

EDFRAN DA CRUZ MAGALHÃES

**ANÁLISE DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA EM
UMA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE PAPEL FOTOGRÁFICO NA
CIDADE DE MANAUS**

MANAUS – AM

2022

EDFRAN DA CRUZ MAGALHÃES

**ANÁLISE DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA EM
UMA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE PAPEL FOTOGRÁFICO NA
CIDADE DE MANAUS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental - PPG.EGPSA, do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia- ITEGAM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dra Simone da Silva

MANAUS – AM

2022

EDFRAN DA CRUZ MAGALHÃES

**ANÁLISE DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA EM
UMA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE PAPEL FOTOGRÁFICO NA
CIDADE DE MANAUS**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de Mestre do Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia – ITEGAM.

Manaus-AM, 25 de janeiro de 2022.



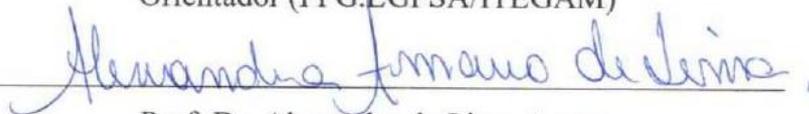
Prof. Dr. Jandecy Cabral Leite

Coordenador do PPG.EGPSA - ITEGAM

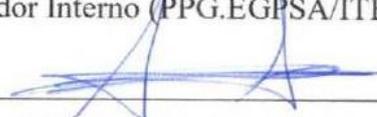
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Simone da Silva
Orientador (PPG.EGPSA/ITEGAM)



Prof. Dr. Alexandra de Lima Amaro
Examinador Interno (PPG.EGPSA/ITEGAM)



Prof. Dr. André Luis Willerding
Examinador Externo (Centro de Biotecnologia da Amazônia)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Biblioteca do ITEGAM

Magalhães, Edfran da Cruz, 2022 - Análise do inventário de emissões de gases do efeito estufa em uma indústria de beneficiamento de papel fotográfico na cidade de Manaus / Edfran da Cruz Magalhães - 2022. 93 f., il: Colorido

Orientador: Dr. Simone da Silva

Dissertação: Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia, Programa de Pós Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental (PPG-EGPSA), Manaus - AM, 2022.

1. Emissões de gases 2. Efeito estufa 3. Papel fotográfico 4. Indústrias químicas

CDD - 1003.ed.2022.6

AGRADECIMENTOS

À Deus por me dar forças, sabedoria e saúde em todas as etapas da minha vida. Agradeço à minha família que se mantém sempre presente em todos os momentos do meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço a minha orientadora professora Dra. Simone da Silva, pelos ensinamentos, paciência e dedicação. Agradeço aos meus amigos e colegas que com todas as dificuldades caminhamos juntos. Agradeço ainda ao ITEGAM por marcar esta fase da minha vida.

Epígrafe

“Algo só é impossível até que alguém duvide e resolva provar ao contrário”

(Alberto Einstein).

Dedicatória

Aos meus pais que são meus eternos mestres.

RESUMO

MAGALHÃES, Edfran da Cruz. Análise do inventário de emissões de gases do efeito estufa em uma indústria de beneficiamento de papel fotográfico na cidade de Manaus. 2022. p. 93. Dissertação do Programa de Pós-graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental (EGPSA), Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM), Manaus, 2022.

No Pólo Industrial de Manaus (PIM), a indústria de beneficiamento de papel fotográfico é pouco representativa e é classificada como uma Indústria Química. Esse tipo de indústria fotográfica possui aspectos ambientais em seus processos produtivos, de manutenção e suporte administrativo, inclusive naqueles processos que apenas beneficiam os papéis fotográficos já emulsionados, transformando-os em tamanhos e formatos necessários para uso posterior em laboratórios de impressão de fotografia. Nessa perspectiva, o problema investigado nesta dissertação limitou-se às emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) num escopo 1 (emissões diretas) e 2 (emissões indiretas), através do uso do protocolo do Programa Brasileiro GHG Protocol (PBGHGP), possibilitando assim o inventariado dos dados e a estimativa da emissão total de GEE numa indústria do PIM de beneficiamento de papel fotográfico e nas operações as quais essa indústria possui o controle operacional. A combinação entre essas estratégias metodológicas foi pensada a fim de proporcionar uma discussão mais completa da temática abordada nesta pesquisa. Como resultado da análise constatou-se que a principal fonte de GEE é oriunda do sistema de refrigeração no consumo de gás refrigerante R410A e que o controle e/ou gestão destes gases são possíveis de serem adotados, pois a indústria possui um sistema de gestão ambiental implementado capaz de gerenciar este aspecto ambiental e reduzir o impacto ambiental causado por emissões de GEE., cumprindo com responsabilidade seu papel social.

Palavras-Chave: Emissões de gases. Efeito estufa. Papel fotográfico. Indústrias químicas.

ABSTRACT

MAGALHÃES, Edfran da Cruz. Analysis of the Greenhouse Gas Emissions Inventory in a Photographic Paper Finishing Industry in the Manaus city. 2022. p.93. Dissertation of the Postgraduate Program in Engineering, Process Management, Systems and Environmental (PPEPMSE), Institute of Technology and Education Galileo of the Amazon (ITEGAM), Manaus, 2022.

In Industrial Pole of Manaus (PIM), the photographic paper processing industry is unrepresentative and is classified as a Chemical Industry. This type of photographic industry has environmental aspects in its production processes, maintenance and administrative support, including those processes that only benefit the photographic papers already emulsified, transforming them into sizes and formats necessary for later use in photo printing laboratories. From this perspective, the problem investigated in this dissertation was limited to greenhouse gas (GHG) emissions in scope 1 (direct emissions) and 2 (indirect emissions), using the Protocol of the Brazilian GHG Protocol (PBGHGP), thus enabling the inventory of data and the estimation of total GHG emissions in a PIM industry of finishing photographic paper and in operations to which this industry has operational control. The combination of these methodological strategies was designed in order to provide a more complete discussion of the theme addressed in this research. As a result of the analysis it was found that the main source of GHG is derived from the refrigeration system in the consumption of R410A refrigerant gas and that the control and/or management of these gases are possible to be adopted, because the industry has an implemented environmental management system capable of managing this environmental aspect and reducing the environmental impact of GHG emissions, responsibly fulfilling its social role.

Keywords: Gas emissions. Greenhouse effect. Photographic paper. Chemical industries.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Etapas para a realização do levantamento das emissões de GEEs.....	25
Figura 2.2 – Operações para obtenção do CO ₂ e	27
Figura 2.3 – Os passos para realizar o levantamento das emissões de GEEs	28
Figura 2.4 – Aplicação conceitual do limite de materialidade.	28
Figura 2.5 – Representação do ciclo da melhoria contínua (PDCA)	40
Figura 2.6 – Modelo de SGA.	41
Figura 2.7 – Emissão de GEE mundial – 2007 a 2021.....	44
Figura 2.8 – Emissão de GEE Brasil – 1990 a 2019.	45
Figura 3.1 – Foto da dimensão e localização da Indústria	49
Figura 3.2 – Escopos e categorias de fontes de GEE - GHG Protocol.....	51
Figura 3.3 – Escopos e atividades geradoras de GEE.	52
Figura 4.1 – Macroprocesso da indústria de beneficiamento de papel fotográfico.....	59
Figura 4.2 – GHG Protocol da indústria de beneficiamento de papel fotográfico	60
Figura 4.3 – Consumo de energia elétrica comprada.	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 – Fontes de emissão direta – Escopo 1.....	61
Quadro 4.2 – Emissões de GEE por equipamentos de refrigeração e ar-condicionado – Balanco de massa (Quioto).....	62
Quadro 4.3 – Emissões de GEE por equipamentos de refrigeração e ar condicionado – Balanco de massa (Não-Quioto).....	62
Quadro 4.4 – Fontes de emissão direta – Escopo 2.....	63
Quadro 4.5 – Consumo de energia elétrica interligada ao SIN – Escopo 2.	64
Quadro 4.6 – Emissões de GEE em toneladas – 2019 / 2020.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Exemplos de fatores de emissão.....	26
Tabela 3.1 – Escopos e atividades geradoras de GEE.....	53
Tabela 3.2 – Valores GWP.....	56
Tabela 3.3 – Principais características da ferramenta.....	56
Tabela 3.4 – Principais requisitos legais e normativos.....	57

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 2.1 - Dedução de erros para determinação do fator de emissão	29
Equação 2.2 - Exemplificação da equação aplicada em escopo 1	29
Equação 2.3 - Exemplificação da equação aplicada em escopo 2.....	29
Equação 3.1 - Cálculo de conversão em CO ₂ e	56

LISTA DE SIGLAS

ABETRE	Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CH4	Metano
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CO2	Dióxido de carbono
CO2e	Dióxido de carbono equivalente
GEE	Gases Efeito Estufa
GWP	<i>Global Warming Potential</i>
H2O	Água
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
KG	Kilograma
M3	Metro cúbico
MWh	Megawatts-hora
N2O	Óxido Nitroso
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NBR	Norma Técnica Brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas
PBGHGP	Programa Brasileiro GHG Protocol
PDCA	<i>Plan-do-check-act</i>
PIM	Pólo Industrial de Manaus
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PPM	Partícula por milhão
SEEG	Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SIN	Sistema Interligado Nacional
tCO2e	Tonelada CO2 equivalente
WRI	<i>World Resources Institute</i>
ZFM	Zona Franca de Manaus

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	16
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 JUSTIFICATIVA DA DISSERTAÇÃO	18
1.2 OBJETIVOS	20
1.2.1 Geral	20
1.2.2 Específicos	20
1.3 ESCOPO DO TRABALHO	21
CAPÍTULO 2	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1 MEIO AMBIENTE	30
2.1.1 Aspectos legais de ordem constitucional	33
2.2 GESTÃO AMBIENTAL	38
2.3 EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA (GEE)	42
2.4 INVENTÁRIO DE GASES DO EFEITO ESTUFA (GEE)	48
CAPÍTULO 3	49
3 MATERIAIS E MÉTODOS	49
3.1 LOCALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE PAPEL FOTOGRAFICO	49
3.1.1 Porte da indústria de beneficiamento de papel fotográfico	50
3.1.2 Consentimento da indústria	50
3.2 CONTABILIZAÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE	50
3.2.1 Macroprocessos <i>versus</i> limite organizacional da indústria	51
3.2.2 Ano base	52
3.2.3 Universo, população e amostra	52
3.2.4 Identificação das fontes de GEE	52
3.2.5 Fontes emissoras analisadas no escopo 1	53
3.2.6 Fontes emissoras analisadas no escopo 2	53
3.2.7 Coleta de informações – passo a passo	53
3.2.8 Cálculos de emissões e incerteza	55
3.3 NORMAS E LEIS	57
3.4 VANTAGENS, DESVANTAGENS E LIMITAÇÕES	58

CAPÍTULO 4	59
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	59
4.1 RESULTADOS	59
4.2 DISCUSSÕES	66
CAPÍTULO 5	70
5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES	70
5.1 CONCLUSÕES	70
5.2 SUGESTÕES	72
REFERÊNCIAS	73
ANEXOS	78
APÊNDICES	83

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

A emissão dos gases de efeito estufa (GEE) provoca diretamente efeito em nosso clima e no meio ambiente. As mudanças climáticas, suas consequências e acordos de redução e/ou estabilização das emissões destes gases vêm sendo debatidas pelos principais líderes mundiais a décadas. No ano de 2021, a Organização das Nações Unidas (ONU), reuniu na cidade escocesa de Glasgow, a maior conferência mundial sobre mudanças climática denominada COP26. Tal conferência reuniu aproximadamente 200 países para impulsionar ações direcionadas ao cumprimento dos objetivos do Acordo de Paris e da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima. Desde à ECO92, evento da ONU sediada no Brasil, até os dias atuais, muitas ações, metas e acordos foram selados, mas poucos resultados são perceptíveis pela sociedade em escala global.

A elaboração de inventários de GEE podem ser utilizados como ferramenta de gestão pelas organizações, visando contabilizar a quantidade de gases emitidos em um determinado período, monitoramento ao longo do tempo e subsidia na implementação de indicadores para redução de tais emissões. Atualmente o Programa Brasileiro GHG Protocol, estabelece que os inventários obrigatoriamente devem avaliar as emissões diretas e indiretas, respectivamente denominadas de escopo 1 e escopo 2.

De acordo com Peixer (2019), o Brasil é considerado um dos dez maiores emissores de GEE a nível mundial. Conforme disposto no 8º relatório produzido e disponibilizado pelo Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), no ano de 2019 o Brasil emitiu cerca de 9,6% a mais de GEE, o que equivale a aproximadamente 2,18 bilhões de toneladas de dióxido de carbono (GtCO₂e) lançados na atmosfera, um aumento significativo e preocupante que contesta os 1,98 bilhão emitido no ano de 2018 (SEEG, 2020). Ainda de acordo com o relatório, o maior emissor de GEE foram as mudanças de uso da terra, cerca de 44%, seguidos pelos demais setores como: agropecuária (28%); energia (19%); processos industriais (5%) e resíduos (4%) (SEEG, 2020).

Segundo o SEEG, o Estado do Amazonas ocupou o 3º lugar no ranking nacional da emissão de GEE no Brasil no ano de 2019. Ainda de acordo com o órgão, a maioria destas emissões decorre dos impactos provocados pelas queimadas e desmatamentos. Todavia, diante do relatório do SEEG, se pode observar que vários são os setores emissores de GEE no

estado, incluindo o PIM, ainda que o percentual deste setor seja em menor proporção (SEEG, 2020).

Haja vista que as emissões de GEE impactam diretamente no equilíbrio do meio ambiente e provoca, muitas vezes, danos ambientais irreversíveis, bem como pode gerar sérios prejuízos legais para as empresas causadoras dos danos ambientais.

Segundo estudo da PricewaterhouseCoopers apud ABETRE (2006), são três os tipos de conduta das empresas frente à gestão ambiental: negligente, cautelosa e responsável. As empresas de conduta negligente são omissas ou evasivas e não se preocupam com o assunto, seja por ignorância ou má-fé. As cautelosas são passivas ou reativas, procuram não descumprir a lei, ao menos formalmente. As responsáveis, por sua vez, são ativas ou proativas, adotam a qualidade ambiental como valor ou objetivo empresarial e buscam melhores práticas, continuamente. A distribuição das empresas de acordo com estas condutas varia em relação ao segmento do setor produtivo e as características econômico-financeiras das empresas (ABETRE, 2006).

O desenvolvimento tecnológico e o crescimento econômico, sem dúvida, trouxeram grandes benefícios à sociedade. Mas, aliados ao crescimento populacional e a um comportamento de consumo inadequado, provocaram vários efeitos colaterais. Entre eles, destacam-se a poluição, principal agente de degradação do meio ambiente e de redução da qualidade de vida do homem (ROLIM, 2000).

Adotou-se a teoria do risco integral. Assim, todo aquele que causar dano ao meio ambiente ou a terceiro será obrigado a ressarcir-lo mesmo que a conduta culposa ou dolosa tenha sido praticada por terceiro. Registre-se ainda que toda empresa possui riscos inerentes a sua atividade, devendo, por essa razão, assumir o dever de indenizar os prejuízos causados a terceiros (SIRVINSKAS, 2020, p. 208).

De acordo com a Lei de Crimes Ambientais N° 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, causar poluição de qualquer natureza, em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora, é configurado crime com pena estimada pelo ordenamento jurídico brasileiro, variando entre penas de multas ou privação da liberdade com reclusão ou detenção. Além disso, quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta lei, incide nas penas a estes cominadas, na medida da sua culpabilidade, bem como o diretor, o administrador, o membro de conselho e de órgão técnico, o auditor, o gerente, o preposto ou mandatário de pessoa jurídica.

Estes que, por sua vez, sabendo da conduta criminosa de outrem, deixarem de impedir a sua prática, quando poderiam agir para evitá-la, também podem ser condenados. As pessoas jurídicas serão responsabilizadas nos âmbitos administrativo, civil e criminal, conforme o disposto na Lei Nº 9.605/98, nos casos em que a infração seja cometida por decisão de seu representante legal ou contratual, ou de seu órgão colegiado, no interesse ou benefício da sua entidade (BRASIL, 1998).

Já a Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981), possui como um dos objetivos a imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos. Na opinião de Antunes (2000), o princípio do poluidor-pagador, de origem econômica, transformou-se em um dos princípios jurídicos ambientais mais importantes para a proteção ambiental. Este princípio já se encontra consagrado nas mais importantes legislações nacionais e internacionais.

1.1 JUSTIFICATIVA DA DISSERTAÇÃO

A maneira como as indústrias veem a minimização da poluição ambiental mudou nos últimos anos. Até a década de 1980, o foco era o tratamento fim de tubo, ou seja, o impacto era permitido para a posterior realização do tratamento de efluente, resíduo ou emissão. A Gestão de Gases de Efeito Estufa (GEE) vem se tornando um tema cada vez mais importante nas agendas corporativas globais, devido às repercussões que tem mostrado as questões de clima e meio ambiente. As empresas têm investido em ações que visam reduzir as emissões de gases de efeito estufa e disseminar os resultados para promover um marketing sustentável voltado para o consumidor, bem como para ajudar a entender o estudo de clima.

O inventário de gases de efeito estufa é um instrumento que permite às empresas avaliar e contabilizar a emissão de GEE de todas as fontes definidas em grupos de atividades associadas à empresa. O inventário é fundamental para a formulação de políticas de negócios adaptadas às novas tendências do mercado global e visa analisar o grau de emissão e, com isso, planejar sua redução ou compensação, amenizando o impacto ambiental.

De acordo com a ABNT NBR ISO 14001:2015, os aspectos ambientais são fatores inerentes da atividade industrial e que geram impactos ambientais ao meio ambiente. Os impactos ambientais, por sua vez, são as alterações provocadas no meio ambiente e que decorreram das atividades industriais. Destarte, oportuno destacar que tais aspectos podem

gerar diversos níveis de impactos ambientais, desde os leves, aos mais severos e o segundo nível pode ser classificado como aspectos ambientais significativos. Doravante, a ABNT NBR ISO 14001:2015, afirma que a indústria deve fazer o levantamento de seus aspectos ambientais, prevendo os impactos ambientais e os incluindo em seu sistema de gestão ambiental.

As empresas impulsionadoras do negócio da fotografia fortaleceram as vendas de materiais fotográficos, com a simplificação e versatilidade das câmeras, associando esse uso a momentos únicos. Essa foi, basicamente, a fórmula para criar a demanda por papel fotográfico, a popularização da fotografia ao alcance de todos e não apenas dos especialistas.

A Zona Franca de Manaus é uma área de livre comércio de importação e exportação e de incentivos fiscais especiais, estabelecida com a finalidade de criar no interior da Amazônia um centro industrial, comercial e agropecuário dotado de condições econômicas que permitam seu desenvolvimento, em face dos fatores locais e da grande distância, a que se encontram, os centros consumidores de seus produtos (BRASIL, 1967). O PIM é um dos centros industriais que usufrui destes benefícios fiscais e localiza-se na cidade de Manaus. Dentro do PIM a indústria de beneficiamento de papel fotográfico é pouco representativa e, segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), da Receita Federal, tais empresas são classificadas como Indústrias Químicas. Tais indústrias fotográficas possuem aspectos ambientais em todos os seus processos produtivos, inclusive aqueles que apenas beneficiam os papéis fotográficos já emulsionados, transformando-os em tamanhos e formatos necessários para posterior uso em laboratórios de impressão de fotografia.

Essas empresas devem manter um gerenciamento adequado de seus aspectos ambientais, inicialmente reduzindo ou minimizando-os e, posteriormente, monitorando-os. Desta forma, terá como objetivo o cumprimento da legislação aplicáveis e proteção ambiental, pois o risco de degradação da qualidade ambiental ou poluição torna-se controlado.

A Lei de Política Nacional do Meio Ambiente N° 6.938/81 traz em seu artigo 3°, inciso III, o conceito de poluição, conforme se expõe abaixo:

Degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do ambiente; III - poluição, a degradação da qualidade ambiental, resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981).

Diante da abrangência evidenciada pela presente matéria ambiental, o presente estudo delimitará o escopo da sua investigação. Deste modo, se optou pelo estudo da investigação das fontes causadoras das emissões de GEE numa indústria de beneficiamento de papel fotográfico, localizada na Zona Franca de Manaus. Destarte, a pesquisa se limitará a analisar a problemática das emissões de GEE apenas no contexto de tal indústria e na região aqui determinada.

O problema a ser investigado se limitará às emissões de GEE no escopo 1 (emissões diretas) e 2 (emissões indiretas), através do uso da ferramenta do Programa Brasileiro GHG Protocol (PBGHGP), possibilitando assim o inventariado dos dados e a estimativa da emissão total de GEE numa indústria do PIM de beneficiamento de papel fotográfico. Pois, embora os dados estatísticos demonstrem um percentual baixo de emissão de GEE no setor industrial, a emissão de GEE no Estado cresceu de forma alarmante, se fazendo necessário analisar de forma fática o contexto das emissões oriundas dos processos industriais.

