

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

JENNIFER DE ÁVILA DA SILVA

INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA CONFORME O PROGRAMA
BRASILEIRO GHG PROTOCOL E ISO 14064:2007.
ESTUDO DE CASO: SECAGEM DE ARGILOMINERAIS

CRICIÚMA
2022

JENNIFER DE ÁVILA DA SILVA

**INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA CONFORME O PROGRAMA
BRASILEIRO GHG PROTOCOL E ISO 14064:2007.
ESTUDO DE CASO: SECAGEM DE ARGILOMINERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheira Ambiental e Sanitarista no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador(a): Prof. (a) MSc. Rosimeri Venâncio Redivo

CRICIÚMA

2022

JENNIFER DE ÁVILA DA SILVA

**INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA CONFORME O PROGRAMA
BRASILEIRO GHG PROTOCOL E ISO 14064:2007.
ESTUDO DE CASO: SECAGEM DE ARGILOMINERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel, no Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Gerenciamento e Planejamento Ambiental.

Criciúma, 21 de Novembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Rosimeri Venâncio Redivo - Mestra - UNESC - Orientadora

Prof. Elídio Angioletto - Doutor - UNESC

Prof. Sérgio Bruchchen - Mestre - UNESC

A Deus, aos meus pais e aos meus avós (*in
memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois através dele estou conquistando essa vitória e me permitiu ultrapassar os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Aos meus pais, Lioséis da Silva e Scheila Leandro de Ávila da Silva, por me apoiarem e por estarem sempre comigo em todos os momentos, pois sem eles eu não conseguiria.

Aos meus avós maternos, Waldemar Silveira de Ávila (*in memoriam*) e Juçá Terezinha Leandro de Ávila (*in memoriam*) por sempre me incentivarem e por passarem comigo nesta jornada.

À minha orientadora Rosimeri Venâncio Redivo, por todo ensinamento, paciência e dedicação.

Ao Coordenador Giovani da Luz, pela parceria e disponibilidade em ajudar quando preciso.

À minha supervisora de estágio Taise Cancelier Biz, e também à Suelen Zanin Manfioletti, pela amizade e ajuda.

À Empresa que disponibilizou o estágio, fornecendo dados e materiais que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos professores Elídio Angioletto e Sérgio Bruchchen, por aceitarem participar na banca examinadora e contribuir com meu desenvolvimento.

Aos demais professores, por terem transmitido novas informações e conhecimentos.

Enfim, a todos os que, por algum motivo, contribuíram para a realização deste trabalho.

“A crise climática é uma verdade inconveniente,
pois significa que precisaremos mudar nossa
maneira de viver.”

Al Gore

RESUMO

As mudanças climáticas decorrentes do aumento da concentração atmosférica de gases de efeito estufa (GEE) tornaram-se um dos maiores desafios da época atual e deste modo a realização do Inventário é de suma importância, pois através dele é possível mapear e quantificar as fontes. Este trabalho visou realizar um inventário de emissões de gases de efeito estufa, identificar fontes de emissão e obter dados a fim de elaborar planos de mitigação e/ou redução de emissões. O estudo de caso foi realizado em uma empresa no ramo de agronegócio, localizada no município de Urussanga / SC, tomando como referência o ano base 2021. Para isso, foi realizado um levantamento de dados de consumo de combustíveis e energia elétrica, sendo utilizado a ferramenta de cálculo GHG Protocol, considerando os escopos 1 e 2. Os resultados obtidos exibiram que a empresa apresentou emissão de 324,282 toneladas de dióxido de carbono equivalentes (tCO₂e) como Escopo 1 e 62,909 tCO₂e como Escopo 2.

Palavras-chave: Gases de Efeito Estufa; Inventário; Agronegócio; GHG Protocol.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Relação entre as partes da ABNT ISO 14064.....	18
Figura 2 - Um típico ciclo de projeto de GEE.....	21
Figura 3 - Estrutura para o uso da ABNT NBR ISO 14064-2.	22
Figura 4 - Processo de validação e verificação.	24
Figura 5 - Emissões de gases de efeito estufa do Brasil de 1990 a 2020 (GtCO ₂ e).	28
Figura 6 - Os 10 maiores emissores no ano de 2016.....	29
Figura 7 - Escopos 1, 2 e 3 baseados em diferentes limites organizacionais.	32
Figura 8 - Localização da Empresa.	43
Figura 9 - Fluxograma processo produtivo.	46
Figura 10 - Apresentação do Inventário à Empresa.	52
Figura 11 - Apresentação do Inventário aos funcionários.	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fatores de emissão escopos 1 e 3.	40
Tabela 2 - Potencial de aquecimento global de alguns gases.	41
Tabela 3 - Relação de veículos.....	47
Tabela 4 - Coleta de dados.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Consumo de combustíveis entre os meses de Janeiro à Junho de 2021.	48
Quadro 2 - Consumo de combustíveis entre os meses de Julho à Dezembro de 2021.	48
Quadro 3 - Acetileno Solda.	48
Quadro 4 - Consumo de energia.	49
Quadro 5 - Consumo combustível do Secador Rotativo.	49
Quadro 6 - Resumo das emissões Escopo 1.	50
Quadro 7 - Resumo das emissões Escopo 2.	50
Quadro 8 - Resumo das emissões de CO ₂ Biogênico.	50
Quadro 9 - Resumo das emissões totais.	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BCSD	Business Council For Sustainable Development
BEN	Balanço Energético Nacional
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de Carbono
CO ₂ e	Equivalente de Dióxido de Carbono
FGV	Fundação Getúlio Vargas
GEE	Gases de Efeito Estufa
GHG	Greenhouse Gás
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GMP	Good Manufacturing Practices
GtCO ₂ e	Gigatoneladas de Dióxido de Carbono Equivalente
HFCs	Hidrofluorcarbonos
IMA	Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina
IPAM	Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NBR	Norma Brasileira
N ₂ O	Óxido Nitroso
PAG	Potencial de Aquecimento Global do Gás
PFCs	Perfluorcarbonos
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SF ₆	Hexafluoreto de Enxofre
tCO ₂ e	Toneladas métricas de Dióxido de Carbono Equivalente
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
WRI	World Resources Institute
WWF	World Wide Found for Nature

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL.....	16
2.2 ABNT NBR ISO 14064:2007	17
2.2.1 NBR ISO 14064-1	19
2.2.2 NBR ISO 14064-2	20
2.2.3 NBR ISO 14064-3	23
2.3 EFEITO ESTUFA	25
2.4 GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)	26
2.5 PROTOCOLO DE KYOTO	29
2.6 INVENTÁRIO DOS GASES DE EFEITO ESTUFA	30
2.7 COMPARAÇÕES DAS EMISSÕES	32
2.8 CRÉDITO DE CARBONO	33
3 METODOLOGIA	36
3.1 EMPRESA.....	37
3.1.1 CERTIFICAÇÕES	37
3.2 ETAPAS METODOLÓGICAS.....	38
3.3 MÉTODO DE CÁLCULO.....	39
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	42
4.1 DEFINIÇÃO DO ESCOPO	42
4.2 LIMITES DO INVENTÁRIO	42
4.3 PROCESSO PRODUTIVO.....	44
4.3.1 ATIVAÇÃO/LAMINAÇÃO	44
4.3.2 SECAGEM	44
4.3.3 MOAGEM.....	45
4.3.4 ENSACAMENTO	45
4.4 COLETA DE DADOS	45
4.5 ALTERNATIVA DE REDUÇÃO DAS EMISSÕES E RECOMENDAÇÕES	53
5 CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS.....	56
APÊNDICE (S)	60

APÊNDICE A - TABELAS PLANILHA GHG PROTOCOL (COMBUSTÃO ESTACIONÁRIA).....	61
APÊNDICE B - TABELAS PLANILHA GHG PROTOCOL (COMBUSTÃO MÓVEL)	62
APÊNDICE C - TABELAS PLANILHA GHG PROTOCOL (EMISSIONES FUGITIVAS)	63
APÊNDICE D - TABELAS PLANILHA GHG PROTOCOL (ENERGIA ELÉTRICA)	64

1 INTRODUÇÃO

A preocupação ambiental em relação às emissões atmosféricas vem evoluindo gradativamente. O crescimento e o desenvolvimento econômico estão gerando preocupações devido ao aumento desenfreado da poluição, onde a expansão econômica consome os recursos naturais presentes em nosso país, necessitando então de cuidados futuros.

A Revolução Industrial, no qual foi iniciada no século XVIII, está ligada diretamente ao aumento do uso de combustíveis, tais como: carvão, gás natural e também os derivados de petróleo, ocasionando na drástica piora ao meio ambiente.

Devido à grande preocupação da sociedade humana com as mudanças climáticas, a caracterização das emissões de gases de efeito estufa (GEE) tornou-se parte fundamental da agenda de tomada de decisão, seja das empresas ou do ponto de vista de governos. Esse fenômeno é natural e tem sido associado ao aumento do aquecimento global e às distorções climáticas criadas pelo aumento das emissões desses gases na atmosfera.

A indústria envolvida no setor de agronegócio abrange entre seus principais processos a emissão de poluentes, o qual contribui na problemática dos gases de efeito estufa.

Dentre os gases reconhecidos internacionalmente e que são emitidos gradualmente, gases estes que são regulados pelo Protocolo de Kyoto, são: Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido nitroso (N_2O), Hexafluoreto de enxofre (SF_6), Hidrofluorcarbonos (HFCs) e Perfluorcarbonos (PFCs). Através deste Protocolo, que entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005, foi instituído o compromisso legal, de maneira que a não observação acarretará em penalidade dentro do escopo deste Protocolo.

Para identificar as fontes de emissões de gases de efeito estufa das atividades produtivas de uma organização e das atividades que ela organiza, é necessário a realização do inventário, através da quantificação do consumo dessas atividades e eventos; de maneira que só assim é possível medir as emissões de GEE.

A unidade em quesito deste estudo realiza exportação para outros países, de modo que a mesma possui Certificado GMP+ Holandesa. Esta certificação é

focada na segurança dos alimentos, é o requisito necessário para exportação à União Europeia.

O presente estudo visa atender demandas solicitadas por clientes da Europa, a fim de obter-se o levantamento das emissões controladas pela organização, de maneira que com ferramentas de gestão ambiental é possível avaliar a situação atual do empreendimento e estabelecer ações de redução da emissão de gases efeito estufa.

Contudo este inventário tem por intuito aumentar a eficiência de sua atividade produtiva a fim de garantir a redução de emissões.

Este trabalho teve como objetivo geral a realização de um inventário de Gases Efeito Estufa baseado na Norma ABNT NBR ISO 14064:2007, utilizando como ferramenta o Programa Brasileiro GHG protocol, tendo como estudo de caso a Secagem de Argilominerais em uma empresa do ramo de agronegócio. Os objetivos específicos foram levantar as etapas do processo produtivo, as emissões do processo de secagem, as emissões diretas (GEE) que são controladas pela empresa, as emissões indiretas provenientes de aquisição de energia elétrica, utilizando a ferramenta GHG protocol para cálculo das emissões, além da apresentação de sugestões para a redução das emissões de GEE.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL

A determinação da emissão de Carbono é importante para que se possam desenvolver pesquisas e projetos que viabilizem a minimização da mesma, de maneira a reduzir e ou neutralizar os efeitos de gás no efeito estufa e nas mudanças climáticas globais.

A busca pelo desenvolvimento sustentável requer métodos e ferramentas que forneçam uma ampla visão de alternativas, de forma a quantificar e comparar os impactos ambientais de produtos e serviços utilizados nos processos da nossa sociedade, com esse objetivo foi estabelecido o Programa Brasileiro de GHG Protocol.

Conforme a Fundação Getúlio Vargas (2009, p. 6):

O GHG Protocol foi desenvolvido pelo World Resources Institute (WRI) em parceria com o World Business Council for Sustainable Development (WBSCD). A ferramenta oferece diretrizes para contabilização de GEE, com caráter modular e flexível e neutralidade em termos de políticas ou programas.

Conforme FGV e World Resources Institute (2008, p. 7):

Entre as diferentes metodologias existentes para a realização de inventários de gases de efeito estufa corporativos, o The Greenhouse Gas Protocol – A Corporate Accounting and Reporting Standard (O Protocolo de Gases de Efeito Estufa – É m Padrão Corporativo de Contabilização e Reporte), ou simplesmente GHG Protocol, lançado em 1998 e revisado em 2004, é hoje a ferramenta mais utilizada mundialmente pelas empresas e governos para entender, quantificar e gerenciar suas emissões.

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), e sua aplicação no Brasil, a partir do início do Programa Brasileiro GHG Protocol, em 2008, acontece de modo adaptado ao contexto nacional.

“GHG Protocol é um pacote de padrões, orientações, ferramentas e treinamentos para que empresas e governos mensurem e gerenciem as emissões antropogênicas responsáveis pelo aquecimento global.” (WRI BRASIL, 2022).

Conforme WRI Brasil (2022):

Criado por uma parceria entre o World Resource Institute (WRI) e o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), o GHG Protocol abrange padrões de contabilização de emissões e remoções de gases de efeito estufa (GEE) para cidades, setor corporativo, cadeia de valor, agropecuária, ciclo de vida do produto, entre outros. Os protocolos são, em sua maioria, desenvolvidos de forma abrangente e adaptados em diversos países para melhor atender a cada realidade.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas e Banco Interamericano de Desenvolvimento (ABNT e BID, 2013), determina que para a execução dos inventários, o Programa Brasileiro GHG Protocol define seis itens básicos, tais como a Definição dos limites organizacionais do inventário, Definição dos limites operacionais do inventário, Seleção de metodologia de cálculo e fatores de emissão, Coleta de dados das atividades nos quais resultam na emissão de GEE, Cálculo das emissões e por fim a Elaboração do relatório de emissões de GEE.

