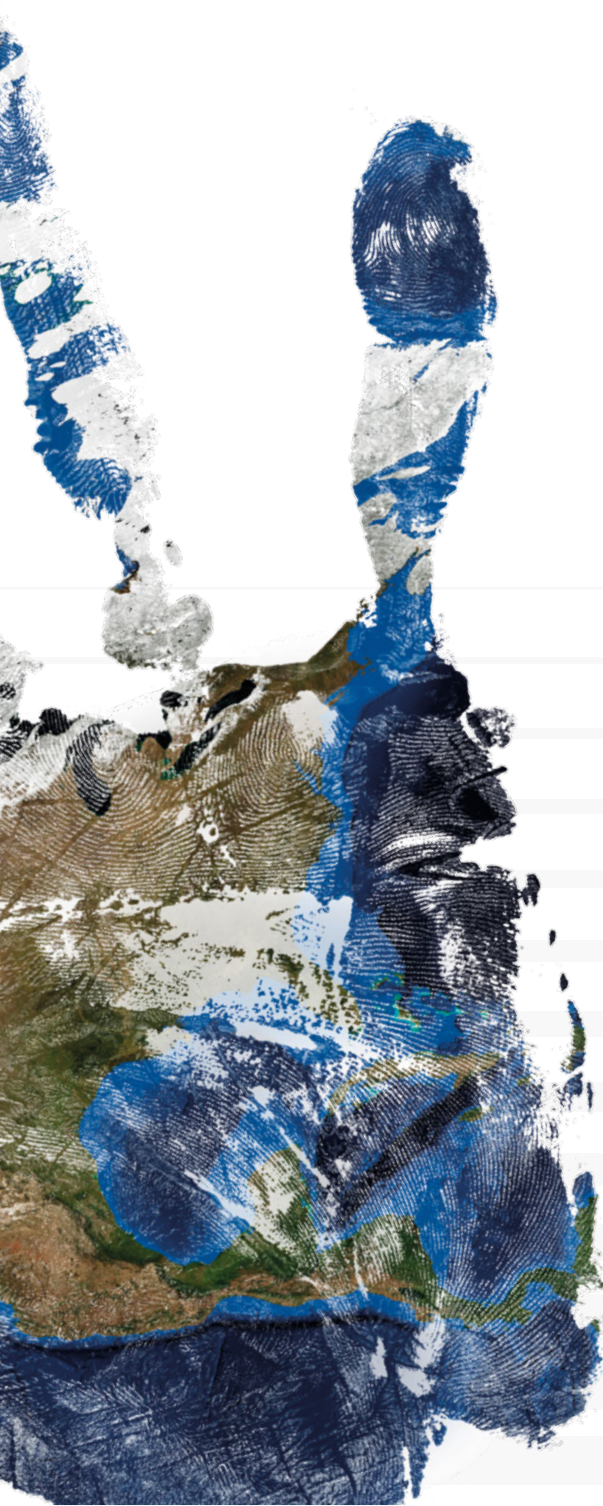
Se por acaso você se identificar com esta situação, não se espante, é o reflexo do mundo atual. Bom, imagine uma mulher perto dos 40 anos. De repente começa a sentir tonteira, enjoo e dormência nas mãos. Após refletir, lembra que sua avó e sua mãe só liam livros com apoio para não forçar o pescoço.

Essa mulher vai à fisioterapia, narra os fatos e a fisioterapeuta sugere que faça o teste de evitar ficar muito tempo olhando para baixo. Funciona! Então o seu problema é uma herança e o mesmo que aconteceu com sua avó e sua mãe agora lhe acontece.

Acontece que sua avó começou a precisar apoiar o livro na altura dos olhos aos 75 anos, sua mãe aos 60. Por quê? Sua avó não trabalhava fora por horas a fio sob pressão, não havia computadores nem tablets, tampouco smartphones. Com sua mãe foi diferente, já precisou trabalhar com carga horária reduzida, em certo momento com computadores e quando já estava com a idade mais avançada, surgiram os tablets e smartphones. Ela antecipou o problema de saúde em 15 anos.

Essa mulher de quase 40 anos, sempre trabalhou horas a fio em computadores ou lendo documentos





intermináveis, tablet e smartphone, laptop são ferramentas de trabalho diárias. Resultado, pelo estilo de vida que leva, pelas coisas que faz, antecipou o problema em 35 anos se tomar sua avó como base de referência.

Assim são as questões relacionadas às mudanças climáticas. Mesmo que consideremos a possibilidade de que o mundo se aqueceria naturalmente, é consenso de que estamos antecipando os eventos e alterando as temperaturas em função da forma como estamos vivendo.

Aquela mulher poderia ter feito e pode fazer diferente? Sim. Ela pode tomar providências para alterar a sua maneira de utilizar os equipamentos de trabalho e se preparar para o futuro com tratamentos e exercícios.

E quanto às mudanças climáticas, podemos fazer diferente? Sim, e é por isso que gestão das emissões é cada vez mais cobrada. A tendência é que produtos menos intensivos em carbono ganhem competitividade e que o carbono emitido comece a ser precificado para fortalecer a necessidade de se emitir cada vez menos, se compensar cada vez mais as emissões.

**Então, fique atento! Quanto antes você identificar as suas fontes, mais preparado você vai estar para o mercado que está se desenhando para um futuro próximo.**

# 2 CONTEXTUALIZAÇÃO

Aqui vamos contextualizar como e por que as mudanças climáticas já são uma realidade, um breve histórico das discussões mundiais e das tendências advindas da COP 21 – Acordo de Paris.

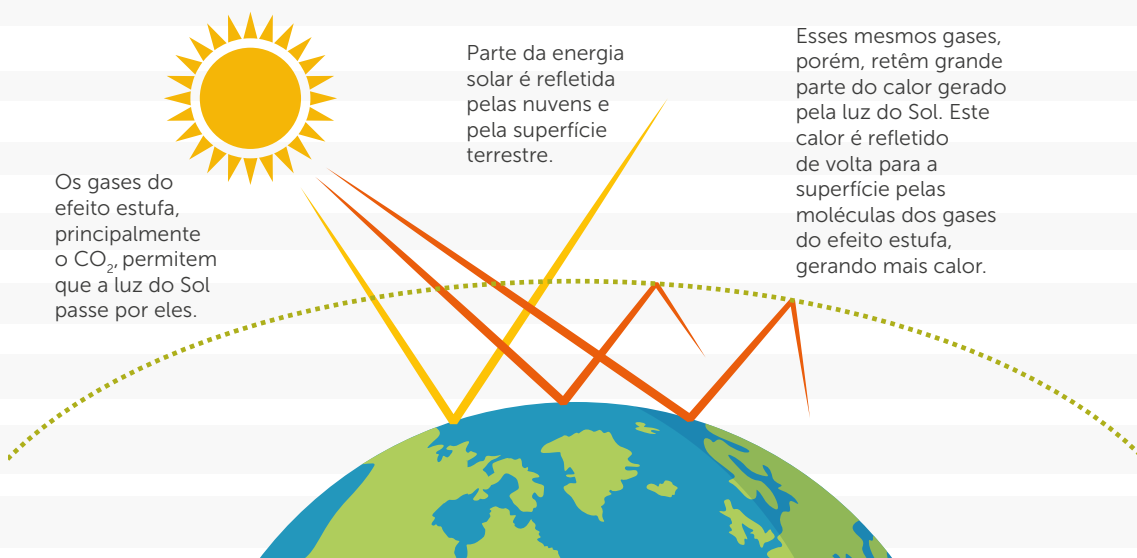
## 2.1 ENTENDENDO A ATMOSFERA E O EFEITO ESTUFA

A atmosfera é uma camada de gases e material particulado (aerossóis) que envolve a Terra, essencial à vida, composta por nitrogênio, 78%, oxigênio, 21%, e argônio, 0,9%. O restante (0,1%) é ocupado por outros gases, onde o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) corresponde a 38,5%. Além dos gases citados, o ar atmosférico também apresenta vapor de água (cuja quantidade depende de alguns fatores como clima, temperatura e local).

Esses gases agem como isolantes, absorvendo parte da energia irradiada e retendo o calor do Sol na atmosfera, como uma espécie de cobertor em torno do planeta. O efeito estufa é um fenômeno natural de aquecimento térmico da Terra. É imprescindível para manter a temperatura do planeta em condições ideais de sobrevivência e desenvolvimento das espécies. Sem ele, a Terra seria muito fria.

Acontece da seguinte forma: os raios do Sol, ao serem emitidos à Terra, têm dois destinos: parte é absorvida e transformada em calor, mantendo o planeta quente, enquanto outra parte é refletida e direcionada ao espaço, como radiação infravermelha. Isso por causa da ação refletora de uma camada de gases do efeito estufa em torno da Terra, conforme mostra a figura.

### EFEITO ESTUFA



[http://www.ciencia.iao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=lc&cod=\\_recursosdemidiafilmesobr](http://www.ciencia.iao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=lc&cod=_recursosdemidiafilmesobr)



Nas últimas décadas, contudo, a concentração natural desses gases isolantes tem aumentado pela ação do homem, com a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento, agropecuária e produções industriais. A intensificação dessas emissões faz com que parte desses raios não voltem para o espaço, provocando uma elevação na temperatura do planeta, o aquecimento global e mudanças climáticas.

Os gases do efeito estufa (GEEs), misturando-se à atmosfera, formam uma camada que retém o calor solar próximo à superfície terrestre, agravando as mudanças climáticas. As consequências são: aquecimento global; derretimento das calotas polares e aumento do nível dos mares; aumento de furacões, maremotos, ciclones, terremotos e enchentes; extinção de animais e plantas que sofrem pelas alterações em seus habitats, com perda da biodiversidade; redução das safras agrícolas, além de grandes impactos na saúde humana. As mudanças climáticas e o aquecimento global tornaram-se questões essenciais no mundo.

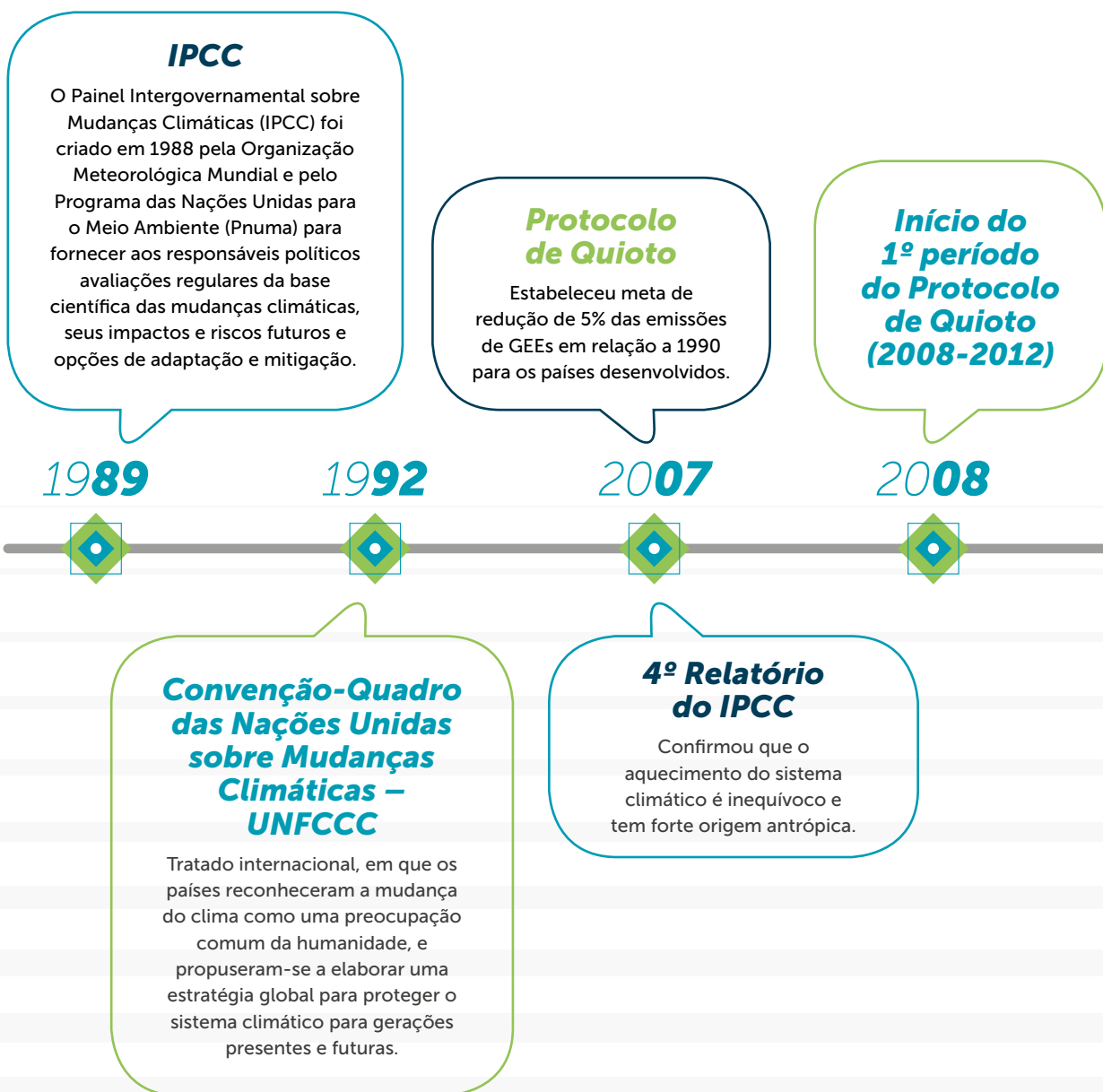
Em razão dos impactos relacionados à mudança do clima, muitas iniciativas de governo procuram medidas para a redução das emissões dos GEEs por meio de ações de políticas públicas e a promoção de programas para contenção das mudanças climáticas.