No que concerne aos limites desta pesquisa, como já fora demonstrado acima, estes versam pela observação da temática aqui estudada no contexto dos processos industriais de uma indústria da cidade de Manaus localizada no PIM. Se pautando por um estudo de campo, que possibilitará a investigação dos objetivos deste estudo no campo prático de atuação industrial desta organização.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Identificar as principais fontes de emissão de gases de efeito estufa em uma indústria de beneficiamento de papel fotográfico localizada na cidade de Manaus/AM com o uso da ferramenta do PBGHGP

1.2.2 Específicos

- Inventariar as fontes de emissão de gases de efeito estufa escopo 1 (emissões diretas) e 2 (emissões indiretas) através da verificação fática e acuracidade de dados;

- Contabilizar a emissão dos GEE em dióxido de carbono equivalente (CO₂e) através da ferramenta do PBGHGP;
- Com base no inventário realizado, analisar a gestão das emissões de GEE identificadas.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

Para responder aos objetivos deste estudo, o trabalho foi subdividido em capítulos que comporão, de forma fundamentada, todo o estudo aqui realizado. A subdivisão contribui diretamente para a organização das informações colhidas e tratadas, possibilitando uma compreensão mais sistematizada do conteúdo deste trabalho.

Assim sendo, o primeiro capítulo do estudo se pautou pela descrição da introdução ao tema, bem como pela identificação e justificativa do problema, elencando também os objetivos do estudo (geral e específicos), além de alocar a contribuição e relevância do tema, a delimitação da pesquisa e o escopo do trabalho.

Já no capítulo segundo deste estudo, abordou-se sobre o conteúdo da revisão bibliográfica, efetivado através das obras selecionadas e analisadas por este estudo e que forneceram embasamento indispensável para a presente pesquisa e sua contextualização. Ademais, no presente capítulo, em seus respectivos tópicos 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4, foram abordadas informações referentes ao meio ambiente, a gestão ambiental, emissão de gases efeito estufa e o inventário de GEE, expondo uma contextualização baseada em contextos bibliográficos, legais e estatísticos.

No terceiro capítulo, foram expostas as informações pertinentes a metodologia utilizada na realização do presente estudo, discriminando-as quanto: caracterização (tópico 3), especificação do problema (3.1), fluxograma (3.2), procedimento metodológico (3.3), etapas (3.4), coleta de dados (3.5) e análise de dados (3.6).

Não obstante, em seu quarto capítulo, o estudo expõe os resultados e discussões levantados em face do estudo de caso realizado. Empregando neste capítulo todos os aspectos definidos para esta pesquisa, como a formulação e identificação do problema, o levantamento dos dados coletados, a aplicação da metodologia escolhida e a própria análise dos dados, formulando assim os resultados obtidos pelo estudo de caso, bem como as discussões sobre os dados percebidos.

Por fim, o presente estudo obteve as conclusões finais da investigação, que buscaram responder aos objetivos predefinidos, bem como à problemática analisada, demonstrando as percepções fáticas encontradas pelo pesquisador e direcionando recomendações e sugestões para possíveis análises a serem realizadas por trabalhos futuros na seara ambiental, dentro de um contexto industrial da emissão de GEE.

CAPÍTULO 2

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A emissão desenfreada de GEEs na atmosfera, principalmente a emissão de dióxido de carbono, acaba por agravar o efeito estufa e com isso desencadear uma série de problemáticas que afetam todo o planeta, como o próprio aquecimento global e o comprometimento do ar atmosférico, podendo desencadear uma série de doenças respiratórias.

De acordo Rolim (2000), o estudo de caso deve ser empregado quando o estudo do pesquisador apresentar um problema do tipo “como” e “porque”. Assim, tomando por base que a questão problema, predefinida por esse estudo, se permeia pela indagação de como ocorre o controle da emissão de GEE's numa indústria de beneficiamento de papel fotográfico situada na região de Manaus/AM, se pode perceber a importância do emprego do estudo de caso para a resolução de tal problemática.

Já para Vergara (2016), afirma se pode compreender como estudo de caso a pesquisa realizada no campo da prática, onde a problemática esteja inserida, possibilitando que o pesquisador possa analisar as reais condições da sua abordagem de estudo diante dos resultados percebidos na prática. Para Fernandes et al., (2020), os impactos provocados pela emissão de GEEs não afeta apenas o local onde ocorre tal emissão, mas o comprometimento é de ordem mundial.

De acordo com Monzoni (2008) os participantes do PBGHGP devem incluir em seu inventário de emissões todos os GEE regulados pelo Protocolo de Kyoto. São eles: Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O), Perfluorcarbonos (PFCs), Hidrofluorcarbono (HFCs), Trifluoreto de Nitrogênio (NF_3) e Hexafluorido de Enxofre (SF_6). Tais gases são de fontes antropogênicas, sendo os três primeiros citados considerados os mais abundantes.

Além disso, o metano (CH_4) leva um menor tempo na atmosfera, quando comparado com o dióxido de carbono (CO_2). Todavia, o CH_4 se demonstra muito mais eficiente no quesito de aprisionamento da radiação do que o CO_2 , sendo que o CH_4 possui um potencial de aquecimento global estimado em 21 vezes maior do que o CO_2 num lapso temporal de 100 anos. Contudo, em relação ao CO_2 , o seu tempo de permanência na atmosfera é aferido em cerca de 150 anos (FERNANDES; NOGUEIRA; JIMENEZ, 2020).

Para Dutra et al. (2019) para que seja possível aferir a qualidade do ar de uma determinada região, se faz necessário que haja o monitoramento da emissão do grupo de poluentes, quer seja pela ocorrência dos mesmos, ou pelos efeitos adversos provocados. Ainda de acordo com os autores, além do controle posterior, é de suma importância que a emissão de GEEs seja controlada de forma contínua, de modo a verificar quais os possíveis níveis de GEEs que determinada indústria está emitindo num determinado local (DUTRA et al., 2019).

No ensejo do que aludem Dutra et al. (2019) se pode perceber que é de suma importância que haja a cooperação das indústrias de uma determinada região para que haja o eficiente monitoramento das emissões de GEEs. Assim, se percebe qual a importância da aplicação desse estudo de caso, em face da verificação do controle de emissão de GEEs, realizado na indústria do PIM e alvo da análise desta pesquisa, tendo em vista está situada na cidade de Manaus/AM, onde o próprio estado do Amazonas tem sido considerado um grande emissor de GEEs no âmbito nacional pelo uso do solo e desmatamentos.

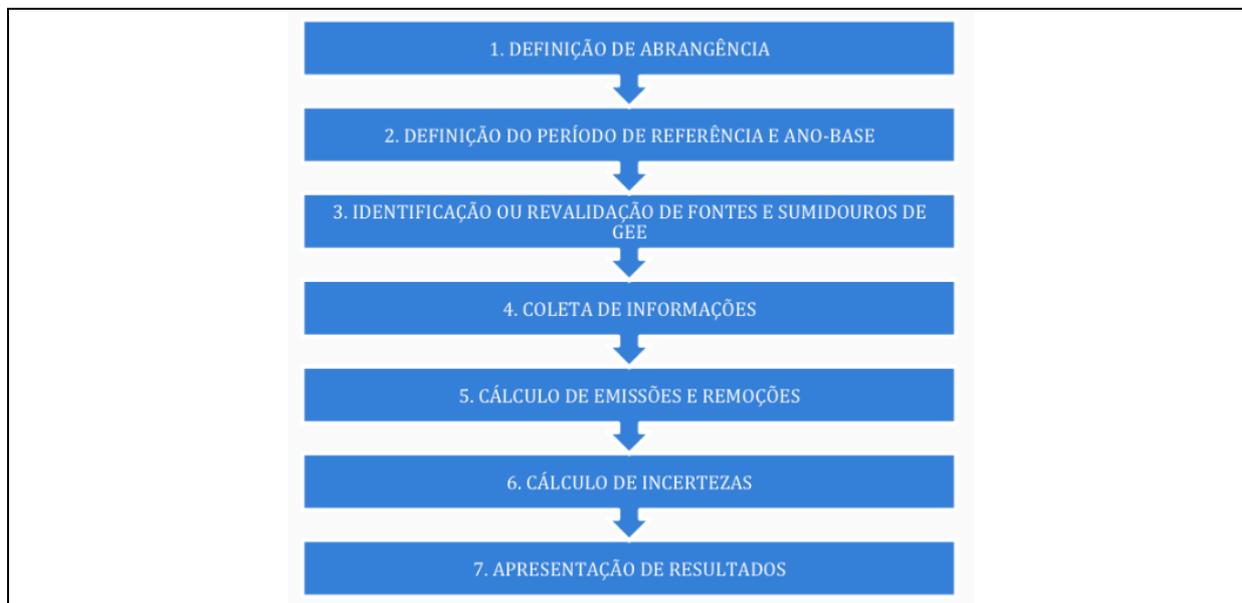
Busca-se pelo equilíbrio entre as emissões de GEEs e as suas remoções, de forma a encontrar um nível de sustentabilidade entre as ações humanas e o meio ambiente. Nesse sentido, se pode dizer que dentre as fontes emissões de GEEs, estão: as atividades industriais; a queima de combustíveis e o desmatamento. Enquanto sob a ótica das remoções de tais emissões estão as florestas para auxiliar a preservação do meio ambiente (DUTRA et al., 2019).

Dessa forma, o presente estudo de caso procurou compreender as fontes de emissões diretas de GEEs de uma indústria do PIM de beneficiamento de papel fotográfico, a qual pode ser fonte de propriedade da empresa, ou sob seu controle operacional. Além da verificação das fontes de emissões indiretas, as quais são emissões que são consequência das atividades desenvolvidas pela organização, mas que ocorrem em fontes de propriedade de ou controladas por outra empresa.

De acordo com a ferramenta do PBGHGP, os Escopos 1 e 2 comportam o tipo de emissões de GEEs, onde o Escopo 1 inclui as emissões derivadas das categorias de combustão derivada, combustão móvel e emissões fungíveis e o Escopo 2 que inclui as emissões derivadas da categoria de aquisição de energia. O GHG Protocol (*Greenhouse Gas Protocol*) do programa brasileiro define os aspectos inerentes aos Escopos 1 e 2, para cálculo de emissão de GEEs. Desse modo, o estudo de caso aplicado à indústria alvo da presente pesquisa investigou os dados apresentados pelo Escopo 1 (emissões diretas) e pelo Escopo 2 (emissões indiretas e obrigatórias do consumo de energia adquirida). O desenvolvimento do

estudo de caso se norteou pelo levantamento do inventário de emissão de GEEs, contemplando os passos expostos abaixo pela figura 2.1.

Figura 2.1 – Etapas para a realização do levantamento das emissões de GEEs



Fonte: IPCC (2006).

A abordagem de cálculo pode ser pelo sistema de medição direta, onde as medições são realizadas por meio de monitoramento do fluxo de fluido em um processo contínuo (Ex. petroquímicas e outras indústrias automatizadas), pelo balanço de massa, que é feito pelo balanço dos elementos que entram e saem do sistema e/ou também denominado cálculo estequiométrico ou pela estimativa de emissões, a qual é determinada pela multiplicação dos dados de atividade pelos fatores de emissão apropriados.

De acordo com Brasil, De Souza Junior e De Carvalho Junior (2009) os dados de atividades são uma medida que expressa a intensidade de uma dada fonte emissora. São exemplos de dados de atividade a distância percorrida por caminhões trazendo insumos para uma indústria, o consumo de combustível em uma frota de ônibus de transporte de funcionários, o consumo de óleo diesel em geradores de energia elétrica, o número de horas de trabalho de uma bomba d'água, a quantidade (i.e., massa) de eletrodos de grafite utilizados em soldas, a quantidade de resíduos orgânicos gerados, e assim por diante.

Os autores citados acima também afirmam que o fator de emissão é uma expressão da emissão associada a uma unidade de atividade da fonte. Os fatores de emissão reportam a

quantidade de CO₂ equivalente emitida por unidade de atividade. Assim, expressam a quão intensiva é uma dada atividade.

A tabela 2.1 exemplifica os fatores de emissão em quilograma de gás por unidade de medida, realizada após identificação da atividade do escopo 1 ou 2 e seu respectivo quantitativo.

Tabela 2.1 – Exemplos de fatores de emissão.

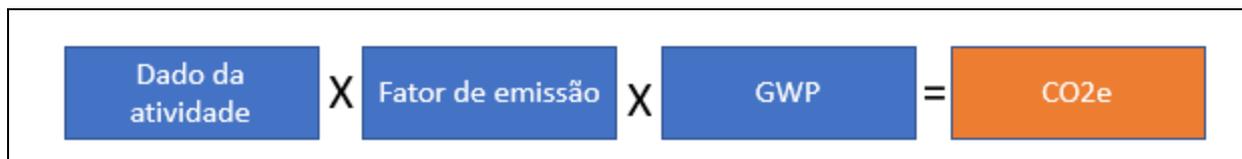
ATIVIDADE	DADOS DA ATIVIDADE	FATOR DE EMISSÃO
Consumo de energia elétrica	Quantidade em kWh	kgCO ₂ /kWh
Queima de gás natural em caldeira	Quantidade de gás natural (m ³)	kgCH ₄ /m ³
Geração de energia em grupo gerador (ciclo diesel)	Consumo de diesel (litro)	kgN ₂ O/litro

Fonte: Do autor (2021).

Quando não se dispõe de informação detalhada, há a opção de se utilizar fatores de emissão disponíveis na literatura. Neste caso, é importante que se tenha cuidado para empregar fatores os mais próximos da realidade e, se possível, conservadores. São fatores conservadores aqueles que superestimem alguma emissão, em razão do desconhecimento de alguma informação. Por exemplo, se não se conhece o teor de álcool na gasolina deve-se considerar como o menor valor possível, pois este resulta na maior emissão de GEE possível. Desta forma, paga-se um preço pelo desconhecimento, sem prejuízo do cenário de emissão da empresa junto à stakeholders (BRASIL; DE SOUZA JUNIOR; DE CARVALHO JUNIOR, 2009).

Ainda de acordo com o GHG Protocol (2011, p. 8) o dióxido de carbono equivalente, (CO₂e) se trata da unidade de medida utilizada para que se possa comparar a intensidade da radiação de um determinado GEE a do dióxido de carbono. Assim, o CO₂e deverá ser empregado para calcular a massa de determinado GEE, devendo essa ser multiplicada pelo seu potencial de aquecimento global (GWP). No mesmo sentido, cumpre aqui destacar que as emissões de gases de efeito estufa pode ser aferida pela massa total de um GEE liberado na atmosfera (GHG PROTOCOL, 2011, p. 8). A figura 2.2 confere a sequência das operações a serem realizadas, visando obter o resultado do dióxido de carbono equivalente.

Figura 2.2 – Operações para obtenção do CO₂e



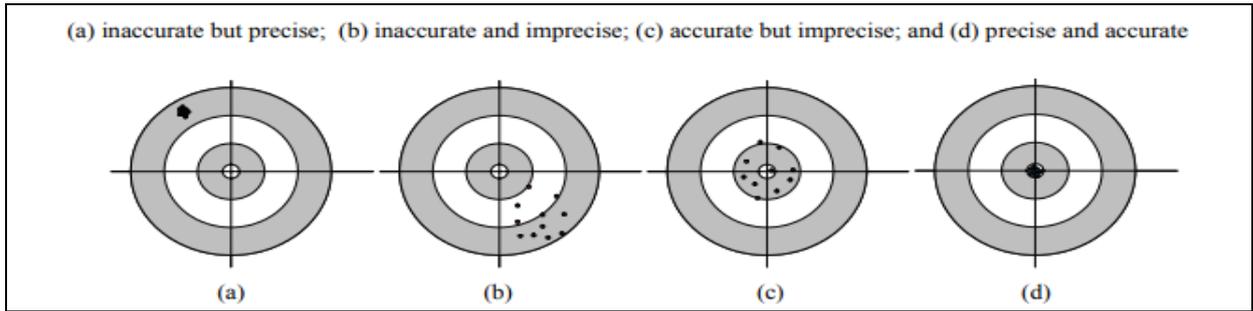
Fonte: Do autor (2021).

As emissões de cada GEE (CO₂, CH₄, N₂O etc.) são calculadas separadamente e, posteriormente, convertidas a equivalência de dióxido de carbono (CO₂) com base no seu potencial de aquecimento global. No que concerne ao GWP, esse se trata do fator que irá descrever o impacto deferido pela força radiativa de uma unidade, que é baseada pela massa de um determinado GEE, relativa à unidade de CO₂ equivalente num determinado período (GHG PROTOCOL, 2011).

Dessa forma, tomando por base todas as normatizações e diretrizes aqui discriminadas, cumpre destacar que para o levantamento do estudo de caso no contexto fático, o estudo investigou as fontes de emissões de GEEs numa indústria do PIM de beneficiamento de papel fotográfico, situada na região de Manaus/AM, adotando por base o GHG Protocol, no que contempla as emissões de Escopos 1 e 2. Os resultados do inventário foram apresentados em unidade de massa de tCO₂e (tonelada CO₂ equivalente), adotando o ano base (*baseline*) de janeiro a dezembro de 2019, que servirá como referência, tendo em vista que a empresa não possuía nenhum inventário. O período para fins de análise foi o ano subsequente ao baseline, ou seja, o período de janeiro a dezembro de 2020.

Na base de cálculo, empregado na análise dos resultados de Escopo 1 e 2, deverá ser admitido o cálculo das incertezas, observando as duas fontes de incertezas vinculadas a emissão de GEEs, sendo elas: a precisão, que leva em consideração o grau de variabilidade ou desvio padrão dos resultados; e a acuidade, que diz respeito ao grau de veracidade dos resultados, ou seja, o quão próximo esses resultados estão do valor de aceitação. De acordo com as diretrizes do IPCC (2006, p.8) a incerteza dos resultados deve ser reduzida até o limite da praticidade, utilizando assim o modelo de propagação das incertezas que pode ser conferido na figura 2.3, abaixo:

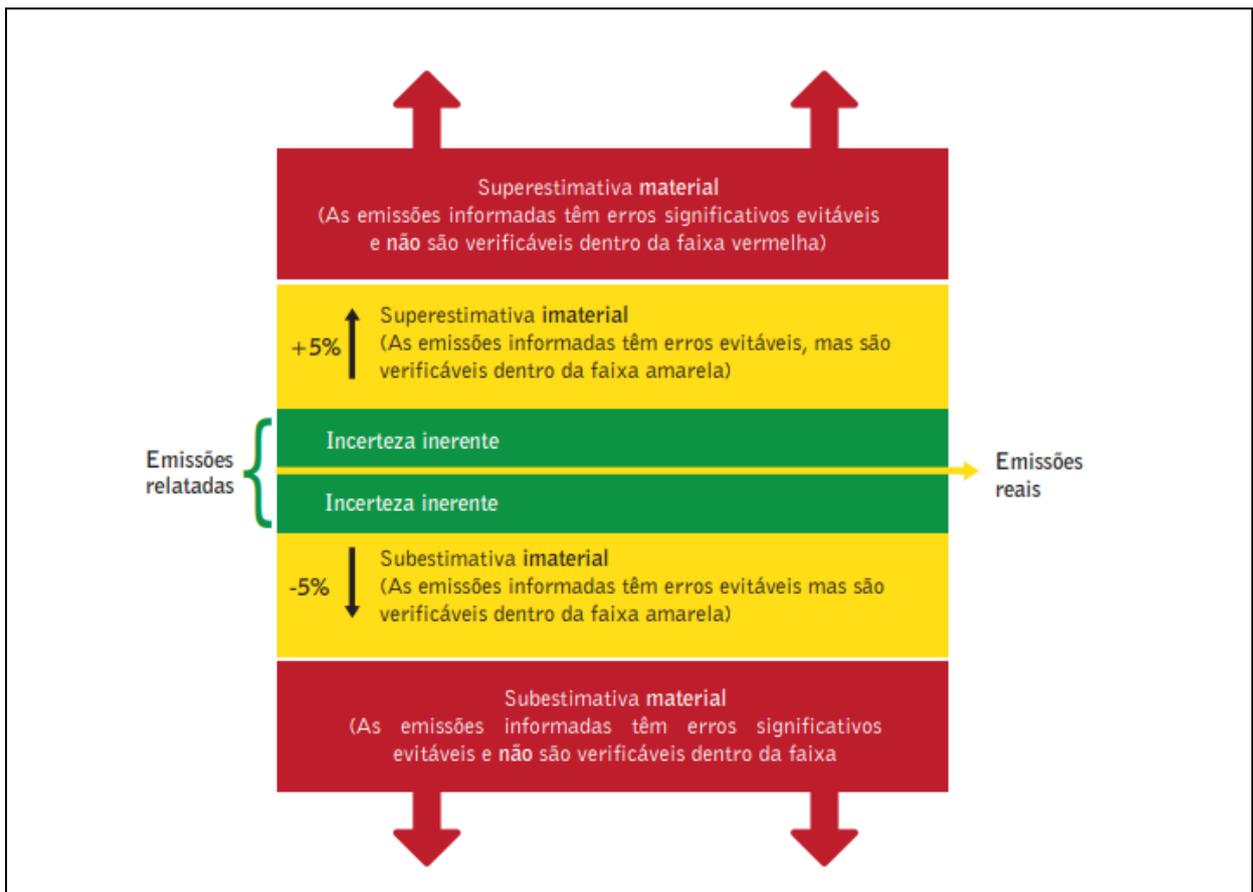
Figura 2.3 – Os passos para realizar o levantamento das emissões de GEEs



Fonte: IPCC (2006).