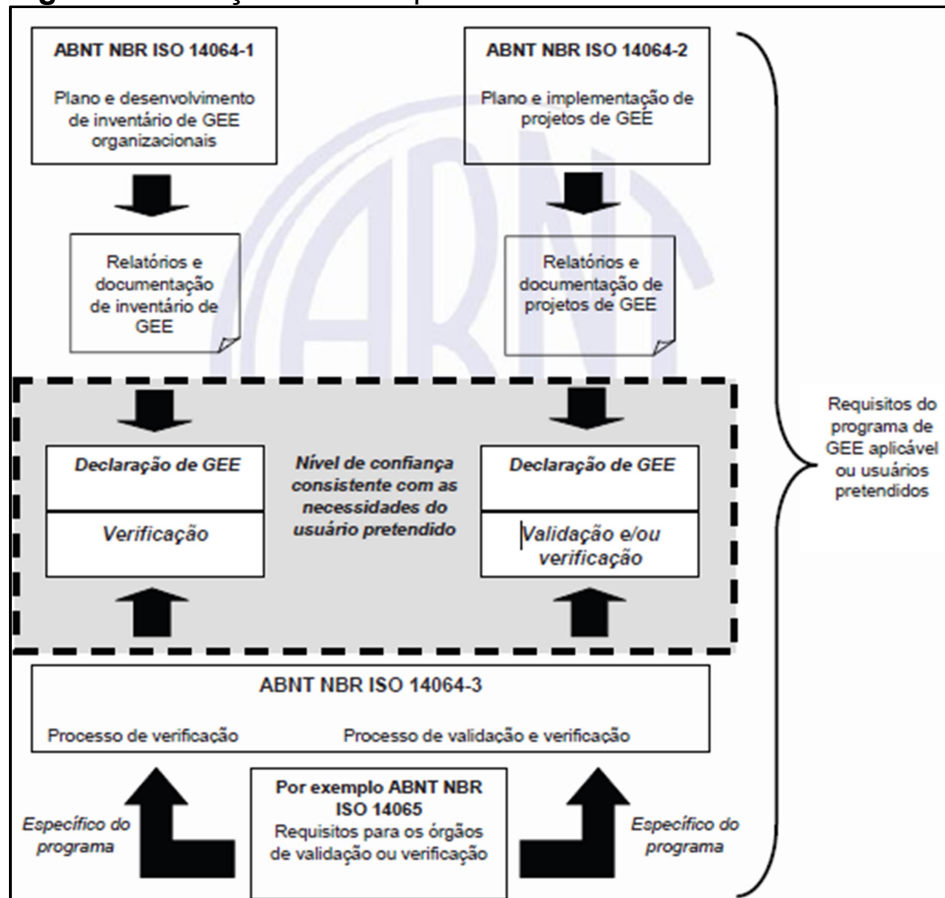
2.2 ABNT NBR ISO 14064:2007

A ABNT NBR ISO 14064:2007 contém relação entre três partes, sendo 14064-1, 14064-2 e 14064-3, de modo que, a primeira detalha os princípios a fim de desenvolver e planejar o inventário de GEE nas empresas. A segunda aplica-se em projetos ou atividades relacionadas a estes gases, designadamente na redução das emissões e remoção dos gases. A terceira caracteriza-se em verificar o inventário dos gases com o intuito de validar e verificar os projetos de gases do efeito estufa (NBR ISO 14064, 2007).

Além das três normas citadas acima, existe a norma NBR ISO 14065 de 07/2015 Gases do efeito estufa, esta norma estabelece os requisitos para organismos de validação e verificação de gases de efeito estufa para uso em acreditação e outras formas de reconhecimento (NBR ISO 14065, 2015).

Conforme Figura 1, é apresentada a relação entre as partes da ABNT em quesito.

Figura 1 - Relação entre as partes da ABNT ISO 14064.



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR ISO 14064 (2007).

Conforme descrição da Norma (NBR ISO 14064, 2007), os registros e relatórios do inventário devem seguir alguns princípios que devem nortear a realização do trabalho, sendo estes:

- **Relevância:** seleção das fontes de gases de efeito estufa, sumidouros, reservatórios, dados e metodologias adequadas às necessidades do usuário projetado;
- **Integralidade:** identificação e relato de todas as fontes de emissão relevantes dentro dos limites definidos. Caso haja exclusões as mesmas devem ser justificadas;
- **Consistência:** garante que com o uso de um método consistente permita comparações nos inventários. Portanto, deve-se documentar de forma transparente as modificações, limites, métodos e etc;
- **Precisão:** garante que a quantificação das emissões de gases de efeito estufa não seja superestimada e que a incerteza seja reduzida na medida do possível;

- **Transparência:** com base nesse princípio, todas as hipóteses relevantes devem ser declaradas, relacionadas aos gases de efeito estufa, permitindo ao usuário a tomada de decisão com razoável confiança.

2.2.1 NBR ISO 14064-1

Conforme a ABNT NBR ISO 14064-1 (2007, p. 1):

Esta parte da ABNT NBR ISO 14064 especifica princípios e requisitos no âmbito da organização para a quantificação e para a elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa (GEE). Inclui determinações para o projeto, o desenvolvimento, o gerenciamento, a elaboração de relatórios e a verificação de um inventário de GEE da organização.

A organização deve definir e documentar os limites operacionais. A definição de limites operacionais inclui a identificação de emissões e remoções de GEE relacionadas às operações da organização, categorizando as emissões e remoções de GEE em emissões diretas, indiretas no uso de energia e outras emissões indiretas. Isso compreende escolher quais emissões indiretas mensurar e relatar. A organização deve descrever quaisquer mudanças no escopo das operações (NBR ISO 14064-1, 2007).

Com relação às emissões e remoções diretas de GEE, a Norma 14064 (NBR ISO 14064-1, 2007), cita que a instituição deve realizar a quantificação das emissões diretas de GEE das instalações existentes dentro dos limites da área.

É recomendado que a organização quantifique as remoções de GEE das instalações, de modo que, as emissões diretas no qual são originadas da geração elétrica, calor e vapor, exportadas e distribuídas pela organização, poderão ser relatadas separadamente.

Quanto às emissões indiretas de GEE por uso de energia, menciona que a empresa deve estimar as emissões indiretas no qual são originadas da geração de eletricidade, calor ou vapor importado em que são consumidos pela empresa.

A norma alega que quanto à identificação das fontes de GEE a organização deverá identificar e documentar tais fontes, no qual contribuem nas

emissões. Deverá ser selecionado as metodologias de quantificação que irão minimizar a incerteza e gerar resultados exatos.

Quanto à redução das emissões, a norma justifica que a instituição pode planejar e implementar tais ações, a fim de realizar a redução e prevenção das emissões dos gases de efeito estufa.

A norma esclarece que a organização deve determinar um ano-base com o intuito de realizar comparações e/ou atender determinações do programa de gases de efeito estufa, como também pode-se usar seu primeiro período de inventário como ano-base.

2.2.2 NBR ISO 14064-2

Conforme a ABNT NBR ISO 14064-2 (2007, p. 1):

Esta parte da ABNT NBR ISO 14064 especifica princípios e requisitos, e oferece orientação para a elaboração de projetos para quantificação, monitoramento e relato de atividades de redução de emissões ou melhoria da remoção de gases de efeito estufa. Inclui requisitos para o planejamento de um projeto de gases de efeito estufa, identificando e selecionando fontes, sumidouros e reservatórios de gases de efeito estufa relevantes para o projeto e o cenário de referência (linha de base), monitorando, qualificando, documentando e relatando o desempenho de projetos de GEE e administrando a qualidade dos dados.

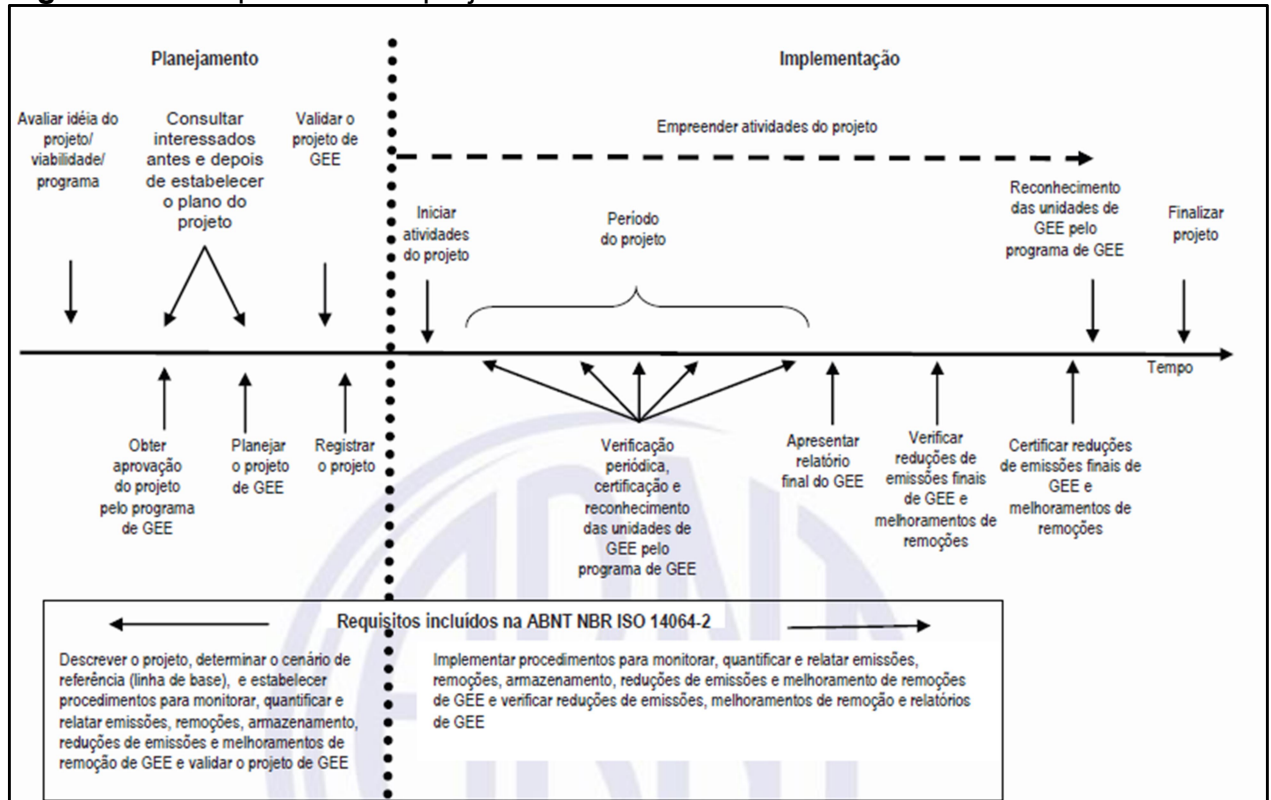
Segundo a ABNT NBR ISO 14064-2 (2007, p. 5):

A aplicação de princípios é fundamental para assegurar que as informações relacionadas ao GEE sejam descrições verdadeiras e corretas. Os princípios representam a base e orientam o emprego dos requisitos nesta parte da ABNT NBR ISO 14064.

O ciclo do projeto de GEE normalmente possui duas fases essenciais, a fase de planejamento e a fase de implementação. As etapas do ciclo do projeto de GEE variam de acordo com o tamanho e as circunstâncias do projeto, incluindo a legislação aplicável, programas ou padrões de GEE. Considerando que esta parte da ABNT NBR ISO 14064 especifica os requisitos para quantificação, monitoramento e reporte de projetos de GEE, um ciclo típico de projeto de GEE pode incluir elementos adicionais, conforme mostrado na Figura 2. A fase de planejamento inclui

a avaliação e viabilidade do programa, bem como a consulta das partes interessadas (NBR ISO 14064, 2007).

Figura 2 - Um típico ciclo de projeto de GEE.



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR ISO 14064-2 (2007).

Para a fase de implementação, esta parte da ABNT NBR ISO 14064 (NBR ISO 14064, 2007), especifica a seleção e aplica padrões e procedimentos para padronizar a gestão da qualidade dos fatos, monitoramento, quantificação e relatórios de emissões de gases de efeito estufa, remoções, abatimentos e melhorias aprimoradas de GEE.

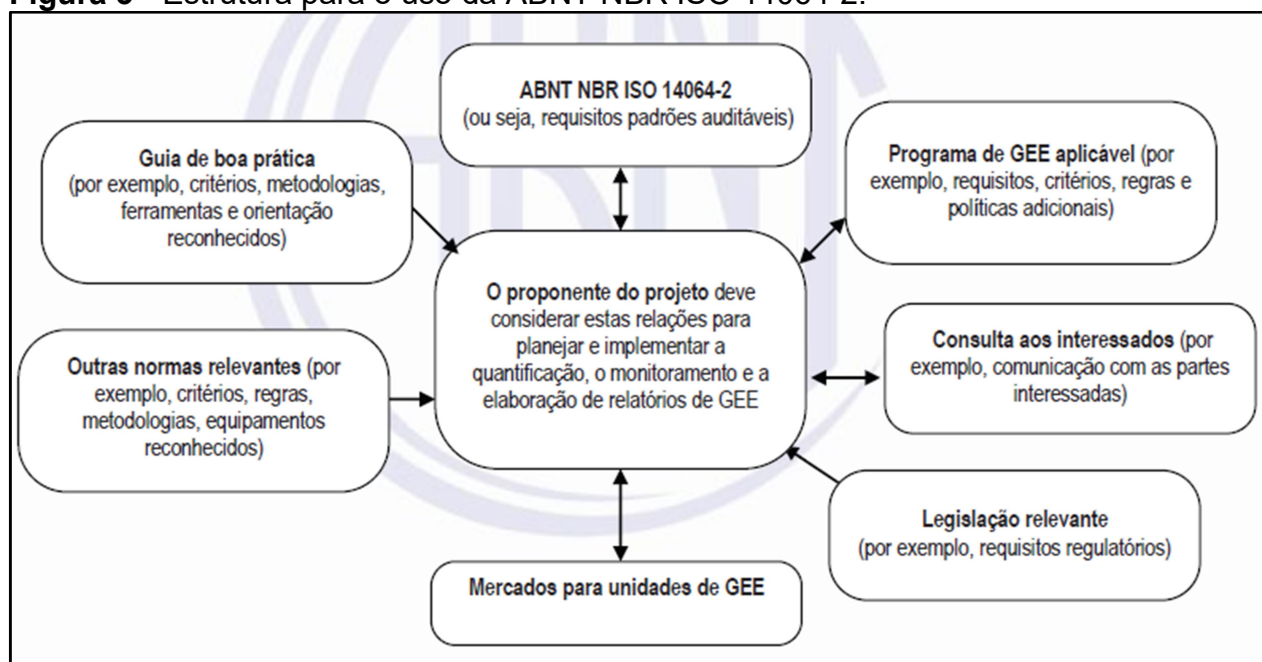
Através da implementação do projeto é possível ser iniciada por atividades específicas como ações para instalar, implementar, contratar ou iniciar as operações de outra forma, como também pode terminar com atividades específicas como ações para concluir, encerrar, desmontar ou de outra forma finalizar oficialmente o projeto.