O setor industrial já é regulado por algumas políticas climáticas. No estado do Rio alguns segmentos são obrigados a elaborar inventários de emissões e planos de mitigação. Há uma tendência de atribuir um preço às emissões como uma estratégia para a implementação de uma economia de baixa emissão de carbono.



Por essas e outras razões, este Guia é importante. Ele auxiliará você a desenvolver o seu inventário de emissões, o primeiro passo para conhecer suas emissões e identificar as oportunidades de melhorias nos seus processos e seu potencial competitivo no mercado nacional e internacional.

## 2.2 BREVE HISTÓRICO





### **Política Nacional sobre Mudança do Clima**

A Política Nacional sobre Mudança do Clima oficializa o compromisso voluntário do Brasil junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima de redução de emissões de GEEs entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020.

2009



### **Política Estadual sobre Mudança do Clima do Rio**

A Política Estadual sobre Mudança do Clima tem objetivos de promover a redução de emissões de GEE e aumento de sua remoção por sumidouros; fomentar participação de fontes renováveis de energia e promover mudanças e substituições tecnológicas que reduzam o uso de recursos e as emissões por produção.

2010



2012



### **Definição do 2º período do Protocolo de Quioto (2013-2020)**

2015



2016



### **Ratificação do Acordo de Paris**

### **Acordo de Copenhague**

Os países desenvolvidos apresentaram as metas de redução de emissões para 2020 e os países em desenvolvimento apresentaram as ações voluntárias de mitigação.

### **Acordo de Paris**

Com a adoção do Acordo de Paris, a COP 21 marca a transição do sistema *top-down* do Protocolo de Quioto, no qual apenas os países desenvolvidos tinham metas de cumprimento de redução de emissões de gases de efeito estufa, para um sistema *bottom-up* em que todos os países passam a ter metas de redução ou limitação de emissão de maneira determinada voluntariamente por cada país.

Foi estabelecida uma meta global de longo prazo de limitar o aumento da temperatura média global a menos de 2°C acima dos níveis pré-industriais e se esforçar para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C.

O Acordo aponta ainda como meta atingir o pico das emissões globais o mais rápido possível de modo a alcançar na segunda metade do século a neutralidade entre as emissões antrópicas e as remoções por sumidouros. Propõe a diminuição gradual do uso de combustíveis fósseis, investimento em energias renováveis e em tecnologias de captura e sequestro de carbono (CCS), além da remoção de carbono por reflorestamento.

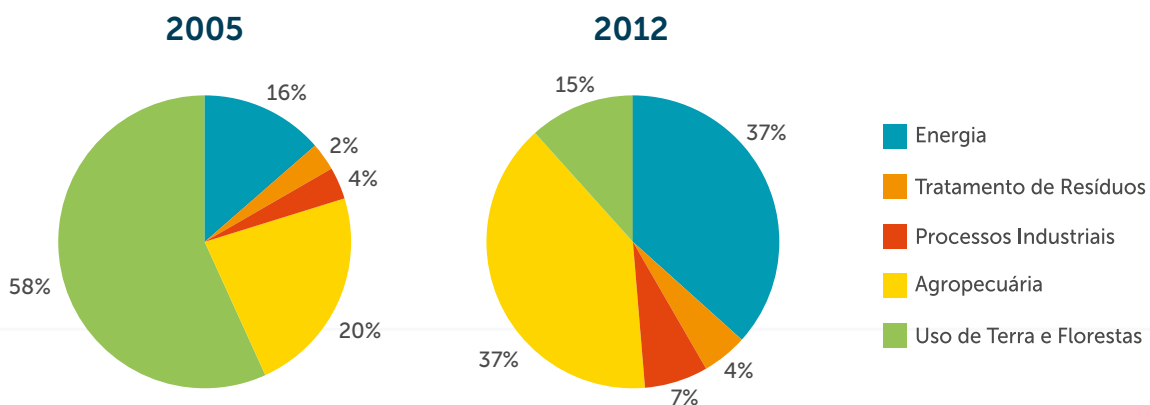
Países se comprometeram a implementar suas contribuições nacionais determinadas (NDCs, em inglês) e elaborar políticas nacionais que contribuam para esse fim.

O Brasil se propôs a contribuir com a redução de emissões de GEEs em 37% em 2025 e um indicativo de redução de 43% em 2030 considerando 2005 como ano de referência. As propostas referem-se a medidas relacionadas a biocombustíveis, mudança no uso da terra e florestas, eficiência energética e energias renováveis.

## 2.3 EMISSÕES DOS GEEs NO BRASIL

O perfil de emissões brasileiras se alterou ao longo dos anos. No passado, as principais fontes de emissão eram devido às queimadas para uso da terra e incêndios florestais. Atualmente, as atividades que mais contribuem para as emissões no Brasil são a agropecuária e o setor de energia.

### PERFIL DAS EMISSÕES BRASILEIRAS POR SETOR DA ECONOMIA



Fonte: MCTIC





# 3 POR QUE FAZER INVENTÁRIO CORPORATIVO DE EMISSÕES DE GEEs?

À medida em que a questão climática avança na agenda política mundial, as exigências legais e mercadológicas aumentam e algumas empresas já se preparam para a tendência das legislações cada vez mais restritivas com relação às emissões de GEEs.

## 3.1 OBRIGAÇÃO LEGAL



No estado do Rio algumas atividades são obrigadas a elaborar seus **inventários de emissões** e apresentar planos de mitigação. A elaboração de inventários é a ferramenta capaz de mapear o perfil das emissões e identificar as oportunidades de melhoria.

O primeiro passo para que uma instituição ou empresa possa fazer a gestão das emissões de GEEs e contribuir para o combate às mudanças climáticas, é conhecer o perfil das emissões a partir do diagnóstico feito pelo inventário e em seguida estabelecer estratégias, planos e metas para redução e gestão das emissões.



**Prazo de envio do relatório: último dia útil do mês de junho.**



## IMPORTANTE

No Rio de Janeiro, essas são as atividades sujeitas à apresentação de inventário de emissões de GEEs para fins de licenciamento ambiental, desde que enquadrados nas classes 4, 5 e 6 no Sistema de Licenciamento Ambiental – **SLAM**:

- Aterros sanitários;
- Estações de tratamento de esgotos;
- Indústria (petroquímica, petróleo, química, produção de alumínio, cerâmica, cimento, vidro e siderurgia);
- Termelétricas a combustíveis fósseis;
- Unidades de Processamento de Gás Natural (UPGNs)

 Anexo  
Referências Legais

Além delas, o órgão ambiental pode indicar a necessidade de outras atividades fazerem inventários, o que estará indicado na condição de validade da licença ambiental.

O inventário apresentado ao Inea deve obrigatoriamente ter sido verificado por organismo acreditado por entidade competente para a certificação de inventário de emissões.

Algumas dessas atividades ainda precisam apresentar um plano de mitigação de emissões de GEEs, a cada renovação de licença ou nova licença de operação:

- Aterros sanitários;
- Indústria (petroquímica, petróleo, química, produção de alumínio, cerâmica, cimento, vidro e siderurgia).

Para o Inea, o inventário precisa contemplar todo o processo que constar na licença ambiental.

### 3.2 OPORTUNIDADE

O inventário de emissões de GEEs é a ferramenta utilizada pelas instituições para identificar, quantificar e gerenciar as emissões positivas e negativas dos GEEs dos seus processos, com o objetivo de aumentar a eficiência de suas atividades operacionais, ao mesmo tempo em que mitiga seus impactos, atendendo a políticas públicas, obrigações legais ou demanda de mercado.

Quando se elaboram sucessivos inventários, tem-se um registro histórico para a adoção de medidas de melhoria voluntárias que podem ser consideradas diante de nova legislação ou regulamentos programáticos futuros.

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. Um resultado imediato do diagnóstico é a identificação de oportunidades de melhoria na eficiência operacional da empresa, alcançando consequentemente a redução de custos.



A redução de GEEs está diretamente relacionada com redução dos custos das operações da empresa.

A demanda do mercado para a inclusão de relatórios de sustentabilidade é cada vez maior. O inventário de emissões de GEEs promove reconhecimento e melhorias na imagem de marca.



O inventário de emissões de GEEs contribui para melhor comunicação com acionistas e *stakeholders*.

Antecipar-se a novas regulamentações climáticas. A obrigatoriedade do inventário de emissões de GEEs já é uma realidade para algumas empresas.





# 4 ENTENDENDO O INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEEs

---

A metodologia mais utilizada para entender, quantificar e gerenciar emissões de GEEs é o GHG Protocol. Trata-se de uma iniciativa *multi-stakeholder* envolvendo ONGs, governos e outras entidades que foram reunidas pelo World Resources Institute (WRI) e o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), em 1998.

De acordo com o GHG Protocol, "o inventário de emissões é uma espécie de raios-X das emissões decorrentes das operações, produtos e serviços de uma organização, que ajuda bastante no desenho de estratégias de redução e de gestão de emissões".<sup>1</sup>

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

## 4.1 PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL

A metodologia do GHG Protocol é compatível com as normas da International Organization for Standardization (ISO) e com as metodologias de quantificação do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC). As diretrizes definidas pelo IPCC "*IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*" apresentam metodologias para estimativa de emissões e remoções de GEEs. O documento IPCC *Guidelines* 2006 é, até o momento, a versão mais atual disponível.

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.

---

<sup>1</sup> Disponível em: <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/inventarios?locale=pt-br>. Em 20/2/2017.



Anualmente, o GHG Protocol abre oportunidade para as organizações participarem do Programa Brasileiro, que proporciona acesso a instrumentos e padrões de qualidade internacional e visa entender, quantificar e gerenciar as emissões de GEEs, através de uma estrutura de contabilização das emissões.

A participação no programa é voluntária e tem um custo que varia pelo porte da empresa. Apresenta alguns benefícios como capacitação, oficina, suporte técnico e revisão de relatório. Vale destacar que a ferramenta para a contabilização das emissões é disponibilizada gratuitamente a todos que queiram fazer seus inventários.



### VALE SABER

A ferramenta gratuita pode ser acessada em:

<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/ferramenta-de-calculo>.

## 4.2 QUAIS GASES DEVEM SER INVENTARIADOS?

O CO<sub>2</sub> é o principal GEE, embora outros gases também contribuam para o efeito estufa, esses gases são regulados pelo Protocolo de Quioto e precisam ser equiparados ao CO<sub>2</sub> para se chegar a uma unidade comum (CO<sub>2</sub>e). Isso ocorre porque o CO<sub>2</sub> é o gás com maior concentração em relação aos demais GEEs e, para isso, usa-se o *Global Warming Potential* (GWP) num horizonte de 100 anos (**Anexo I**).



### VALE SABER

A ferramenta do GHG Protocol utiliza o GWP disponível no Quarto Relatório do IPCC (AR4).

Os principais gases e suas formas de emissão, que provocam esse fenômeno são:

Gases	Principais fontes
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Uso de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural) e mudança no uso da terra.
Óxido nítrico (N <sub>2</sub> O)	Tratamento de dejetos animais; uso de fertilizantes; queima de combustíveis fósseis; alguns processos industriais.

Metano (CH<sub>4</sub>)

Decomposição da matéria orgânica em aterros sanitários, lixões e reservatórios de hidrelétricas; criação de gado e cultivo de arroz.