Neste vértice, o GHG Protocol apresenta o conceito do limite da materialidade que pode recair sobre as condições de incertezas. O que pode ser verificado abaixo, na figura 2.4:

Figura 2.4 – Aplicação conceitual do limite de materialidade.



Fonte: Programa Brasileiro GHG Protocol (2011).

Dessa maneira, seguindo as normatizações do GHG Protocol, os erros percebidos devem ser deduzidos para que o fator de emissão de GEEs seja determinado, seguindo a Eq. (2.1):

Equação 2.1 - Dedução de erros para determinação do fator de emissão

$$\frac{(soma\ de\ erros,\ omissões,\ desvios)\ X\ 100}{total\ de\ emissões} \quad (2.1)$$

Em que:

total de emissões são as informadas para cada escopo

De forma a exemplificar, o GHG Protocol (2011, p. 21) hipotetiza uma situação em que “determinada organização informou 100.000 tCO₂ no escopo 1 e 30.000 tCO₂ no escopo 2 e o órgão verificador calcula 4.000 tCO₂ em desvios no escopo 1 e 1.800 tCO₂ em desvios no escopo 2, a fórmula será aplicada conforme exemplifica as Eq (2.2) e (2.3), respectivamente.

Equação 2.2 - Exemplificação da equação aplicada em escopo 1

$$Percentual\ de\ exatidão\ do\ escopo\ 1 = (100 - 4000 \times 100) \div 100000 = 96\% \quad (2.2)$$

Equação 2.3 - Exemplificação da equação aplicada em escopo 2

$$Percentual\ de\ exatidão\ do\ escopo\ 2 = (100 - 1800 \times 100) \div 30000 = 94\% \quad (2.3)$$

Diante dos resultados acima percebidos, de acordo com o GHG Protocol (2011, p. 21) se pode afirmar que:

[...] o percentual de exatidão resultado do escopo 1 seja mais alto que o limite de materialidade, o inventário de GEE não pode ser considerado preciso porque o percentual de exatidão do escopo 2 está abaixo do limite estipulado pelo Programa Brasileiro. Observe que, se os percentuais de exatidão de ambos os escopos fossem somados, o resultado seria de 95,5% e o inventário de GEE seria erroneamente considerado preciso.

Neste vértice, oportuno destacar que a revisão bibliográfica se permeia pela análise de obras e conteúdos desenvolvidos por outros autores e que também abordam a temática percorrida por esta pesquisa. Assim sendo, é notória a relevância da contribuição desta revisão bibliográfica para a fundamentação dos objetivos do estudo, haja vista que os resultados

obtidos por outros pesquisadores contribuem para apontar dados específicos que são indispensáveis para direcionar o leitor quanto à abordagem desta pesquisa.

Desta maneira, dar-se-á início ao desenvolvimento da revisão bibliográfica e o próximo capítulo do presente estudo será dedicado à contextualização do meio ambiente, apontando dados relevantes e características peculiares que permeiam tal temática, demonstrando claramente a importância do meio ambiente e como ele é definido em sua percepção teórica e fática. Cumpre salientar que devidos aspectos legais também serão identificados e apontados pelo presente estudo.

2.1 MEIO AMBIENTE

Tomando por base o crescimento econômico e o desenvolvimento tecnológico, são notórios os grandes benefícios decorrentes desta evolução. Contudo, tal evolução provocou uma série de efeitos colaterais negativos que insurgem diretamente sobre o meio ambiente, ocasionando a sua degradação e, conseqüentemente, reduzindo a qualidade de vida do homem, bem como deteriorando as perspectivas legais que recaem sobre o aspecto da preservação ambiental (ROLIM, 2000).

Assim, o meio ambiente passou a ser objeto de proteção e diversas discussões que recaem sobre a sua preservação. Nesta égide, é de suma importância destacar a conceituação do meio ambiente, se permeando pelo conceito legal estabelecido através da Lei N° 6.938, promulgada em 31 de agosto de 1981, que versa exatamente sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Em seu art. 3º, inciso I, o referido diploma legal estabelece o conceito de meio ambiente, sendo este: “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (BRASIL, 1981).

No mesmo sentido, a NBR ISO 14001:2015 apresentou também uma conceituação de meio ambiente, afirmando que este se trata de uma “circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo-se ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações” (ABNT, 2015). Todavia, no Brasil se aplica a definição legal de meio ambiente positivada pelo art. 3º, inciso I, da PNMA, conforme já destacado acima (BRASIL, 1981). Haja vista que tal conceituação é ampla e contempla todo o conjunto de bens produzidos pelo homem e que pode afetar a sua existência, sendo eles naturais ou não (KRZYSCZAK, 2016).

Numa interpretação sistemática do conceito legal de meio ambiente positivado pelo PNMA, se pode perceber a existência de um vínculo de interdependência do homem para com o meio ambiente, não se tratando apenas da designação de um objeto específico, mas de uma interligação entre as ações humanas e os resultados incorridos no meio ambiente, como um efeito de causas e consequências (BRASIL, 1981; KRZYSCZAK, 2016).

Por meio do entendimento de que as causas originadas pelas ações humanas incorrem em consequências que afetam diretamente o meio ambiente, sendo elas positivas ou negativas, emerge assim uma aceitação generalizada que pauta pela busca do equilíbrio entre as necessidades humanas e a manutenção ambiental. Desta forma, busca-se compreender as complexas dinâmicas de interação entre os dois sujeitos desta relação, aprofundando e ampliando o conceito de meio ambiente através de uma ótica que visa à sustentabilidade de tal interação (FEIL; SCHREIBER, 2017).

De acordo com Krzysczak (2016), sabendo que o meio ambiente é o conjunto de bens que permeiam a interação e integração dos elementos culturais, naturais, artificiais e do trabalho, que propiciam o desenvolvimento equilibrado, se pode então compreender que não haverá a materialização de um ambiente sadio enquanto não se elevar a qualidade dessa interação e integração presentes na relação de interdependência entre o homem e o meio ambiente, numa busca efetiva pelo seu equilíbrio.

Segundo Feil e Schreiber (2017), se faz necessário compreender que, enquanto os recursos humanos são infinitos e suportam a evolução social e econômica, os recursos naturais disponíveis no meio ambiente possuem a característica de serem finitos, havendo assim a clara necessidade de impor limites eficazes para assegurar o equilíbrio da biosfera, principalmente no que concerne à absorção de poluentes e a utilização de recursos naturais.

Ainda de acordo com os autores supracitados, a concepção do meio ambiente como uma biosfera adveio da globalização do mercado, através da informação e da percepção da existência de inter-relações entre os fenômenos ambientais detectados no âmbito local e global, sendo este o denominado organismo Gaia. Na hipótese de Gaia, também denominada de biogeoquímica, se compreende a ecologia de maneira mais profunda, propondo que a biosfera e os componentes naturais estão diretamente integrados, formando um complexo sistema de interações que irão influenciar nas condições climáticas e biogeoquímicas (FEIL; SCHREIBER, 2017).

Através da compreensão dos ciclos biogeoquímicos é possível identificar a potencialidade de impactos ambientais decorrentes da introdução de substâncias químicas em níveis elevados no meio ambiente. Haja vista que os ciclos biogeoquímicos se tratam de

processos naturais onde há a presença de elementos químicos que passam a circular no meio ambiente e entre os seres vivos (FEIL; SCHREIBER, 2017).

Assim, ao considerar o meio ambiente como uma biosfera, a educação ambiental passa a ser aplicada numa concepção global, ampliando o conceito de meio ambiente, considerando as inter-relações que interferem no equilíbrio do mesmo, desenvolvendo uma busca pela aquisição de uma consciência cósmica e de um pensamento planetário que vise à aplicação de medidas preventivas sobre os efeitos colaterais decorrentes da inserção de substâncias lesivas ao equilíbrio ambiental (FEIL; SCHREIBER, 2017).

Fator este que passou a desencadear uma maior preocupação, gerando discussões aplicadas ao âmbito da preservação e da sustentabilidade ambiental, objetivando o alcance do equilíbrio entre o desenvolvimento humano e a manutenção do meio ambiente, a fim de evitar uma maior degradação (FEIL; SCHREIBER, 2017). O que ocorreu justamente na contramão da perspectiva fática adotada até o ano de 1980, onde a preocupação ambiental se debruçava sobre a prática de ações corretivas, aquelas aplicadas após a realização das ações humanas, como forma de amenizar os impactos ambientais.

A partir do ano de 1981, através da promulgação da PNMA, com o advento da Lei Nº 6.938, as ações aplicadas ao meio ambiente ganharam uma concepção preventiva, sob a ótica de se adotar medidas que antecedam as ações humanas, de forma a mitigar os efeitos negativos que possam recair sobre o meio ambiente, ao invés de apenas corrigi-los. Além disso, a própria PNMA passou a considerar o meio ambiente como um patrimônio público, devendo este receber uma maior segurança e proteção, tendo em vista o seu uso coletivo numa visão passada, presente e futura (BRASIL, 1981).

Ao adotar uma nova concepção sobre a preservação ambiental, a PNMA abriu caminhos para novos aspectos legais aplicados às questões ambientais no âmbito nacional. Tais aspectos ganharam – em 1988 – uma força normativa de ordem constitucional, com o advento da Constituição Federal de 1988 PNMA (BRASIL, 1988).

Assim, a Lei Supra de 1988 inseriu no seu corpo normativo regras expressas sobre a preservação ambiental, direcionando a responsabilidade legal ao Legislador para desenvolver normas infraconstitucionais que abarquem a preservação e a manutenção do meio ambiente em face das ações humanas, contemplando assim os objetivos da PNMA e adotando uma responsabilidade civil-legal para as práticas lesivas PNMA (BRASIL, 1981; 1988).

Deste modo, ao falar em meio ambiente, é irrefutável analisar os aspectos legais que recaem sobre a proteção do mesmo, tendo em vista que este passou a ser considerado um direito social e coletivo a partir da promulgação da Constituição Cidadã de 1988 que,

inclusive, estatuiu o equilíbrio ambiental como uma condição para a obtenção de uma vida digna em sociedade, em concomitância com os princípios legais da PNMA (BRASIL, 1981; 1988).

2.1.1 Aspectos legais de ordem constitucional

O meio ambiente possui proteção a nível internacional e no Brasil não é diferente, pois o meio ambiente é considerado um patrimônio da humanidade e o seu equilíbrio é visto como uma ferramenta para o alcance de uma digna no seio da sociedade. Neste sentido, é sabido que a matéria do meio ambiente ganha respaldo legal no ordenamento jurídico brasileiro, por força constitucional. Pois, através da Constituição Cidadã de 1988, o meio ambiente equilibrado passou a ser matéria essencial no rol de direitos concedidos aos indivíduos em solo nacional.

No bojo do seu corpo normativo, a Constituição de 1988, em seu art. 225, positiva que todos os indivíduos possuem o direito de terem acesso a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, sendo este um bem de uso geral e comum, como também indispensável para a manutenção de uma sadia qualidade de vida. Ademais, através da sua força normativa, o diploma legal assegura ao Poder Público, bem como à sociedade, o dever de defender e preservar o meio ambiente, assegurando também o acesso das gerações futuras a um meio ambiente equilibrado.

Não obstante, a Carta Magna de 1988, também se preocupa com a fiscalização das ações desprendidas pelas indústrias e que podem afetar a manutenção saudável do meio ambiente. Assim sendo, a norma constitucional impõe que legislação específica amplie o rol de regras aplicáveis à preservação do meio ambiente, sendo estas positivadas pela legislação infraconstitucional. Até aqui, se demonstra a alta relevância da preservação ambiental para o ordenamento jurídico brasileiro, sendo este um bem público e coletivo de caráter inviolável.

Contudo, o cenário fático demonstra resultados preocupantes para a materialização dos interesses constitucionais e infraconstitucionais que versam sobre a preservação do meio ambiente. Como já visto, o avanço tecnológico trouxe consigo uma ampliação do setor industrial e, conseqüentemente, aumentou a gama dos impactos ambientais decorrentes das atividades destas indústrias.

Vale ressaltar que a concepção legal adotada a partir da promulgação da PNMA em 1981, o ordenamento jurídico brasileiro passou adotar uma série de avanços quanto à

preocupação com a preservação ambiental no país, através de uma perspectiva global. Portanto, o presente subcapítulo irá analisar os aspectos legais de maior relevância para a inter-relação do homem com o meio ambiente, principalmente aqueles que recaem sobre a responsabilidade civil das indústrias em face da degradação do meio ambiente.

De acordo com Rolim (2000), é sabido que o ser humano interfere diretamente nas condições ambientais através das consequências de suas ações, através da produção de resíduos sólidos, líquidos e gasosos que podem ser lesivos ao equilíbrio ambiental. Para a autora, esta interferência lesiva decorre tanto dos processos industriais, quanto do uso inadequado dos produtos que deles provém. Outrora, o maior impacto é oriundo dos processos industriais primários, que podem ocasionar resultados mais lesivos e fortemente potencializadores da degradação ambiental (ROLIM, 2000).

No Brasil, não obstante dos demais países, as consequências nocivas das ações humanas em face do meio ambiente passaram a ser uma preocupação de ordem legal. Em meio a esta preocupação latente para com a preservação do meio ambiente, se originou a matéria legal do Direito Ambiental, se debruçando sobre preceitos fundamentais que prezam pelo desenvolvimento sustentável, possuindo um extenso arcabouço de diretrizes que agem em prol desse objetivo (FIORILLO, 2018).

Destarte, se pode afirmar que a conferência realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU), ocorrida no ano de 1972, em Estocolmo, foi também à propulsora do estímulo vivenciado pelo Brasil, despertando a consciência ambiental e conduzindo o país para o desenvolvimento de uma legislação interna que abarcasse todas as questões ambientais. Estas preocupações foram inseridas no corpo normativo da Lei nº 6.938/81 e, posteriormente, o Direito Ambiental ganhou corpo constitucional sendo inserido na Constituição Federal de 1988, bem como pela Lei 9.795 de 1997 (BORTOLON; MENDES, 2014).

A Constituição Federal de 1988 foi a primeira a adotar normas de caráter ambiental, anteriormente, essas normas foram inclusas somente na legislação infraconstitucional pela PNMA em 1981. A Carta Magna de 1988 é reconhecida por abranger uma série de direitos de ordem social e fundamental, popularmente conhecida por valorar o bem-estar social e nomeada de Constituição Verde, justamente por possuir forte arcabouço de diretrizes ambientais. Dessa forma, é sabido que o meio ambiente é indispensável para uma vida humana equilibrada e assim, o diploma legal passou a inserir em seu corpo normativo aspectos que buscam a preservação ambiental (BRASIL, 1988).

O referido diploma constitucional traz um rol de princípios que são adotados pelo Direito ambiental. Tais princípios aparecem tanto de forma explícita, como de forma implícita

e devem ser observados como norteadores para um desenvolvimento humano, político e econômico equilibrado. Assim sendo, se pode destacar: o princípio da dignidade da pessoa humana; o princípio da responsabilidade; o princípio da precaução; o princípio do desenvolvimento sustentável, o princípio do poluidor-pagador; o princípio da participação comunitária e o princípio da função social da propriedade (BRASIL, 1988; FIORILLO, 2018).

Cumpra aqui a observância de alguns princípios constitucionais, de ordem geral, que estão inseridos no rol dos princípios ambientais. No que concerne ao princípio da dignidade da pessoa humana, positivado pelo art. 1º, inciso II da referida lei, este versa sobre direitos básicos que são indispensáveis para que o indivíduo tenha uma vida digna e entra no rol desses direitos, o direito a um meio ambiente equilibrado. Quanto ao princípio da função social da propriedade, esse pode ser observado no art. 5º, inciso XXIII, positivando que a propriedade deve atender a sua função social, observando o aproveitamento e utilização racional dos recursos naturais que são indispensáveis para a preservação do meio ambiente (BRASIL, 1988).

Ainda no art. 5º, a Constituição Cidadã de 1988, positiva em seu inciso LXXIII, que qualquer cidadão tem legitimidade para propor ação popular que vise à anulação de atos nocivos ao meio ambiente. Nesse contexto, o legislador reafirma a sua preocupação com a preservação do meio ambiente, doando aos indivíduos o poder de movimentar o judiciário em prol da segurança de seus direitos fundamentais, como o direito a conviver com um meio ambiente equilibrado (BRASIL, 1988).

Mais adiante, em seu art. 23, se pode observar que a norma trata da competência comum existente entre a União, os Estados membros, o Distrito Federal e os Municípios, para legislar sobre matérias ambientais, em prol de assegurar a proteção do meio ambiente e o combate à poluição em qualquer forma, bem como para preservar as áreas ambientais que comportem floresta, flora e fauna da territorialidade de suas competências (BRASIL, 1988).

Já no art. 24, incisos VI, VII e VIII, o legislador assegura a competência relativa para todos os entes estatais que reflète sobre a capacidade de legislar sobre a proteção do ambiente, o patrimônio histórico, artístico, cultural, turístico e paisagístico, bem como sobre a responsabilidade ao dano ambiental (BRASIL, 1988).

Doravante, é importante destacar o conteúdo normativo do art. 170, caput, inciso VI, no qual diz que a ordem econômica é fundada com o objetivo de assegurar uma existência digna, respeitando os ditames da justiça social e sob a observância de alguns princípios, como o princípio da defesa do meio ambiente. É justamente nesse artigo que a Constituição Federal

de 1988 demonstra a importância da preservação do meio ambiente frente à ordem econômica, visto que as maiores catástrofes ambientais partem das ações realizadas pelo desenvolvimento econômico e tecnológico em decorrência, principalmente, das ações industriais (BRASIL, 1988; FIORILLO, 2018).

Ademais, é no capítulo VI da Constituição Federal de 1988 que estão dispostas as maiorias das normas e princípios da ordem jurídica ambiental. A existência de um capítulo que verse sobre o tema de matéria ambiental, reforça a importância da preservação do meio ambiente e do desenvolvimento sustentável para assegurar os objetivos e preceitos do Estado Democrático de Direito. Haja vista, que o direito a um meio ambiente equilibrado se trata de uma garantia fundamental e a não concessão desse direito irá impactar sobre os demais direitos fundamentais positivados pela Lei Maior de 1988 (BRASIL, 1988).

Destarte, é justamente no art. 225 que a Constituição Federal de 1988 doa uma maior atenção para a matéria constitucional. O caput do referido artigo assegura que todos os indivíduos, sem distinção, têm direito a um meio ambiente equilibrado, sendo esse um bem de uso comum e coletivo, indispensável para a materialização de uma vida saudável, sendo a sua preservação obrigatória ao Poder Público e a própria coletividade. Nota-se no caput do referido artigo a presença do princípio da participação comunitária, onde os indivíduos devem participar e agir em prol da preservação do meio ambiente (BRASIL, 1988).

No §1º do art. 225, o legislador elenca em seus incisos, as obrigações do Poder Público para assegurar a efetividade do direito à preservação ambiental. No inciso I, o legislador impõe ao Estado a obrigação de preservar e restaurar processos ecológicos que sejam essenciais à vida humana, além da obrigação de promover a manutenção ecológica dos ecossistemas e das espécies existentes. Doravante, no inciso II do §1º, o legislador afirmar ser de responsabilidade estatal a preservação da diversidade, bem como a manutenção da integridade do patrimônio genético do país, ficando incumbido da responsabilidade de fiscalizar as entidades que manipulam esse tipo de material (BRASIL, 1988).

No inciso V, §1º do art. 225, o legislador incumbe ao Estado à obrigação de controlar a produção, comercialização e o emprego de métodos, técnicas e qualquer substância que ofereça riscos iminentes para a vida, para o meio ambiente e para a qualidade de vida dos indivíduos. Em seu §2º, o legislador positiva sobre o princípio da responsabilidade, assegurando que todos aqueles que explorarem recursos minerais ficará obrigado a recuperar o meio ambiente da localidade de exploração, o qual foi degradado pela atividade mineradora (BRASIL, 1988).

Já o §3º do mesmo artigo, coaduna no princípio da responsabilidade, afirmando que os infratores que praticarem condutas ou atividades lesivas ao meio ambiente, estarão sujeitos a sanções penais e administrativas, além da obrigação de reparar o dano cometido. Aqui, se pode perceber a presença do princípio poluidor-pagador, onde a constituição atinge esses indivíduos tanto com as sanções, quanto com a obrigação do reparo ambiental (BRASIL, 1988).

Oportuno aqui destacar a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei Nº 12.187 de 2009, no qual oficializou um compromisso voluntário assumido pelo Brasil, diante das Nações Unidas e da sua Convenção-Quadro que pauta sobre a mudança climática e a redução das emissões de GEE. Em seu art. 12, a referida lei oficializa o compromisso de dispor de ações mitigadoras das emissões de GEE em prol da redução de 36,1% a 38,9% de suas emissões de gases de efeito estufa.