Os períodos e frequências podem variar dependendo dos requisitos específicos do projeto ou programa de GEE. Emissões, remoções, reduções e melhorias quantificadas de remoção de GEE podem ser verificadas com base em dados reais e informações monitoradas e coletadas durante a implementação do

projeto. Os patrocinadores do projeto podem enviar reduções de GEE validadas ou melhorias de remoção ao programa de gases de efeito estufa, a fim de gerar unidades de GEE reconhecidas dentro do programa. A certificação e reconhecimento de unidades de gases de efeito estufa, como créditos, está além do escopo desta parte da ABNT NBR ISO 14064.

Para ser aplicável de forma ampla e flexível a diferentes tipos e escalas de projetos de GEE, esta seção estabelece princípios e especifica requisitos de processo ao invés de prescrever normas e procedimentos específicos. Assim sendo, conforme mostrado na Figura 3, requisitos adicionais, padrões e diretrizes para regulamentações relevantes, programas de GEE, boas práticas e padrões são essenciais para a aplicação confiável desta parte da Norma (NBR ISO 14064, 2007).

Figura 3 - Estrutura para o uso da ABNT NBR ISO 14064-2.



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR ISO 14064-2 (2007).

Quanto à identificação de fontes, o proponente do projeto deverá selecionar ou estabelecer padrões e procedimentos a fim de identificar e avaliar as fontes, sumidouros e reservatórios de GEE controlados, relacionados ou afetados pelo projeto. Os licitantes devem possuir documentação que comprove que o projeto de GEE atende aos requisitos desta parte da ABNT NBR ISO 14064. A

documentação deve ser consistente com os requisitos de verificação e validação (NBR ISO 14064, 2007).

2.2.3 NBR ISO 14064-3

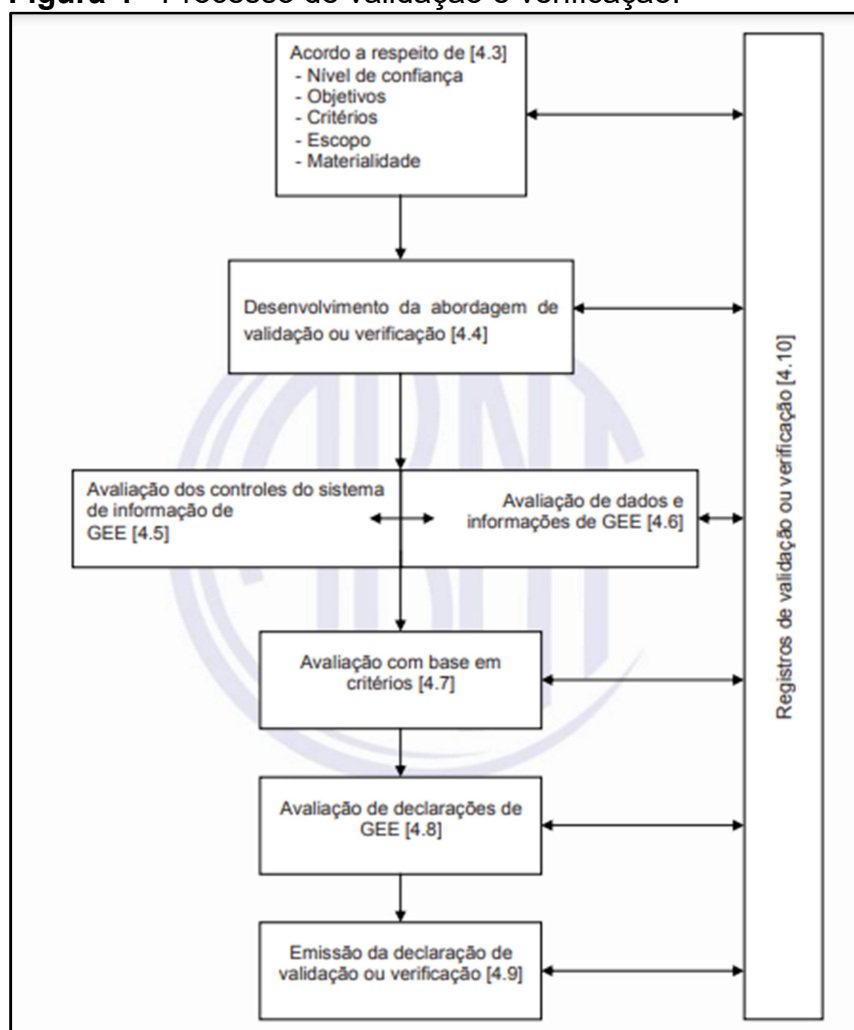
Conforme a ABNT NBR ISO 14064-3 (2007, p. 1):

Esta parte da ABNT NBR ISO 14064 especifica princípios e requisitos e fornece orientação para aqueles que estão conduzindo ou administrando a validação e/ou verificação de declarações de gases de efeito estufa (GEE). Ela pode ser aplicada na quantificação organizacional ou de projeto de GEE, incluindo quantificação, monitoramento e elaboração de relatórios de GEE realizados de acordo com a ABNT NBR ISO 14064-1 ou a ABNT NBR ISO 14064-2.

Esta parte da ABNT NBR ISO 14064 especifica também requisitos para selecionar validadores/verificadores de GEE, estabelecendo o nível de confiança, objetivos, critérios e escopo, determinando a abordagem, da validação/verificação, validando dados, informações, sistemas de informações e controles de GEE, avaliando declarações de GEE e preparando declarações de validação/verificação.

A Norma institui quanto à aplicação de princípios, de modo que é de extrema importância para a validação e verificação, no qual representam a base e também orientam o emprego dos requisitos nesta parte.

Quanto aos requisitos de validação e verificação, a Norma instrui que o validador ou verificador deve demonstrar competência ao desempenhar as atividades, de modo que para completar tal validação ou verificação, é baseado nos requisitos da Seção 4, como é apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Processo de validação e verificação.

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR ISO 14064-3 (2007).

A ABNT NBR ISO 14064 (NBR ISO 14064, 2007), cita que o validador ou verificador devem revisar dados e informações de GEE a fim de encontrar evidências para avaliar as declarações de emissões de GEE de uma organização ou projeto. Esta pesquisa deve ser baseada em um desenho amostral. Os resultados da pesquisa devem ser usados pelo validador ou verificador para corrigir o plano de amostragem, caso necessário.

O validador ou verificador deve demonstrar uma declaração de validação ou verificação com destino ao responsável sobre a conclusão da validação ou verificação.

Por fim, o validador ou verificador deverá manter comprovantes, quando crucial, a fim de demonstrar conformidade com os requisitos desta parte da Norma.

2.3 EFEITO ESTUFA

Conforme Junges, Santos e Massoni (2018, p.133):

[...] a maior parte (cerca de 70%) da radiação visível proveniente do Sol entra no sistema terrestre (os outros 30% são refletidos e compõem o albedo). Uma vez aquecida, a Terra reemite para o espaço radiação infravermelha que, por sua vez, é absorvida pelos gases estufa. Após absorverem, os gases estufa reemitem novamente radiação infravermelha em todas as direções, sendo que parte da radiação é perdida para o espaço e parte é retida na baixa atmosfera. A consequência da presença dos gases estufa é de que a radiação infravermelha tem seu caminho para o espaço obstruído, ou seja, os gases estufa inibem a perda de radiação infravermelha para o espaço tornando a baixa atmosfera mais quente do que estaria na ausência desses gases.

As mudanças climáticas e o aquecimento global representam um dos maiores desafios da humanidade. As causas deste fenômeno são atribuídas principalmente ao aumento dos níveis dos gases responsáveis pelo efeito estufa (GEE) na atmosfera, ocorrido em grande parte durante a era industrial, e que é relacionado às atividades humanas como o desmatamento e o forte consumo de combustíveis fósseis. (UNFCCC, apud SBRUZZI *et al.*, 2010, p.12).

Segundo a WWF Brasil (2022):

O efeito estufa é causado por uma série de gases que retem parte do calor irradiado pela Terra, tornando-o mais quente e possibilitando a ocorrência de vida no planeta. Esses gases são os chamados gases de efeito estufa, compostos principalmente por gás carbônico (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e vapor d'água, entre outros. Sem esse fenômeno natural, o planeta poderia se tornar muito frio, inviabilizando a sobrevivência de diversas espécies.

Conforme o SENAI (2017, p. 8):

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 (CO₂) 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 retraindo 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.

2.4 GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)

As empresas que são participantes do Programa Brasileiro GHG Protocol devem incluir no inventário as emissões dos gases reconhecidos internacionalmente, como gases de efeito estufa, e que são regulados pelo Protocolo de Kyoto, tais como o Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido nitroso (N₂O), Hexafluoreto de enxofre (SF₆), Hidrofluorcarbonos (HFCs) e Perfluorcarbonos (PFCs) (FGV e World Resources Institute, 2008).

“As emissões de gases de efeito estufa (GEEs) — substâncias atmosféricas que causam o aquecimento global e a mudança climática — são determinantes para se entender e solucionar a crise climática.” (UNEP, 2022).

“Gases de efeito estufa: constituintes gasosos, naturais ou antrópicos, que, na atmosfera, absorvem e reemitem radiação infravermelha.” (Lei nº 12.187, 2009).

Conforme a Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009 (Lei nº 12.187, 2009), Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências, apresentando em seu artigo 4º que a Política visará reduzir as emissões antrópicas de gases de efeito estufa de acordo com suas diferentes fontes.

Conforme o Ministério da Ciência e Tecnologia (1999, p. 5):

As emissões antrópicas de CO₂, o gás que mais contribui para a intensificação do efeito estufa, decorrem principalmente da queima de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural), em usinas termelétricas e indústrias, veículos em circulação e sistemas domésticos de aquecimento.

Segundo Silva *et al.* (2016, p. 2):

O dióxido de carbono (CO₂) é um dos compostos lançados na atmosfera pelo homem, através de produções, manuseio e descartes incorretos de queima de derivados do petróleo e por indústrias produtoras de cimento. Assim o CO₂ e outros gases lançados de forma sem controle na atmosfera do nosso planeta, se tornam responsáveis pelo efeito estufa, que resulta há elevação significativa da temperatura do nosso globo terrestre, sua composição e equilíbrio. Prejudicando assim o meio ambiente e as mais variadas formas de vida. Dentre os danos causados ao meio ambiente

estão: Acidificação de rios e florestas, dificultando a vida de animais e o desenvolvimento da flora, mudanças climáticas e chuvas ácidas.

Conforme a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2022), cita que o Metano é o responsável por 15 a 20% do efeito estufa, o mesmo é componente primário do gás natural, como também é produzido por bactérias no aparelho digestivo do gado, aterros sanitários, plantações de arroz inundadas, mineração e queima de biomassa.

Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2022):

Participando com cerca de 6% do Efeito-Estufa, o óxido nitroso é liberado por microorganismos no solo (por um processo denominado nitrificação, que libera igualmente nitrogênio – NO). A concentração deste gás teve um enorme aumento devido ao uso de fertilizantes químicos, à queima de biomassa, ao desmatamento e às emissões de combustíveis fósseis.

Segundo Mattei e Cunha (2021, p. 955):

As consequências do aumento da concentração de gases do efeito estufa são inúmeras. Dentre as mais imediatas estão as mudanças climáticas, com o aumento da temperatura média e irregularidade no regime de chuvas. Em longo prazo, o aquecimento global pode levar ao derretimento das geleiras e destruição de regiões costeiras.

Conforme Santos (2019, p. 6):

O Hexafluoreto de enxofre (SF_6) é um gás com um potencial de aquecimento global extremamente grande. Portanto, uma quantidade relativamente pequena pode ter um impacto importante nas mudanças climáticas do globo. Ele é um gás antropogênico, suas emissões são provenientes, principalmente, na distribuição de energia elétrica; é o gás preferido da indústria para interrupção de corrente elétrica e como isolamento de segurança na transmissão e distribuição de eletricidade.