### Cloro-fluor-carboneto (CFC)

*Embora tenha sido por lei eliminado no Brasil, ainda temos equipamentos de refrigeração e ar-condicionado que operam com esses gases. (controlados pelo Protocolo de Montreal).*



Hidrofluorcarbonos (HFCs)

Usado em aerossóis e refrigeradores.

Hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>)

Isolante térmico e condutor de calor.

Perfluorcarbonos (PFCs)

Gases refrigerantes, solventes, propulsores, espuma e aerossóis.

Trifluoreto de nitrogênio (NF<sub>3</sub>) (\*)

Fabricação de televisores de cristal líquido, indústrias de componentes eletrônicos

(\*) Incluído na Emenda de Doha ao Protocolo de Quioto.

### 4.3 OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO DOS INVENTÁRIOS DE GEEs

Os objetivos da elaboração de um inventário corporativo de emissões de GEEs devem estar relacionados à estratégia de negócio da empresa, sua visão, missão e imagem.

Os principais objetivos são:

- » Gestão do carbono;
- » Atendimento a requisitos legais;
- » Negociação de projetos de emissões reduzidas no mercado de carbono;
- » Melhoria do relacionamento com agentes fiscalizadores;
- » Apresentação de informações nos relatórios de sustentabilidade;
- » Reconhecimento por ação voluntária antecipada.



Alternativamente a eles surgiram os HCFCs (hidroclorofluorcarbonos), ex.: R22.

## 4.4 FONTES DE EMISSÕES E SUMIDOUROS

Uma fonte de emissão é um equipamento, ou processo, no qual ocorre a liberação de um ou mais GEEs para a atmosfera. São exemplos: motores de combustão interna, equipamentos elétricos, caldeiras, empilhadeiras e outros.

Em contraponto às emissões de GEEs os inventários devem também contabilizar as remoções de GEEs. Neste sentido, o sumidouro de remoção é um processo no qual ocorre o sequestro do carbono. Reflorestamentos, por exemplo, são considerados sumidouros pelo carbono que é incorporado na biomassa durante o crescimento das árvores, através da fotossíntese.

Outra forma de remoção é a Captura e Armazenamento de Carbono (CCS - *Carbon Capture and Storage*, em inglês) é uma tecnologia que pode capturar até 90% das emissões de CO<sub>2</sub> produzidas pelo uso de combustíveis fósseis na geração de eletricidade e nos processos industriais, evitando que o gás entre na atmosfera.

Além disso, o uso de CCS em processos que utilizam como combustível a biomassa renovável é uma das poucas tecnologias de redução de carbono que pode ser considerada “carbono negativo” - realmente tirando o CO<sub>2</sub> da atmosfera, essa tecnologia é chamada de bio-CCS.

### 4.4.1 COMO IDENTIFICAR AS SUAS FONTES DE EMISSÃO

As ferramentas disponíveis para contabilização de emissões apenas realizarão um cálculo automático com as informações que você inserir nas planilhas. É você quem precisará identificar cada uma das suas fontes, sejam as emissões positivas ou negativas.

#### *E por onde começar?*

Inicialmente é importante entender todas as atividades da empresa, seus processos, produtos, entradas e saídas.

#### *Como?*

Entrevistando as pessoas-chave de cada setor, de cada processo e buscando identificar os pontos-chave.

#### *O que devo descobrir?*

- » O consumo de energia elétrica.
- » Equipamentos e seus gases, como os gases refrigerantes, extintores de incêndio.
- » Sumidouros.
- » Processos químicos e físicos.
- » Consumo de combustíveis por equipamentos e veículos

Tais informações podem ser extraídas de medidores das máquinas, equipamentos, automóveis, notas fiscais de insumos.

As emissões estão relacionadas à operação da empresa. Podem ser diretas, aquelas que estão no controle da empresa ou indiretas, aquelas que, apesar de estarem associadas à atividade da empresa, são causadas por fontes que pertencem ou são controladas por outra empresa, como uma frota de veículos terceirizada.

Elas podem ainda ser estacionárias, móveis, de processos físicos e químicos e fugitivas. As fontes estacionárias são aquelas fixas: caldeira, motores e outros. As fontes móveis são aquelas que não ficam fixas: podem ser carros, empilhadeiras, aviões, navios.

Já as fugitivas são as emissões de gases ou vapores de equipamentos sob pressão que ocorrem por vazamentos ou outras liberações involuntárias ou irregulares. Podem ser minimizadas ou corrigidas com manutenção periódica do equipamento.

## PRINCIPAIS FONTES DE EMISSÃO DE GEEs

### **Fontes Estacionárias:**

- » Turbinas
- » Motores
- » Geradores
- » Consumo de energia elétrica

» Compostagem

» Incineração

» Coprocessamento

### **Tratamento de Efluentes:**

- » Lagoas anaeróbias
- » Lodo ativado
- » Sistema fossa filtro

### **Fontes Móveis:**

- » Transporte aéreo
- » Transporte rodoviário
- » Transporte marítimo
- » Transporte ferroviário
- » Transporte interno

### **Processos Industriais e**

### **Uso de Produtos:**

- » Processos na indústria química
- » Produção de cimento
- » Produção de ferro-gusa e aço
- » Produção de alumínio
- » Produção de cal
- » Uso de HFCs (\*)
- » Usos do calcário e da dolomita
- » Uso da barrilha
- » Uso de SF<sub>6</sub>(\*)

### **Fugitivas:**

- » Consumo de gases refrigerantes
- » Consumo de gases isolantes em transformadores elétricos
- » Perdas de metano nos dutos de transporte e distribuição de gás natural

(\*) Podem ser considerados como emissão fugitiva.

### **Resíduos Sólidos:**

- » Decomposição em aterros sanitários



## 4.5 PRINCÍPIOS DE UM INVENTÁRIO

A elaboração do inventário deve obedecer a seis princípios que assegurarão que ele seja justo e transparente. A finalidade é garantir que os dados reportados representam de maneira fiel e verdadeira as emissões da empresa.



### IMPORTANTE

Devem ser documentadas e guardadas evidências da aplicação dos princípios.

Os princípios a seguir são apresentados tanto pelo GHG Protocol quanto pelas normas NBR ISO 14064-1 e 14064-2, da ABNT.

**RELEVÂNCIA:** objetivo de assegurar que o inventário de GEEs 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 inventário seja abrangente e significativo, mesmo que uma pequena parte dessas emissões precise ser estimada.



### IMPORTANTE

Para garantir a integralidade, é importante revelar e justificar quaisquer exclusões. No caso das fontes estimadas, avalie o impacto e a relevância na qualidade do inventário. As estimativas impactarão o cálculo de incerteza.

**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 possível para que as decisões dos usuários sejam tomadas com confiança.



### LEMBRE-SE

Relatar as medidas tomadas para assegurar a exatidão da contabilização ajuda a aprimorar o nível de credibilidade e transparência.

Princípio exclusivo da ABNT NBR ISO 14064-2

**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.



### VALE SABER

**Fonte de emissões de GEEs:** unidade física ou processo que emite gases de efeito estufa para a atmosfera.

**Fator de emissão de GEEs:** fator que relaciona dados de atividade com emissões de gases de efeito estufa.

**Ano-base:** período histórico especificado com o propósito de comparar emissões e remoções ou outras informações relacionadas com GEEs ao longo do tempo.

**Dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e):** unidade para comparação da intensidade radiativa de um gás de efeito estufa (GEE) com a do dióxido de carbono.



**Potencial de Aquecimento Global (GWP):** fator de conversão que fornece a relação entre o impacto do forçamento radiativo por unidade de massa da emissão de outros gases de efeito estufa com o impacto do dióxido de carbono num dado período de tempo.



# 5 ELABORANDO O INVENTÁRIO

A partir do momento em que uma empresa começa a elaborar seus inventários de emissões, é importante que seja estabelecido um sistema cíclico e contínuo, reavaliando sempre os processos.

Ao longo do tempo, novos combustíveis passam a ser comprados, novas fontes de emissão de GEEs são desenvolvidas, outras são substituídas. Essa reavaliação é imprescindível para assegurar a integridade das informações e a busca pela melhoria contínua.

Lembre-se que o inventário de emissões de GEEs nada mais é do que um relatório de todas as fontes de emissões, diretas e indiretas, positivas ou negativas.

Se fôssemos elaborar um plano de desenvolvimento poderíamos dividir nas seguintes etapas: planejamento, identificação das fontes de emissão, coleta de dados e relatório. Este processo é retroalimentado de maneira contínua.







Imagine que você terá que determinar o período de tempo para a elaboração do inventário e esse período deverá ser respeitado para garantir o atendimento ao princípio da consistência. Dessa maneira, enquanto está sendo elaborado um inventário, os processos continuam e informações estão sendo geradas para o próximo período. Isso significa que quanto mais sistematizada for a coleta e evidenciação das informações, menos complexa será a elaboração do próximo inventário.

Devemos lembrar que cada instituição deve analisar criticamente a melhor maneira de realizar cada etapa de acordo com a realidade da atividade desenvolvida e com os objetivos definidos para cada etapa do processo.

## 5.1 PLANEJAMENTO

Se esse é o seu primeiro inventário, essa é a fase em que você prepara a equipe, coleta informação, define os limites (organizacionais e operacionais), o escopo, seleciona a metodologia de cálculo e fatores de emissão, define as responsabilidades e estabelece um cronograma.

Se a empresa já possui um histórico de inventários, esse é o momento de manter a equipe reciclada; revisar os dados e elaborar uma avaliação crítica do relatório do ciclo anterior, evitando distorções e identificando novas fontes a serem inventariadas.

### 5.1.1 Preparando a equipe

Se o projeto começará a partir deste momento, é fundamental que se estabeleça a equipe que ficará diretamente envolvida e esta seja capacitada para elaboração de inventário. Este guia pretende ajudá-los neste sentido, mas o mercado oferece cursos de capacitação em inventário de emissões de GEEs.

Se a empresa já possui a cultura de elaborar seu inventário periodicamente, é importante manter a equipe sempre qualificada e atualizada, já que as normas e diretrizes podem mudar bastante e as metodologias podem sofrer variações.

### 5.1.2 Estabelecimento de limites organizacionais

Nesse momento é necessário definir qual o limite organizacional será utilizado, ou seja, a que unidades da empresa o inventário efetivamente se refere. As empresas se organizam física e juridicamente de diversas maneiras: operações de propriedade integral; *joint ventures* incorporadas e não incorporadas, subsidiárias e outras.

Com o objetivo determinado, deve estabelecer o melhor limite organizacional, considerando as seguintes abordagens:

**a. Do controle da organização:** a empresa ou uma das suas subsidiárias tem autonomia para inserir novas políticas. 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.

Para empresas que pretendem participar de um projeto futuramente, seria interessante utilizar esse tipo de abordagem, já que ele abrange todas as unidades onde a empresa tem poder de inserir novas políticas operacionais ou financeiras para a realização das mudanças necessárias para o projeto.

Destaque-se que o fato de 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.

**b. Da 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.



#### IMPORTANTE

A empresa pode elaborar o inventário apenas no formato baseado no controle operacional ou optar por um baseado no controle operacional e no societário. Em qualquer das situações, é obrigatório que a instituição inclua no inventário a lista de todas as pessoas jurídicas a ela vinculadas, seja por participação societária seja por controle operacional.

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.

**Observação:** É importante revisar a estrutura corporativa e criar procedimento para atualizá-la periodicamente.

### 5.1.3 Estabelecimento de limites operacionais

São determinados por meio da identificação das emissões de GEEs associadas às operações da empresa que foram incluídas nos limites organizacionais. 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 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.