Destarte, o Acordo de Paris de 2015, se tratou de um ponto de extrema relevância para o regime das mudanças climáticas provocadas pelas emissões de GEE e geridas pelas Nações Unidas. Assim, o referido acordo traz uma abordagem global, possibilitando que diversos países aderissem, de forma voluntária, ao mencionado acordo global (PEIXER, 2019). Não obstante, Através do Decreto Nº 9.073, de 5 de junho de 2017, o Brasil se tornou consignatário do presente acordo, assumindo a redução das emissões de GEE progressivamente até o ano de 2030.

De acordo com a análise do art. 1º, alínea a, do Acordo de Paris, disposto em anexo pelo Decreto Nº 9.073, de 5 de junho de 2017, se pode verificar que o objetivo principal do referido acordo é “o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais, e envidar esforços para limitar esse aumento da temperatura a 1,5°C em relação aos níveis pré-industriais”. Todavia, relata Peixer (2019), sobre a inexistência de relatórios fáticos que confirmem o alcance do objetivo disposto pelo art. 1º do Acordo de Paris.

A maioria dos analistas concorda que não há virtualmente nenhuma perspectiva realista de atingir a meta de 2 graus (a temperatura já aumentou em 1 grau dos níveis pré-industriais), pelo menos sem alguma forma de engenharia climática, e os próprios estados reconheceram na decisão da COP de Paris, as NDCs que eles submeteram ficam bem aquém da meta de 2 graus. Assim, a mudança para um objetivo de temperatura mais rigoroso e, portanto, ainda mais irrealista, pareceria utópico (PEIXER, 2019, p. 138-139).

Nota-se, também, que o legislador, através do diploma constitucional de 1988, reafirmou a importância legal da preservação do meio ambiente, bem como atribuiu uma

responsabilidade legal para aqueles que ocasionarem danos ao meio ambiente. Este escopo legal conferiu a necessidade de uma educação ambiental, positivada pela Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999, bem como pela elaboração de normas que prezem por um SGA, de forma a evitar o possível acometimento de danos lesivos ao patrimônio ambiental que decorram das ações humanas, principalmente aquelas de ordem industrial.

Diante do exposto, ficou até aqui demonstrada a importância legal do meio ambiente e da sua preservação, é de plena relevância para o estudo a realização de uma breve análise da gestão ambiental, de forma a apontar seus objetivos legais que permeiam pela epicena dos interesses coletivos atribuídos diretamente à preservação ambiental.

2.2 GESTÃO AMBIENTAL

Através do direcionamento constitucional sobre a importância da educação ambiental e de uma gestão ambiental pautada na preservação do meio ambiente, outras normas infraconstitucionais foram elaboradas para materializar tais objetivos. Neste contexto, a Lei Nº 9.795, de 1999, passou a positivar a educação ambiental como um requisito funcional para o desenvolvimento de uma maior consciência ecológica, materializando assim os interesses contidos no art. 225 da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988; 1999).

Em seu art. 8º, §2º e inciso III, a referida lei trata sobre a importância da capacitação dos recursos humanos, no que concerne a preparação de profissionais voltados para o desenvolvimento da Gestão Ambiental. Aqui, se pode perceber que tal matéria tem um viés legal, arraigado pelos próprios objetivos constitucionais (BRASIL, 1999).

De acordo com Feil e Schreiber (2017, p. 668), “as diversas discussões atreladas aos termos sustentável, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável ocorreram visando à obtenção do bem-estar humano em longo prazo por meio da gestão do sistema ambiental humano”. Numa perspectiva debruçada sobre a conceituação bibliográfica, entende-se a Gestão Ambiental como o processo de gerir, gerenciar, administrar, planejar, organizar, pensar o processo e visualizar o processo posto em prática de modo eficiente, levando em consideração o capital humano, as técnicas empregadas e o meio ambiente (DAL FORNO, 2017). Segundo Dal Forno (2017), o arcabouço legal atrelado ao meio ambiente concebeu uma nova percepção sobre a necessidade da preservação ambiental para a manutenção de um meio equilibrado. Após o advento da Constituição Federal de 1988, mais especificamente a partir da década de 1990, originou-se a concepção de que as empresas passassem a fazer um

determinado “dever de casa” cumprindo assim todas as exigências impostas pelas legislações ambientais em vigência no país (DAL FORNO, 2017).

Tal concepção legal despertou a necessidade da aplicação da Gestão Ambiental em face da materialização dos objetivos legais atrelado à preservação ambiental. Foi justamente este conjunto de exigências legais que originou o denominado Sistema de Gestão Ambiental (SGA), sistema esse que se articula diretamente com a percepção dos impactos ambientais que podem ser degenerados pelas atividades comerciais praticadas por um determinado empreendimento e que passam a ser geridos através do emprego da Gestão Ambiental (DAL FORNO, 2017).

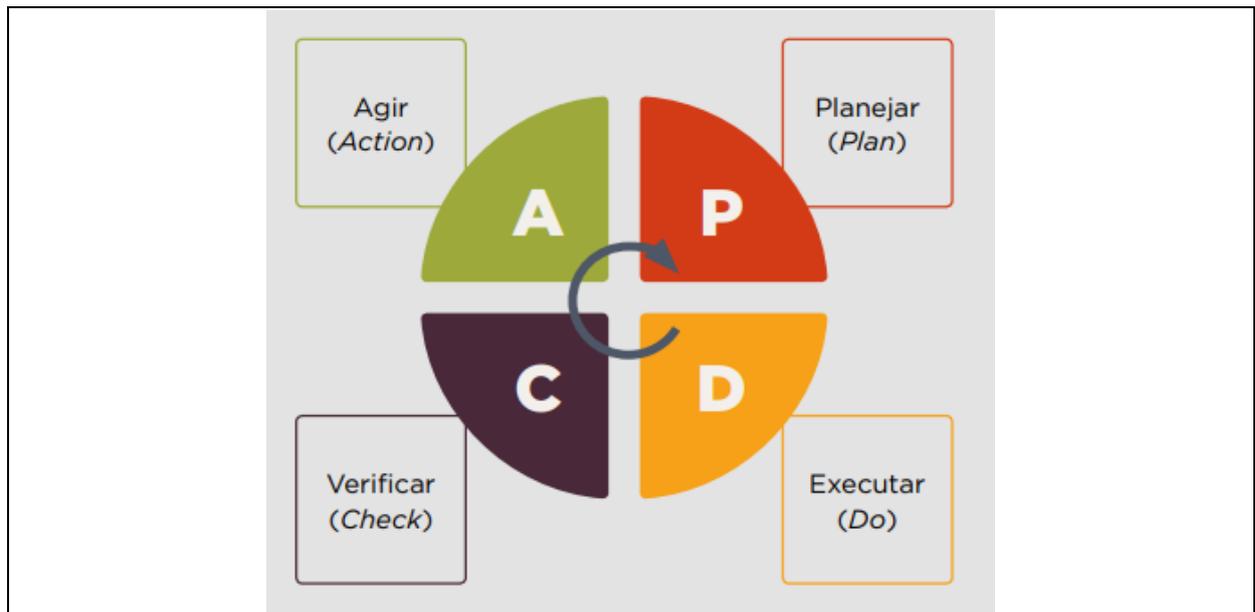
O SGA é gerido através da ABNT NBR ISO 14001:2015, que possui uma série de requisitos com orientações para o uso e implementação de um Sistema de Gestão Ambiental. Tal norma possui um caráter internacional, incluída diretamente na série de normas ISO 14000, trazendo uma ramificação de requisitos para que as organizações implementem o SGA em suas operações industriais (ISO 14001, 2015).

Conforme a conceituação apresentada pela própria NBR ISO 14001:2015, se pode compreender por um SGA:

[...] uma estrutura desenvolvida para auxiliar as organizações, independentemente de seu tipo ou porte, a planejar consistentemente ações, prevenir e controlar impactos significativos sobre o meio ambiente, gerenciar riscos e melhorar continuamente o desempenho ambiental e a produtividade. Além destes aspectos, um SGA permite avaliar e monitorar a conformidade em relação ao atendimento dos requisitos legais.

Diante do exposto supracitado, percebe-se que o SGA tem como princípio básico um ciclo pautado no emprego e desenvolvimento das atividades de planejamento, execução, verificação e ação, que possibilitarão a busca de uma melhoria contínua na Gestão Ambiental desempenhada pelas organizações. Conforme se pode identificar na representação ilustrativa do ciclo PDCA exposto abaixo, na Figura 2.5:

Figura 2.5 – Representação do ciclo da melhoria contínua (PDCA)



Fonte: ABNT NBR ISO 14001(2015).

Para Dal Forno (2017), a partir da década de 1980, através do advento da PNMA, originou-se a necessidade de se pensar no impacto ambiental decorrente das atividades industriais, quando se deu início a formação dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), contribuindo assim para a elaboração de demais normas subsequentes. De acordo com a autora, a Gestão Ambiental traz a proposta de que as organizações administrem a suas atividades empresariais de modo a ponderar as suas ações através das possibilidades possíveis de retorno, sob a observância do mercado e do meio ambiente (DAL FORNO, 2017).

Assim, ao pensarmos numa destinação final adequada a ser aplicada aos resíduos, quer sejam sólidos, líquidos ou gasosos, pensaremos num SGA, através do desempenho de uma Gestão Ambiental (DAL FORNO, 2017). Por outro lado, o planejamento do SGA independe do tamanho da organização. Pois, qualquer organização que apresente potencial lesivo ao meio ambiente através do desempenho das suas atividades, independentemente de ser de grande, médio ou pequeno porte, deve se adequar aos interesses legais de preservação do meio ambiente e buscar contingenciar os impactos ambientais que decorram de sua atividade organizacional, através do emprego de um SGA (FEIL; SCHREIBER, 2017).

O modelo de SGA deve contemplar o gerenciamento de todos os processos inerentes às atividades organizacionais e que recaiam sobre a Gestão Ambiental, acompanhando e gerenciando, de modo eficiente, todos estes processos em concomitância com a observação das previsões legais que abarcam tal cenário fático ambiental. O modelo de SGA pode ser identificado na Figura 2.6, exposta abaixo:

Figura 2.6 – Modelo de SGA.



Fonte: Dal Forno (2018).

A própria NBR ISO 14001:2015 adota a prevenção como o objetivo central do SGA. Portanto, os processos desenvolvidos pela Gestão Ambiental devem considerar todos os aspectos atrelados às atividades desempenhadas pelas organizações, bem como o potencial lesivo dos impactos ambientais que delas podem decorrer e as normatizações legais que tratam da matéria ambiental em âmbito local e global. Assim sendo, a Gestão Ambiental deve considerar o estudo prévio dos impactos ambientais, a implementação do SGA, a emissão de relatórios ambientais, a rotulagem ambiental, o gerenciamento de riscos ambientais, a educação ambiental no contexto empresarial, dentre outros fatores (AVENI, 2017).

Diante do modelo de SGA acima exposto, se pode observar que a emissão atmosférica e o mercado de créditos de carbono integram este sistema e faz parte das preocupações adotadas pela Gestão Ambiental. Nesse contexto, há de se pontuar que o desequilíbrio atmosférico provocado pelas emissões de GEEs é uma preocupação de âmbito global e que causa um grande impacto sobre os interesses públicos pautados na preservação do meio ambiente. Dessa forma, é imprescindível para o presente estudo uma breve análise sobre a emissão de GEEs no contexto da preservação ambiental, assunto que será apresentado pelo próximo subcapítulo.

2.3 EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA (GEE)

Como já fora mencionado no conteúdo abordado anteriormente por este estudo, o desequilíbrio atmosférico ocasionado por impactos ambientais decorrentes das ações humanas é uma grande preocupação em relação à preservação do equilíbrio ambiental. Nesta seara, as mudanças climáticas têm sido pauta de discussões globais que buscam proteger o sistema climático em prol da sua preservação para as gerações presentes e futuras. Deste modo, há uma nítida preocupação sobre as atividades humanas que corrobora para o aumento substancial das concentrações de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera (TORRES; FERMAM; SBRAGIA, 2016).

Os GEEs são de compostos gasosos que possuem a capacidade de absorção da radiação de alta frequência de origem infravermelha, provocando assim o acúmulo desta radiação na atmosfera, o que contribui diretamente para o aumento da temperatura. A alta concentração de GEE na atmosfera acaba por ampliar a quantidade de calor retida, o que se agrava com o aumento desenfreado da emissão desses gases em decorrência das ações e atividades humanas, insurgindo assim a problemática do aquecimento global (AGUIAR; FORTES; MARTINS, 2016).

Oportuno aqui destacar que de toda a radiação infravermelha que recai sobre a terra, cerca de 70% são absorvidas pelos oceanos e pelo solo, 30% são refletidas de volta para o espaço, enquanto uma fração residual passa a ser absorvida pela atmosfera. Com o aumento da emissão de GEE a atmosfera amplia a sua capacidade de absorção da radiação infravermelha, em decorrência do acúmulo de GEE na superfície que acaba por aumentar essa condição de absorção, degenerando uma série de prejuízos para o bioma do meio ambiente (TORRES; FERMAM; SBRAGIA, 2016).

Dentre os GEE existentes, os de maiores relevâncias em relação ao seu alto poder nocivo para o aumento do efeito estufa, são: o dióxido de carbono (CO₂); o metano (CH₄); o óxido nitroso (N₂O) e o vapor de água (H₂O).

O dióxido de carbono (CO₂) decorre dos processos de combustão, principalmente aqueles desenvolvidos em caldeiras e motores, através da queima de combustíveis fósseis, como o petróleo, o gás natural, o carvão mineral e outros (AGUIAR; FORTES; MARTINS, 2016). Por outro lado, a emissão de CO₂ também pode ser impulsionada pelo desmatamento, situação essa considerada a segunda atividade responsável pelos altos índices de emissão desse gás, complementada pelas atividades industriais.

Já o Metano (CH₄), é derivado de processos biológicos, principalmente quando se trata das atividades que se permeiam pelo tratamento de aterros sanitários e afluentes líquidos, bem como das atividades agropecuárias, do refino do petróleo, queima de biomassa e produção de arroz (AGUIAR; FORTES; MARTINS, 2016).

Por sua vez, afirma Aguiar, Fortes e Martins (2016), que o Óxido Nitroso (N₂O) é derivado dos processos industriais e da agricultura. No contexto industrial, a fonte principal da emissão de N₂O pode estar atrelada à produção de alumínio e de ácido adípico, dentre outros componentes químicos. Já na agricultura, sua produção pode estar intimamente ligada com a utilização dos fertilizantes, além disso, pode estar vinculada a processos biológicos de desnitrificação e nitrificação aplicados nos sistemas de tratamento de solo e esgoto (COPETTI et al., 2015).

Para Godoy e Saes (2015), as mudanças climáticas têm sido a maior preocupação da atualidade numa esfera mundial. Diversas são as pesquisas científicas aplicadas sobre a observância climática que demonstram claras evidências de que as atividades antrópicas são as grandes causadoras pela alta concentração de GEE na atmosfera. O aumento desenfreado da concentração de GEE na atmosfera global acaba por intensificar o efeito estufa natural, resultando assim num maior aquecimento da superfície, bem como da atmosfera terrestre, impactando negativamente nos ecossistemas naturais e na condição de vida da humanidade (TORRES; FERMAM; SBRAGIA, 2016).

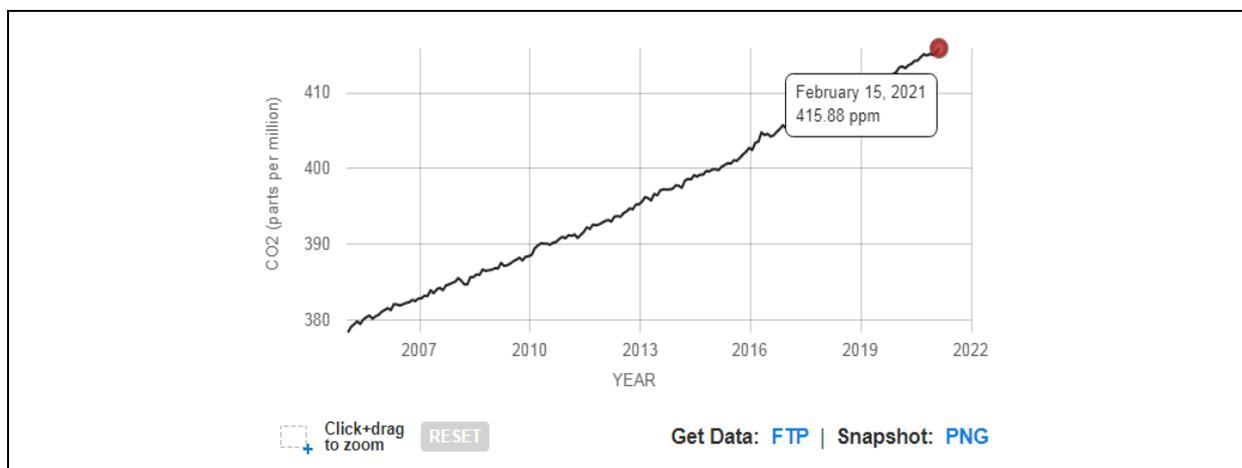
O interesse sobre esse assunto vem crescendo com o decorrer dos anos, especialmente a partir de 2007, quando o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), divulgou seu quarto relatório que reduziu a incerteza das previsões relacionadas ao aquecimento global e fez surgir um novo patamar de discussões. (AGUIAR; FORTES; MARTINS, 2016, p. 197).

Para Aguiar, Fortes e Martins (2016), diante dos dados apresentados pelos relatórios divulgados pelo IPCC, se pode atestar que a maior responsável pelas emissões de GEE é a atividade humana. Os dados do quarto relatório expuseram tal afirmativa com cerca de 90% de certeza, apontando para as ações humanas como a grande causa da intensificação do efeito estufa pela grande emissão de GEE.

O relatório ainda apontou na metade deste século o aumento desenfreado da temperatura, juntamente com a redução da umidade do solo provocada pela escassez das chuvas, poderá substituir, de forma gradual, a floresta Amazônica – caracterizada por um clima tropical – por savanas, bem como a vegetação da região semiárida por uma vegetação típica de terras áridas (AGUIAR; FORTES; MARTINS, 2016).

O relatório global apresentado pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), 2021, demonstra claramente que a emissão de GEE vem crescendo de forma desenfreada ao longo dos anos, indo na contramão dos objetivos que recaem sobre a manutenção das condições climáticas do planeta. De acordo com o relatório, no início do século XX a concentração de GEE na atmosfera terrestre era de 300 ppm (partes por milhão), enquanto os dados verificados em 2021 já denotam um percentual de concentração de aproximadamente 416 ppm até o mês de fevereiro do referido ano (NASA, 2021). Tais dados podem ser evidenciados através da análise representativa do gráfico na figura 2.7, abaixo:

Figura 2.7 – Emissão de GEE mundial – 2007 a 2021



Fonte: NASA (2021).

De acordo com o *World Resources Institute* (WRI), 2020, o setor de energia continua a ser o maior emissor de GEE em todo o mundo, contribuindo com cerca de 73% da emissão de GEE mundial. Por outro lado, o órgão revela que o setor industrial tem crescido de forma desenfreada no que concerne à emissão de GEE, onde os processos industriais alcançaram um crescimento de aproximadamente 174% do ano de 1990 ao ano de 2020. No Brasil, os processos industriais contribuíram com cerca de 2,28% das emissões de GEE mundial, enquanto o setor industrial brasileiro teve uma participação de 29.8 Mt CO₂ e, aproximadamente, 0,06% de participação na emissão global (WRI, 2020).

Ainda no âmbito nacional, oportuno aqui destacar que as maiores fontes geradoras de GEE no Brasil – de acordo com relatório do SEEG emitido entre os anos de 2010 a 2018 – são: a energia; o transporte; a indústria; a agropecuária; o tratamento de resíduos; e mudanças de uso da terra e florestas. Neste mesmo contexto, o SEEG aponta que o estado do Amazonas lidera o ranking dos maiores emissores de GEE no Brasil. De acordo com o SEEG, sete

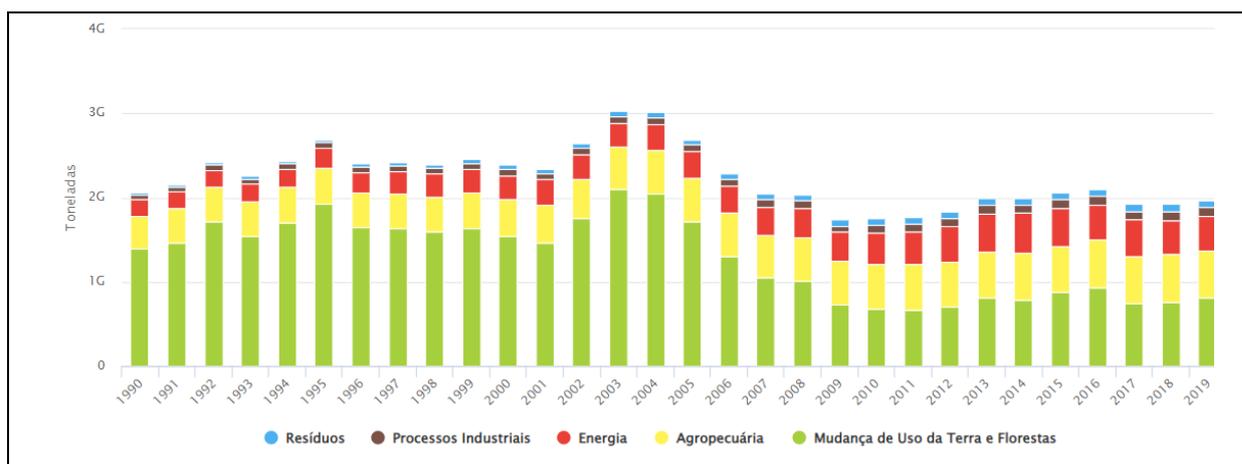
municípios amazonenses emitem cerca de 29,7 milhões de toneladas de CO₂, em decorrência do desmatamento, o que chega a ser superior que a emissão de países como Chile, Uruguai e outros (SEEG, 2020).