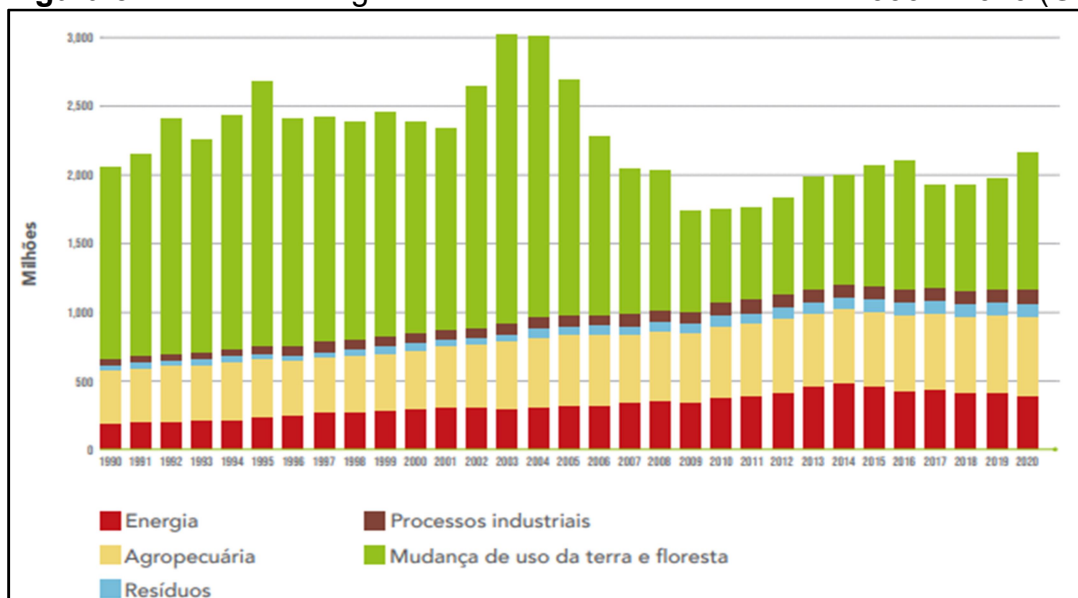
Conforme o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI, 2017), cita que o Dióxido de carbono (CO_2) tem como suas principais fontes o uso de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural) e mudança no uso da terra. O Óxido nitroso (N_2O) através de tratamento de dejetos animais; uso de fertilizantes; queima de combustíveis fósseis; alguns processos industriais. O Hidrofluorcarbonos

(HFCs) é usado em aerossóis e refrigeradores. Já o Hexafluoreto de enxofre (SF_6) como Isolante térmico e condutor de calor. E por fim, Perfluorcarbonos (PFCs), tendo como principal fonte em Gases refrigerantes, solventes, propulsores, espuma e aerossóis.

De acordo com BCSD Portugal, World Resources Institute e World Business Council for Sustainable Development (2004), determinam que as emissões diretas de gases de efeito estufa são oriundas de fontes no qual pertencem ou que são monitoradas pela empresa. Já as emissões indiretas de GEE são resultados de atividades da empresa, porém ocorrem em fontes que pertencem ou são controladas por outra empresa.

O Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2021), apresenta uma Figura referente às Emissões de gases de efeito estufa do Brasil, entre os anos de 1990 a 2020 (GtCO_2e). Conforme a Figura 5 é possível visualizar a diferença entre os setores e suas emissões. Assim sendo, efetuando um comparativo, o setor que obteve maior emissão foi a Mudança de uso da terra e floresta, seguindo pela Agropecuária, Energia, Processos Industriais e por fim os Resíduos.

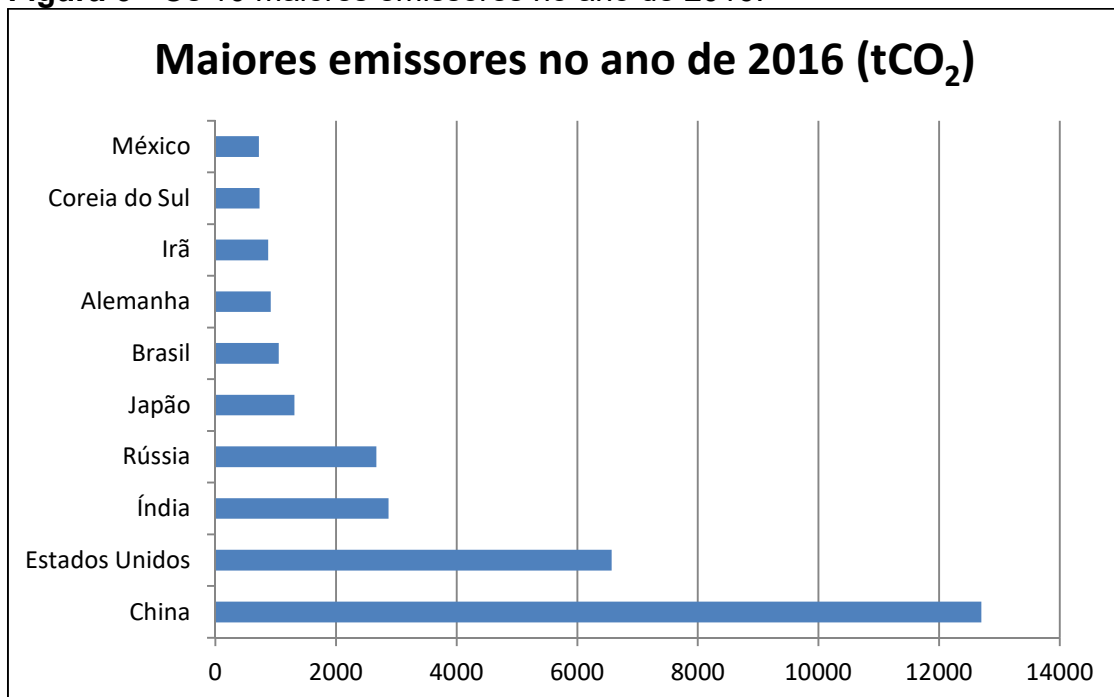
Figura 5 - Emissões de gases de efeito estufa do Brasil de 1990 a 2020 (GtCO_2e).



Fonte: SEEG (2021).

Segundo World Resources Institute (WRI BRASIL, 2019), apresenta os 10 maiores emissores no ano de 2016, em emissões em toneladas de CO₂ equivalente, excluindo o uso da terra e mudança no uso da terra, conforme demonstrado na Figura 6 são a China, Estados Unidos, Índia, Rússia, Japão, Brasil, Alemanha, Irã, Coreia do Sul e México. O mesmo cita que o Brasil, se tornou um dos maiores emissores no final da década de 1980, de maneira que, está listado entre o sexto maior emissor anual.

Figura 6 - Os 10 maiores emissores no ano de 2016.



Fonte: Modificado pela Autora de World Resources Insitute (2019).

2.5 PROTOCOLO DE KYOTO

Segundo Andrade e Costa (2008, p. 31):

A vigência do Protocolo de Kyoto, em fevereiro de 2005, foi um marco institucional nas tentativas de ação coletiva visando à mitigação das mudanças climáticas. O Protocolo contém o comprometimento dos países industrializados e dos países cujas economias estão em transição, com metas de redução de emissões de GEE. A lógica do Protocolo é, de forma simplificada, limitar permanentemente as emissões de GEE.

Segundo Andrade e Costa (2008, p. 31):

Um ponto particularmente importante para os países em desenvolvimento é que o Protocolo contém em suas disposições o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL, derivado de proposta brasileira formulada durante a Conferência de Kyoto; um mecanismo de flexibilidade que permite às nações industrializadas alcançarem parte de suas obrigações por meio da implementação de projetos, em países em desenvolvimento, que reduzam emissões ou removam GEE da atmosfera.

Aprovado em 1997 como medida legal para combater o aquecimento global, o Protocolo de Kyoto entrou em vigor internacionalmente em 9 de fevereiro de 2005, este ano fez 17 anos do tratado e poucos estados exigem o inventário no momento do licenciamento ambiental (SABBAG, 2008 apud MOURA, 2012).

2.6 INVENTÁRIO DOS GASES DE EFEITO ESTUFA

Segundo a Fundação Getúlio Vargas e World Resources Institute (FGV e WRI, 2009), a elaboração de um inventário é o primeiro passo que uma empresa realiza, a fim de contribuir ao combate do aquecimento global, fenômeno grave que afeta toda a humanidade.

Conhecer o perfil de emissões, a partir dos diagnósticos do inventário, permite que qualquer organização dê o próximo passo para desenvolver planos e metas a fim de reduzir e gerenciar as emissões de gases de efeito estufa e participar do enfrentamento desse enorme desafio que prejudica o planeta.

A realização do inventário de Gases do Efeito Estufa (GEE) permite que as empresas avistem oportunidades de novos negócios no mercado de carbono, atraiam novos investimentos e até planejem processos para garantir eficiência econômica, energética ou operacional.

Segundo Brasil; Junior, P. e Junior, J. (2008, p. 19):

Um inventário de gases de efeito estufa é, portanto, a contabilização da emissão de todas as fontes definidas em grupos de atividades associadas a uma empresa. Definir bem os limites de atividades é imperativo na realização de um bom inventário.

Conforme o SENAI (2017, p. 15):

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 desenvolvem sucessivos inventários, obtém-se um registro a fim da adoção de medidas para melhoria voluntária, que poderão ser consideradas diante de nova legislação ou futuros regulamentos programáticos.

Além do mais, o inventário facilita a melhoria no relacionamento da empresa com o público de interesse e também aumenta sua competitividade, adaptando-se às normas e relatórios internacionais de sustentabilidade. O resultado imediato do diagnóstico é identificar oportunidades, a fim de melhoria na eficiência operacional da empresa, alcançando consequentemente a redução de custos (SENAI, 2017).

De acordo com Driscoll *et al.* (2016 apud ASSIS e D'AGOSTO, 2020), apresenta as definições dos Escopos 1, 2 e 3, no qual devem ser seguidos a fim de realizar o inventário.

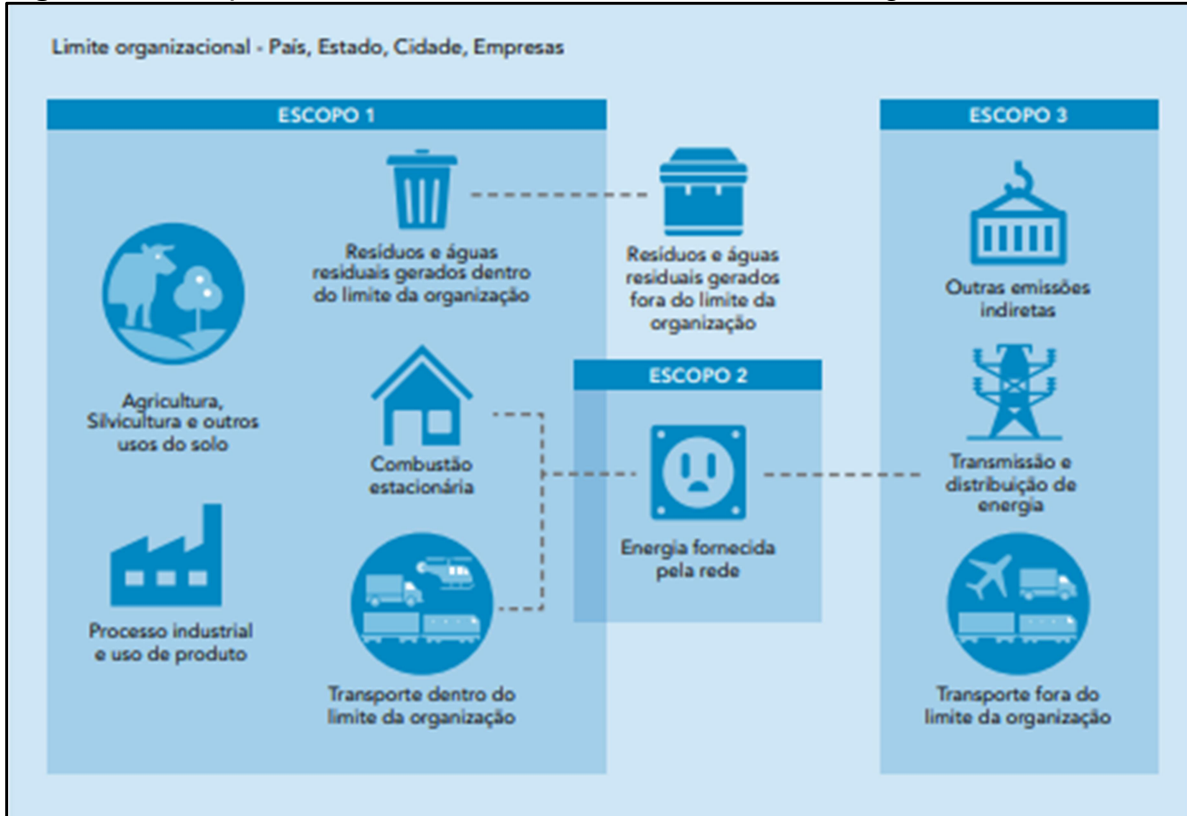
O Escopo 1 equivale às emissões diretas de gases de efeito estufa, de modo que são obrigatórios para quase todos os programas de gestão de gases de efeito estufa (inventário) e legislações aplicáveis. Pode ser figurada por combustão estacionária, combustão móvel, emissões fugitivas, processos industriais e uso de materiais, tratamento de efluentes e resíduos, processos agrícolas, remoção de gases de efeito estufa (recomposição de vegetação, combustão de biogás e captura e armazenamento de carbono) e emissões de CH₄ e N₂O da queima de biomassa.

O Escopo 2 corresponde às emissões indiretas de GEE provenientes do consumo de energia relacionado à geração de eletricidade, calor e/ou vapor adquirido pela organização e usado dentro dos limites da organização. Eles são obrigatórios em quase todos os programas de gestão (inventário) de gases de efeito estufa e na legislação aplicável.

O Escopo 3 abrange todas as outras fontes indiretas de gases de efeito estufa, de maneira que podem ser descritos de forma opcional.

Conforme Figura 7, é apresentada a definição dos Escopos 1, 2 e 3 detalhadamente.

Figura 7 - Escopos 1, 2 e 3 baseados em diferentes limites organizacionais.



Fonte: DRISCOLL *et al.*, 2016 apud ASSIS e D'AGOSTO, 2020.