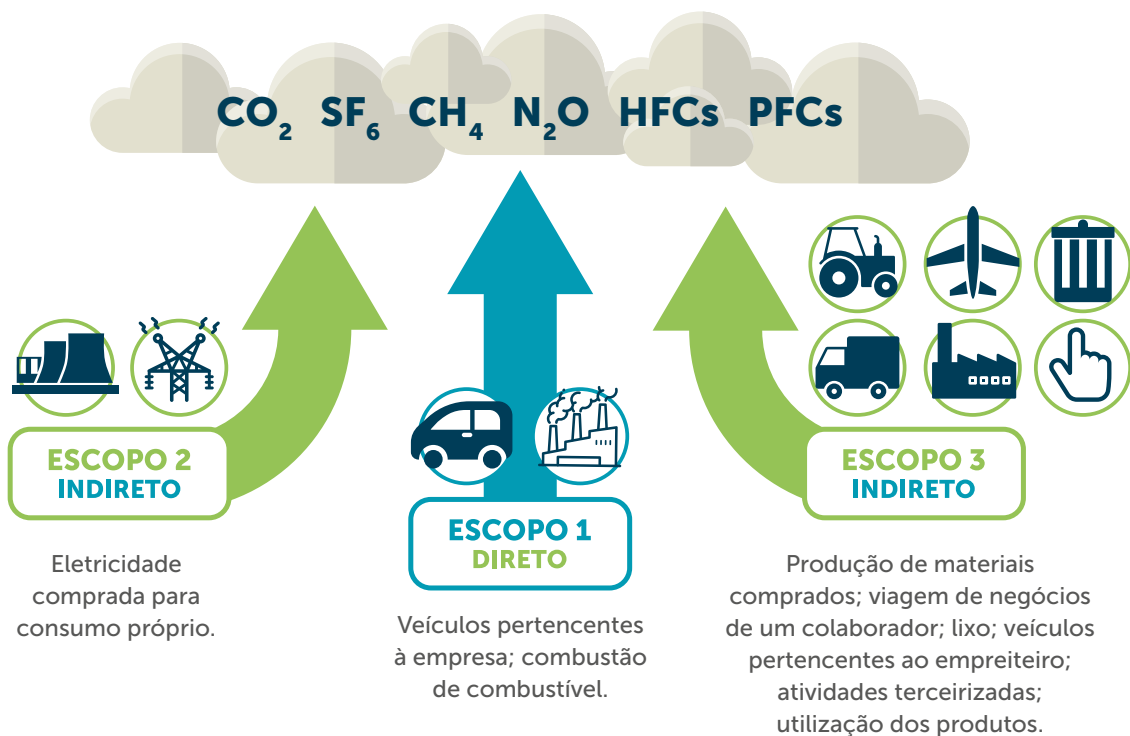
Com o intuito de auxiliar na definição desse limite operacional, foram estabelecidos três escopos (também utilizados na ISO 14064): escopo 1, emissões diretas; escopo 2, emissões indiretas por uso de energia adquirida, comprada de terceiros; escopo 3, emissões indiretas relacionadas a bens e serviços comprados ou adquiridos (*upstream*) ou bens e serviços vendidos (*downstream*), que no geral representam uma proporção muito significativa nas emissões de GEEs de uma atividade.

Um inventário de emissões de GEEs deve, no mínimo, relatar as emissões sob o escopo 1 de fontes diretas, tais como o consumo de combustíveis fósseis, emissões de processos e fontes móveis.

Os escopos são complementares, de forma que o escopo 1 deve ser relatado quando o escopo 2 for relatado. Da mesma forma, os escopos 1 e 2 devem ser relatados quando o escopo 3 for relatado.

Para o Inea, devem ser relatados os escopos 1 e 2.

Portanto, os limites organizacionais são essenciais para determinar se as emissões são diretas ou indiretas.



#### a. **ESCOPO 1: EMISSÕES DIRETAS DE GEEs**

Emissões de GEEs pertencentes à empresa, incluindo emissões da queima de combustíveis, processos de fabricação e transporte de propriedade da empresa.

O ideal é que a organização liste todas as fontes, sumidouros e reservatórios existentes em cada instalação separadamente (desagregação) e levante os tipos de emissão. Para o GHG Protocol Brasil:<sup>2</sup>

**Combustão estacionária** – queima de combustíveis por equipamentos estacionários próprios ou locados para operarem sob a sua gestão para a geração de eletricidade, vapor, calor ou energia, por exemplo: caldeiras, geradores, fornos, turbinas, aquecedores, incineradores, motores, queimadores, entre outros.

**Combustão móvel** – 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).

Podem ser necessárias informações específicas, como o ano e o tipo dos veículos (leve, médio ou pesado), e o tipo de combustível utilizado.

<sup>2</sup> Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol. Disponível: <[https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos\\_ghg/152/especificacoes\\_pb\\_ghgprotocol.pdf](https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos_ghg/152/especificacoes_pb_ghgprotocol.pdf)>. Em: 3/3/2017.

O ideal é que sejam calculadas as emissões com base no consumo mensal de combustível por equipamento. Caso não seja possível esse detalhamento, pode ser utilizado o consumo anual. Outra maneira para o cálculo é a utilização da quilometragem rodada, mas essa forma não é a recomendada por prejudicar a precisão e consistência da informação e só deve ser usada quando não houver outra possibilidade.

## **DICA 1**

As fontes de dados podem variar, mas o uso de combustível é muitas vezes determinado pelos recibos ou notas fiscais da compra de combustível e quilometragem de registros de veículos.

## **DICA 2**

Para equipamentos alugados e geridos pela empresa, como caminhões ou empilhadeiras, as emissões devem ser alocadas como escopo 1, mas se os insumos forem geridos por terceiros, as emissões podem ser relatadas como escopo 3, de maneira opcional.

**Emissões fugitivas** – 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, extintores de incêndio e equipamentos elétricos que utilizam hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>).

## **DICA 3**

Para realizar os cálculos de emissão, deve-se conhecer o tipo de gás utilizado como isolante ou refrigerante e analisar os documentos referentes a manutenção e inspeção do equipamento, ordens de trabalho, recibos ou notas fiscais de empresas que realizaram manutenção nos equipamentos, e suas especificações e registro do volume anual de recarga.

**Observação:** Alguns gases refrigerantes, como clorofluorcarbonos (CFC) e hidroclorofluorcarbonos (HCFC), são regulados internacionalmente pelo Protocolo de Montreal e usualmente excluídos dos inventários de GEEs.

**Emissões de processos físicos e químicos** – as emissões de GEEs que são produzidas por uma variedade de atividades industriais nos processos que química ou fisicamente transformam materiais e que não sejam por combustão. 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.

**Emissões agrícolas** - emissões geradas a partir de processos agrícolas, como fermentação entérica ( $\text{CH}_4$ ), manejo de esterco ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ), cultivo de arroz ( $\text{CH}_4$ ), preparo do solo ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ), queima prescrita da vegetação nativa ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ), queima dos resíduos agrícolas ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ).

**Observação:** Devido às especificidades desse tipo de emissão, o programa GHG Protocol Brasil apresenta as Diretrizes Agrícolas Brasileiras e uma Ferramenta de Cálculo específica para o setor.



## **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.

### **DICA 4**

Aqui pode estar uma oportunidade bastante significativa de redução de emissões. O uso de energia pode ser reduzido com investimento em novas tecnologias com maior eficiência energética e conservação de energia, ou a empresa pode migrar para fontes renováveis e/ou menos intensivas em emissões, já disponíveis no mercado.

[www.firjan.com.br/  
cartilha](http://www.firjan.com.br/cartilha)

**Observação:** Caso a empresa produza sua própria energia (elétrica ou térmica), as emissões geradas por esse processo devem ser relatadas no escopo 1.

## **ESCOPO 3: OUTRAS EMISSÕES INDIRETAS DE GEEs**

Estas 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.

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, onde outra empresa realiza o tratamento desse resíduo ou efluente, as emissões desse tipo de tratamento podem ser relatadas como escopo 3, em caráter opcional. Para a realização do cálculo, deve-se registrar o tipo de tratamento realizado e a quantidade de resíduos ou efluentes produzidos com base no número de pessoas ativas na fábrica.

A opção de relatar as emissões de GEEs deve levar em consideração os objetivos do inventário.

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.

São alguns exemplos de emissões de escopo 3:

- » atividades relacionadas à energia não incluídas nas emissões diretas e indiretas de energia;
- » emissões geradas para a produção dos insumos;
- » emissões resultantes do tratamento de resíduos gerados a partir de atividades organizacionais;
- » decomposição no aterro sanitário dos resíduos orgânicos;
- » transporte dos insumos adquiridos;
- » viagens de negócios;
- » bens arrendados por terceiros;
- » deslocamento dos clientes até o negócio;
- » transporte e distribuição da produção (se esta for feita por terceiros);
- » uso do produto pelos clientes;
- » fim da vida útil do produto;
- » deslocamento de funcionários.

#### 5.1.4 Selecionando a metodologia de cálculo

A empresa precisa selecionar a metodologia de cálculo mais adequada ao objetivo proposto para o inventário de emissões de GEEs. Existem vários tipos de metodologias que podem ser seguidas e vários tipos de referências disponíveis. As diferenças de metodologia estão baseadas na forma como são tratadas as informações de emissão.

Além das metodologias setoriais, que podem e devem ser seguidas em casos específicos cujas características justifiquem, temos disponível ainda as metodologias do IPCC e da WRI/WBCSD: Programa Brasileiro GHG Protocol.

A principal diferença entre as metodologias do IPCC e do GHG Protocol são:

- a. **IPCC:** as emissões de GEE podem ser calculadas por duas metodologias: *bottom-up* e *top-down*. A metodologia *bottom-up* leva em consideração as características dos combustíveis, dos equipamentos utilizados e apresenta os resultados separadamente por processo, mais desagregado, são consideradas as emissões de todos os GEEs, baseado no consumo de energia por tipo de combustível em cada setor econômico; já na *top-down*, as emissões de CO<sub>2</sub> são



estimadas por um balanço, é o consumo aparente de combustível, sem o detalhamento de como o combustível é consumido (não temos fonte, nem desagregação). Note que em ambos os casos, não importa se as emissões são diretas ou indiretas.

**b. GHG Protocol:** a metodologia vai variar de acordo com a fonte (direta/ indireta) e considera quem está emitindo (escopo 1, 2 ou 3).

É necessário explicar no relatório como foi feita a escolha da metodologia de quantificação. Caso, num período seguinte a metodologia seja alterada, a mudança deve ser explicada e relatada e avaliada a necessidade de se recalcular as emissões do ano-base e da série histórica.

Neste Guia trataremos das abordagens e metodologias disponibilizadas pelo GHG Protocol. Há uma variedade de abordagens e metodologias, cujas orientações podem ser encontradas em guias setoriais específicos, disponíveis no *website* do GHG Protocol ou no de associações setoriais.

Mesmo utilizando-se a metodologia de cálculo disponibilizada pelo GHG Protocol, você deverá conhecer os princípios e procedimentos estabelecidos pelo IPCC, principalmente 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*.

O **tier 1** 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 (*guidelines*) do IPCC disponibilizam dados mais genéricos (dados *defaults*) que permitem a realização das estimativas.

O **tier 2** tem um nível intermediário de complexidade, onde estão disponíveis dados de emissões específicos do país ou região, diminuindo incertezas. É uma boa prática informar como esse fator foi obtido.

O **tier 3** é bastante complexo com dados específicos por plantas industriais. Devem 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.

## DICA 5

O *tier 3* é mais utilizado por grandes empresas. Se não é o seu caso, busque informações para utilizar o *tier 2* em alguns casos e nos demais o *tier 1*. Caso não tenha informações para alimentar o *tier 2*, comece com o *tier 1* e identifique tudo o que precisa para no próximo ciclo poder usar o *tier 2* caso tenha dados disponíveis.





## FATOR DE EMISSÃO

Fator de emissão é um valor fornecido para que se consiga obter a partir de um dado de atividade (litro, km, tonelada etc.) os GEÉs emitidos.



### FIQUE ATENTO

Fator de conversão não se confunde com fator de emissão.

O fator de conversão converte uma unidade em outra unidade. Em linhas gerais, o fator de emissão determina a unidade que precisa ser usada para calcular a emissão. Como os dados estão normalmente em outras unidades (l, kg, t etc.), é preciso utilizar o fator de conversão. Exemplo:

Litros de diesel x fator de conversão (TJ/L) >>> **Tera joule**

**TJ** x fator de emissão do CO<sub>2</sub> (kg CO<sub>2</sub> / TJ) >>> kg CO<sub>2</sub>

Dado de atividade

Os fatores de conversão e poder calorífico dos combustíveis são obtidos através do **BEN** (Balanço Energético Nacional), atualizados anualmente. O estado do Rio possui o balanço energético estadual que, uma vez disponível, pode ser utilizado.

<http://ben.epe.gov.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.

O documento **“2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”** disponibiliza diversos fatores de emissão.

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-Quadro 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. <http://www.mct.gov.br>



### **VALE SABER**

O Programa Brasileiro GHG Protocol atualiza anualmente os fatores de emissão na planilha de cálculo.



## 7 IDENTIFICANDO AS FONTES

---

Esse é o momento em que você identificará as atividades e processos da sua empresa. É importante tanto para aqueles que já possuem a cultura de elaborar seu inventário como para os iniciantes.

Isso porque, os processos são alterados, novas tecnologias são adquiridas, procedimentos alternativos são adotados, de maneira que as informações podem variar bastante de um período para o outro.