Outrora, dados apresentados pelo relatório do SEEG, 2020, revelaram que o Brasil segue na contramão da redução de GEE, consolidando assim uma clara reversão à tendência mundial de redução de GEE. De acordo com o SEEG, no ano de 2010 foi regulamentada no Brasil a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), que positivou uma meta doméstica para a redução da emissão de GEE no país até o ano de 2020, destacando em seu art. 12 o seguinte texto legal, no verbo:

Art. 12. Para alcançar os objetivos da PNMC, o País adotará, como compromisso nacional voluntário, ações de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, com vistas em **reduzir entre 36,1% (trinta e seis inteiros e um décimo por cento) e 38,9% (trinta e oito inteiros e nove décimos por cento) suas emissões projetadas até 2020** (BRASIL, 2009).

Todavia, diante da análise realizada pelo SEEG, 2020, observa-se que o Brasil elevou as suas emissões de GEE entre os anos de 2010 a 2019, indo na direção contrária aos objetivos legais, principalmente no que concerne a meta estabelecida pela PNMC. Os dados podem ser comprovados pela interpretação gráfica na figura 2.8, infracitado:

Figura 2.8 – Emissão de GEE Brasil – 1990 a 2019.



Fonte: SEEG (2020).

O SEEG (2021) ratificou os dados de aumento de GEE com a indicação de acréscimo de 12% no total de emissões pelo Brasil, quando comparado os anos de 2019 *versus* 2020, ao publicar seu novo relatório.

Tomando por base que a meta doméstica atribuída ao Brasil pela PNMC, 2010, levou em consideração os níveis de emissões demonstrados pelo país nos anos anteriores, os quais já eram considerados elevados, se pode então perceber que o novo aumento demonstrado pelo país entre os anos de 2010 a 2019 agravou ainda mais o cenário da emissão de GEE nacional. Além disso, oportuno aqui destacar que neste cenário fático o Brasil se distancia dos objetivos consignados através do Acordo de Paris, onde assumiu o compromisso pela redução da emissão progressiva de GEE até o ano de 2030 (TORRES; FERMAM; SBRAGIA, 2016).

Tal quadro é muito grave para os compromissos do Brasil junto à UNFCCC, dos quais dependem outros acordos internacionais, como o tratado de livre-comércio entre a União Europeia e o Mercosul. Deixar de cumprir a meta pré-2020 significa que o país entra em desvantagem no período de cumprimento da NDC (Contribuição Nacionalmente Determinada), a meta adotada no Acordo de Paris de reduzir em 37% as emissões em 2025 em relação a 2005 (SEEG, 2020, p. 9).

Outrossim, os impactos ambientais ocasionados por poluição de qualquer natureza são tipificados no contexto do ordenamento jurídico brasileiro, através da Lei de Crimes Ambientais N° 9.605 de 1998, impondo aos responsáveis penas previstas na referida legislação. Tal contextualização legal denota a gravidade do descumprimento dos preceitos legais que recaem sobre a degradação do meio ambiente, originando não somente prejuízos ambientais, como também negativas que incorrerão sobre a responsabilização do infrator (BRASIL, 1998).

Tal responsabilização decorre do princípio legal do poluidor-pagador, arraigado por um viés constitucional e abordado também pela legislação infraconstitucional, atrelando ao infrator a responsabilidade civil pelos danos provocados (ANTUNES, 2000). De forma a evitar os prejuízos decorrentes dos impactos ambientais provocados pela exacerbada emissão de GEE, as indústrias podem se debruçar sobre a aplicação e análise de inventários que contribuem diretamente para contabilizar as emissões de GEE decorrentes de seus processos industriais (AGUIAR; FORTES; MARTINS, 2016).

Muitas instituições vêm contabilizando, através de inventários, as emissões de GEEs provenientes de suas mais diversas fontes, de modo a permitir que, através do mapeamento de seus processos, sejam identificadas oportunidades de mitigação. Assim, com os números em mãos, as instituições tornam-se aptas a estabelecer metas para compensação de suas emissões (AGUIAR; FORTES; MARTINS, 2016, p. 198).

No contexto da elaboração dos inventários de GEE, há de se apontar o emprego da metodologia do GHG Protocol, mecanismo esse que contribui para a compreensão,

mensuração e gerenciamento das emissões de GEE. Tal inventário se debruça sobre uma divisão específica, através de três escopos, sendo eles: o escopo um, dois e três (AGUIAR; FORTES; MARTINS, 2016).

De acordo com Aguiar, Fortes e Martins (2016), o escopo um compete à coleta de valor médio obtido pelas: combustões estacionárias, ou seja, combustões derivadas da queima de componentes de energia, tais como: o carvão mineral, o petróleo, dentre outros; combustões móveis, provenientes da queima de combustíveis por veículos; emissões fugitivas, decorrente da emissão de gases por equipamentos como extintores e ar condicionado; processos industriais, através de emissões derivadas de processos físicos ou químicos; emissões de mudança de solo e agrícolas; resíduos sólidos; além das emissões por tratamentos de efluentes líquidos.

Já o escopo dois se trata de dados coletados através da análise dos gastos da energia elétrica e térmica. Enquanto o escopo três se permeia pela coleta dos dados de emissões que são controladas por organizações dos ramos de resíduos sólidos, transportes e distribuição, viagens, negócios e efluentes que são gerados nas operações (AGUIAR; FORTES; MARTINS, 2016).

Para Cunha, Ritter e Ferreira (2020, p. 347), “indicadores e índices para mensurar a qualidade ambiental ou a sustentabilidade de atividades potencial ou efetivamente poluidoras configura uma estratégia de gestão ambiental eficiente para qualquer empresa ou governo”. Diante de todo o exposto até aqui fundamentado, se pôde perceber a amplitude dos impactos ambientais derivados das emissões exacerbadas de GEE, principalmente para o contexto nacional. Haja vista que o Brasil caminha na contramão dos objetivos legais que buscam o equilíbrio do meio ambiente em consonância com as diretrizes mundiais.

Ademais, levando em consideração que o setor de processos industriais tem apresentado um aumento significativo na participação da emissão de GEE, é de suma importância a realização de uma análise fática da produção de GEE por uma indústria de beneficiamento de papel fotográfico na cidade de Manaus/AM, considerando também que a região onde a indústria está inserida representa o terceiro lugar no ranking dos maiores emissores de GEE do Brasil (PEIXER, 2019).

Deste modo, o próximo capítulo busca apresentar os aspectos metodológicos que permearam a presente pesquisa e estudo, de forma a conduzir e orientar o leitor a reproduzir os mesmos procedimentos aplicados a esta pesquisa, contribuindo assim para dar continuidade ao desenvolvimento de análises práticas que estejam focadas na mesma temática aqui apresentada. Haja vista a grande relevância desta temática para o contexto local e global.

2.4 INVENTÁRIO DE GASES DO EFEITO ESTUFA (GEE)

A elaboração de inventários é o primeiro passo para que uma instituição ou empresa possa contribuir para o combate às mudanças climáticas, fenômeno crítico que aflige a humanidade neste início de século. Conhecendo o perfil das emissões, a partir do diagnóstico garantido pelo inventário, qualquer organização pode dar o passo seguinte: o de estabelecer estratégias, planos e metas para redução e gestão das emissões de gases de efeito estufa, engajando-se na solução desse enorme desafio para a sustentabilidade global (MONZONI, 2008).

De acordo com Brasil, De Souza Junior e De Carvalho Junior (2009), 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. Um inventário de gases de efeito estufa deve considerar premissas amplamente aplicadas, isto é, utilizadas também, em inventários de outras empresas, e as fontes devem também ser agrupadas sobre algum critério geral. Um agrupamento, ou escopo típico, é classificar as fontes que sejam de emissões diretas, indiretas ou associadas à geração de energia elétrica (incluindo calor e vapor). Define-se, a seguir, como as fontes devem ser agrupadas e que premissas se devem utilizar no cálculo de emissões.

Monzoni (2008) afirma que 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 – Um 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 ferramenta GHG Protocol, com versão adaptada à realidade brasileira, lançada pelo PBGHGP, possui metodologia compatível com as normas da *International Organization for Standardization* (ISO), desta forma permitindo e facilitando às organizações o gerenciamento de seus GEE.

A Parte 1 da norma técnica da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR ISO 14.064-1: 2007 “Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa” detalha ‘princípios e requisitos’, visando ao planejamento, desenvolvimento, gerenciamento e à comunicação de inventários.

CAPÍTULO 3

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O foco deste estudo foi identificar as fontes geradoras de GEE numa indústria de beneficiamento de papel fotográfico na cidade de Manaus/AM, através da análise de dados de escopo 1 e 2, por meio da ferramenta PBGHGP, ferramenta adaptada à realidade brasileira.

3.1 LOCALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE PAPEL FOTOGRÁFICO

O presente estudo foi aplicado em face de uma indústria, a qual se dedica à atividade de beneficiamento de papel fotográfico e é considerada uma das principais indústrias deste segmento. Como se observa na figura 3.1, a indústria está localizada no PIM da cidade de Manaus/AM, tendo como coordenadas geográficas: S:03°5'55.38" - W:059°56'52.26". Possui área construída de aproximadamente 6.661,54 m² e desenvolve suas atividades em horário comercial.

Figura 3.1 – Foto da dimensão e localização da Indústria



Fonte: Do autor (2021).

3.1.1 Porte da indústria de beneficiamento de papel fotográfico

De acordo com a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, Art. 17-D.), e para fins da Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental, a empresa é enquadrada como Grande Porte, por ter faturamento anual acima de 12 milhões. Para além disso, o quadro operacional da Indústria é composto de 26 (vinte e seis) funcionários contratados (CLT) e 7 (sete) prestadores de serviços (terceirizados residentes).

3.1.2 Consentimento da indústria

Respeitando os limites éticos que recaem sobre toda e qualquer pesquisa científica, o consentimento da indústria para a realização do estudo de caso foi colhido por meio de termo de autorização de uso das informações na dissertação, com restrição das divulgações financeiras, dados de clientes, fornecedores, funcionários, fórmulas de produtos com sigilo industrial.

3.2 CONTABILIZAÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE

Para elaboração do inventário de GEE utilizou-se método para sistematizar e padronizar a coleta de dados do IPCC (2006). Já para o cálculo de emissões do GEE utilizou-se a ferramenta do PBGHGP disponibilizada pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade da FGV, versão 2021. Esta ferramenta está disponível para *download* no portal <<https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-sustentabilidade/projetos/programa-brasileiro-ghg-protocol>>, em formato de planilha de Excel. Esta planilha está configurada para obtenção da massa de dióxido de carbono equivalente.

Da mesma forma, as especificações técnica para uso da ferramenta podem ser consultadas no portal da FGV <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/15413/Especificac3a7c3%b5es%20do%20Programa%20Brasileiro%20GHG%20Protocol.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

3.2.1 Macroprocessos *versus* limite organizacional da indústria

O PBGHGP apresenta três limites organizacionais, sendo eles: o controle operacional, participação societária e o controle financeiro. Todavia, para o presente estudo de caso da Indústria foi considerado apenas o limite de controle operacional, onde as maiores atividades da indústria estão concentradas. A divisão dos setores da indústria se concentra em: processos produtivos (engloba o setor de Recebimento, Estoque, Expedição, além do CQ), utilidades/manutenção, suporte administrativo e tratamento esgoto (ETE).

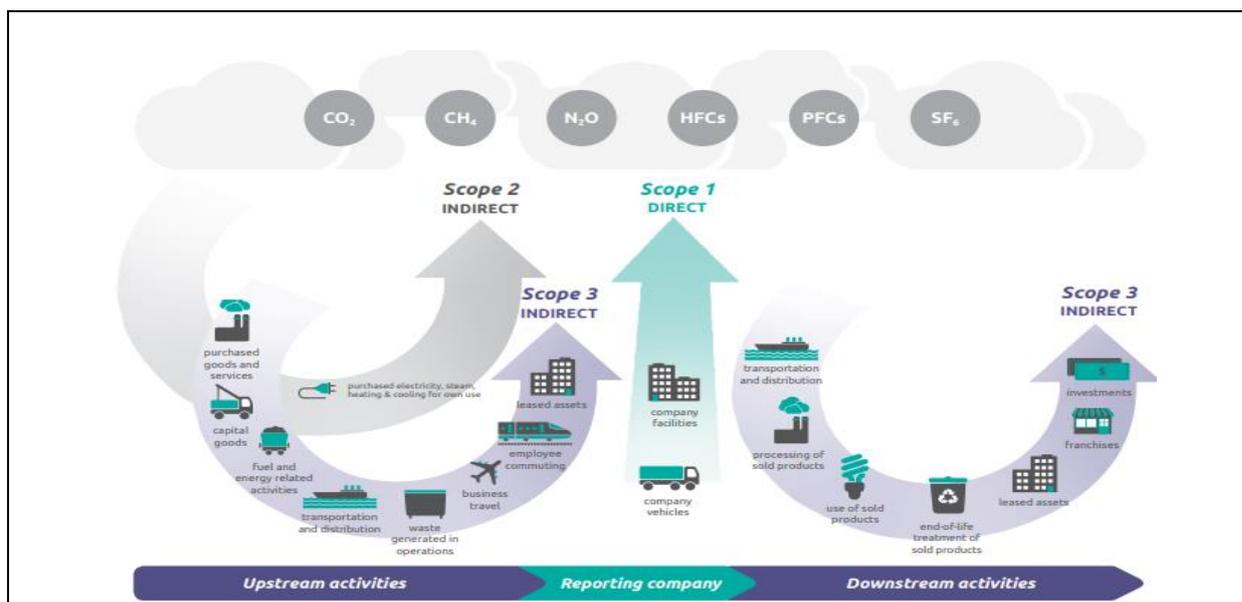
a) Limite organizacional

A indústria estudada possui apenas 01 sede localizada em Manaus/AM ao qual possui 100% do controle operacional dos macroprocessos identificados. A indústria em questão, não possui filiais nem participação societária em outras operações no Brasil.

b) Limite operacional

Este estudo considerou os escopos 1 (direto) e 2 (indireto) da ferramenta do PBGHGP para os inventários dos GEE. O escopo 3 (indireto) não foi aplicável pois não é considerado obrigatório. A figura 3.2 ilustra o enquadramento das atividades ao longo da cadeia de valor nos respectivos escopos.

Figura 3.2 – Escopos e categorias de fontes de GEE - GHG Protocol



Fonte: GREENHOUSE GAS PROTOCOL (s.d.)

3.2.2 Ano base

A pesquisa foi realizada no primeiro semestre do ano de 2021, mais especificamente entre os meses de janeiro a junho do referido ano. Com o intuito de analisar as emissões de GEE na linha do tempo, definiu-se o ano de 2019 como ano-base para a realização do inventário corporativo, tendo em vista que a indústria não havia realizado nenhum outro inventário de GEE anteriormente. O ano seguinte, 2020, servirá para análise comparativa.

3.2.3 Universo, população e amostra

O universo e população do estudo se debruça sobre os aspectos que permeiam as emissões de fontes de controle operacional no processo produtivo, compra de energia, tratamento de efluentes e outros. Exclui-se aqui a parte da operação logística, a qual engloba as atividades de frete, transporte e outras que não possuem controle operacional. Além do controle financeiro, realizado na indústria, sendo esse o objeto de estudo desta pesquisa.

3.2.4 Identificação das fontes de GEE

A figura 3.3 exposta abaixo e extraída da ferramenta PBGHGP (FGV, 2021), ilustra claramente os escopos e atividades geradoras de GEE. De posse destas informações procedeu-se a visita para identificação das fontes de GEE ao longo da cadeia de valor do produto e entrevista/brainstorming junto aos responsáveis das áreas do Macroprocesso, visando apresentar os principais conceitos e a ferramenta do PBGHGP com o objetivo de auxílio na identificação das fontes.

Figura 3.3 – Escopos e atividades geradoras de GEE.



Fonte: FGV (2021).

3.2.5 Fontes emissoras analisadas no escopo 1

O Escopo 1 aplicado à indústria de beneficiamento de papel fotográfico incluiu a análise das seguintes emissões de GEE produzidas pela referida empresa: combustão estacionária (gerador de energia e óleo diesel); combustão móvel (cortador de grama e gasolina automotiva); emissões fugitivas (sistema de climatização e gás refrigerante); efluentes (tratamento de efluentes líquidos e efluente biológico).

Quanto as emissões de GEE por equipamento de refrigeração e ar-condicionado, foram incluídas tanto as emissões contidas no Protocolo de Quioto e aquelas não abrangidas por tal pacto. Assim, se analisou as emissões de gás ou composto R-410A (Quioto) e de gás ou composto HCFC-22 (R22) (Não Quioto).

3.2.6 Fontes emissoras analisadas no escopo 2

Na análise das emissões diretas produzidas no Escopo 2, ainda que a relevância de tal escopo não seja abrangida pelo objetivo de redução de emissão, se incluiu a verificação das emissões decorrentes de eletricidade e compra de consumo de energia, de modo a evidenciar o posicionamento da Indústria X quanto as emissões de ambos os escopos inclusos no *GHG Protocol*.

3.2.7 Coleta de informações – passo a passo

As coletas de informações foram realizadas de acordo com o descrito na tabela 3.1

Tabela 3.1 – Escopos e atividades geradoras de GEE.

Grupo Gerador de Energia	Óleo diesel (comercial)	<ul style="list-style-type: none">Análise do Sistema interno de ERP (<i>Enterprise Resource Planning</i>) para identificação da quantidade de compras realizadas (pedidos de compras e notas fiscais faturadas) do “óleo diesel comercial” dos anos fiscais 2019 e 2020 (dados reais documentados).Uso da ferramenta do PBGHGP (FGV, 2021) para tabulação, fatores de conversão e análise.
Cortador de Grama (roçadeira)	Gasolina automotiva (comercial)	<ul style="list-style-type: none">Análise Sistema interno de ERP (<i>Enterprise Resource Planning</i>) para identificação da quantidade de compras realizadas (pedidos de compras e notas fiscais faturadas) da gasolina em

		<p>litros dos anos fiscais 2019 e 2020;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificação do ano de fabricação da frota: 2018 (placa de identificação do equipamento); • Tipo de frota do veículo: Veículo comercial leve (a gasolina); • Uso da ferramenta do PBGHGP (FGV,2021) para tabulação, fatores de conversão e análise.
<p>Sistema de Climatização (equipamentos)</p>	<p>Gás-refrigerante (R410-A) e HCFC-22 (R22)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Análise do Sistema interno de ERP (<i>Enterprise Resource Planning</i>) versus inventário (quilograma) do estoque de gás R410A e HCFC-22 para identificar o balanço de massa por compra. <p>De acordo com a ferramenta GHG Protocol:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O método monitora e contabiliza toda quantidade utilizada de cada GEE e não contabilizada como emissão; • O gás que não pode ser contabilizado é então assumido como perdido para a atmosfera. <p>O cálculo da ferramenta leva em consideração a variação do estoque.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gás comprado inclui: gás comprado para armazenagem, como parte de manutenção de equipamento (não proveniente do armazém - estoque); • como parte de equipamento comprado (que vem dentro do equipamento novo) e gás recebido de volta após reciclagem em outro local; • Gás vendido/dispensado: devolvido ao fornecedor, vendas ou dispensas (incluindo dentro de equipamentos), e gás enviado para outro local para reciclagem, regeneração ou destruição; • Esta quantidade será positiva se há mais compras do que vendas / dispensas ao longo do ano; • Uso da ferramenta do PBGHGP (FGV,2021) para tabulação e análise.