2.7 COMPARAÇÕES DAS EMISSÕES

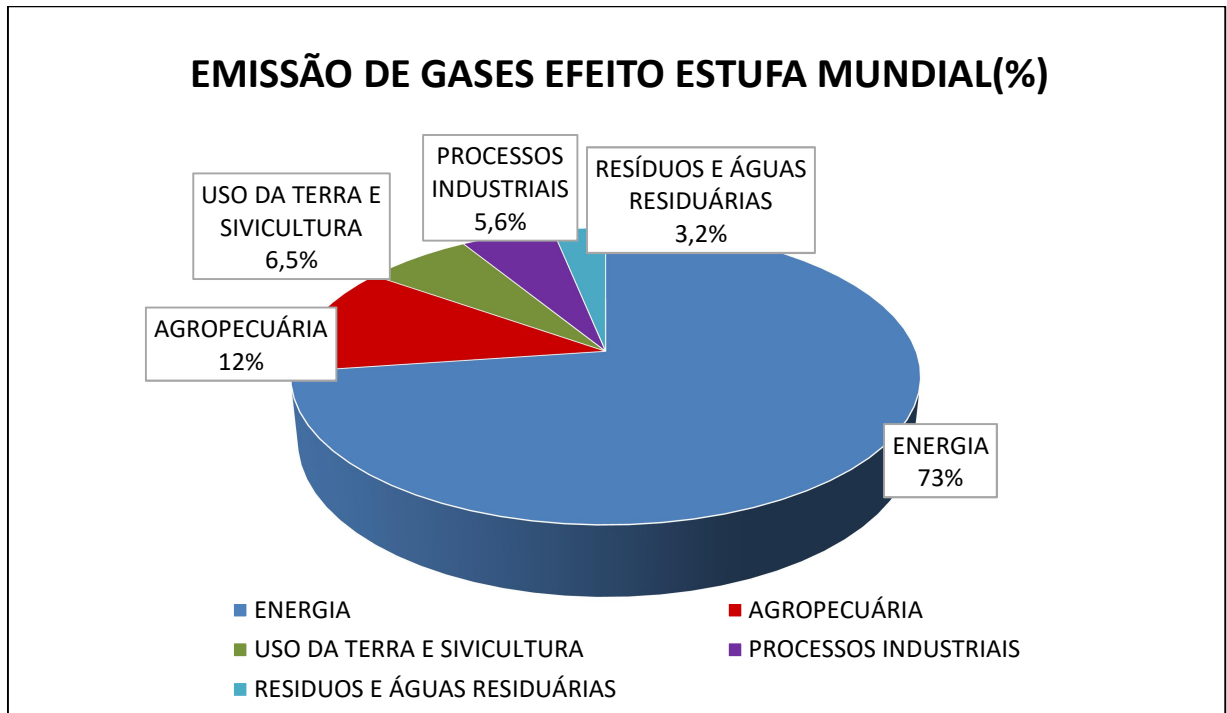
Segundo World Resources Institute (WRI BRASIL, 2020), as emissões globais anuais de gases de efeito estufa aumentaram 41% desde 1990 e continuam aumentando. Apesar de que as emissões tenham caído acentuadamente em 2016, dados recentes mostram que as emissões de CO₂ aumentaram a cada ano desde então.

“De onde vêm essas emissões e de quem é a responsabilidade? A plataforma ClimateWatch do WRI oferece dados abrangentes de emissões para todos os países, setores e gases.” (WRI BRASIL, 2020).

Conforme Gráfico 1, apresenta a relação dos principais emissores, dentre eles estão a energia, com 73%”, sendo considerado a maior fonte de emissões de

gases de efeito estufa mundial, de maneira que neste setor inclui o transporte, eletricidade, geração de calor e etc. Por sequência, a agropecuária responsável pela emissão de gases em 12%, uso da terra e silvicultura com 6,5%, processos industriais com 5,6% e por fim os resíduos e águas residuárias responsável pelos 3,2%.

Gráfico 1 - Emissão de Gases de Efeito Estufa Mundial.



Fonte: Adaptado pela Autora de World Resources Institute (WRI, 2020).

2.8 CRÉDITO DE CARBONO

Conforme WWF Brasil (2022):

As emissões reduzidas são contabilizadas e geram créditos de carbono que podem ser comercializadas no comércio de emissões. Este instrumento de mercado possibilita que os países que tenham obrigatoriedade de reduzir suas emissões possam comprar créditos de carbono de um país que já tenha atingido a sua meta, e, portanto, tem créditos excedentes para vender.

Conforme WRI Brasil (2021):

Projetos de compensação de carbono normalmente geram um crédito de gás de efeito estufa (GEE), referente a uma unidade de dióxido de carbono

que é reduzida, evitada ou sequestrada. E as empresas costumam usar investimentos em compensações – como construção de parques eólicos, plantio de árvores e projetos de eficiência energética – para afirmarem que são climaticamente neutras, neutras em carbono ou positivas para o clima.

Conforme o IPAM Amazônia (IPAM, 2022), o mercado de carbono surgiu através da criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas acerca da Mudança do Clima (UNFCCC), durante a ECO-92, no Rio de Janeiro.

Em 1997, em uma das mais importantes conferências realizadas em Kyoto, no Japão, foi decidido que os signatários deveriam assumir compromissos mais rígidos para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, resultando no que ficou conhecido como Protocolo de Kyoto.

Este protocolo para que entrasse em vigor, deveria coletar 55% dos países que respondem por 55% das emissões globais de gases de efeito estufa, que ocorreu após a ratificação pela Rússia em novembro de 2004.

Deste modo, o propósito do Protocolo de Kyoto passa a ser que os países limitem ou reduzam suas emissões de gases de efeito estufa. Consequentemente, reduzir as emissões tem um valor econômico.

Uma tonelada de dióxido de carbono (CO_2) corresponde a um crédito de carbono. Este empréstimo poderá ser vendido nos mercados internacionais. A redução das emissões de outros gases, que também geram o efeito estufa, também pode ser convertida em créditos de carbono, segundo a noção de carbono equivalente.

Segundo a Fundação Getúlio Vargas e World Resources Institute (FGV e WRI, 2008), cita condições no qual determinam se as empresas possam participar nos mercados de carbono, de modo que essas empresas ao publicarem seu inventário de emissões de gases de efeito estufa, podem verificar oportunidades para a redução das devidas emissões, de modo que, possibilita a realização de projetos sujeitos da obtenção de créditos comercializáveis no mercado de carbono.

Para emissões inevitáveis, as medidas tomadas são compensatórias. É importante ressaltar que medidas compensatórias devem ser utilizadas como último recurso, para não distorcer o problema das emissões e ocultar a necessidade de evitar e/ou reduzir as emissões.

O exemplo mais comum de ação compensatória é o reflorestamento (ação direta). Também pode ser obtido por meio de compras de créditos de carbono (ações indiretas), caso em que se busca empresas para vender esses créditos de carbono (JUNIOR *et al*, 2016).

“Um crédito de carbono equivale a uma tonelada métrica de dióxido de carbono que deixou de ser emitida para a atmosfera - gás esse que representa os demais GEE, em sua unidade de conversão.” (MOURA, 2012, p.12).

O CO₂e é a unidade de conversão dos seis gases do efeito estufa atualmente regulados pelo Protocolo de Quioto, tendo como fator de conversão o potencial de aquecimento global de cada gás. Dessa forma, enquanto a redução de emissão de uma tonelada métrica de CO₂ gera um crédito de carbono (1 CO₂ e), tem-se que a redução de uma tonelada métrica de emissão de CH₄ gera 21 créditos de carbono (21 CO₂e), pois o gás metano contribui 21 vezes mais ao aquecimento global do que o gás carbônico (SABBAG, 2008 apud MOURA, 2012, p. 12).

3 METODOLOGIA

A pesquisa tem por objetivo descobrir soluções, por meio de métodos científicos, de modo que a mesma é um conjunto de procedimentos sistemáticos, no qual se baseia no raciocínio lógico (ANDRADE, 2010).

A natureza aplicada é projetada para gerar conhecimento para aplicações práticas, visando à resolução de problemas específicos. De modo que, envolve verdades e interesses locais (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

A pesquisa a ser tratada foi de forma exploratória, segundo Andrade (2010, p. 112):

A pesquisa exploratória é o primeiro passo de todo trabalho científico. São finalidades de uma pesquisa exploratória, sobretudo quando bibliográfica, proporcionar maiores informações sobre determinado assunto; facilitar a delimitação de um tema de trabalho; definir os objetivos ou formular as hipóteses de uma pesquisa ou descobrir novo tipo de enfoque para o trabalho que se tem em mente. Através das pesquisas exploratórias avalia-se a possibilidade de desenvolver uma boa pesquisa sobre determinado assunto.

Através da pesquisa exploratória é possível constituir trabalhos preliminares para outros tipos de pesquisa (ANDRADE, 2010).

Para Gerhardt e Silveira (2009, p. 33), “a pesquisa quantitativa, que tem suas raízes no pensamento positivista lógico, tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana.”

Segundo Creswell (2007, p. 35):

Uma técnica quantitativa é aquela em que o investigador usa primariamente alegações pós-positivistas para desenvolvimento de conhecimento (ou seja, raciocínio de causa e efeito, redução de variáveis específicas e hipóteses e questões, uso de mensuração e observação e teste de teorias), emprega estratégias de investigação (como experimentos, levantamentos e coleta de dados, instrumentos predeterminados que geram dados estatísticos).

Dado o contexto e a categoria para a qual este estudo se enquadra, como exploratória e quantitativa. O estudo foi realizado em uma empresa do setor de

agronegócio, localizada em Urussanga, na sequência é apresentado à descrição da empresa.

3.1 EMPRESA

Em setembro de 1998, iniciou-se a trajetória da empresa. A unidade faz parte de um Grupo, cujas atividades do grupo abrangem diversos segmentos, inclusive o carvão para produção de energia.

O investimento contínuo em investigação e tecnologia permitiu à empresa afirmar-se como a marca de referência em soluções minerais, com compromisso a sustentabilidade e presença ativa em território nacional e internacional.

A empresa é dividida em duas partes, sendo elas Nutrição Vegetal (Plant Protect), com compostos fortalecedores de plantas e Nutrição Animal (Animal Protect), com compostos que absorvem micotoxinas nos alimentos quando adicionado aos mesmos, garantindo assim a melhor eficiência produtiva dos animais. A unidade em questão está localizada no município de Urussanga,

Para expandir continuamente o negócio, etapas importantes foram planejadas para a empresa. As marcas veem novos mercados, rotas e oportunidades. É uma tradição de muitos anos de história e investimento em inovação, que ajudou a alcançar grande sucesso.

3.1.1 CERTIFICAÇÕES

Todos os produtos da empresa são desenvolvidos pela própria unidade. A organização conta com especialistas habilitados para realizar análises químicas e físico-químicas, tendo por ênfase a pesquisa, desenvolvimento e inovação.

O Laboratório está registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como prestador de serviços de análises laboratoriais nas áreas de fertilizantes, inoculantes e corretivos. O mesmo também possui Certidão Ambiental, do Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA).

A Unidade possui diversas Certificações, sendo estas:

- ISO 9001 - Sistema de Gestão da Qualidade;
- ISO 14001 - Sistema de Gestão Ambiental;
- ISO 45001 - Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional;

- GMP + B1 Production, trade and services (GMP - Good Manufacturing Practice): Sigla internacionalmente conhecida do selo de identificação de um Certificado de Garantia de Qualidade que regulamenta a cadeia de insumos para a alimentação animal, de maneira que o reconhecimento garante que a indústria preserve controles para que os produtos estejam livres de contaminação de qualquer natureza física, química e/ou biológica; e
- Ecocert: Atestado de Conformidade Ecocert, o mesmo é voltado à comercialização de produtos orgânicos. A Ecocert é um órgão de inspeção e certificação fundado na França em 1991, cujo intuito é avaliar o modelo agrícola baseado no respeito ao meio ambiente.

3.2 ETAPAS METODOLÓGICAS

Foram especificadas as etapas metodológicas utilizadas para a realização do inventário dos gases efeito estufa (GEE), de modo que a mesma compreendeu em oito etapas:

A Etapa I teve por objetivo definir o escopo do inventário, onde foram definidos os itens a serem incluídos, de maneira que o Escopo 1 e 2 são obrigatórios, conforme mencionados abaixo:

- Escopo 1: emissões diretas de GEE (gases de efeito estufa) que pertençam ou são controladas pela empresa;
- Escopo 2: emissões indiretas provenientes de aquisição de energia elétrica.

A Etapa II compreendeu em definir os limites do inventário, foi avaliado em conjunto com a empresa as etapas do processo que foram considerados no levantamento das emissões de gases efeito estufa, ou seja, os limites do processo.

A Etapa III teve por objetivo descrever o processo produtivo, de maneira que as etapas do processo foram entendidas através de visita *in loco*, a fim de descrever as etapas e realizar a quantificação do mesmo através das Planilhas do GHG Protocol.

A Etapa IV teve por finalidade realizar a coleta de dados do processo produtivo, de modo que foram realizadas através de fluxograma do processo, relação de veículos em nome da empresa, relação de consumo/caminhões para o

transporte, quantidade de extintores na unidade, relação do consumo de matéria prima, relação do consumo de gás do secador e relação do consumo de energia elétrica.

A Etapa V teve por objetivo coletar dados das emissões diretas no qual são controladas pela empresa e indiretas provenientes da energia elétrica, de forma que foram quantificadas a partir dos dados gerados pela empresa.

A Etapa VI contemplou a realização do cálculo das emissões conforme planilha, seguindo orientações segundo Programa GHG Protocol Versão 2022.1.0. No item 4.4 constam os modelos das planilhas de cálculos utilizados e nos Apêndices A, B, C e D constam as tabelas da cada cálculo da Planilha.

A Etapa VII foi apresentada sugestões de alternativas para redução das emissões, sendo realizada através de avaliação junto aos profissionais da empresa, identificando as ações que a empresa poderá realizar a fim de diminuir as emissões (médio ou longo prazo).