Assim, 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 todos mapeados através de entrevistas, visita *in loco*, análise de documentos, faturas, contatos com o setor de compras.

Para melhor organizar as informações você pode desenvolver um *checklist* de fontes. Conforme planilha a seguir:



<b>Escopos</b>	<b>Fontes de emissão</b>	<b>Categoria</b>	<b>Registros</b>
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> </ul>
Escopo 1	Subestação (emissões pelo uso de SF <sub>6</sub> )	Emissões fugitivas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos referentes à manutenção do equipamento e suas especificações;</li> <li>• Reciclagem do gás;</li> <li>• Reportes de atividades.</li> </ul>
Escopo 1	Fabricação de cal	Emissões de processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluxograma do processo e cálculos estequiométricos das reações;</li> <li>• Tipo de cal;</li> <li>• Quantidade de insumos usados (composição química);</li> <li>• Quantidade de produto final produzido.</li> </ul>
Escopo 1	Compostagem	Tratamento de resíduos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Massa de resíduo destinada à compostagem;</li> <li>• Registro se há recuperação de biogás e sua destinação.</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 executivos	Viagens a negócios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registros da viagem (bilhetes de embarque ou sistema de registro da viagem).</li> </ul>



# 8 CALCULANDO AS EMISSÕES

## 8.1 SELECIONANDO O ANO-BASE

A definição do ano-base tem o objetivo de fazer comparações históricas. Caso não haja informações históricas suficientes sobre emissões e remoções de GEEs, pode ser usado o primeiro período de inventário de GEEs 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 precisa ser justificada a mudança.

## 8.2 ABORDAGENS PARA O CÁLCULO DE EMISSÕES

Diversas abordagens podem ser adotadas para o cálculo das emissões, algumas mais comuns outras pouco utilizadas, inclusive por guardarem uma complexidade maior.

O GHG Protocol descreve três abordagens para o cálculo de emissões diretas da queima de combustíveis fósseis, semelhantes às abordagens do **tier 1, 2 e 3**.



O IPCC – *Good Practice Guidance* fornece informações de emissões oriundas de combustão estacionária. Fatores de emissão para dióxido de carbono – CO<sub>2</sub>, metano – CH<sub>4</sub> e óxido nitroso – N<sub>2</sub>O são dados por unidade de energia nas diretrizes para os diferentes tipos de combustíveis fósseis.

Também fornece dois métodos para a estimativa das emissões de CO<sub>2</sub> oriundas de transportes. O primeiro calcula as emissões de CO<sub>2</sub> com base no consumo de combustível. O segundo estima o consumo de combustível pelo tipo de combustível, tipo de veículo e quilometragem. Para atender ao princípio da precisão, recomenda-se a abordagem do



primeiro, na maioria dos casos. As emissões de  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$  também devem ser reportadas de forma similar.

Existem diferentes maneiras de mensurar as emissões de GEEs:

- » Monitoramento da concentração e da taxa de fluxo (monitoramento direto);
- » Balanço de massas;
- » Base estequiométrica;
- » Fatores de emissão documentados.

O IPCC orienta uma ordem hierárquica das abordagens de cálculos e técnica, que vai do monitoramento direto ao uso de fatores de emissão genéricos.

As organizações devem utilizar a abordagem de cálculo mais precisa que tenham à sua disposição e que seja mais apropriada ao inventário.

Algumas vezes o custo de um monitoramento direto pode ser proibitivo ou tecnicamente difícil, devendo ser calculados a partir de dados da produção, como consumo de energia e de combustível.

Para efetuar os cálculos a empresa pode utilizar diversas ferramentas, sendo as principais intersetoriais e setoriais específicas.

A ferramenta de cálculo intersetorial disponível pelo Programa Brasileiro GHG Protocol permite o cálculo de emissões de GEE de escopos 1, 2 e 3. Entre as planilhas de cálculo a aba “processos industriais” é utilizada somente para relatar as emissões de GEEs, a ferramenta não calcula emissões de processo.

Alguns setores podem utilizar mais de uma ferramenta para calcular suas emissões, utilizando uma planilha de cálculo específico para certo processo produtivo e a intersetorial para os cálculos menos específicos como combustão estacionária, combustão móvel,

*uso de HFC.*







Ferramentas específicas dos setores (alumínio, ferro e aço, cimento, petróleo e gás, papel e celulose, cal, químico) estão disponíveis no [GHG Protocol \(www.ghgprotocol.org\)](http://www.ghgprotocol.org), mas não estão adaptados para a realidade brasileira. Para calcular emissões por processos e por uso de produtos consulte o IPCC ["2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 3 Industrial Processes and Product Use"](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol3.html) <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol3.html>

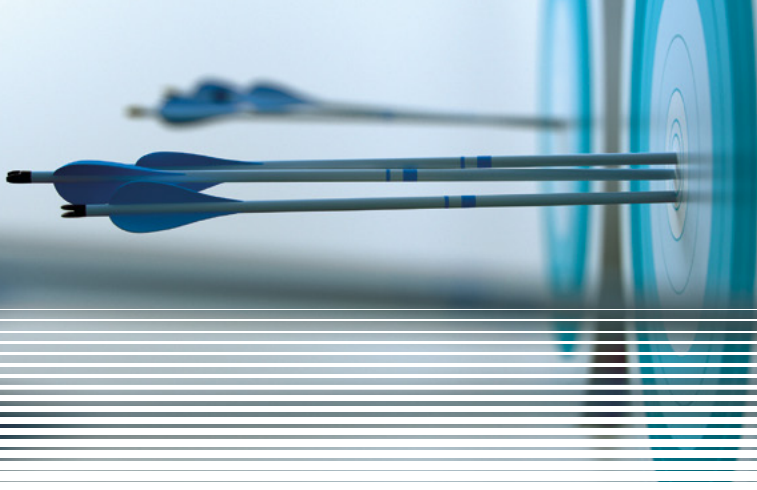
Caso prefira, você pode elaborar a sua própria planilha de cálculo com características específicas da sua atividade.

**Observação:** Se forem desenvolvidos métodos próprios, estes devem se mostrar mais precisos que as ferramentas e em conformidade com o GHG Protocol Corporate Standard.

**No Anexo III você encontrará uma simulação de cálculo de diversas fontes de emissão de GEE.**

Uma forma de avaliar a evolução da gestão das emissões de GEEs ao longo do tempo é através 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 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.

Além do cálculo das emissões de GEEs é importante que caso haja ações de remoção de emissões tais como reflorestamento, queima de biogás e CCS, estas devem ser mensuradas e reportadas.



# 9 ANÁLISE DA INCERTEZA

---

A análise das incertezas de um inventário contribui para visualizar a sua qualidade, atendendo ao Princípio da Precisão.

Durante a quantificação das emissões de GEEs há incerteza nas informações em função dos dados obtidos e das metodologias de cálculo utilizadas. Algumas informações não são exatas, aproximações são feitas, pode haver erros na mensuração etc.

No cálculo da incerteza total para uma estimativa da emissão de uma determinada fonte, as incertezas dos parâmetros devem ser combinadas utilizando-se regras estatísticas de “propagação de incertezas”.

As principais fontes de incerteza são:

- I.** Dados de atividade – incertezas nos dados básicos e atividades relacionadas à adequação dos dados, exatidão ou completude;
- 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;
- III.** Equipamento de amostragem usado para obtenção das mensurações das emissões não calibrado;
- IV.** Uso de conjuntos de dados que não representam completamente as operações das instalações.

Essas categorias de incerteza, dados de atividade, fatores de emissão e outros parâmetros, devem ser avaliadas através de análises estatísticas, se dados estiverem disponíveis: 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.

Para quantificar as incertezas e sua conseqüente propagação, são necessárias estimativas das quantidades utilizadas bem como alguma medida de erro/incerteza dessas medidas. Em muitos casos usam-se a média e o desvio padrão. Um pressuposto adotado, para garantir independência pelo menos aproximadamente, é o de que as incertezas devem

ser relativamente pequenas, isto é, com coeficiente de variação menor que 30%. Ter um coeficiente de variação inferior a 30% significa que o desvio padrão deve ser menor que 30% do valor da média.

Dependendo da fonte da incerteza, a propagação poderá ser aditiva ou multiplicativa. Então, o cálculo pode ser realizado de dois modos: propagando-se as incertezas na forma de variâncias; e propagando-se as incertezas na forma de erros percentuais.

É frequente a apresentação do resultado na forma de erros percentuais.

O GHG Protocol disponibiliza uma ferramenta de cálculo para facilitar a análise de incerteza.

[www.ghgprotocol.org/files/ghgp/tools/ghg-uncertainty.xls](http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/tools/ghg-uncertainty.xls)

Esta ferramenta pretende facilitar a agregação e classificação das incertezas dos parâmetros estatísticos devido a erros aleatórios relacionados com o cálculo das emissões de GEEs, utilizando o método de propagação de primeira ordem (gaussiano), o que requer que a distribuição dos dados de medição convirja para uma distribuição normal.

Para utilizá-la é preciso consultar dois documentos adicionais:


- a.** Orientações do Protocolo sobre as GEEs relativas à avaliação da incerteza nos inventários de GEEs e ao cálculo da incerteza dos **parâmetros estatísticos**;
- b.** Capítulo sobre "Gestão de Qualidade de Inventário" do *GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard, 2ª edição*



### IMPORTANTE

O cálculo e a classificação das incertezas dos parâmetros estatísticos é um importante passo para garantir uma alta qualidade do inventário. Uma boa classificação da incerteza dos dados de emissão não significa automaticamente que a qualidade dos dados é boa.

Para garantir uma boa qualidade dos dados fornecidos em seu inventário, consulte o capítulo 8 "**Gerenciando a qualidade do inventário**" do **Padrão de contabilidade corporativa do Protocolo GHG**.



# 10 RELATANDO AS EMISSÕES

---

O relatório de inventário de emissões deve respeitar sempre os princípios da relevância, integralidade, consistência, precisão, transparência e conservadorismo.

Os dados devem ser reportados de forma que permita a rastreabilidade dos mesmos, e facilite o processo de verificação do inventário.

Para reporte aos diversos públicos, podem ser elaborados dois relatórios, um mais denso, complexo e robusto com informações mais detalhadas, contendo informações que são pertinentes às tomadas de decisão da empresa e outro mais sintético, para divulgação externa, com as informações mais importantes.

Neste sentido, o relatório deve conter no mínimo:

- » Introdução, descrição da organização;
- » Políticas, estratégias e programas de GEEs;
- » Objetivos do inventário;
- » Período inventariado/ano-base;
- » Gases inventariados;
- » Escopo do inventário:
  - :: Limites organizacionais
  - :: Limites operacionais
    - Atividades de escopo 1
    - Atividades de escopo 2
    - Atividades de escopo 3;
- » Metodologias utilizadas;
- » Referência dos fatores de emissão utilizados;
- » Resultados (vide anexo IV);
- » Incertezas;
- » Análise crítica e oportunidades de melhoria para o próximo inventário;
- » Conclusões;
- » Equipe responsável.

**Observações:** As emissões de CO<sub>2</sub> originadas da combustão de biomassa não devem ser quantificadas como escopo 1, sendo relatadas separadamente, assim como as emissões dos GEEs abrangidos pelo Protocolo de Montreal, em caráter opcional.

Caso a organização desenvolva projetos de redução e/ou remoção de emissões de GEEs deve reportar no relatório o resultado quantitativo em toneladas de CO<sub>2</sub>e.

Se o inventário foi verificado é importante informar no relatório a descrição do tipo de verificação e o nível de confiança obtido.

Para o Inea, o relatório deve reportar as emissões de todo o processo que constar na licença ambiental, minimamente nos escopos 1 e 2.



# 1 VERIFICAÇÃO DO INVENTÁRIO

---

A verificação é um processo sistemático, independente e documentado, para a avaliação de um inventário de emissões de GEEs com base em critérios de verificação acordados.

O principal objetivo da verificação é assegurar a qualidade e a credibilidade das informações descritas na declaração/relatório do inventário de emissões.

O Inmetro tem um programa de acreditação de Organismos de Verificação de Inventários de GEEs (OVV) que reconhece a competência técnica dos organismos para a validação de projetos de GEE e verificação de inventários de emissões de GEEs, através da avaliação da conformidade em relação à ABNT NBR ISO 14064-3.

Conforme essa norma, os princípios da verificação são: a independência, a conduta ética, apresentação deve refletir verdadeiramente e com exatidão as atividades, resultados e conclusões da verificação e por último a competência e habilidade dos profissionais da equipe verificadora.