<p>Tratamento de efluentes líquidos (processo anaeróbico)</p>	<p>Efluente biológico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação se há dois tipos tratamentos sequenciais aplicados ao efluente. Identificado que não há; • Análise dos registros de quantidade de geração de efluentes. Estes registros ficam em planilhas eletrônicas, no departamento de utilidades/manutenção e suas anotações são oriundas de um hidrômetro calibrado que fica na saída da ETE (ponto do descarte de efluentes) registrando os efluentes descartados aos anos fiscais de 2019 e 2020 (total m3/ano); • Identificação da composição orgânica do efluente extraída dos respectivos Relatórios de Carga Poluidora (2019 e 2020) conforme preconiza a Resolução CONAMA N° 357/2005 alterada pelas Alterada pelas Resoluções n° 370, de 2006, n° 397, de 2008, n° 410, de 2009, e n° 430, de 2011. Complementada pela Resolução n° 393, de 2007. Unidade de medida utilizada [kgDBO/m3]; • Utilizado o fator de emissão de default sugerido por IPCC (2006) pela descarga do efluente; • Tipo de tratamento aplicado ao efluente: Digestor anaeróbio/ Lodo ativado e não há recuperação de Ch4 (metano) no processo de tratamento do esgoto nem recuperação de biogás; • Uso da ferramenta do PBGHGP (FGV, 2021) para tabulação, fatores de conversão e análise.
<p>Eletricidade (localização)</p>	<p>Compra e consumo de energia</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Análise das faturas de energia referente aos meses de janeiro/2020 e janeiro/2021. Nas faturas desses meses, é possível identificar no histórico dos últimos 12 meses os consumos mensais em kWh, os quais foram convertidos em MWh. Utilizados a plotagem dos dados mês à mês para maior precisão da ferramenta; • A energia elétrica comprada pela indústria é do Sistema Interligado Nacional (SIN) pelo linhão do Tucuruí, conforme descritos pelo “Operador Nacional do Sistema Elétrico”, de 2013; • Uso da ferramenta do PBGHGP (FGV, 2021) para tubulação, fatores de conversão e análise.

Fonte: Do autor (2021).

3.2.8 Cálculos de emissões e incerteza

Existem 7 (sete) diferentes GEE. Para somar a emissão de todos os GEE eles foram convertidos automaticamente pela planilha do PBGHGP na unidade métrica dióxido de carbono equivalente (CO₂e), empregando a Eq. (3.1).

Equação 3. 1 - Cálculo de conversão em CO2e

$$CO2e = Dos da atividades \times fator de emissão \times GWP \quad (3.1)$$

O dióxido de carbono é o gás de referência a partir do qual os demais são medidos, por isso lhe é atribuído o fator igual à 1. Todos os valores de GWP foram calculados assumindo-se um horizonte de 100 anos conforme tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Valores GWP

Nome comum	GWP
Dióxido de carbono (CO2)	1
Metano (CH4)	21
Óxido Nitroso (N2O)	310
Hexafluorido de Enxofre (SF6)	23900
HCFC22 (R22)	0*
R-401 ^a	2088

* O GWP de compostos químicos é baseado no GWP do HFC e PFC neles contidos. Outros elementos são considerados como tendo um GWP igual a “zero”, mesmo que eles tenham um impacto significativo no clima. Isto se deve ao fato de estes gases não serem controlados pelo Protocolo de Kyoto.

Fonte: Adaptado de FGV (2021).

Na tabela 3.3 podemos identificar as principais características da ferramenta de cálculo do PBGHGP para as fontes de emissão do GEE.

Tabela 3.3 – Principais características da ferramenta

Ferramenta intersetorial	Programa Brasileiro GHG Protocol	Parte da ferramenta de cálculo PBGHGP	Principais características
		Combustão estacionária	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Calcula emissões diretas e indiretas resultantes da

			<ul style="list-style-type: none"> queima de combustíveis em fontes móveis; Fornecer cálculos e fatores de emissão para transporte rodoviário, aeroviário, hidrovioário e ferroviário; Considerar as % de biocombustíveis nos combustíveis nacionais.
		Emissões fugitivas (HFC) resultante do uso de ar-condicionado e refrigeração	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> Calcula emissões de Escopo 2 resultantes da compra de eletricidade do Sistema Interligado Nacional brasileiro, utilizando fatores de emissão mensais do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).
		Incerteza na mensuração e estimação de emissões de GEE	<ul style="list-style-type: none"> 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 GEE; Automatiza os passos de agregação envolvidos no desenvolvimento de uma análise básica de incertezas nos dados de inventário de GEE.
		Tratamento de esgotos biológicos	<ul style="list-style-type: none"> A ferramenta calcula emissões de efluentes líquidos tratados por processos anaeróbicos gerado pela organização.

Fonte: Adaptado de FGV (2021).

3.3 NORMAS E LEIS

O estudo se permeou também pela análise de legislações que versam sobre a problemática aqui trabalhada, de forma a demonstrar como a questão é trabalhada no âmbito político-legal. Tais legislações serão elencadas, por ordem cronológica, na tabela 3.4 que segue:

Tabela 3.4 – Principais requisitos legais e normativos

Nº	LEGISLAÇÃO	ANO	ASSUNTO	ÂMBITO
1	Lei nº 6.938.	1981.	Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA).	BRASIL.
2	NBR ISO 14001.	2015.	Normas Sistema de Gestão Ambiental.	BRASIL.
3	Constituição Federal.	1988.	Normas Constitucionais.	BRASIL.
4	Decreto nº 9.073.	2017.	Promulgação Brasileira do Acordo de Paris.	BRASIL.

Nº	LEGISLAÇÃO	ANO	ASSUNTO	ÂMBITO
5	Lei nº 9.605.	1998.	Crimes ao Meio Ambiente.	BRASIL.
6	Lei nº 12.187	2009.	Política Nacional de Mudança de Clima (PNMD).	BRASIL.

Fonte: Do autor (2021).

3.4 VANTAGENS, DESVANTAGENS E LIMITAÇÕES

O presente estudo se limitou à uma análise concentrada nas emissões apenas da indústria de beneficiamento de papel fotográfico, abrangendo apenas os escopos 1 e 2 das suas emissões de GEE. Além disso, se tomou como ano base apenas o ano de 2019, comparando com as emissões do ano de 2020. Com base em tais parâmetros, se pode perceber uma limitação do estudo, a qual pôde ser contornado de modo a compreender que as taxas de emissões extraídas, quando positivas, pode apresentar índices de melhorias gradativas, quando negativas, pode nortear a indústria quanto as suas emissões vindouras.

O estudo trouxe como vantagens a participação da indústria, no contexto industrial, que representa participação direta nas emissões de GEE mundiais, bem como a sua localização estratégica, uma vez que o Estado do Amazonas tem alcançado emissões significativas de GEE, impactando negativamente nos índices promovidos pelo Brasil e que compõem as emissões mundiais, se distanciando assim dos objetivos aos quais o país é cossignatário.

As desvantagens percebidas pelo estudo foram todas inseridas no tocante a aferição da centralização da análise. Todavia, os parâmetros alcançados pela análise foram satisfatórios para a extração dos resultados que podem ser empregados para majorar a participação efetiva da indústria, bem como de outras indústrias no que tange a redução do percentual de emissões

CAPÍTULO 4

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RESULTADOS

Tomando por base que o presente estudo buscou aprofundar-se na investigação por meio da análise da problemática posta no campo prático, definiu-se o estudo de caso como fundamental para avaliar o posicionamento de mercado de uma indústria de beneficiamento de papel fotográfico localizada na cidade de Manaus/AM. Assim, o presente capítulo será dedicado a apresentar os resultados obtidos na análise prática desta organização industrial.

Considerando ainda que a região do Amazonas tem assumido um posicionamento significativo no ranking dos emissores de GEE nacionais, é de grande relevância para o presente estudo avaliar, isoladamente e concomitantemente, como tal indústria tem se posicionamento em face do controle de suas emissões de GEE nos Escopos 1 e 2.

Sumariamente, é imprescindível destacar a delimitação do macroprocesso. Como indústria de beneficiamento de papel fotográfico não possui participação societária em outras organizações, com relação à definição dos limites organizacionais, a abordagem utilizada foi a de controle operacional. Essa etapa, basicamente, consistiu na identificação da estrutura organizacional da indústria, sobre a qual possui controle direto, e na caracterização dos seus processos. Tais etapas foram descritas na Figura 4.1, destacada abaixo, de modo a compreendermos os processos envolvidos no estudo:

Figura 4.1 – Macroprocesso da indústria de beneficiamento de papel fotográfico



Fonte: Do Autor (2021).

Diante da demonstração acima destacada, se pode perceber que o macroprocesso desenvolvido pela empresa abrange um núcleo composto, com base em um ciclo industrial que vai desde o processo produtivo, perpassando pelas atividades de utilidades e manutenção, abarcando, também, o suporte administrativo, bem como as atividades pós produtivas, como o tratamento sanitário de esgoto.

Oportuno aqui ainda destacar os aspectos peculiares da referida indústria analisada, pelo estudo em relação ao PBGHGP, uma vez que nem todos os fatores contidos no protocolo irão abranger a todas as indústrias, mas estes dependerão, exclusivamente, das atividades industriais desenvolvidas por cada organização empresarial. Assim, o PBGHGP da indústria-alvo deste estudo de caso se baseou nos aspectos destacados na figura 4.2.

Figura 4.2 – GHG Protocol da indústria de beneficiamento de papel fotográfico



Fonte: FGV adaptada (2021).

Diante do exposto pode-se compreender que o Escopo 1 deste estudo de caso se balizou apenas na análise das combustões estacionária e móvel, emissões fugitivas e efluentes. Enquanto o Escopo 2 se norteou apenas pela análise da eletricidade localizada.

Portanto, analisando-se os processos desenvolvidos pela empresa e seguindo as orientações para identificar potenciais fontes de emissão de GEE, inventariou-se, qualitativa e quantitativamente, as fontes de emissão direta, dentro dos limites organizacionais e de controle operacional identificados no Escopo 1. Também foram identificadas as exclusões do Escopo 1 pelas atividades não serem aplicáveis na atividade desenvolvida pela empresa. Os dados referentes ao ano de 2019 serviram como ano-base para o estudo analítico fático. Tais resultados são demonstrados no Quadro 4.1, infracitado:

Quadro 4.1 – Fontes de emissão direta – Escopo 1

Escopo 1	Dados da atividade (descrição da fonte)	Elemento da emissão (tipo)	Quantidade		Unidade de medida
			Ano 2019	Ano 2020	
Combustão estacionária	Grupo Gerador de Energia	Óleo diesel (comercial)	200	600	Litros
Combustão móvel	Cortador de Grama (roçadeira)	Gasolina automotiva (comercial)	80	120	Litros
Emissões fugitivas	Sistema de Climatização (equipamentos)	Gás-refrigerante (R410-A)	22,68	22,68	Kg
Processos industriais	Não aplicável	-	-	-	-
Atividades agrícolas	Não aplicável	-	-	-	-
Mudanças no uso do solo	Não aplicável	-	-	-	-
Resíduos sólidos	Não aplicável	-	-	-	-
Efluentes	Tratamento de efluentes líquidos (processo anaeróbico)	Efluente biológico	861,18	653,79	m ³

Fonte: Do autor (2021).

Para combustão estacionária observou-se o aumento de 200% no volume de combustível consumido de 2020 *versus* 2019. Tal combustível é utilizado em um grupo gerador composto por dois equipamentos geradores de energia e um motor-bomba de incêndio. Observou-se ainda que o acionamento do grupo gerador ocorre ocasionalmente.

Quanto à gasolina automotiva comercial, na categoria de combustão móvel, identificou-se um aumento no consumo em 50%, quando comparado ao ano anterior. Este combustível é utilizado no funcionamento de um cortador de grama.

Identificou-se durante o estudo que a indústria paralisou suas atividades nos meses de abril a junho de 2020, período chuvoso na cidade, o que pode ter contribuído para o crescimento da vegetação rasteira (grama). Este período de paralisação das atividades também resultou na redução de 24% no volume de efluentes gerados no ano de 2020, quando se comparado ao resultado de 2019.

As emissões fugitivas permaneceram estacionadas em 22,68 kg entre os anos de 2019 e 2020, não havendo aumento, muito menos redução. Tais emissões decorrem de vazamentos ou qualquer outro tipo de libertação involuntária e irregular de vapores e gases. Além disso, é cediço que as emissões fugitivas são de difícil controle. As emissões de GEE, por equipamentos de refrigeração e ar-condicionado, na perspectiva do balanço de massa (Quioto) se manteve estacionada em 47,34 t CO_{2e}, de acordo com a quantidade transferida, entre os anos de 2019 e 2020, como se pode verificar no Quadro 4.2, abaixo:

Quadro 4.2 – Emissões de GEE por equipamentos de refrigeração e ar-condicionado – Balanço de massa (Quioto).

Registro da fonte	Gás ou composto	GWP	VE – Variação no Estoque (kg)	T = Quantidade Transferida (kg)	MC = Mudança de Capacidade (kg)	E = Emissões de CO _{2e} (t)
2019	R-410A	2.088	-	22,68	-	47,34
2020	R-410A	2.088	-	22,68	-	47,34

Fonte: Do autor (2021).

Compreendendo que o potencial de aquecimento do gás R-410A é de (2.088 GWP), contendo moléculas de CO₂, metano e outras substâncias coligadas diretamente ao efeito estufa, ele é abordado pelo Protocolo de Quioto como fator que deve ter as suas emissões reduzidas. Outro gás similar e com potencial menor sobre o efeito estudo, é o R22, comumente empregado, também, em equipamentos de refrigeração e ar-condicionado, possuindo um potencial de (1810 GWP), cerca de 295 a menos que o R-410A. A indústria analisada faz uso também do R22 e, por isso, cumpre aqui destacar as quantidades transferidas e as emissões decorridas desse tipo de gás, informações que podem ser verificadas no Quadro 4.3, abaixo:

Quadro 4.3 – Emissões de GEE por equipamentos de refrigeração e ar condicionado – Balanço de massa (Não- Quioto).

Registro da fonte	Gás ou composto	GWP	VE – Variação no Estoque (kg)	T = Quantidade Transferida (kg)	MC = Mudança de Capacidade (kg)	E = Emissões de CO _{2e} (t)
2019	HCFC-22 (R22)	1.810	-	27,20	-	49,23
2020	HCFC-22 (R22)	1.810	-	40,80	-	73,85

Fonte: Do autor (2021).

Destarte, sabendo que o estudo se aplica aos Escopos 1 e 2, foram catalogadas também as emissões indiretas definidas no Escopo 2, além de ter sido identificadas as atividades não aplicáveis, dentro do mesmo comparativo empregado na análise do Escopo 1, se debruçando sobre a demonstração dos resultados entre os anos de 2019 e 2020. Tais resultados podem ser aferidos no Quadro 4.4, destacado abaixo:

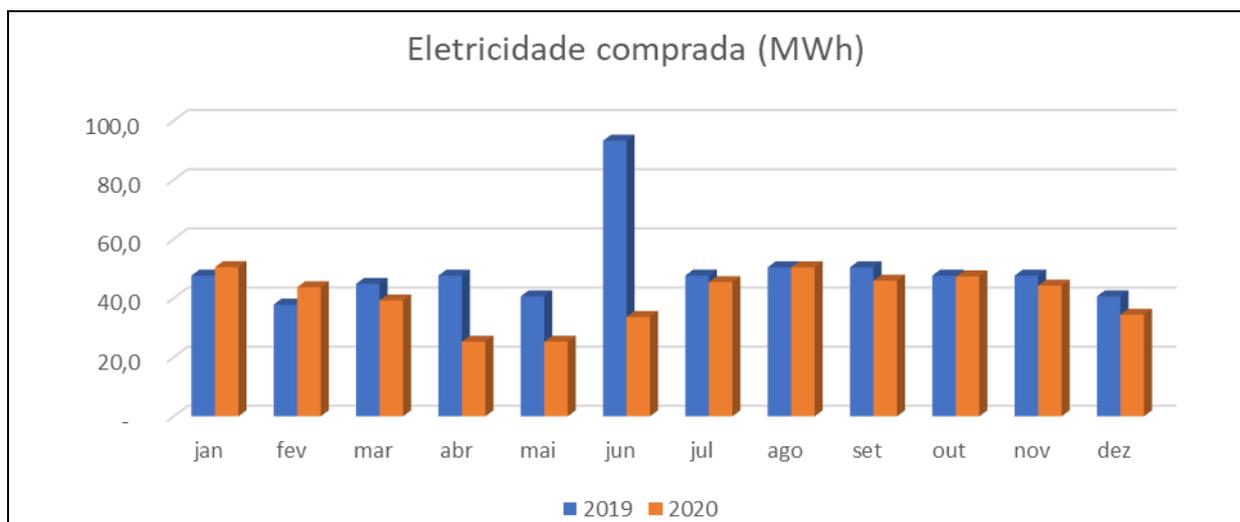
Quadro 4.4 – Fontes de emissão direta – Escopo 2.

Escopo 2	Dados da atividade (descrição da fonte)	Elemento da emissão (tipo)	Quantidade		Unidade de medida
			Ano 2019	Ano 2020	
Eletricidade (localização)	Compra e consumo de energia	Eletricidade	595.8	484.736	MWh
Perdas T&D (localização)	Não aplicável	-	-	-	-
Compra de energia térmica	Não aplicável	-	-	-	-
Eletricidade (escolha compra)	Não aplicável	-	-	-	-
Perdas T&D (escolha compra)	Não aplicável	-	-	-	-
Mudanças no uso do solo	Não aplicável	-	-	-	-

Fonte: Do autor (2021).

Na análise dos resultados do Escopo 2, acima apresentados, foi possível constatar uma redução de 19% no consumo de energia elétrica, também justificada pela paralisação das atividades em decorrência da pandemia da COVID-19. Verificou-se, ainda, que o consumo de energia elétrica comprada da concessionária reduziu a partir do mês de março de 2020, mantendo a redução até o mês de dezembro de 2020, como se pode constatar na figura 4.3, apresentando abaixo:

Figura 4.3 – Consumo de energia elétrica comprada.



Fonte: Do autor (2021).

De forma a melhor se aprofundar no consumo de energia elétrica comparado entre os anos de 2019 e 2020, se pode perceber que houve claramente uma redução total de 19% no consumo do ano de 2020 em relação ao ano de 2019, ocorrido de forma gradual entre os meses, com elevação nos dois primeiros meses do ano, onde o consumo foi maior. A maior redução no consumo foi percebida no mês de junho de 2020 (64%), enquanto o maior aumento no consumo ocorreu no mês de fevereiro de 2020 (-15%) e o consumo ficou estacionado no mês de agosto de 2020 (0%). Dados esses que podem ser verificados no Quadro 4.5, apresentado abaixo:

Quadro 4.5 – Consumo de energia elétrica interligada ao SIN – Escopo 2.

Compra mensal de eletricidade (MWh)													
ANO/ MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOT
2019	47,6	37,8	44,8	47,6	40,6	93,2	47,6	50,4	50,4	47,6	47,6	40,6	595,8
2020	50,4	43,7	39,2	25,2	25,2	33,6	45,4	50,4	45,9	47,3	44,2	34,4	484,7
TOT	+6%	+15%	-13%	-47%	-38%	-64%	-5%	0%	-9%	-1%	-7%	-15%	-19%

Fonte: Do autor (2021).

É de grande relevância para o estudo demonstrar o comparativo das emissões de GEE em toneladas, registradas entre os anos de 2019 e 2020, de forma a compreender quali

quantitativamente os parâmetros aferidos entre ambos os anos, possibilitando, assim, a ampliação da percepção sobre a responsabilidade ecológica-legal da referida empresa. Resultados esses que podem ser verificados no Quadro 4.6, exposto abaixo:

Quadro 4.6 – Emissões de GEE em toneladas – 2019 / 2020.

GEE	Emissões em toneladas métricas de CO ₂ equivalente (tCO ₂ e) do ano 2019		Emissões em toneladas métricas de CO ₂ equivalente (tCO ₂ e) do ano 2020	
	Escopo 1	Escopo 2 (abordagem por "localização")	Escopo 1	Escopo 2 (abordagem por "localização")
CO ₂	0,601	43,614	1,594	30,885
CH ₄	0,875	-	0,525	-
N ₂ O	-	-	-	-
HFCs	47,345		47,345	
PFCs	-		-	
SF ₆	-		-	
NF ₃	-		-	
Total tCO₂e	48,821	43,614	49,464	30,885

Fonte: Do autor (2021).

As emissões, em toneladas de CO₂e, para o Escopo 1, no ano de 2020 foram 1,32% superiores às do ano de 2019. Porém, verifica-se que no Escopo 2, houve uma redução de 29,19%, o que equivale à mais de 12,5 toneladas de CO₂e. As emissões do Escopo 2 são únicas e exclusivamente oriundas da compra e consumo de energia elétrica. Assim, se pode afirmar que enquanto o consumo de energia elétrica do Escopo 2 reduziu em 19% no ano de 2020, a redução das suas emissões foram 10,19% superiores ao consumo da energia.

Foi possível identificar, ainda, que mais de 95% das toneladas de CO₂e do Escopo 1, em ambos os anos, foram em decorrência das emissões fugitivas oriundas do sistema de climatização utilizado pela indústria. Sendo que tais emissões fugitivas se demonstraram estacionadas em 22,68 Kg em ambos os anos (2019/2020) e equivalem à 47,4 tCO₂e.

Tendo visto os resultados acima destacados, extraídos com base no estudo de caso promovido por esta pesquisa em uma indústria de beneficiamento de papel fotográfico localizada na região de Manaus/AM, é relevante para este estudo que tais resultados sejam discutidos com base nas demonstrações fáticas, sendo contrapostos com a fundamentação bibliográfica, bem como com os dados legais, a fim de demonstrar se os resultados

apresentados por tal empresa estão de acordo com os ideais ou não, promovidos pelo GHG Protocol. Assunto este que poderá ser conferido no próximo subcapítulo.