A Etapa VIII compreendeu na elaboração do relatório com base no Programa Brasileiro GHG Protocol e NBR ISO 14064:2007, tendo por finalidade apresentar o mesmo à empresa.

3.3 MÉTODO DE CÁLCULO

Para a obtenção de resultados é definido um modelo de cálculo das emissões de GEE, de maneira que as emissões de gases de efeito estufa são usualmente representadas pela quantidade de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) emitida pela empresa. O cálculo da emissão em CO₂e é realizado através da soma ponderada dos GEE, por seus respectivos potenciais de aquecimento global (PAG), conforme equação 1:

$$CO_2e = \sum (PAG_i * GEE_i) \quad (1)$$

Onde:

CO₂e = Emissões de GEE;

i = Gás de efeito estufa;

PAG = Potencial de Aquecimento Global do gás (ou GWP, em inglês);

GEE = Massa do gás de efeito estufa.

Os cálculos aplicados para a contabilização das emissões de GEE apresentados neste relatório basearam-se nas metodologias do IPCC, além disso, foram utilizadas informações do Programa Brasileiro GHG Protocol.

Quanto aos fatores de emissão, especifica-se que um fator de emissão, no contexto do escopo deste relatório, é um número capaz de relacionar uma atividade específica a sua emissão de gases de efeito estufa. Os fatores utilizados neste estudo estão listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Fatores de emissão escopos 1 e 3.

Fontes Emissoras	Combustível/ Insumo	Un.	CO ₂ (kg/un)	CH ₄ (kg/un)	N ₂ O (kg/un)	Referência
Fonte Estacionária	Diesel	l	1.817	5,42609	0,072348	ANP 2012
Fonte Estacionária	Acetileno	kg	3,4	0,000108	0,0000014	Programa Brasileiro GHG Protocol
Fonte Estacionária	GLP	kg	2.931	-	-	ANP 2012
Fontes Móveis	Gasolina	l	2,212	0,0008	0,00026	BEN 2021
Fontes Móveis	Biodiesel na Gasolina	l	1,53	0,0002	0,00001	BEN 2021
Fontes Móveis	GLP	kg	2,932	0,0029	0,00001	BEN 2021
Fontes Móveis	Diesel	l	2,603	0,0001	0,00014	BEN 2021
Fontes Móveis	Biodiesel no Diesel	l	2,431	0,0003	0,00002	BEN 2021
Fugitivas	CO ₂	kg	1	-	-	Balanço de Massa

Fonte: Adaptado pela Autora de Planilha GHG Protocol (2022).

A ferramenta de cálculo do Programa Brasileiro GHG Protocol utilizada foi a da última versão (**v_2022.1.0**). As especificações do programa bem como a ferramenta que auxilia nos cálculos de emissões estão definidas no link: <https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-sustentabilidade/projetos/programa-brasileiro-ghg-protocol>.

De acordo com a ABNT NBR ISO 14064-1 (NBR ISO 14064-1, 2007), a quantidade de gás deve ser convertida em toneladas equivalentes de dióxido de carbono (tCO₂e) aplicando-se o potencial de aquecimento global correspondente. As emissões totais devem ser obtidas somando-se as toneladas equivalentes de CO₂ do gás considerado.

A Tabela 2 apresenta os valores de GWP, de modo que multiplicando a massa do gás pelo seu GWP, obtemos o valor das emissões em equivalentes de dióxido de carbono (CO₂e). Os valores apresentados de GWP foram referentes aos gases no AR5 do IPCC, disponibilizados na planilha do ghg protocol, Seção 5.

Tabela 2 - Potencial de aquecimento global de alguns gases.

Gás	Fórmula Química	Potencial de Aquecimento Global (GWP)
Dióxido de Carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	28
Óxido Nítrico	N ₂ O	265

Fonte: Adaptado pela Autora de Planilha GHG Protocol (2022).

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

4.1 DEFINIÇÃO DO ESCOPO

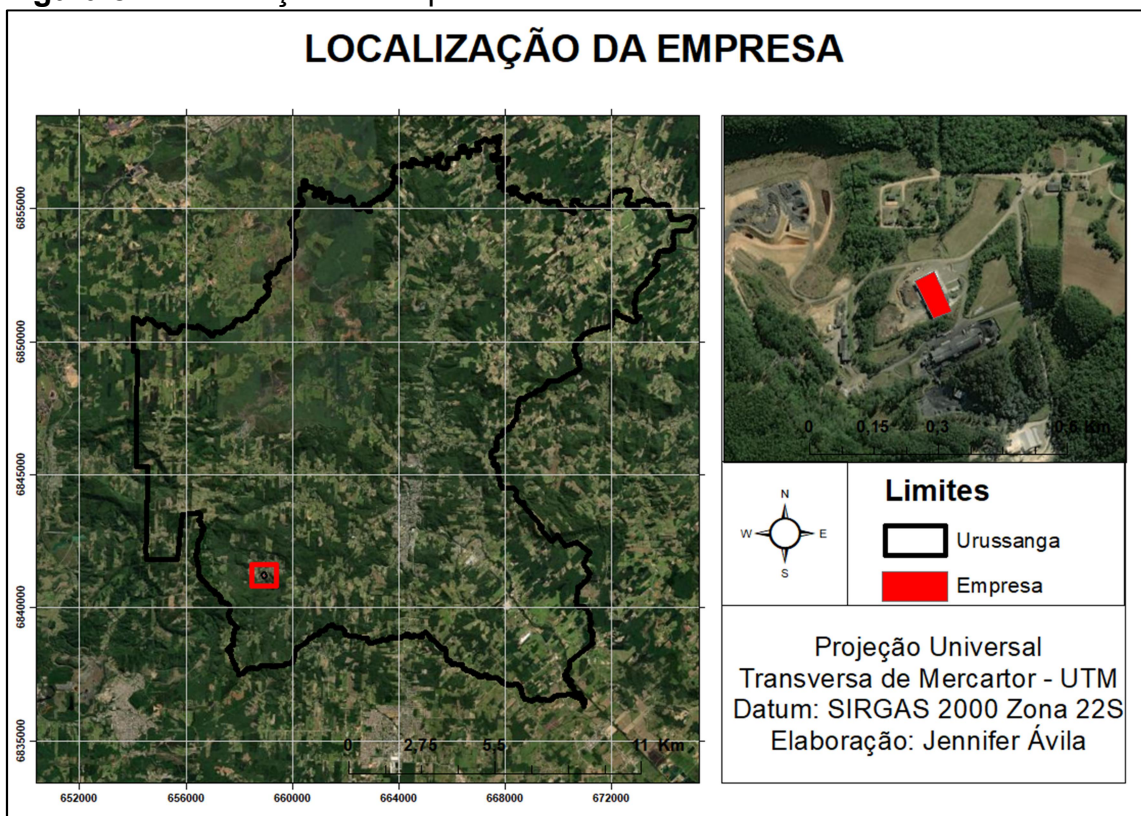
Nesta primeira etapa, foi necessária a definição do escopo geral do projeto, que através dos requisitos da Norma pôde ser definido pelo parâmetro Organizacional e Operacional, de maneira que o primeiro diz respeito aos limites da companhia e suas operações e o segundo referente a todas as operações em que tem relação à emissão de gases de efeito estufa.

Após esta definição, foi necessária a divisão entre os Escopos, conforme detalhado no item 4.2.

A fim de estabelecer o período de referência, o ano-base ao qual compreende o primeiro período de inventário é o ano de 2021.

4.2 LIMITES DO INVENTÁRIO

A fim de determinação dos limites geográficos, as emissões de GEE contabilizadas no inventário são referentes à unidade, no qual está localizada no município de Urussanga/SC, conforme Figura 8.

Figura 8 - Localização da Empresa.

Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

Quanto aos limites organizacionais, foram estabelecidos de acordo com o controle operacional, isso significa que as emissões contabilizadas se referem aos processos controlados diretamente pela unidade.

Após a delimitação dos seus limites, as metodologias utilizadas recomendam que devam ser estabelecidos os limites operacionais de um inventário de GEE, o que envolve a identificação das emissões associadas com as suas operações, classificando-as como emissões diretas ou indiretas e selecionando o escopo para contabilização e elaboração do inventário de emissões.

A partir desta identificação é selecionado o escopo a fim de realizar a contabilização e a elaboração do inventário.

O Escopo 1 compreende as emissões diretas de Gases de Efeito Estufa (GEE), no qual são oriundos das fontes que pertencem ou são controladas pela organização. Desta forma, foi analisado o processo, sendo verificado que entre várias etapas, o secador e a solda, indicado como fontes estacionárias de combustão, ocorre a emissão de tal poluente à atmosfera, sendo que no secador utiliza-se Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) na atividade e na solda utiliza-se como

combustível o acetileno. Outro fator identificado foi a movimentação de veículos leves e pesados, definidos como combustão móvel, utilizando-se como combustível Gasolina, Óleo diesel e GLP. Para as emissões fugitivas foram contabilizadas a fonte de extintor, no qual utiliza em seu composto o dióxido de carbono (CO₂).

O Escopo 2 compreende as emissões indiretas, o qual consomem energia elétrica, de tal forma que neste item foram contabilizados a quantidade de eletricidade na unidade em quesito.

4.3 PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo se inicia com a extração da Bentonita em jazida própria, no qual está localizada fora do Brasil. Após a extração a Bentonita é separada em lotes e encaminhada até a unidade de produção. Em seguida a matéria prima é descarregada em pavilhão coberto e separada por lotes, sendo que cada lote se faz amostragem, de maneira que são encaminhadas ao laboratório da unidade para avaliação da qualidade. Após a liberação do lote, a matéria está pronta para ser processada.

4.3.1 ATIVAÇÃO/LAMINAÇÃO

A depender do produto, a matéria prima bruta será ativada ou apenas laminada. Para a ativação a matéria prima bruta passa pelo processo de destorroamento e transferida para um misturador onde são adicionados aditivos da formulação do produto. Com o material já misturado ele passa para um processo de homogeneização, após esta etapa o material finaliza com o processo de laminação. O material ativado é acondicionado em lotes, onde são coletadas as amostras e encaminhada ao laboratório da unidade para avaliação.

4.3.2 SECAGEM

Após a liberação da matéria prima ativada ou laminada, o material é encaminhado para o alimentador do secador. Através de correias o material é transportado para um segundo laminador disposto na entrada da alimentação do secador rotativo. O secador rotativo é pré-aquecido a uma temperatura de 120°C,

sendo sua fonte de calor o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP). Em seu interior estão dispostas aletas que auxiliam na movimentação do produto, contendo um fluxo contínuo de ar para distribuir calor e retirar umidade. Por fim, com o material seco o mesmo é acondicionado em silos.

4.3.3 MOAGEM

O material seco é transportado por elevadores de canecas para o silo do moinho. Para este processo é utilizado um moinho pendular, que consiste em um conjunto de pêndulos que giram em alta rotação. Com a força centrífuga esses pêndulos pressionam a matéria-prima contra as paredes do moinho e através de um ventilador que emite um forte fluxo de ar os grãos finos são direcionados para o separador dinâmico, disposto na parte superior do moinho. As partículas são transportadas por fluxo de ar e direcionadas a um silo de armazenamento, disposto em cima da ensacadeira.

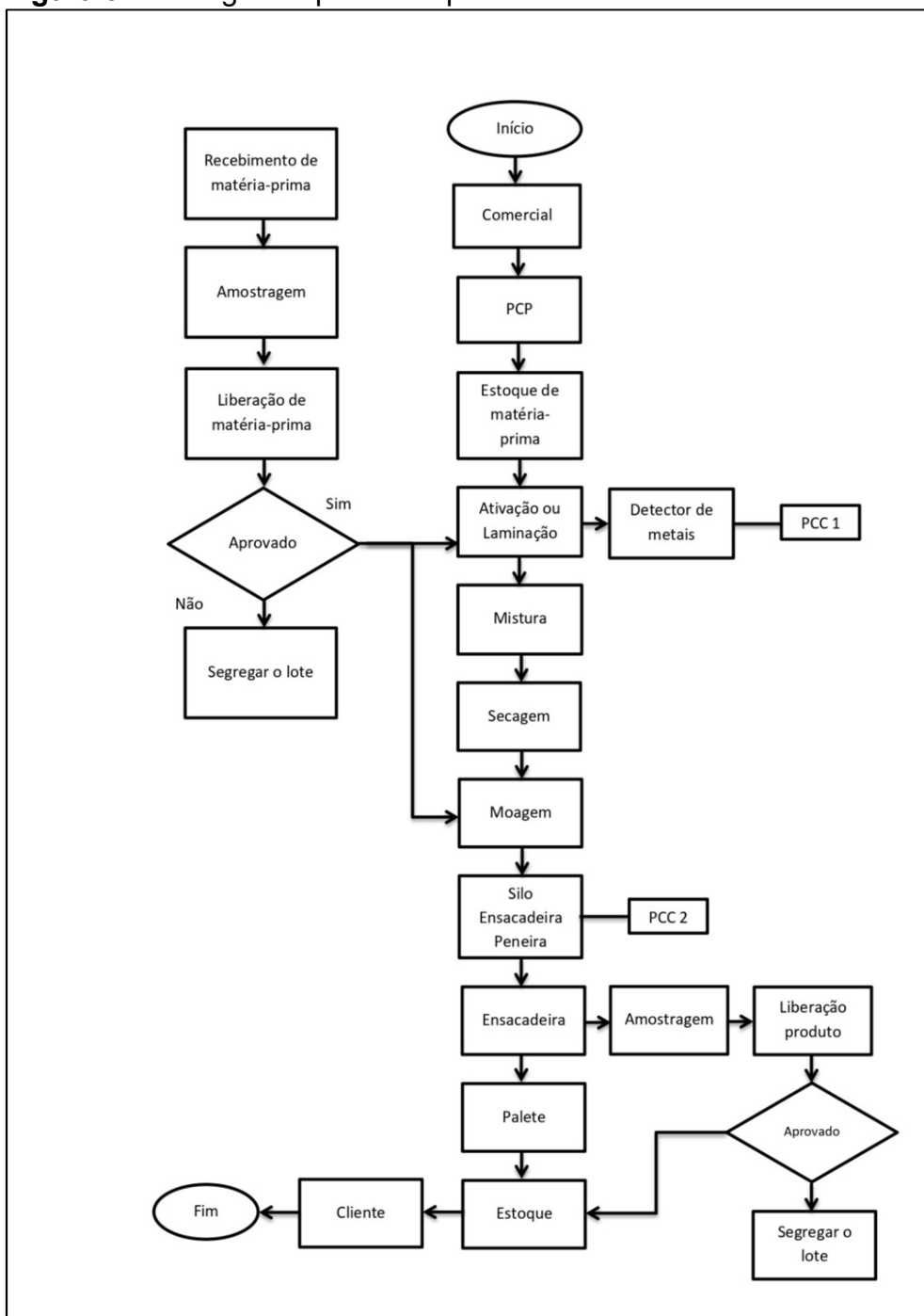
4.3.4 ENSACAMENTO

Com o material no silo, o mesmo é ensacado de maneira semiautomática. É inserida a embalagem valvulada no alimentador da ensacadeira, que dosa a quantidade definida. A válvula da embalagem é fechada, sendo conferido o peso e subsequente o produto é acondicionado em paletes. Os paletes com produto são envolvidos com filmes stretch e empilhados no estoque. Durante o processo de ensacamento são coletadas amostras do produto e encaminhado ao laboratório da unidade para análise e aprovação do produto.