No site do Inmetro, encontra-se a lista dos **OVVs** acreditados:

<http://www.inmetro.gov.br/organismos/>.

As especificações de Verificação do Programa GHG Protocol são baseadas nas normas ABNT NBR ISO 14064-3, nos requisitos relacionados com a ABNT NBR ISO 14065 e no documento "General Verification Protocol" de um programa de reporte voluntário nos Estados Unidos chamado "The Climate Registry".

A verificação além de certificar que o inventário atende às boas práticas metodológicas, possibilita a aquisição do selo ouro no Programa Brasileiro GHG Protocol e atende às exigências legais.



### **VALE SABER**

A verificação pode ser um processo voluntário, de demanda de mercado ou de demanda legal. A verificação é a maneira de agregar mais credibilidade e qualidade no processo de mensuração e relato das emissões de GEEs.

Assim, o relatório deve ser elaborado de maneira a deixar mais evidente possível as opções feitas durante o inventário para que a verificação de terceira parte seja facilitada.

## REFERÊNCIAS

- ABNT/BID - *Guia Metodológico para a Realização de Inventários em Emissões de Gases de Efeito Estufa*, 2013.
- CNI. *Estratégias Corporativas de Baixo Carbono: Gestão de Riscos e Oportunidades – Guia de Referência*, 2011.
- FGV/WRI - *Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol*, 2011.
- FGV/WRI – *Especificações de Verificação do Programa Brasileiro GHG Protocol*, 2011.
- *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, 2006.
- *Metodologia do GHG Protocol da Agricultura*, 2014.
- *General Verification Protocol*, 2014.
- Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, 2010.
- Ministério do Meio Ambiente. 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, 2011.

## REFERÊNCIAS LEGAIS

- Lei nº 12.187/2009 - Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.
- Decreto Federal nº 7.390/2010 - Regulamenta os arts. 6o, 11 e 12 da Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências.
- Lei nº 5.690/2010 - Institui a política estadual sobre mudança global do clima e desenvolvimento sustentável e dá outras providências.
- Decreto Estadual nº 43.216/2011- Regulamenta a Lei Estadual nº 5.690/2010
- Decreto Estadual nº 44.820 de 03/06/2014 – Dispõe sobre o sistema de licenciamento ambiental – SLAM.
- Resolução INEA nº 64/2012 - Dispõe sobre a apresentação de inventário de emissões de gases de efeito estufa para fins de licenciamento ambiental no estado do Rio de Janeiro.
- Resolução INEA nº 65/2012 - Dispõe sobre a apresentação de plano de mitigação de emissões de gases de efeito estufa para fins de licenciamento ambiental no estado do Rio de Janeiro.

## NORMAS

- 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.

## SITES

- Universidade de São Paulo (USP). <http://www.cienciamao.usp.br>
- Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). <http://www.inmetro.gov.br/organismos>
- Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) [www.firjan.com.br](http://www.firjan.com.br)
- Programa Brasileiro GHG Protocol. [www.ghgprotocolbrasil.com.br/](http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/)
- GHG Protocol Agriculture Guidance. <http://www.ghgprotocol.org/node/602/%20>
- WRI Brasil. <http://wribrasil.org.br/pt>
- Sistema de Registro Nacional de Emissões. <http://sirene.mcti.gov.br/publicacoes>

# ANEXO I

Gases regulados pelo Protocolo de Quioto e Potencial de Aquecimento Global (GWP):

Gás	GWP		
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	1	Hexafluoreto de enxofre (SF <sub>6</sub> )	22.800
Metano (CH <sub>4</sub> )	25	Trifluoreto de nitrogênio (NF <sub>3</sub> )	17.200
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	298	PFC-14	7.390
HFC-23	14.800	PFC-116	12.200
HFC-32	675	PFC-218	8.830
HFC-41	92	PFC-318	10.300
HFC-125	3.500	PFC-3-1-10	8.860
HFC-134	1.100	PFC-4-1-12	9.160
HFC-134a	1.430	PFC-5-1-14	9.300
HFC-143	353	PFC-9-1-18	7.500
HFC-143a	4.470	Trifluorometil pentafluoreto de enxofre	17.700
HFC-152	53	Perfluorociclopropano	17.340
HFC-152a	124	R-400	0
HFC-161	12	R-401A	16
HFC-227ea	3.220	R-401B	14
HFC-236cb	1.340	R-401C	19
HFC-236ea	1.370	R-402A	2.100
HFC-236fa	9.810	R-402B	1.330
HFC-245ca	693	R-403A	1.766
HFC-245fa	1.030	R-403B	3.444
HFC-365mfc	794	R-404A	3.922
HFC-43-10mee	1.640	R-406A	0
		R-407A	2.107



R-407B	2.804	R-421B	3.190
R-407C	1.774	R-422A	3.143
R-407D	1.627	R-422B	2.526
R-407E	1.552	R-422C	3.085
R-407F	1.825	R-422D	2.725
R-408A	2.301	R-422E	2.592
R-409A	0	R-423A	2.280
R-409B	0	R-424A	2.440
R-410A	2.088	R-425A	1.505
R-410B	2.229	R-426A	1.508
R-411A	14	R-427A	2.138
R-411B	4	R-428A	3.607
R-412A	442	R-429A	12
R-413A	2.053	R-430A	94
R-414A	0	R-431A	36
R-414B	0	R-432A	0
R-415A	22	R-433A	0
R-415B	93	R-434A	3.245
R-416A	844	R-435A	25
R-417A	2.346	R-436A	0
R-417B	3.027	R-436B	0
R-417C	1.809	R-437A	1.805
R-418A	3	R-438A	2.264
R-419A	2.967	R-439A	1.983
R-419B	2.384	R-440A	144
R-420A	1.258	R-441A	0
R-421A	2.631	R-442A	1.888

R-443A	0	R-506	0
R-444A	87	R-507 ou R-507A	3.985
R-445A	129	R-508A	13.214
R-500	32	R-508B	13.396
R-501	0	R-509 ou R-509A	4.945
R-502	0	R-510A	0
R-503	5.935	R-511A	0
R-504	325	R-512A	189
R-505	0		

**Referências:** IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4) e Designation and Safety Classification of Refrigerants - ANSI / ASHRAE Standard 34 - 2010

# ANEXO II

<b>Parte da ferramenta de cálculo intersetorial</b>		<b>Principais características</b>
Ferramenta intersetorial Programa Brasileiro GHG Protocol ( <a href="http://www.fgv.br/ces/ghg">www.fgv.br/ces/ghg</a> )	Combustão estacionária	Calcula emissões diretas e indiretas resultantes da queima de combustíveis em equipamentos estacionários
		Oferece fatores padrão de emissão médios do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) e da US Environmental Protection Agency (EPA) para combustíveis e do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) para energia elétrica
		Considera as % de biocombustíveis nos combustíveis nacionais
	Combustão móvel	Calcula emissões diretas e indiretas resultantes da queima de combustíveis em fontes móveis
		Fornecer cálculos e fatores de emissão para transporte rodoviário, aeroviário, hidroviário e ferroviário
		Considera as % de biocombustíveis nos combustíveis nacionais
	Emissões fugitivas (HFC resultante do uso de ar-condicionado e refrigeração)	Calcula emissões diretas de HFC durante a produção, o uso e o descarte de equipamentos de refrigeração e ar-condicionado em usos comerciais
		Oferece três metodologias de cálculo: uma abordagem baseada nas vendas, uma abordagem baseada nos estágios do ciclo de vida e uma abordagem baseada em fatores de emissão
	Compra de eletricidade	Calcula emissões de escopo 2 resultantes da compra de eletricidade do Sistema Interligado Nacional brasileiro, utilizando fatores de emissão mensuais do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)
	Compra de vapor	Calcula emissões de escopo 2 resultantes da compra de vapor
Combustão móvel indireta	Calcula emissões de escopo 3 do transporte de funcionários	
Viagens a negócios	Calcula emissões de escopo 3 de viagens aéreas	

Ferramentas setoriais específicas GHG Protocol ( <a href="http://www.ghgprotocol.org">www.ghgprotocol.org</a> )	Incerteza na mensuração e estimativa de emissões de GEEs	Apresenta os fundamentos da análise e da quantificação de incertezas
		Calcula parâmetros estatísticos de incertezas devidas a erros aleatórios relacionados ao cálculo de emissões de GEEs
		Automatiza os passos de agregação envolvidos no desenvolvimento de uma análise básica de incertezas nos dados de inventário de GEEs
	Produção de alumínio e outros materiais não ferrosos	Calcula emissões diretas de GEEs resultantes da produção de alumínio (emissões de CO <sub>2</sub> da oxidação do ânodo, de PFC resultantes do "efeito ânodo", e de SF <sub>6</sub> usado na produção de metais não ferrosos, como gás de cobertura)
	Ferro e aço	Calcula emissões diretas de GEE (CO <sub>2</sub> ) resultantes da oxidação do agente redutor, da calcinação sob fluxo na produção de aço, e da remoção de carbono do minério de ferro e da sucata de aço utilizados
	Produção de ácido nítrico	Calcula emissões diretas de GEE (N <sub>2</sub> O) resultantes da produção de ácido nítrico
	Produção de amônia	Calcula emissões diretas de GEE (CO <sub>2</sub> ) resultantes da produção de amônia. Esta ferramenta é apenas para a remoção do carbono do fluxo de matéria-prima; as emissões de combustão são calculadas através do módulo de combustão estacionária
	Produção de ácido adípico	Calcula emissões diretas de GEE (N <sub>2</sub> O) resultantes da produção de ácido adípico
	Cimento	Calcula emissões diretas de CO <sub>2</sub> resultantes do processo de calcinação na produção de cimento (a ferramenta do Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável também calcula emissões de combustão)
		Fornecer duas metodologias de cálculo: a abordagem com base no cimento e a abordagem com base no clínquer
	Cal	Calcula emissões diretas de GEE na produção de cal (CO <sub>2</sub> resultante do processo de calcinação)
	HFC-23 resultante da produção de HCFC-22	Calcula emissões diretas de HFC-23 resultantes da produção de HCFC-22
Papel e celulose	Calcula emissões diretas de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O resultantes da produção de celulose e papel. Isso inclui o cálculo de emissões diretas e indiretas de CO <sub>2</sub> resultantes da queima de combustíveis fósseis, biocombustíveis e resíduos em equipamentos estacionários.	
Guia para organizações cujas atividades sejam realizadas em escritórios	Calcula emissões diretas de CO <sub>2</sub> resultantes do uso de combustível e emissões indiretas de CO <sub>2</sub> resultantes do consumo de energia, e outras emissões indiretas de CO <sub>2</sub> resultantes de viagens de negócios e transporte de empregados para o trabalho	

# ANEXO III

## SIMULAÇÃO DOS CÁLCULOS DE EMISSÕES DE GEE

Vamos simular as emissões de GEEs de uma empresa contemplando as seguintes atividades: compra de energia elétrica, combustão móvel, combustão estacionária, viagens aéreas a negócio, tratamento de efluentes sanitários e disposição de resíduos sólidos não industriais.

Os dados de entrada (por exemplo: consumo de energia, consumo de combustível, quilometragem rodada, distâncias aéreas percorridas, efluentes e resíduos gerados) utilizados para os cálculos das emissões são hipotéticos, meramente ilustrativos.

O ano-base considerado foi 2016.

Os fatores de emissões e fatores de conversão utilizados estão referenciados com suas respectivas fontes.

### A. Cálculo de emissões por consumo de energia elétrica

Fórmula de cálculo das emissões na compra de energia	
$\text{Emissão (tCO}_2\text{/mês)} = E_{AD} \cdot fi$	

$E_{AD}$  Energia adquirida no mês (MWh/mês)  $fi$  Fator de emissão médio do grid brasileiro no referido mês (tCO<sub>2</sub>/MWh)

**Atenção:** Geralmente o consumo de energia elétrica levantado pela empresa está na unidade kWh, no entanto a unidade do fator de emissão é tCO<sub>2</sub> por MWh, logo se faz necessária a conversão de kWh para MWh antes do cálculo das emissões conforme mostra a tabela abaixo.

Cálculo das emissões de CO <sub>2</sub> na compra de energia elétrica da rede				
Mês	Consumo (kWh)	Consumo (MWh)	Fator de emissão médio mensal (tCO <sub>2</sub> /MWh)	Total de emissões CO <sub>2</sub> em toneladas
Janeiro	508.009	508,01	0,0960	48,77
Fevereiro	509.150	509,15	0,0815	41,50
Março	509.850	509,85	0,0710	36,20
Abril	510.100	510,10	0,0757	38,61
Mai	508.854	508,85	0,0701	35,67
Junho	530.025	530,03	0,0760	40,28
Julho	514.150	514,15	0,0725	37,28
Agosto	524.596	524,60	0,0836	43,86
Setembro	529.568	529,57	0,0897	47,50
Outubro	516.222	516,22	0,0925	47,75
Novembro	510.987	510,99	0,1002	51,20
Dezembro	504.997	505,00	0,0714	36,06
<b>TOTAL</b>				<b>504,68</b>

Fonte do fator de emissão médio mensal: MCTI (www.mcti.gov.br)

**Obs.:** Os resultados podem apresentar pequenas variações devido aos arredondamentos.

## B. CÁLCULO DE EMISSÕES POR FONTES MÓVEIS

Existem duas possibilidades para o cálculo de emissões por fontes móveis. Através do consumo de combustível e pela quilometragem rodada. A escolha dos cálculos vai depender dos dados de entrada que a empresa possui.

Vale ressaltar que o inventário terá maior qualidade utilizando o consumo de combustível.

**B.1.** Esse procedimento de cálculo é utilizado quando há informações disponíveis sobre o **consumo de combustível**.

O cálculo das emissões por combustão móvel pode ser realizado seguindo os três passos apresentados a seguir.

Quando a informação disponível é o volume do combustível utilizado, precisa-se primeiramente converter a unidade de volume em unidade de energia (passo 1).

Com o consumo energético calculado e os fatores de emissão, conseguimos calcular individualmente a emissão de cada gás (passo 2).

Para finalizar, multiplica-se a emissão de cada gás por seu respectivo potencial de aquecimento global e o somatório resultará na emissão de dióxido de carbono equivalente (passo 3).

Cálculo de emissões de CO <sub>2</sub> equivalente das fontes móveis		
Passos	Procedimento	Fórmula
1	Cálculo de consumo energético	$CC = CU * Fconv$
2	Emissão de GEEs	$EGEE = CC * Femiss$
3	Emissão de CO <sub>2</sub> e	$ECO_{2e} = ECO_2 + (ECH_4 * 25) + (EN_2O * 298)$

**CC** Consumo de energia (TJ)

**CU** Consumo de combustível (unidade de volume)

**Fconv** Fator de conversão (TJ/unidade de volume)

**EGEE** Emissão de gás de efeito estufa (kg)

**Femiss** Fator de emissão (kg/TJ)

**ECO<sub>2e</sub>** Emissão de CO<sub>2</sub>e (kgCO<sub>2</sub>e)

Alguns fatores de emissão (valores *default*)

Tipo de combustível	CO <sub>2</sub> (kg/TJ)	CH <sub>4</sub> (kg/TJ)	N <sub>2</sub> O (kg/TJ)
Gasolina	69.300	25	8
Óleo diesel	74.100	3,9	3,9
Gás liquefeito de petróleo (GLP)	63.100	62	0,2
Gás natural veicular (GNV)	56.100	92	3
Álcool (bioetanol)	0	18	0

Fonte: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 2/ Energy



Exemplo de cálculo de emissões de GEEs por consumo de 11.189 litros de óleo de diesel utilizado anualmente na frota de caminhões:

### Passo 1: Cálculo de consumo energético

$$CC = CU * F_{conv}$$

$$CC = 11.189 * 0,00003550 = 0,40 \text{ TJ}$$

### Passo 2: Emissão de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O respectivamente

$$EGEE = CC * F_{emiss}$$

$$ECO_2 = 0,40 * 74100 = 29.640 \text{ Kg}$$

$$ECH_4 = 0,40 * 3,9 = 1,56 \text{ Kg}$$

$$EN_2O = 0,40 * 3,9 = 1,56 \text{ Kg}$$

### Passo 3: Emissões de CO<sub>2</sub>e

$$ECO_2e = ECO_2 + (ECH_4 * 25) + (EN_2O * 298)$$

$$ECO_2e = 29.640 + (1,56 * 25) + (1,56 * 298) = 30.143,88 \text{ Kg CO}_2e = 30,14 \text{ tCO}_2e$$

**Obs.:** Os valores podem variar se for desconsiderada a emissão de CO<sub>2</sub> biogênico referente à fração do biodiesel contida no diesel.

**Obs.:** Os resultados podem apresentar pequenas variações devido aos arredondamentos.

**B.2.** Usa-se esse procedimento de cálculo quando há informações disponíveis somente sobre a **quilometragem rodada**.

Quando a informação disponível é a quilometragem rodada, precisa-se primeiramente estimar o volume de combustível utilizado a partir dados de número de veículos, e consumo médio do combustível e quilometragem (passo 1).

Tendo a estimativa de volume de combustível utilizado podemos converter a unidade de volume em unidade de energia (passo 2).

Para finalizar, com o consumo energético calculado e o fator de emissão do CO<sub>2</sub>, conseguimos calcular a emissão (passo 3).

Cálculo de emissões de CO <sub>2</sub> das fontes móveis		
Passos	Procedimento	Fórmula
1	Cálculo de combustível estimado	$CE = \sum_{i,j} [ N_{i,j} * D_{i,j} * C_{i,j} ]$
2	Cálculo de consumo energético	$CC = CE * F_{conv}$
3	Emissão de CO <sub>2</sub>	$E = \sum_j [ X_j * EF_j ]$

**CE** combustível estimado (l)

**N** número de veículos

**D** quilometragem anual (km)

**C** consumo médio de combustível (m<sup>3</sup>/km)

**CC** consumo de energia (TJ)

**Fconv** fator de conversão (TJ/unidade do combustível)

**E** emissão de CO<sub>2</sub> (kg)

**X** combustível estimado (TJ)

**EF** fator de emissão (kg/TJ)

**i** tipo de veículo

**j** tipo de combustível

Alguns fatores de emissão (valores *default*)

Tipo de Combustível	CO <sub>2</sub> (kg/TJ)
Gasolina	69.300
Óleo diesel	74.100
Gás liquefeito de petróleo (GLP)	63.100
Gás natural veicular (GNV)	56.100
Álcool (bioetanol)	0

Fonte: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 2/ Energy

Exemplo de cálculo de emissões de CO<sub>2</sub> por uma frota de automóveis abastecida por gás natural.

Não há disponível a quantidade de GNV consumida pela frota, mas sabe-se a quilometragem rodada durante o ano por cada automóvel e o consumo médio do automóvel por quilometragem:

Carro 1: 1.000 km

Carro 2: 1.500 km

Carro 3: 800 km

Consumo médio do automóvel: 0,083 m<sup>3</sup>/km

### Passo 1: Cálculo de combustível estimado

$$CE = \sum_{i,j} [ N_{i,j} * D_{i,j} * C_{i,j} ]$$

$$CE_{\text{carro1}} = 1 * 1.000 * 0,083 = 83,00 \text{ m}^3$$

$$CE_{\text{carro2}} = 1 * 1.500 * 0,083 = 124,50 \text{ m}^3$$

$$CE_{\text{carro3}} = 1 * 800 * 0,083 = 66,40 \text{ m}^3$$

$$CE_{\text{total}} = 273,90 \text{ m}^3$$

### Passo 2: Cálculo de consumo energético

$$CC = CE * F_{\text{conv}}$$

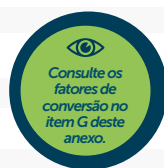
$$CC = 273,90 * 0,00003684 = 0,01009 \text{ TJ}$$

### Passo 3: Emissão de CO<sub>2</sub>

$$E = \sum_j [ X_j * EF_j ]$$

$$E = 0,01009 * 56100 = 566,05 \text{ kg de CO}_2 = 0,57 \text{ tCO}_2$$

**Obs.:** Os resultados podem sofrer pequenas variações devido aos arredondamentos.





## C. CÁLCULO DE EMISSÕES POR FONTES ESTACIONÁRIAS

O cálculo das emissões por combustão estacionária tem as mesmas etapas das apresentadas anteriormente para a combustão móvel, o que vai diferenciar é o fator de emissão.

Quando a informação disponível é o volume do combustível utilizado, precisa-se primeiramente converter a unidade de volume em unidade de energia (passo 1).

Com o consumo energético calculado e os fatores de emissão, conseguimos calcular individualmente a emissão de cada gás (passo 2).

Para finalizar, multiplica-se a emissão de cada gás por seu respectivo potencial de aquecimento global e o somatório resultará na emissão de dióxido de carbono equivalente (passo 3).

Cálculo de emissões de CO <sub>2</sub> e de fontes estacionárias		
Passos	Procedimento	Fórmula
1	Cálculo de consumo energético	$CC = CU * F_{conv}$
2	Emissão Real de GEEs	$EGEE = CC * F_{emiss}$
3	Emissões de CO <sub>2</sub> e	$ECO_{2e} = ECO_2 + (ECH_4 * 25) + (EN_2O * 298)$

**CC** Consumo de energia (TJ)

**CU** Consumo de combustível (unidade de combustível)

**Fconv** Fator de conversão (TJ/unidade de combustível)

**EGEE** Emissão de gás de efeito estufa (kg)

**Femiss** Fator de emissão (kg/TJ)

**ECO<sub>2</sub>e** Emissão de CO<sub>2</sub>e (kgCO<sub>2</sub>e)

Alguns fatores de emissão (valores *default*)

Tipo de combustível	CO <sub>2</sub> (Kg/TJ)	CH <sub>4</sub> (kg/TJ)	N <sub>2</sub> O (kg/TJ)
Gasolina	69300	3	0,6
Óleo diesel	74100	3	0,6
Gás liquefeito de petróleo (GLP)	63100	1	0,1
Gás natural	56100	1	0,1

Fonte: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories- Volume 2/ Energy

Exemplo de cálculo de emissões de GEEs por consumo de 11.520 litros de óleo diesel consumido por um gerador de energia elétrica ao longo do ano.

### Passo 1: Cálculo de consumo energético

$$CC = CU * F_{conv}$$

$$CC = 11.520 * 0,00003550 = 0,41 \text{ TJ}$$

### Passo 2: Emissão de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O respectivamente

$$EGEE = CC * F_{emiss}$$

$$E_{CO_2} = 0,41 \cdot 74100 = 30.381 \text{ Kg}$$

$$E_{CH_4} = 0,41 \cdot 3 = 1,23 \text{ Kg}$$

$$E_{N_2O} = 0,41 \cdot 0,6 = 0,25 \text{ Kg}$$

### Passo 3: Emissões de CO<sub>2</sub>e

$$ECO_2e = E_{CO_2} + (E_{CH_4} \cdot 25) + (E_{N_2O} \cdot 298)$$

$$ECO_2e = 30.381 + (1,23 \cdot 25) + (0,25 \cdot 298) = 30.486,25 \text{ Kg CO}_2e = 30,49 \text{ tCO}_2e$$

**Obs.:** Os valores podem variar se for desconsiderada a emissão de CO<sub>2</sub> biogênico referente à fração do biodiesel contida no diesel.

**Obs.:** Os resultados podem apresentar pequenas variações devido aos arredondamentos.

## D. CÁLCULO DE EMISSÕES DE VIAGENS AÉREAS DE COLABORADORES

As viagens aéreas de colaboradores a trabalho são geralmente registradas por trechos deslocados. É necessário identificar e separar os trechos por distâncias aéreas percorridas.

As distâncias aéreas por trecho estão disponíveis no *site* da International Civil Aviation Organization (IACO) <https://www.icao.int/environmental-protection/CarbonOffset/Pages/default.aspx>

O trecho precisa ser classificado como curto (até 500 km), médio (mais de 500 até 3.700 km) ou longo (mais de 3.700 km), podendo ser utilizados como referência os dados do Defra (Department for Environment Food & Rural Affairs - UK) de acordo com a tabela abaixo.

Distâncias aéreas (km)	
Curto	=<500
Médio	>500 e =<3.700
Longo	>3.700

Fonte: DEFRA - UK Government conversion factors for Company Reporting. Ano: 2016. Versão: 1,0.

A classificação dos trechos por distância precisa ser realizada uma vez que os fatores de emissão são distintos, conforme tabela abaixo.

Fator de Emissão (kg CO <sub>2</sub> /km/passageiro)		
Voo	Curto	0,1351
	Médio	0,0817
	Longo	0,0929

Fonte: DEFRA - UK Government conversion factors for Company Reporting. Ano: 2016. Versão: 1,0.

Para cálculo das emissões multiplica-se a distância total por tipo de voo (curto, médio, longo) pelo seu respectivo fator de emissão.