4.4 COLETA DE DADOS

A coleta de dados teve por base a realização o fluxograma do processo produtivo, de modo a identificar cada atividade.

Conforme Figura 9, é possível visualizar o fluxograma do processo produtivo da unidade objeto deste trabalho.

Figura 9 - Fluxograma processo produtivo.

Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

Após a identificação das etapas do processo produtivo, foi realizado o levantamento da relação de veículos, relação de consumo/caminhões para o transporte, quantidade de extintores na unidade, relação do consumo de matéria prima, relação do consumo de gás do secador e relação do consumo de energia elétrica. Os valores identificados são dispostos na Tabela 3, Quadro 1, Quadro 2, Quadro 3, Quadro 4 e Quadro 5.

Tabela 3 - Relação de veículos.

Relação de Veículos
Pá Carregadeira SDLG 02 / 538
Pá Carregadeira LG 936 – nº 01
Pá Carregadeira Case W20E
Retro Escavadeira
Empilhadeira 03 / 1644 Qingong
Empilhadeira 04 / 2504 Hyster
Empilhadeira 05 / 2887 Hyster
Empilhadeira 02 / 1185 Yale
Empilhadeira 06
Caminhão Cargo 2628E
Caminhão Pipa L2213
Gol
Gol
Gol

Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

Quadro 1 - Consumo de combustíveis entre os meses de Janeiro à Junho de 2021.

Combustível	Jan		Fev		Mar		Abr		Mai		Jun	
	Qtde	R\$	Qtde	R\$	Qtde	R\$	Qtde	R\$	Qtde	R\$	Qtde	R\$
Gasolina (l)	93,42	408,89	46,72	213,72	55,42	264,91	260,77	1.374,64	0,00	0,00	0,00	0,00
Óleo Diesel (l)	440,00	1.282,79	868,00	2.701,32	671	2.229,93	1.556,00	5.191,90	0,00	0,00	697	2.332,33
Gás GLP P20 (kg)	35,00	4.792,00	14,00	1.932,00	35	4.830,00	44,00	6.192,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

Quadro 2 - Consumo de combustíveis entre os meses de Julho à Dezembro de 2021.

Combustível	Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez	
	Qtde	R\$	Qtde	R\$	Qtde	R\$	Qtde	R\$	Qtde	R\$	Qtde	R\$
Gasolina (l)	0,00	0,00	131,12	727,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Óleo Diesel (l)	752,00	2.733,16	599,00	2.186,65	459,00	1.716,84	603,00	2.524,20	160	689,91	0,00	0,00
Gás GLP P20 (kg)	0,00	0,00	52,00	7.868,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

Quadro 3 - Acetileno Solda.

Acetileno Solda		
Gás	Unidade	Kg
Acetileno	1	9

Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

Quadro 4 - Consumo de energia.

Consumo de Energia				
Meses	Ponta (kWh)	Fora Ponta (kWh)	Total (kWh)	Total (MWh)
Janeiro	296	27.966	28.262	28,262
Fevereiro	1.088	37.061	38.149	38,149
Março	592	28.741	29.333	29,333
Abril	549	37.539	38.088	38,088
Maio	593	47.853	48.446	48,446
Junho	270	41.439	41.709	41,709
Julho	1.567	42.200	43.767	43,767
Agosto	2.349	50.825	53.174	53,174
Setembro	333	44.034	44.367	44,367
Outubro	434	32.254	32.688	32,688
Novembro	547	50.025	50.572	50,572
Dezembro	1.333	35.693	37.026	37,026

Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

Quadro 5 - Consumo combustível do Secador Rotativo.

Consumo GLP	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total (kg)	Total (Ton)
	4.123,60	8.949,65	5.874,10	8.241,20	12.823,20	12.543,50	12.437,70	8.241,55	8.007,75	5.446,90	9.417,10	8.521,50	104.627,75	104,63

Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

Conforme Tabela 4, constam os valores totais da coleta de dados de todas as fontes disponíveis na unidade em quesito.

Tabela 4 - Coleta de dados.

Fonte	Combustível/ Insumo	Consumo	Unidade
Secador Rotativo	GLP	104,63	ton
Solda	Acetileno	9	kg
Veículos: carregadeiras, empilhadeiras, automóveis	Diesel	6.805	l
	Gasolina	587,52	l
	GLP	180	kg
Extintores	CO ₂	13,62	kg

Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

Os Quadros 6, 7, 8 e 9 foram retirados da Planilha GHG Protocol após a contabilização dos dados, gerando assim os valores finais para obtenção das emissões totais.

Quadro 6 - Resumo das emissões Escopo 1.

Categorias	Emissões GEE	Emissões de CO₂ Biogênico
Combustão móvel	17,443	2,174
Combustão estacionária	306,827	-
Emissões fugitivas	0,012	-
Total	324,282	2,174

Fonte: Adaptado pela Autora de Planilha GHG Protocol (2022).

Quadro 7 - Resumo das emissões Escopo 2.

Categorias	Emissões GEE	Emissões de CO₂ Biogênico
Aquisição de energia elétrica	62,909	-
Total	62,909	-

Fonte: Adaptado pela Autora de Planilha GHG Protocol (2022).

Quadro 8 - Resumo das emissões de CO₂ Biogênico.

Emissões de CO₂ Biogênico		
Escopo 1	Escopo 2	Total
2,174	-	2,174

Fonte: Adaptado pela Autora de Planilha GHG Protocol (2022).

Quadro 9 - Resumo das emissões totais.

GEE	Unidades em toneladas métricas por tipos de gás		Unidades em toneladas métricas de CO₂ equivalente (tCO₂e)		TOTAL GERAL
	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 1	Escopo 2	387,191
CO ₂	323,821	62,909	323,821	62,909	
CH ₄	0,007	-	0,196	-	
N ₂ O	0,001	-	0,265	-	
Total			324,282	62,909	

Fonte: Adaptado pela Autora de Planilha GHG Protocol (2022).

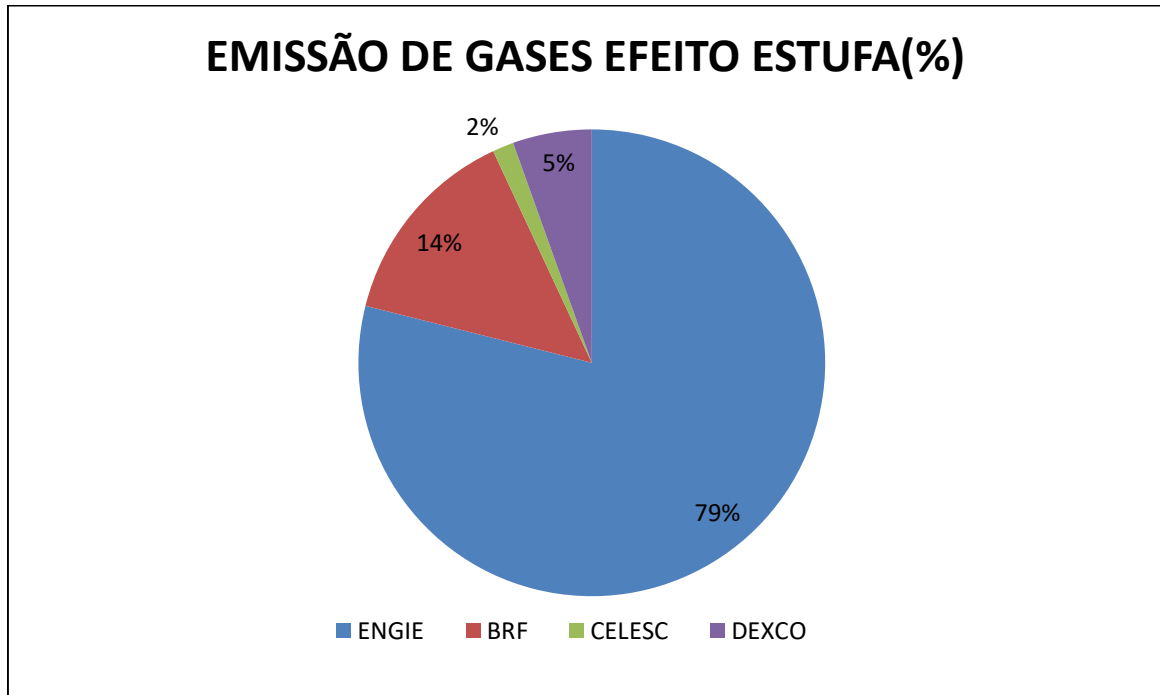
Após finalização dos cálculos pode-se analisar os valores obtidos, de maneira que para o Escopo 1 totalizou um valor de 324,282 tCO₂e e para o Escopo 2 62,909 tCO₂e, obtendo um valor final de 387,191 toneladas métricas de CO₂ equivalente.

A fim de realizar comparações entre Indústrias e suas emissões, conforme Gráfico 2 apresentado, é possível identificar as emissões de gases de efeito estufa entre empresas no ano de 2020/2021.

Comparando uma empresa de termoeletrônica (ENGIE), de produção de proteína, de produção de revestimentos cerâmicos e distribuição de energia, observa-se que a empresa ENGIE emite entorno de 79% de emissões, logo a BRF com 14%, DEXCO com 5% e CELESC com 2%.

Para a visualização dos Inventários de gases das empresas citadas podem ser encontradas pelo link: <https://registropublicodeemissoes.fgv.br/participantes>, ano referente a 2020.

Gráfico 2 - Emissão de Gases de Efeito Estufa.



Fonte: Adaptado pela Autora baseado nos Registros públicos emissões (2020).

Após a quantificação dos dados, este inventário foi apresentado a Empresa, a fim de demonstração dos resultados aos demais funcionários, conforme Figuras 10 e 11.

Figura 10 - Apresentação do Inventário à Empresa.



Fonte: Da Autora (2022).

Figura 11 - Apresentação do Inventário aos funcionários.



Fonte: Da Autora (2022).

4.5 ALTERNATIVA DE REDUÇÃO DAS EMISSÕES E RECOMENDAÇÕES

A fim de melhorias e redução das emissões, são recomendados levantamentos sistemáticos de longo prazo para avaliar os processos relacionados às emissões de GEE de uma Indústria, o que permitirá identificar sistemas de manejo adequados da cadeia produtiva e a redução das emissões de gases de efeito estufa.

Foram elencadas alternativas de redução a fim de a Empresa realizar futuramente, tais como:

- Aumentar os limites organizacionais;
- Identificar os sumidouros;
- Melhorar a precisão do inventário;
- Utilizar a tecnologia da informação como ferramenta de apoio;
- Reduzir as incertezas dando mais precisão nos dados;
- Realizar a compra de energia com selo I-REC;
- Implantar melhorias e tecnologias para redução das emissões.

5 CONCLUSÃO

A elaboração de um inventário de emissões de gases de efeito estufa é um estudo ao alcance de qualquer instituição, o mesmo permite que haja um mapeamento das fontes de emissão das atividades, processos, etc. O inventário é um documento indispensável para análise de determinadas fontes, a fim de relacionar e identificar à intensificação do efeito estufa e se realizado periodicamente torna-se uma ferramenta de gestão, tendo a possibilidade de conhecer o perfil das emissões de gases de efeito estufa da Indústria. Além da avaliação, quantificação e conhecimento, o inventário possui diversos benefícios e dentre estes é possível citar a avaliação de riscos e oportunidades, identificação de melhorias na eficiência operacional e também na redução de custos, participação no mercado de carbono e também a compensação das emissões destes gases.

O presente inventário demonstrou-se essencial para a Empresa, pois através dele foi possível quantificar e analisar as possíveis causas. A partir dos dados coletados e apresentados e através da escolha dos limites e definição do escopo foi possível avaliar os resultados obtidos, desta forma o Escopo 1 obteve-se um total 324,282 em toneladas métricas de CO₂ equivalente, correspondendo a 84%, seguindo pelo Escopo 2 o qual atingiu um total de 62,909 tCO₂e, correspondendo a 16%, sendo assim obteve-se um total geral de 387,191 tCO₂e.

As fontes que mais contribuíram nas emissões de GEE da unidade foram respectivamente, as fontes estacionárias, seguido pela energia elétrica, combustão móvel e emissões fugitivas.

A metodologia utilizada foi adequada para alcançar os objetivos propostos do trabalho, de maneira que após a contabilização dos dados foram propostas de recomendações, a fim de melhoria para um próximo inventário, de modo que uma vez determinadas as fontes e seus potenciais de emissão é possível planejar métodos e ações para alcançar a redução desejada.

Dentre as recomendações importantes é a empresa buscar alternativas de melhoria do processo de secagem para diminuição do consumo de combustível; buscar a compra de energia limpa; elaborar propostas de compensação de emissões por meio plantio de árvores; elaborar medidas de educação ambiental, com o intuito de despertar entre os envolvidos a responsabilidade e comportamentos sustentáveis com relação à quantidade de gases emitidos na unidade. Outro fator é a realização

da compensação das emissões, que após a contabilização do seu impacto é possível tomar a decisão de compensar através de créditos de carbonos adquiridos.

REFERÊNCIAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas; BID, Banco Interamericano de Desenvolvimento. **Guia Metodológico para a Realização de Inventários em Emissões de Gases de Efeito Estufa**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://www.abntonline.com.br/sustentabilidade/Documentos/ghg/guiametodologicopublicacao.pdf>. Acesso em: 18 set. 2022.
- ANDRADE, José Célio Silveira; COSTA, Paulo. Mudança Climática, Protocolo de Kyoto e Mercado de créditos de Carbono: Desafios à governança ambiental global. **Organizações & Sociedade**. v. 15, n. 45, p. 29-45, abr./jun. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/osoc/a/gD3Zk99h3txdzXZrRmZdcgL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 set. 2022.
- ANDRADE, Maria Margarida. **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- ASSIS, Tássia Faria; D'AGOSTO, Mário de Almeida. **Guia para Inventário de Emissões: Gases de Efeito Estufa das atividades logísticas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável - IBTS, 2020. Disponível em: <https://plvb.org.br/wp-content/uploads/2020/10/Guia-Inventario-de-Emissoes-GEE.pdf>. Acesso em: 18 set. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14064: 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**. 1. ed. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14064: 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**. 1. ed. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14064: Gases de efeito estufa. Parte 3: Especificação e orientação para a validação e verificação de declarações relativas a gases de efeito estufa**. 1. ed. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14065: Gases do efeito estufa - Requisitos para organismos de validação e verificação de gases de efeito estufa para uso em acreditação e outras formas de reconhecimento**. Rio de Janeiro, 2015.
- BCSD Portugal, World Resources Institute e World Business Council for Sustainable Development. **Protocolo de Gases com Efeito Estufa: Normas Corporativas de Transparência e Contabilização**. Edição Revista, 2004. Disponível em: https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg_protocol_portuguese.pdf. Acesso em: 18 set. 2022.
- BRASIL, Gutemberg Hespanha; JUNIOR, Paulo Antônio de Souza; JUNIOR, João Andrade de Carvalho. Inventários corporativos de gases de efeito estufa: métodos e usos. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, Espírito Santo, v. 3, n. 1, p. 15-26,

jan./abr. 2008. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/invent_corporativos_metodos_usos1.pdf. Acesso em: 16 ago. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009.** Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 14 set. 2022.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Efeito estufa e a convenção sobre mudança do clima.** Brasília: MCT/Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 1999. 38 p. Disponível em: <http://livroaberto.ibict.br/handle/1/822>. Acesso em: 31 ago. 2022.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Gases do Efeito Estufa.** 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/gases-do-efeito-estufa/>. Acesso em: 08 set. 2022.

CRESWELL, John W. **Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto.** Tradução: Luciana de Oliveira da Rocha. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 248 p. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/696271/mod_resource/content/1/Creswell.pdf. Acesso em: 17 ago. 2022.

Fundação Getúlio Vargas. Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP. **Guia para a elaboração de inventários corporativos de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE).** GVces, Ministério do Meio Ambiente, CEBDS, WBCSD, WRI; apoio Embaixada Britânica, USAID, CETESB, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (org.); edição e revisão Ricardo Barreto, Juarez Campos. São Paulo: FGV, 2009. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/cartilha_ghg_online.pdf. Acesso em: 04 ago. 2022.

Fundação Getúlio Vargas e WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa.** 2. ed. 2008. Disponível em: https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos_ghg/152/especificacoes_pb_ghg_protocol.pdf. Acesso em: 04 ago. 2022.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (org.). **Métodos de pesquisa.** Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2022.

IPAM Amazônia. **O que é e como funciona o mercado de carbono?.** 2022. Disponível em: <https://ipam.org.br/cartilhas-ipam/o-que-e-e-como-funciona-o-mercado-de-carbono/>. Acesso em: 20 set. 2022.

JUNGES, Alexandre Luis; SANTOS, Vinícius Yuri; MASSONI, Neusa Teresinha; SANTOS, Francineide Amorim Costa. Efeito Estufa e Aquecimento Global: Uma abordagem conceitual a partir da física para educação básica. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 13, n. 5, p. 126-151,

2018. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID531/v13_n5_a2018.pdf. Acesso em: 08 set. 2022.

JUNIOR, Carlos Santos Amorim *et al.* **Gestão de Emissões de Gases de Efeito Estufa: Guia de Ações para Economia de Baixo Carbono em Pequenas e Médias Empresas**. Rio de Janeiro: ABNT, 2016. Disponível em: https://www.abntonline.com.br/sustentabilidade/Documentos/ghg/METODOLOGIA_GuiaDeAcoes.pdf. Acesso em: 20 set. 2022.

MATTEI, Taíse Fátima; CUNHA, Marina Silva da. Emissão de gases do efeito estufa no Brasil: análise de curto e longo prazo. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá (PR), v. 14, n. 4, p. 953-967, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/8809/6794>. Acesso em: 08 set. 2022.

MOURA, Stéfane Ribeiro de. **O Brasil e as perspectivas no mercado de créditos de carbono**. 2012. Monografia - Fundação Armando Alvares Penteado Faculdade de Economia, São Paulo, 2012. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/moura_brasil_perspectivas.pdf. Acesso em: 22 set. 2022.

SANTOS, Ricardo Santana dos. **Estudo do crescimento da concentração de hexafluoreto de enxofre (SF₆) nas regiões Norte e Nordeste do Brasil**. 2019. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN-CNEN/SP, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-20032019-102144/publico/2019SantosEstudo.pdf>. Acesso em: 09 set. 2022.

SBRUZZI, Clarissa Bianca. **Aquecimento global, mudanças climáticas e o impacto na economia**. 2010. Monografia - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <http://tcc.bu.ufsc.br/Economia292773>. Acesso em: 13 set. 2022.

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).

SILVA, M. *et al.* **Efeitos do dióxido de carbono na saúde e no meio ambiente**. Seminário interdisciplinar de produção científica, 2016, Faculdade Alfredo Nasser, 2016. Disponível em: http://www.faculdadealfredonasser.edu.br/files/Pesquisar_5/21-11-2016-21.34.56.pdf. Acesso em: 08 set. 2022.

Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa, SEEG. **Análise das emissões brasileiras de Gases de Efeito Estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil**. 2021. Disponível em: https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_9/OC_03_relatorio_2021_FINAL.pdf. Acesso em: 23 set. 2022.

UN Environment Programme, UNEP. **Você sabe como os gases de efeito estufa aquecem o planeta?**. 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e>

reportagens/reportagem/voce-sabe-como-os-gases-de-efeito-estufa-aquecem-o-planeta. Acesso em: 16 ago. 2022.

WRI BRASIL, World Resources Institute. **4 gráficos para entender as emissões de gases de efeito estufa por país e por setor.** 2020. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/4-graficos-para-entender-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-por-pais-e-por-setor#:~:text=Setor%20de%20energia%20%C3%A9%20o%20maior%20emissor%20de%20gases%20de%20efeito%20estufa&text.> Acesso em: 04 out. 2022.

WRI Brasil, World Resources Institute. **3 Maneiras de garantir metas corporativas confiáveis para zerar as emissões líquidas.** 2021. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/3-maneiras-de-garantir-metas-corporativas-confiaveis-para-zerar-emissoes-liquidas.> Acesso em: 20 set. 2022.

WRI Brasil, World Resources Institute. **GHG Protocol.** São Paulo, 2022. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/projetos/ghg-protocol.> Acesso em: 07 ago. 2022.

WRI Brasil, World Resources Institute. **Os países que mais emitiram gases de efeito estufa nos últimos 165 anos.** 2019. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/os-paises-que-mais-emitiram-gases-de-efeito-estufa-nos-ultimos-165-anos.> Acesso em 23 set. 2022.

WWF Brasil, World Wide Found for Nature. **As Mudanças Climáticas.** 2022. Disponível em: [https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/.](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/) Acesso em: 20 set. 2022.

WWF Brasil, World Wide Found for Nature. **Efeito Estufa e Mudanças Climáticas: O que é efeito estufa?.** 2022. Disponível em: [https://www.wwf.org.br/nossosconteudos/educacaoambiental/conceitos/efeitoestufa_e_mudancasclimaticas/.](https://www.wwf.org.br/nossosconteudos/educacaoambiental/conceitos/efeitoestufa_e_mudancasclimaticas/) Acesso em: 14 set. 2022.

APÊNDICE (S)

APÊNDICE A - TABELAS PLANILHA GHG PROTOCOL (COMBUSTÃO ESTACIONÁRIA)

Descrição da fonte	Quantidade consumida	Unidades	O combustível utilizado é formado por:	
			Combustível fóssil	Biocombustível
Secador Rotativo	104,63	Toneladas	Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	-
Solda	9,00	kg	Acetileno	-

Fatores de emissão - combustível fóssil		
CO ₂ (kg/un)	CH ₄ (kg/un)	N ₂ O (kg/un)
2542,78	0,03	0,04
2930,9	0,05	0,00
3,4	-	-

Combustíveis fósseis		
Emissões CO ₂ (t)	Emissões CH ₄ (t)	Emissões N ₂ O (t)
1271,39	0,01	0,02
306,66	0,00	0,0
0,03	0	0
306,69	0,01	0,00

Emissões totais em CO₂ equivalente (toneladas métricas)

306,827

APÊNDICE B - TABELAS PLANILHA GHG PROTOCOL (COMBUSTÃO MÓVEL)

Tipo de combustível
Óleo Diesel (comercial)
Óleo Diesel (comercial)
Óleo Diesel (comercial)
Óleo Diesel (comercial)
Óleo Diesel (comercial)
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)
Óleo Diesel (comercial)
Óleo Diesel (comercial)

Fatores de Emissão do combustível fóssil			Fatores de Emissão do biocombustível		
kg CO ₂ / litro	kg CH ₄ / litro	kg N ₂ O / litro	kg CO ₂ / litro	kg CH ₄ / litro	kg N ₂ O / litro
2,603	0,0001	0,00014	2,431	0,0003	0,00002
2,60	0,00	0,00	2,43	0,00	0,00
2,60	0,00014	0,00014	2,43	0,0003	0,0000
2,60	0,00	0,00	2,43	0,00	0,00
2,60	0,00	0,00	2,43	0,00	0,00
2,60	0,00	0,00	2,43	0,00	0,00
2,93	0,00	0,00	-	-	-
2,93	0,00	0,00	-	-	-
2,93	0,00	0,00	-	-	-
2,93	0,00	0,00	-	-	-
2,60	0,00	0,00	2,43	0,00	0,00
2,60	0,00	0,00	2,43	0,00	0,00

Emissões de CO ₂ (t) fóssil	Emissões de CH ₄ (t)	Emissões de N ₂ O (t)	Emissões totais (t CO ₂ e)	Emissões de CO ₂ biogênico (t)
17,43	0,0011	0,0009	17,74	1,23
12,25	0,00	0,00	12,450	1,499
0,80	0,00	0,00	0,815	0,095
0,22	0,00	0,00	0,23	0,03
0,72	0,00	0,00	0,74	0,10
0,08	0,00	0,00	0,08	0,01
0,32	0,00	0,00	0,33	-
0,07	0,00	0,00	0,08	-
0,03	0,00	0,00	0,03	-
0,10	0,00	0,00	0,10	-
1,40	0,00	0,00	1,42	0,18
0,16	0,00	0,00	0,17	0,02

Emissões totais em CO₂ equivalente (toneladas métricas)

17,443

Emissões totais em CO₂ biogênico (toneladas métricas)

2,174

APÊNDICE C - TABELAS PLANILHA GHG PROTOCOL (EMISSÕES FUGITIVAS)

Registro da fonte	Gás ou composto	GWP	Unidades Novas		Unidades Existentes
			Carga (kg)	Capacidade (kg)	Recarga (kg)
Ar condicionado escritório	HFC-32	677			3,0
Extintor	Dióxido de carbono (CO2)	1	2,10	2,10	
Extintor	Dióxido de carbono (CO2)	1			11,53

E = Emissões de CO ₂ e (t)
2,0
0,00
0,01
0,01

Emissões totais em CO ₂ equivalente (toneladas métricas)	0,012
---	-------

APÊNDICE D - TABELAS PLANILHA GHG PROTOCOL (ENERGIA ELÉTRICA)

Eletricidade Comprada (MWh)											
Relate aqui a compra mensal de eletricidade (MWh)											
jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
100	120	150	140	120	90	80	160	150	130	100	40
28,262	38,149	29,333	38,088	48,446	41,709	43,767	53,174	44,367	32,688	50,572	37,026

Eletricidade total comprada (MWh)	Emissões totais de CO ₂ (t)												
	Emissões mensais de CO ₂ (t)												Emissões de CO ₂ (t)
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
1380	5,660	6,432	10,440	11,410	10,164	6,084	7,720	20,992	18,960	17,758	11,930	-	127,550
485,581	3,290	3,128	1,974	2,910	4,278	6,219	7,152	9,268	7,538	5,838	7,505	3,810	62,91

Emissões totais em CO ₂ equivalente (toneladas métricas)	62,909
---	--------