Cálculo de emissões de CO <sub>2</sub>	
Procedimento	Fórmula
Emissão de CO <sub>2</sub>	$ECO_2 = \text{distância percorrida} * \text{fator de emissão}$

Fonte: DEFRA - UK Government conversion factors for Company Reporting. Ano: 2016. Versão: 1,0.

Exemplo de cálculo de emissões de CO<sub>2</sub> por viagens aéreas de colaboradores a trabalho.

### Dados

Três viagens do Rio de Janeiro para São Paulo (ida e volta)

Duas viagens do Rio de Janeiro para Brasília (ida e volta)

Uma viagem do Rio de Janeiro para a França (ida e volta)

### Dados complementares

Distância entre aeroportos:

Aeroporto internacional do Galeão (GIG) / Aeroporto Internacional de São Paulo (GRU) = 336 km

Aeroporto internacional do Galeão (GIG) / Aeroporto internacional de Brasília (BSB) = 912 km

Aeroporto internacional do Galeão (GIG) / Aeroporto de Paris (CDG) = 9.175 km

**Obs.:** Atenção para no cálculo da distância total percorrida considerar ida e volta.

### Passo 1: Cálculo da distância de voos curtos

**Ida:** Viagem GIG/GRU = distância do trecho\* número de viagens

Viagem GIG/GRU =  $336 * 3 = 1.008$  km

**Volta:** Viagem GRU/GIG = distância do trecho\* número de viagens

Viagem GRU/GIG =  $336 * 3 = 1.008$  km

**Distância total de voos curtos = 2.016 km**

### Passo 2: Cálculo da distância de voos médios

**Ida:** Viagem GIG/BSB = distância do trecho\* número de viagens

Viagem GIG/BSB =  $912 * 2 = 1.824$  km

**Volta:** Viagem BSB/GIG = distância do trecho\* número de viagens

Viagem BSB/GIG =  $912 * 2 = 1.824$  km

**Distância total de voos médios = 3.648 km**

### Passo 3: Cálculo da distância de voos longos

**Ida:** Viagem GIG/CDG = distância do trecho\* número de viagens

Viagem GIG/CDG =  $9.175 * 1 = 9.175$  km

**Volta:** Viagem CDG/GIG = distância do trecho\* número de viagens

Viagem CDG/GIG =  $9.175 * 1 = 9.175$  km

**Distância total de voos longos = 18.350 km**

#### Passo 4: Emissão de CO<sub>2</sub> voos curtos

$ECO_2 = \text{distância percorrida} * \text{Fator de emissão}$   
 $ECO_2 = 2.016 * 0,1351 = 272,36 \text{ kg} = 0,27 \text{ tCO}_2$

#### Passo 5: Emissão de CO<sub>2</sub> voos médios

$ECO_2 = \text{distância percorrida} * \text{Fator de emissão}$   
 $ECO_2 = 3.648 * 0,0817 = 298,04 \text{ kg} = 0,30 \text{ tCO}_2$

#### Passo 6: Emissão de CO<sub>2</sub> voos longos

$ECO_2 = \text{distância percorrida} * \text{Fator de emissão}$   
 $ECO_2 = 18.350 * 0,0929 = 1.704,72 \text{ kgCO}_2 = 1,70 \text{ tCO}_2$

#### Passo 7: Emissão total de CO<sub>2</sub>

$0,27 + 0,30 + 1,70 = 2,27 \text{ tCO}_2$

**Obs.:** Os resultados podem apresentar pequenas variações devido aos arredondamentos.

## E. TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS

Tratamento anaeróbico de efluentes emite metano pela decomposição da carga orgânica.

É necessário saber a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) do efluente e o volume do efluente gerado para começar a fazer os cálculos.

Outra informação importante é o tipo de tratamento, pois este determina qual fator de correção do metano devemos utilizar. Consulte a Tabela 6.3, Capítulo 6, Volume 5 – 2006 IPCC *Guidelines For National Greenhouse Gases Inventories*.

Cálculo de emissões para tratamento anaeróbico de efluentes sanitários		
Passos	Procedimento	Fórmula
1	Cálculo da carga orgânica	$CO = DBO * \text{Volume do efluente}$
2	Emissão de CH <sub>4</sub>	$ECH_4 = CO * 0,6 * MCF$
3	Emissão de CO <sub>2</sub> e	$ECO_{2e} = ECH_4 * 25$

**CO** Carga orgânica (kg DBO)

**ECH<sub>4</sub>** Emissão de CH<sub>4</sub> (kg CH<sub>4</sub>)

**MCF** Fator de correção do metano

**ECO<sub>2</sub>e** Emissão de CO<sub>2</sub>e (kg CO<sub>2</sub>e)

Exemplo de cálculo de emissões de metano por uma fossa séptica com degradação anaeróbica.

#### Dados

DBO = 0,53 kg DBO/m<sup>3</sup>

Volume de efluente gerado = 5.000 m<sup>3</sup>

MCF = 0,8

### Passo 1: Cálculo da Carga Orgânica

$CO = DBO * \text{Volume do efluente}$

$$CO = 0,53 * 5.000 = 2.650 \text{ kg DBO}$$

### Passo 2: Emissão de CH<sub>4</sub>

$$ECH_4 = CO * 0,6 * 0,8$$

$$ECH_4 = 2.650 * 0,48 = 1.272 \text{ kg CH}_4$$

### Passo 3: Emissão de CO<sub>2</sub>e

$$ECO_2e = ECH_4 * 25$$

$$ECO_2e = 1.272 * 25 = 31.800 \text{ kg CO}_2e = 31,80 \text{ tCO}_2e$$

## F. CÁLCULO DE EMISSÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NÃO INDUSTRIAIS (ESCOPO 3)

Para o exemplo, foi considerado o envio de 80,50 toneladas de resíduos para um aterro sanitário que não recupera metano. Sabendo que do total de resíduos, 50% era resíduo orgânico, 30% papel e 20% plástico.

Para o cálculo do Fator de Emissão, realizar o procedimento para cada tipo de resíduo. Caso o aterro sanitário recupere metano, essa fração deve ser mencionada em "R" (passo 1).

No cálculo de emissão de CH<sub>4</sub> as quantidades de resíduos devem seguir as percentagens indicadas referentes ao total que é enviado para o aterro sanitário (passo 2).

Para finalizar, multiplica-se a emissão de CH<sub>4</sub> por seu respectivo potencial de aquecimento global (passo 3).

Cálculo de emissões de resíduos sólidos		
Passos	Procedimento	Fórmula
1	Fator de emissão	$FE = (((DOC * DOCf * MCF * F) - R) * (1 - OX)) * FC$
2	Emissão de CH <sub>4</sub>	$ECH_4 = FE * QR$
3	Emissão de CO <sub>2</sub> e	$ECO_2e = ECH_4 * 25$

Parâmetros	
DOCf	0,5
MCF	1
F	0,5
OX	0,1
FC	1,33

Fonte: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories- Volume 5/Waste

MCF	
Degradação anaeróbica	1,0
Degradação semiaeróbica	0,5

Fonte: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories- Volume 5/Waste

DOC	
Papel	40%
Orgânico	15%
Jardim e parque	20%
Madeira	43%
Plástico	-
Metal	-
Vidro	-

Fonte: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories- Volume 5/Waste – Chapter 2 Table 2.4

**FE** Fator de emissão (kgCH<sub>4</sub>/kg resíduo)

**DOC** Fração degradável do resíduo

**DOCf** Fração de carbono orgânico degradável

**MCF** Fator de correção de metano

**F** Fração de metano no resíduo

**R** Fração de metano recuperado

**OX** Fator de oxidação

**FC** Fração de conversão metano/carbono (CH<sub>4</sub>/C)

**QR** Quantidade de resíduos (kg)

**ECH<sub>4</sub>** Emissão de metano (kg CH<sub>4</sub>)

**ECO<sub>2e</sub>** Emissão de CO<sub>2</sub> equivalente (kg CO<sub>2e</sub>)

### Passo 1: Fator de emissão dos tipos de resíduo

#### Fator de emissão do resíduo orgânico

$$FE = (((DOC * DOCf * MCF * F) - R) * (1 - OX)) * FC$$

$$FE = (((0,15 * 0,5 * 1 * 0,5) - 0) * (1 - 0,1)) * 1,33$$

$$FE = 0,04 \text{ kg CH}_4/\text{kg Resíduo}$$

#### Fator de emissão do papel

$$FE = (((DOC * DOCf * MCF * F) - R) * (1 - OX)) * FC$$

$$FE = (((0,40 * 0,5 * 1 * 0,5) - 0) * (1 - 0,1)) * 1,33$$

$$FE = 0,12 \text{ kg CH}_4/\text{kg Resíduo}$$

#### Fator de emissão do plástico

Resíduo inerte (em condições anaeróbicas não liberam CH<sub>4</sub> como produto de sua decomposição).

### Passo 2: Emissão de CH<sub>4</sub>

#### Emissão de CH<sub>4</sub> referente ao resíduo orgânico

$$ECH_4 = FE * QR$$

$$ECH_4 = 0,04 * 40.250 = 1.610 \text{ kg CH}_4$$

#### Emissão de CH<sub>4</sub> referente ao papel

$$ECH_4 = FE * QR$$

$$ECH_4 = 0,12 * 24.150 = 2.898 \text{ kg CH}_4$$

### Passo 3: Emissão de CO<sub>2</sub>e

Emissão de CO<sub>2</sub>e referente ao resíduo orgânico

$$E_{CO_2e} = E_{CH_4} * 25$$

$$E_{CO_2e} = 1.610 * 25 = 40.250 \text{ kg CO}_2\text{e} = 40,25 \text{ tCO}_2\text{e}$$

Emissão de CO<sub>2</sub>e referente ao papel

$$E_{CO_2e} = E_{CH_4} * 25$$

$$E_{CO_2e} = 2.898 * 25 = 72450 \text{ kg CO}_2\text{e} = 72,45 \text{ tCO}_2\text{e}$$

Total de emissões

$$40,25 + 72,45 = 112,7 \text{ tCO}_2\text{e}$$

## G. FATORES DE CONVERSÃO

Alguns fatores de conversão - energia		
Combustível	Fator	Unidade
Gasolina	0,00003224	TJ/L
Óleo diesel	0,00003550	TJ/L
Gás natural	0,00003684	TJ/m <sup>3</sup>
GLP	0,03131305895	TJ/kg
Álcool	0,00002135	TJ/kg

Fonte: Balanço Energético Nacional 2016 / Ano Base 2015 (valores convertidos para as unidades utilizadas)



### VALE SABER

**Quilo (k):**  $10^3 = 1.000$

**Mega (M):**  $10^6 = 1.000.000$

**Giga (G):**  $10^9 = 1.000.000.000$

**Tera (T):**  $10^{12} = 1.000.000.000.000$

# ANEXO IV

## MODELO DE APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

### Emissões por GEE e escopo

GEE	Tonelada métrica de cada GEE			Total
	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	
CO <sub>2</sub>				
CH <sub>4</sub>				
N <sub>2</sub> O				
HFCs		Não se aplica		
PFCs		Não se aplica		
SF <sub>6</sub>		Não se aplica		

### Emissões de CO<sub>2</sub> equivalente por escopo

	Emissões de CO <sub>2</sub> equivalente (t/CO <sub>2</sub> e)
Escopo 1	
Escopo 2	
Escopo 3	
Total	

### Emissões escopo 1 desagregadas por fontes

	Emissões de CO <sub>2</sub> equivalente (t/CO <sub>2</sub> e)
Combustão estacionária	
Combustão móvel	
Emissões de processos	
Emissões fugitivas	
Atividades agrícolas	
Emissões de resíduos	
Emissões de efluentes	



### Emissões escopo 2 desagregadas por fontes

	Emissões de CO <sub>2</sub> equivalente (t/CO <sub>2</sub> e)
Aquisição de energia elétrica	
Aquisição de energia térmica	

### Emissões escopo 3 desagregadas por fontes

	Emissões de CO <sub>2</sub> equivalente (t/CO <sub>2</sub> e)
Viagens aéreas	
Combustão móvel (transporte <i>upstream</i> )	
Combustão móvel (transporte <i>downstream</i> )	
Emissões de resíduos	
Emissões de efluentes	

### Emissões de CO<sub>2</sub> advindos da combustão de biomassa (tCO<sub>2</sub>) - opcional

	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3
Fontes estacionárias			
Fontes móveis			
Compra de vapor			
Outro			

*Sistema*  
**FIRJAN**



INFORMA, FORMA, TRANSFORMA.



[www.firjan.com.br](http://www.firjan.com.br)