4.2 DISCUSSÕES

Como já foi demonstrado por este estudo, em tópicos anteriores, o estado do Amazonas hoje ocupa o terceiro lugar no ranking nacional dos maiores emissores de GEE tendo como maior fator o uso do solo e desmatamentos. Resultado este que corrobora diretamente para que o Brasil se distancie do acordo pactuado em face da redução gradativa e factual nas emissões de GEE globais até o ano de 2030, com base no Decreto nº 9.073/17. Apesar do setor industrial, no Brasil, ter o 4º lugar no fator de emissão de GEE, é relevante uma discussão sobre os resultados apresentados por este estudo de caso, com base nas demonstrações dos Escopos 1 e 2 da indústria em análise, pois toda forma de contribuição na redução de GEE importantes no alcance da meta acordada na COP26 pelo nosso país.

Em primazia, é de grande importância discorrer sobre as fontes de emissões diretas apresentadas pelo Escopo 1, entre os anos de 2019 e 2020. Em face da combustão estacionária, decorrente dos geradores de energia impulsionados pela ingestão de óleo diesel comercial, se pôde observar um aumento significativo em face da utilização de tal combustível, cerca de 200%, o que significa afirmar que houve um aumento considerável na emissão de CO₂ no ano de 2020.

Já a gasolina automotiva, empregada no cortador de grama, inserida no plano de combustão móvel, apresentou um aumento de 50% no consumo em face do ano de 2020, onde foram utilizados cerca de 120 litros. Notoriamente, há de se reconhecer que tanto o uso do diesel, quanto o da gasolina, tiveram aumento de consumo no ano de 2020, sendo o consumo do diesel superior ao da gasolina.

Assim, é oportuno aqui destacar o que pontuam Copetti et al. (2015) ao afirmarem que os hidrocarbonetos que compõem a gasolina são menos densos do que aqueles que compõem o óleo diesel, haja vista que a cadeia carbônica da gasolina é menor, sendo a gasolina menos poluente que o diesel (COPETTI et al., 2015).

Portanto, quando o consumo do diesel é superior ao consumo da gasolina, há de se observar que, além de uma emissão de CO₂ superior, há um potencial ainda maior sobre o efeito estufa e a poluição ambiental. Para além disso, é importante destacar que é justamente o diesel responsável por cerca de 53% das emissões de CO₂ nacionais (DUTRA et al., 2019).

As emissões fugitivas não apresentaram alterações nos níveis encontrados, se mantiveram estacionadas, o que denota que houve uma estabilidade entre o ano de 2019 e 2020. Tendo em vista que essas são as emissões consideradas de difícil controle, fica demonstrado que a não alteração negativa ou positiva não dá condição de se avaliar benefícios ou prejuízos. A implementação de um controle mais rígidos e indicadores de gestão para redução do uso dos gases refrigerantes na indústria seriam de grande relevância, pois são estes os maiores emissores de CO₂e dos anos estudados. Tais indicadores poderiam ser geridos pelo SGA da indústria e uma análise no Programa de Manutenção do Sistema de Ar-condicionado, poderia ser estudado com a redução de periodicidade de manutenções preventivas, visando aumentar a vida útil dos equipamentos e conseqüentemente o consumo de gases refrigerantes.

Contudo, há de se destacar que deve haver um maior empenho da indústria para tentar reduzir os níveis das emissões fugitivas, tendo em vista que essas emissões foram responsáveis por cerca de 95% das toneladas de CO₂e emitidas no Escopo 1, nos anos de 2019 e 2020. Sendo importante que as empresas se empenhem ao máximo para controlar tais emissões, haja vista que estão inseridas no Escopo 1 e a responsabilidade de tal redução é direta (AGUIAR; FORTES; MARTINS, 2016).

No tocante às emissões fugitivas, ainda há o que se falar sobre o emprego do gás R-410A em contraponto com o emprego do gás R22 no sistema de refrigeração e ar-condicionado da empresa. O primeiro gás é considerado mais emissor de CO₂ do que o segundo, por isso é abrangido pelo Protocolo de Quioto como uma das fontes emissoras que deve ser reduzida. Diante da análise dos resultados, ficou evidenciado que a indústria utiliza mais o R22 do que o R-410A, se enquadrando assim dentro das perspectivas de Quioto.

No ano de 2019, ficou demonstrado que a indústria utilizou mais o R22 (27,20 Kg) do que o R-410A (22,68 Kg) e as emissões apresentadas foram 47,34 tCO₂e para o R-410A e 49,23 tCO₂e para o R22. O que significa dizer que no ano de 2019 a empresa utilizou cerca de 4,52 Kg de R22 a mais que o R-410A. Levando em consideração que o Kg de R-410A equivale a aproximadamente 2,09 tCO₂e e que o R22 equivale a 1,87 tCO₂e, se pode compreender que se a empresa utilizasse os 4,52 Kg a mais de R-410A, no referido ano, as emissões seriam ainda maiores, o que se mantém na perspectiva de 2020. Cenários esses que apresentam um posicionamento adequado da indústria em face do emprego do gás R22 em quantidades superiores.

Em se tratando das emissões de CO₂ em decorrência do tratamento de efluentes líquidos, anaeróbicos e biológicos, se pôde perceber uma redução de quase 25% no ano de

2020, em comparação ao ano de 2019, com uma mitigação factual de 207,30 m³. Tal cenário se demonstra positivo, uma vez que a redução de ¼ nesse tipo de fonte emissora é significativa aos resultados da indústria no Escopo 1, corroborando assim com o pensamento apresentado por Aguiar, Fortes e Martins (2016).

Em face do Escopo 2, apresentado nos anos de 2019 e 2020, foi possível identificar que o consumo de energia elétrica localizada caiu cerca de 111,1 MWh no ano de 2020, um percentual de redução factual de 19%. Na análise comparada entre as taxas obtidas mês a mês de ambos os anos, ficou percebido que entre os meses de janeiro e fevereiro de 2020 houve um aumento no consumo desse tipo de energia. As quedas foram percebidas a partir do mês de março de 2020 e se manteve até o mês de dezembro do mesmo ano. Os meses com as maiores taxas de redução nesse tipo de consumo foram abril (47%), maio (38%) e junho (64%) de 2020. Já o mês com a menor taxa de redução no consumo de energia elétrica localizada foi outubro de 2020 (1%).

Diante dos resultados percebidos em face da redução de eletricidade localizada, fica explícito que as maiores taxas de redução ocorreram justamente no período em que a indústria teve as suas atividades paralisadas pela COVID-19. Quando as atividades foram retomadas as reduções continuaram a existir, mas de forma tímida, talvez em decorrência das baixas demandas produtivas diante das instabilidades apresentadas pelo mercado. Nesse contexto, há claramente uma necessidade de que a indústria continue a desempenhar, de forma proativa, atividades que busquem a redução desse tipo de consumo, uma vez que incide nas emissões de GEE globais.

Destarte, não obstante, é de grande importância discorrer sobre as emissões totais de GEE por tonelada entre os anos de 2019 e 2020, num comparativo entre os Escopos 1 e 2. Assim, em relação ao Escopo 1, as emissões de GEE por tonelada entre os referidos anos apresentaram um aumento de cerca de 1,31%. Já no Escopo 2 houve uma redução gratificante de aproximadamente 29,19%. Comparando ambos os resultados, se pode dizer que o Escopo 2 apresentou uma redução de 27,88% superior ao Escopo 1.

Resultados esses que corroboram com as análises individuais expostas no presente estudo, uma vez que o Escopo 2 apresentou reduções significativas no ano de 2020 em decorrência da paralisação das atividades fabris. Desse modo, fica evidenciado que, caso as atividades da indústria fossem mantidas, o Escopo 2 possivelmente apresentaria redução menor. Nesse contexto fático, é de grande importância que a indústria busque implementar, no âmbito das suas atividades, uma maior atenção, tendo em vista que as reduções podem continuar a serem significativas.

Levando em consideração as perspectivas das responsabilidades das indústrias em face de cada Escopo, se pode destacar que no que tange aos resultados do Escopo 1 a responsabilidade é direta, enquanto em relação aos resultados dos Escopos 2 e 3 tais responsabilidades são indiretas (DUTRA et al., 2019).

Diante disso, se observa que a maior redução apresentada pela indústria foi em face do Escopo 2, com a responsabilidade indireta. Enquanto em face do Escopo 1, onde a responsabilidade é direta, a redução não foi tão significativa. O que significa apontar que, tendo por base a perspectiva de tais responsabilidades, a indústria deve desempenhar um maior esforço para com a redução dos resultados contidos no Escopo 1, mas não menosprezando o Escopo 2.

Uma outra forma de se estabelecer a gestão de GEE pelas indústrias é estabelecer um preço de carbono. De acordo com Margulis (2020) são duas principais formas. Primeiro, um governo pode cobrar um imposto de carbono sobre a distribuição, venda ou uso de combustíveis fósseis, com base em seu conteúdo de carbono. Isto aumenta o custo desses combustíveis e dos bens ou serviços criados com eles, incentivando empresas e indivíduos a mudar para uma produção e consumo menos intensivos em carbono. A segunda abordagem está vinculada à criação de um sistema de cotas chamado *cap-and-trade* (“limite-e-troca”). Nesse modelo, um teto, ou valor máximo admissível de emissões é fixado, e licenças para emissões de CO₂ são criadas de acordo com ele. As licenças são então alocadas ou leiloadas entre as empresas. Elas podem trocar licenças entre si, introduzindo um mercado de poluição em que os poluidores cortam emissões quando isso for mais barato, ou compram licenças de emissão, quando seu custo de redução de emissões for muito alto. O custo total para se alcançar a redução de emissões será, assim, o mais baixo possível.

CAPÍTULO 5

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 CONCLUSÕES

Foi possível verificar que a questão ambiental tem, ao longo dos anos, se tornado uma preocupação latente no âmbito mundial, tendo em vista os sérios prejuízos provocados pela cadeia industrial, principalmente no que tange a emissão de GEE. Nesse contexto, o meio ambiente tem sido colocado em voga, como um patrimônio da humanidade que precisa seriamente ser protegido. Haja vista que os recursos naturais são finitos e que para que o ser humano possua uma vida digna se faz necessário que as condições ambientais sejam favoráveis.

As ações humanas, por muito tempo, vêm se utilizando dos recursos ou praticando a industrialização de forma exacerbada, fomentada justamente pelo consumo rápido. Nesse cenário, o descarte acabou se tornando algo preocupante, uma vez que o meio ambiente é o mais atingido pelas fontes de descartes, quer sejam químicas, naturais, gasosas, dentre outras. O índice de emissões de GEE obteve alterações significativas, as quais impactaram e continuam a impactar negativamente na temperatura terrestre, tendo em vista que tais gases contribuem diretamente para ampliar o denominado efeito estufa.

Diante de tal cenário calamitoso, diversos diplomas legislativos passaram a consagrar o meio ambiente como patrimônio protegido, não sendo diferente no Brasil. A maior proteção conferida ao meio ambiente em solo nacional veio com o advento da Constituição Federal de 1988, onde o constituinte elencou um rol extenso de dispositivos que passou a considerar a preservação ambiental como um dos fundamentos da ordem econômica. Não obstante, no intuito de ampliar os efeitos das normatizações ambientais, o legislador infraconstitucional deu ensejo a promulgação de um diploma legislativo específico que passou a culminar penalizações legais em face dos agentes que prejudicassem o meio ambiente, principalmente as empresas.

Todavia, como a problemática continuou a persistir em amplitude mundial, a preservação do meio ambiente continuou a ser pauta das mais diversas discussões ambientais, o que deu ensejo a elaboração de outros diplomas legais, a exemplo da Lei Nº 12.187 de 2009, do próprio Acordo de Paris (2015), do Decreto Nº 9.073/17 e das metas indicadas na

COP26 para o Brasil, normas e compromissos esses que passaram a buscar a redução da emissão de GEE de forma gradativa. Por sua vez, o Brasil passou a ser cossignatário do referido acordo e aderiu ao compromisso de reduzir a emissão de tais gases, zelando assim pelo objetivo de mitigar o efeito estufa e com a nova meta de 1,2 GtCO₂e até 2030, equivalente a uma redução de 50% do seu último inventário publicado as vésperas da COP26.

Tomando por base os resultados apresentados pelo estudo de caso, onde se avaliou as emissões de GEE desta indústria com base no PBGHGP, escopos 1 (emissões diretas) e 2 (emissões indiretas), foi possível verificar que em relação aos dados do escopo 1, as emissões de GEE obtiveram uma alteração, o que denota que a indústria precisa dispor de uma maior atenção em face das emissões capturadas por este escopo, uma vez que a redução desses níveis de GEE são obrigatórios e não facultativos, podendo assim trazer prejuízos legais para a referida empresa.

Diante do exposto identificou-se que durante o ano de 2020 a indústria alvo do estudo de caso ficou fechada por um período em decorrência do isolamento social provocado pela Covid-19, há de se observar que o favorável seria uma redução nas emissões de GEE do escopo 1, ainda que o aumento não tenha uma amplitude altamente problemática. Mas, levando em consideração que a região do Amazonas precisa apresentar uma melhora no quadro de emissão de GEE, se compreende que as indústrias do estado precisam dispor de um maior cuidado no controle de tais emissões.

Já no tocante as emissões aferidas no escopo 2, verificou-se uma redução relevante nos índices, observando claramente que o período de fechamento da indústria pode ter corroborado para tal redução, o que não ocorreu no escopo 1. Sendo a redução das emissões do escopo 2 facultativas, há de se considerar a importância de se avaliar e melhor controlar as emissões do escopo 1, de forma a reduzi-las e contribuir para majorar os resultados locais, estaduais e nacionais das emissões de GEE.

Desta forma ficou evidenciado que a redução das emissões de GEE do escopo 1 na indústria analisada pode se dá, inclusive, pela elevação do emprego da gasolina em face do diesel, uma vez que a gasolina é menos densa do que o diesel, favorecendo assim a redução da emissão de GEE no escopo 1. Para além disso, fica aqui evidenciado que, ainda que o aumento não seja tão assustador, há uma necessidade de que tal aumento seja freado, ou seja, impedido de continuar crescendo de forma gradativa. Ao invés disso, as indústrias precisam buscar alternativas para reduzir as emissões de GEE no escopo 1 e no escopo 2, alinhando estratégias de eficiência econômica com a minimização do seu impacto ambiental.

5.2 SUGESTÕES

Por fim, cumpre aqui pontuar que a presente pesquisa não se esgota, uma vez que se limitou à análise de uma determinada empresa do PIM nos anos de 2019 e 2020. Dessa forma, sugere-se que novos estudos sejam realizados, com os dados de 2021 bem como investigar se outros setores ou ramos da indústria da cidade de Manaus, tiveram um perfil similar, quais as principais fontes de fontes de emissões de GEE e se o período crítico da pandemia do Covid-19 estabeleceu um perfil de emissão similar no Amazonas, produzindo assim material que denote a importância de um maior empenho dos envolvidos neste contexto.

Outra sugestão é a produção de um *e-book* ou cartilha informativa sobre os passos iniciais para elaboração de um inventário de GEE como forma de difundir a metodologia aplicada neste estudo e fomentar o uso de indicadores de redução de GEE para as indústrias.

REFERÊNCIAS

ABETRE (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS). Perfil do setor de tratamento de resíduos e serviços ambientais. São Paulo: **ABETRE**, 2006. Disponível em: <<http://abetre.org.br/wp-content/uploads/2019/11/ABETRE-Perfil-do-Setor-de-Trat.-de-Residuos-e-Servicos-Ambientais-2006.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2021.

_____. Estudo sobre o setor de tratamento de resíduos industriais. São Paulo: ABETRE, 2006. Disponível em: <<http://abetre.org.br/wp-content/uploads/2019/11/PwC-Estudo-sobre-o-Setor-de-Tratamento-de-Residuos-Industriais.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2021.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR ISO 14001:2015**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

_____. **NBR ISO 14.064-1:2007. 1**. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

AGUIAR, L.V.; FORTES, J.D.N.; MARTINS, E. Neutralização compensatória de carbono – estudo de caso: indústria do setor metal mecânico, Rio de Janeiro (RJ). **Eng Sanit Ambient** | v.21 n.1 | jan/mar 2016 | 197-205. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/esa/v21n1/1413-4152-esa-21-01-00197.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2021.

ANTUNES, P. B. **Direito ambiental**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2000.

AVENI, A. Eco-empresendedor. Uma taxonomia usando motivações e gestão para uma economia verde. In: **Gestão Ambiental**. Vol. 1. Organizador: José Henrique Porto Silveira. Belo Horizonte: Poisson, 2017.

BORTOLON, B.; MENDES, M.S.S. A importância da Educação Ambiental para o alcance da Sustentabilidade. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica**. Itajaí, Centro de Ciências Sociais e Jurídicas da UNIVALI. v. 5, n.1, p. 118-136, 1º Trimestre de 2014. Disponível em: <<https://www.univali.br/graduacao/direito-itajai/publicacoes/revista-de-iniciacao-cientifica-ricc/edicoes/lists/artigos/attachments/984/arquivo%206.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2020.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Versa sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm>. Acesso em: 12 mar. 2021

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Versa sobre as normas constitucionais do país. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 25 fev. 2021.

_____. **Decreto-lei nº 288, de 28 de fevereiro de 1967.** Altera as disposições da Lei número 3.173 de 6 de junho de 1957 e regula a Zona Franca de Manaus. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0288.htm>. Acesso em: 03 fev. 2022.

_____. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: 01 fev. 2021.

_____. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009.** Versa sobre a inclusão da Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm>. Acesso em: 25 fev. 2021.

_____. **Decreto nº 9.073, de 5 de junho de 2017.** Versa sobre a promulgação brasileira do Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9073.htm>. Acesso em: 25 fev. 2021.

BRASIL, G. H.; DE SOUZA JUNIOR, P. A.; DE CARVALHO JUNIOR, J. A. Inventários corporativos de gases de efeito estufa: métodos e usos. **Sistemas & Gestão**, v. 3, n. 1, p. 15-26, 29 maio 2009. Disponível em: <<https://www.revistasg.uff.br/sg/article/view/SGV3N1A2>>. Acesso em: 26 abr. 2021.

COPETTI et al. Effect of rice straw and nitrate levels in soil solution on nitrous oxide emission. **R. Bras. Ci. Solo**, 39:458-465, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v39n2/0100-0683-rbcs-39-2-0458.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2021.

CUNHA, C.E.S.C.P.; RITTER, E.; FERREIRA, J. A. O uso de indicadores de desempenho na avaliação da qualidade operacional dos aterros sanitários do estado do Rio de Janeiro no triênio 2013–2015. **Eng Sanit Ambient** | v.25 n.2 | mar/abr 2020 | 345-360. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/esa/v25n2/1809-4457-esa-25-02-345.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2021.

DAL FORNO, M.A.R. **Fundamentos em Gestão Ambiental**. 1 ed. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2017.

DUTRA et al. **Análise de Deslocamento dos Poluentes de Emissões na Cidade de Manaus, Brasil**. Revista Brasileira de Geografia Física v.12, n.01 (2019) 039-056. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Helder-Relvas/publication/332817600_Revista_Brasileira_de_Geografia_Fisica_Analise_de_Deslocamento_dos_Poluentes_de_Emissoes_na_Cidade_de_Manau_Brasil/links/5ccb0b1e92851c3c2f8167d9/Revista-Brasileira-de-Geografia-Fisica-Analise-de-Deslocamento-dos-Poluentes-de-Emissoes-na-Cidade-de-Manaus-Brasil.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2021.

FEIL, A.A.; SCHREIBER, D. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: Desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cad. EBAPE.BR**, v. 14, nº 3, Artigo 7, Rio de Janeiro, Jul./Set. 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/cebape/v15n3/1679-3951-cebape-15-03-00667.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2021.

FERNANDES, Rodrigo P.R.; NOGUEIRA, Melissa A.; JIMENEZ, Italo J.T. **Estudo de caso no aterro de resíduos sólidos urbanos de Manaus/AM**. BIUS - Boletim Informativo Unimotrisaúde em Sociogerontologia, v. 23 n. 17 (2020): EDITORIAL DO BIUS DE DEZEMBRO/2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/BIUS/article/view/8344>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

FGV (FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS). **Especificações de Verificação do Programa Brasileiro GHG Protocol**. Programa Brasileiro GHG Protocol, 2011. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/30258/especificacoes-ghg2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

_____. **Ferramenta de Cálculo de Emissões de GEE**. Programa Brasileiro GHG Protocol, 2021. Disponível em: <<https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-sustentabilidade/projetos/programa-brasileiro-ghg-protocol>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

FIORILLO, C.A.P. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. 18 ed. São Paulo: Saraiva, 2018.

GODOY, S.G.M.; SAES, M.S.M. Cap-And-Trade e projetos de redução de emissões: Comparativo entre mercados de carbono, evolução e desenvolvimento. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo v. XVIII, n. 1 n p. 141-160 n jan.-mar. 2015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/pdf/asoc/v18n1/pt_1414-753X-asoc-18-01-00135.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2021.

IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE). **Incertezas**. IPCC, 2006. Disponível em: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_3_Ch3_Uncertainties.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2021.

KRZYSCZAK, F.R. As diferentes concepções de meio ambiente e suas visões. **REI – REVISTA DE EDUCAÇÃO DO IDEAU**, Vol. 11 – Nº 23 – Janeiro - Junho – 2016, ISSN: 1809-6220. Disponível em: <https://www.passofundo.ideau.com.br/wp-content/files_mf/037781a20b7271d160dc922d7d1b9c44355_1.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2021.

MARGULIS, S. **Mudanças do clima: tudo o que você queria e não queria saber**. Rio de Janeiro: Konrad Adenauer Stiftung, 2020.

MONZONI, M. **Contabilização, quantificação e publicação de inventários corporativos de emissões de gases de efeito estufa**. Programa Brasileiro GHG Protocol, 2 ed. São Paulo: FGV, 2008. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/themes/Mirage2/pages/pdfjs/web/viewer.html?file=http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/15413/Especificaca%c3%a7%c3%b5e%20do%20Programa%20Brasileiro%20GHG%20Protocol.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

NASA (*NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION*). Carbon Dioxide, Latest Measurement: February 2021, 416 ppm. **Climate NASA**, 2021. Disponível em: <<https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>>. Acesso em: 12 mar. 2021.

PEIXER, J. F. B. **A contribuição nacionalmente determinada do Brasil para cumprimento do acordo de paris: metas e perspectivas futuras**. Tese (Doutorado em Direito) – Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2019, 346f. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/199009/PDPC1446-T.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>>. Acesso em: 01 fev. 2021.

ROLIM, A. M. **A reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo em oito empresas do Rio Grande do Sul - 2000**. Dissertação (Mestrado em Administração) - Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000, 142f. Disponível em:

<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2397/000273408.pdf?sequence=1>>.

Acesso em: 01 fev. 2021.

SEEG (SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA). **SEEH 8**: Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas de clima do Brasil 1970-2019. Disponível em: <https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_8/SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2021.

_____. **Emissões totais**. Tabela de dados das emissões brasileiras de gases de efeito estufa do Brasil 1970-2020. SEEG, 2021. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/total_emission>. Acesso em: 11 jan. 2022.

SIRVINSKAS, L. P. **Manual de direito ambiental**. 18. ed., São Paulo: Saraiva Educação, 2020.

TORRES, C.; FERMAM, R.K.S.; SBAGIA, I. Projetos de MDL no Brasil: Oportunidade de mercado para empresas e para novas entidades operacionais designadas. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo v. XIX, n. 3 n p. 199-214 n jul.-set. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/asoc/v19n3/pt_1809-4422-asoc-19-03-00199.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2021.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 16 ed. São Paulo: Atlas, 2016.

WRI BRASIL (*WORLD RESOURCES INSTITUTE*). 4 gráficos para entender as emissões de gases de efeito estufa por país e por setor. **WRI Brasil**, 2020. Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/pt/blog/2020/02/quatro-graficos-explicam-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-por-pais-e-por-setor>>. Acesso em: 12 mar. 2021.

ANEXOS

ANEXO I – Inventário de GEE obtido através da ferramenta PBGHGP versão 2021.1 (FGV, 2021) da indústria de beneficiamento de papel fotográfico para ano-base de 2019.

2.1 Resumo das emissões totais: IND. BENEF. PAPEL FOTOGRÁFICO

Ano do inventário: 2019

GEE	Em toneladas de gás				Em toneladas métricas de CO ₂ equivalente (tCO ₂ e)			
	Escopo 1	Escopo 2 -		Escopo 3	Escopo 1	Escopo 2 -		Escopo 3
		Abordagem localização	Abordagem escolha de compra			Abordagem localização	Abordagem escolha de compra	
CO ₂	0.601000	43.614	-	-	0.601	43.614	-	-
CH ₄	0.035000	-	-	-	0.875	-	-	-
N ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC	0.022680	-	-	-	47.345	-	-	-
PFC	-	-	-	-	-	-	-	-
SF ₆	-	-	-	-	-	-	-	-
NF ₃	-	-	-	-	-	-	-	-
Total					48.821	43.614	-	-

2.2 Emissões de Escopo 1 desagregadas por categoria

Categoria	Emissões tCO ₂ e	Emissões de CO ₂ biogênico	Remoções de CO ₂ biogênico
Combustão móvel	0.129	0.033	-
Combustão estacionária	0.472	0.051	-
Processos industriais	-	-	-
Resíduos sólidos e efluentes líquidos	0.875	-	-
Fugitivas	47.345	-	-
Atividades agrícolas	-	-	-
Mudança no uso do solo	-	-	-
Total de emissões Escopo 1	48.821	0.084	-

2.3 Emissões de Escopo 2 desagregadas por categoria

Abordagem baseada na localização	Emissões tCO ₂ e	Emissões de CO ₂ biogênico	Remoções de CO ₂ biogênico
Aquisição de energia elétrica	43.614	-	-
Aquisição de energia térmica	-	-	-
Perdas por transmissão e distribuição	-	-	-
Total de emissões Escopo 2 (localização)	43.614	-	-

Abordagem baseada na escolha de compra	Emissões tCO ₂ e	Emissões de CO ₂ biogênico	Remoções de CO ₂ biogênico
Aquisição de energia elétrica	-	-	-
Aquisição de energia térmica	-	-	-
Perdas por transmissão e distribuição	-	-	-
Total de emissões Escopo 2 (escolha de compra)	-	-	-

2.4 Emissões de Escopo 3 desagregadas por categoria

Categoria	Emissões tCO ₂ e	Emissões de CO ₂ biogênico	Remoções de CO ₂ biogênico
1. Bens e serviços comprados	-	-	-
2. Bens de capital	-	-	-
3. Atividades relacionadas com combustível e energia não incluídas nos Escopos 1 e 2	-	-	-
4. Transporte e distribuição (upstream)	-	-	-
5. Resíduos gerados nas operações	-	-	-
6. Viagens a negócios	-	-	-
7. Deslocamento de funcionários (casa-trabalho)	-	-	-
8. Bens arrendados (a organização como arrendatária)	-	-	-
9. Transporte e distribuição (downstream)	-	-	-
10. Processamento de produtos vendidos	-	-	-
11. Uso de bens e serviços vendidos	-	-	-
12. Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos	-	-	-
13. Bens arrendados (a organização como arrendadora)	-	-	-
14. Franquias	-	-	-
15. Investimentos	-	-	-

Emissões de Escopo 3 não classificáveis nas categorias 1 a 15	-	-	-
Total de emissões Escopo 3	-	-	-

2.5 Outros gases de efeito estufa não contemplados pelo Protocolo de Quioto

Categoria	Emissões tCO ₂ e
CFC-11	-
CFC-12	-
CFC-13	-
CFC-113	-
CFC-114	-
CFC-115	-
Halon-1301	-
Halon-1211	-
Halon-2402	-
Tetracloroeto de carbono (CCl ₄)	-
Bromometano (CH ₃ Br)	-
Methyl chloroform (CH ₃ CCl ₃)	-
HCFC-21	-
HCFC-22 (R22)	49,232
HCFC-123	-
HCFC-124	-
HCFC-141b	-
HCFC-142b	-
HCFC-225ca	-
HCFC-225cb	-

ANEXO II – Inventário de GEE obtido através da ferramenta PBGHGP versão 2021.1 (FGV, 2021) da indústria de beneficiamento de papel fotográfico para ano de 2020.

2.1 Resumo das emissões totais: IND. BENEF. PAPEL FOTOGRAFICO

Ano do inventário: 2020

GEE	Em toneladas de gás				Em toneladas métricas de CO ₂ equivalente (tCO ₂ e)			
	Escopo 1	Escopo 2 - Abordagem localização	Escopo 2 - Abordagem escolha de compra	Escopo 3	Escopo 1	Escopo 2 - Abordagem localização	Escopo 2 - Abordagem escolha de compra	Escopo 3
	CO ₂	1.594.000	30.885	-	-	1.594	30.885	-
CH ₄	0.021.000	-	-	-	0.525	-	-	-
N ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC	0.022.680	-	-	-	47.345	-	-	-
PFC	-	-	-	-	-	-	-	-
SF ₆	-	-	-	-	-	-	-	-
NF ₃	-	-	-	-	-	-	-	-
Total					49.464	30.885	-	-

2.2 Emissões de Escopo 1 desagregadas por categoria

Categoria	Emissões tCO ₂ e	Emissões de CO ₂ biogênico	Remoções de CO ₂ biogênico
Combustão móvel	0.194	0.049	-
Combustão estacionária	1.400	0.167	-
Processos industriais	-	-	-
Resíduos sólidos e efluentes líquidos	0.525	-	-
Fugitivas	47.345	-	-
Atividades agrícolas	-	-	-
Mudança no uso do solo	-	-	-
Total de emissões	49.464	0.216	-
Escopo 1			

2.3 Emissões de Escopo 2 desagregadas por categoria

Abordagem baseada na localização	Emissões tCO ₂ e	Emissões de CO ₂ biogênico	Remoções de CO ₂ biogênico
Aquisição de energia elétrica	30.885	-	-
Aquisição de energia térmica	-	-	-
Perdas por transmissão e distribuição	-	-	-
Total de emissões	30.885	-	-
Escopo 2 (localização)			

Abordagem baseada na escolha de compra	Emissões tCO ₂ e	Emissões de CO ₂ biogênico	Remoções de CO ₂ biogênico
Aquisição de energia elétrica	-	-	-
Aquisição de energia térmica	-	-	-
Perdas por transmissão e distribuição	-	-	-
Total de emissões	-	-	-
Escopo 2 (escolha de compra)			

2.4 Emissões de Escopo 3 desagregadas por categoria

Categoria	Emissões tCO ₂ e	Emissões de CO ₂ biogênico	Remoções de CO ₂ biogênico
1. Bens e serviços comprados	-	-	-
2. Bens de capital	-	-	-
3. Atividades relacionadas com combustível e energia não incluídas nos Escopos 1 e 2	-	-	-
4. Transporte e distribuição (upstream)	-	-	-
5. Resíduos gerados nas operações	-	-	-
6. Viagens a negócios	-	-	-
7. Deslocamento de funcionários (casa-trabalho)	-	-	-
8. Bens arrendados (a organização como arrendatária)	-	-	-
9. Transporte e distribuição (downstream)	-	-	-
10. Processamento de produtos vendidos	-	-	-
11. Uso de bens e serviços vendidos	-	-	-
12. Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos	-	-	-
13. Bens arrendados (a organização como arrendadora)	-	-	-
14. Franquias	-	-	-
15. Investimentos	-	-	-

Emissões de Escopo 3 não classificáveis nas categorias 1 a 15	-	-	-
Total de emissões Escopo 3	-	-	-

2.5 Outros gases de efeito estufa não contemplados pelo Protocolo de Quioto

Categoria	Emissões tCO ₂ e
CFC-11	-
CFC-12	-
CFC-13	-
CFC-113	-
CFC-114	-
CFC-115	-
Halon-1301	-
Halon-1211	-
Halon-2402	-
Tetracloroeto de carbono (CCl ₄)	-
Bromometano (CH ₃ Br)	-
Methyl chloroform (CH ₃ CCl ₃)	-
HCFC-21	-
HCFC-22 (R22)	73,848
HCFC-123	-
HCFC-124	-
HCFC-141b	-
HCFC-142b	-
HCFC-225ca	-
HCFC-225cb	-

ANEXO III – Termo de consentimento da indústria para aplicação da pesquisa
e uso dos dados

**TERMO DE CONSENTIMENTO E AUTORIZAÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DE INFORMAÇÕES
DE EMPRESAS**

CNPJ: 17.692.919/0001-96 **Inscrição Estadual:** 06.201.030-1

Coordenadas Geográficas de Localização: S: 03° 5'55.38 " W: 059° 56'52.26"

CNAE: 20.99-1-01 **Atividade:** Beneficiamento de Papel Fotográfico

Representante da empresa: José Augusto Carvalho Dibo **Função:** Gerente Geral

Telefone: (92) 3617-5000

Tipo de produção intelectual: () Trabalho de Conclusão de Curso (X) Dissertação () Tese

Título/subtítulo: Análise do Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa em uma Indústria de Beneficiamento de Papel Fotográfico na Cidade de Manaus

Autor: Edfran da Cruz Magalhães **Nº da matrícula no ITEGAM:** 2024

Orientador: Simone da Silva, Bióloga, Doutora em Ciências - Biotecnologia Vegetal

Curso/Programa de Pós-graduação: Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental - PPG.EGPSA, do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia- ITEGAM

Como representante legal da empresa acima, declaro que as informações e/ou documentos disponibilizados pela empresa para o trabalho citado:

- () Podem ser publicados sem restrição.
- (X) Podem ser publicados com restrição parcial, não podendo ser publicadas as seguintes informações e/ou documentos:
- Financeiras, informações ou dados de clientes, fornecedores ou funcionários e fórmulas de produtos (sigilo industrial)
- () Possuem restrição total para publicação por um período de _____ anos, pelos seguintes motivos: _____



Representante da empresa

Manaus, 25 de janeiro de 2022
Local e Data

SINO PROMISE MANAUS IND.
COM. MAT. FOTOG. LTDA
José Augusto Carvalho Dibo
Gerente Geral
CPF: 321.338.472-00

APÊNDICES

APÊNDICE A – Artigo “*Analysis of the Greenhouse Gas Emissions Inventory in a Photographic Paper Finishing Industry in the Manaus city*”, publicado na revista “*International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*”, ISSN: 2349-6495(P) | 2456-1908(O), *Qualis* CAPES A2. DOI: < <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.811.29>>, vol. 8, nº 11, de 26 nov. 2021.

Cronologia da publicação – linha do tempo (*timeline*): Artigo submetido em 16/09/2021, aceito em 19/11/2021 e publicado em 26/11/2021.

Analysis of the Greenhouse Gas Emissions Inventory in a Photographic Paper Finishing Industry in the Manaus city

Edfran da Cruz Magalhães¹, Simone da Silva²

¹Student of the Professional Master's in engineering, Process Management, System and Environmental at the Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia – ITEGAM, Brazil

²Professor and researcher of the Professional Master's in Engineering, Process Management, System and Environmental at the Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia – ITEGAM, Brazil

Received: 16 Sept 2021,

Received in revised form: 09 Nov 2021,

Accepted: 19 Nov 2021,

Available online: 26 Nov 2021

©2021 The Author(s). Published by AI
Publication. This is an open access article
under the CC BY license

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Keywords— Gas emissions, greenhouse
effect, photo paper, chemical industries.

Abstract— In the Manaus Free Zone, the processing industry of photographic paper is poorly representative and, is classified as a Chemical Industry. This type of photographic industry has environmental aspects in all its production processes, including those that only benefit the already emulsified photographic papers, transforming them into sizes and formats necessary for later use in photo printing laboratories. From this perspective, the problem to be investigated in this dissertation was limited to emissions of greenhouse gases (GHG) in scope 1 and 2, using the protocol of the Brazilian GHG Protocol Program (PBGHGP) thus enabling the inventory of data and the estimation of the total GHG emission in a native industry of photographic paper processing. As a result of the analysis, it was found that the main source of GHG comes from the cooling system in the consumption of refrigerant R410A and that the control and/or management of these gases are possible to be adopted, because the industry has an implemented environmental management system capable of managing this environmental aspect.

I. INTRODUCTION

The emission of greenhouse gases (GHG) has a direct effect on our climate and the environment. Climate change, its consequences, and agreements to reduce and/or stabilize emissions of these gases have been debated by major world leaders for centuries. In the year 2021, the United Nations (UN) brought together the world's largest conference on climate change, COP26, in the Scottish city of Glasgow. This conference brought together approximately 200 countries to promote actions aimed at achieving the objectives of the Paris Agreement and the United Nations Framework Convention on Climate Change.

The way industries see the minimization of environmental pollution has changed in recent years. Until the 1980s, the focus was the end-of-pipe treatment, that is,

the impact was allowed for the subsequent treatment of effluent, waste or emission. The Management of Greenhouse Gases (GHG) has become an increasingly important topic in global corporate agendas, due to the repercussions that have shown the issues of climate and environment. Companies have invested in actions that aim to reduce greenhouse gas emissions and disseminate results to promote sustainable consumer-oriented marketing, as well as to help understand the climate study.

The greenhouse gases inventory is an instrument that allows companies to assess and account for GHG emissions from all sources defined in groups of activities associated with the company. The inventory is fundamental for the formulation of business policies adapted to the new trends of the global market and aims to analyze the degree of emission and, with this, plan its

reduction or compensation, mitigating the environmental impact.

The problem to be investigated will be limited to GHG emissions in scope 1 and 2, through the use of tool of the Brazilian GHG Protocol Program (PBGHGP) thus enabling the inventory of data and the estimation of the total GHG emission in a native industry of photographic paper processing. Although the statistical data show a low percentage of GHG emissions in the industrial sector, the emission of GHG in the state grew alarmingly, making it necessary to analyze in a factual way the context of emissions from industrial processes.

II. LITERATURE REVISION

2.1 Greenhouse Gas Inventory

The unbridled emission of GHG into the atmosphere, particularly the emission of carbon dioxide, ends up exacerbating the greenhouse effect and thereby triggering a series of problems affecting the entire planet, such as global warming itself and the compromise of atmospheric air, can trigger a few respiratory diseases. For (Fernandes; Nogueira & Jimenez, 2020), the impacts caused by the emission of GHGs affect not only the place where such emission occurs, but the commitment is worldwide.

According to Monzoni (2008) participants of the PBGHGP must include in their inventory of emissions all GHG regulated by the Kyoto Protocol. They are: Carbon Dioxide (CO₂), Methane (CH₄), Nitrous Oxide (N₂O), Perfluorocarbons (Pfc) Hidrofluorcarbon (Hfcs), Trifluoreto de Nitrogênio (NF₃) and Hexafluoride de Enxofre (SF₆). These gases are from anthropogenic sources, the first three being considered the most abundant.

In addition, methane (CH₄) takes less time in the atmosphere than carbon dioxide (CO₂). However, CH₄ is much more efficient when it comes to trapping radiation than CO₂, and CH₄ has an estimated global warming potential of 21 times greater than CO₂ in a 100-year time span. However, in relation to CO₂, its time of permanence in the atmosphere is measured in about 150 years Fernandes *et al.* (2020).

According to Dutra *et al.* (2019) to be able to measure the air quality of a given region, it is necessary to monitor the emission of the group of pollutants, either by their occurrence or by the adverse effects caused. Also according to the authors, in addition to the subsequent control, it is of paramount importance that the emission of GHGs is continuously controlled, in order to verify the possible levels of GHGs that a given industry is emitting in a given location (Dutra *et al.*, 2019).

A balance is sought between GHG emissions and their removals, to find a level of sustainability between human actions and the environment. In this sense, it can be said that among the sources of GHG emissions are: industrial activities; fuel burning and deforestation. While from the perspective of the removals of such emissions are forests to help the preservation of the environment (Dutra *et al.*, 2019).

In the context of what is mentioned by Dutra *et al.* (2019), it is of paramount importance to have the cooperation of the industries of a given region so that there is efficient monitoring of GHG emissions. Thus, one realizes the importance of the application of this case study, in the face of the verification of emission control GHGs, conducted in the industry that will be the target of the analysis of this research, given that it is in the region of Manaus/AM, where the state of Amazonas itself has been considered a major emitter of GHGs nationwide.

According to the PBGHGP tool, Scopes 1 and 2 contain the type of GHGs emissions, where Scope 1 includes emissions derived from the derived combustion categories, mobile combustion and fungible emissions and Scope 2 including emissions derived from the energy purchase category. The GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol) of the Brazilian program defines the aspects inherent to scopes 1 and 2, to calculate the emission of GHGs. Thus, the case study applied to the target industry of this research will investigate the data presented by Scope 1 (direct emissions) and Scope 2 (indirect energy mandatory emissions from the acquired energy consumption). The development of the case study was guided by the survey of the gases emission inventory, contemplating the steps shown below by Fig. 1.



Fig. 1: Steps for the survey of GHG emissions

Source: IPCC, (2006).

According to Brazil, De Souza, & De Carvalho (2009) the emission factor is an expression of the emission associated with a unit of activity of the source. Emission factors report the amount of equivalent CO₂ emitted per unit of activity. Thus, they express how intensive a given activity is.

Table 1 shows the emission factors in kilogram of gas per unit of measurement, performed after identifying the activity of scope 1 or 2 and its respective quantitative.

Table 1 - Examples of emission factors.

Activity	Activity data	Emission factor
Consumption of electric power	Quantity in kWh	kgCO ₂ /kWh
Burning of natural gas in boiler	Quantity of natural gas (m ³)	kgCH ₄ /m ³
Power generation in generator set (diesel cycle)	Diesel consumption (liter)	kgN ₂ O/liter

Source: Authors, (2021).

When detailed information is not available, there is the option of using emission factors available in the literature. In this case, it is important to be careful to employ factors that are as close to reality and, if possible, conservative. Conservative factors are those that overestimate some emission, due to the ignorance of some information. For example, if the alcohol content in petrol is unknown and should be considered as the lowest possible value, as this results in the highest GHG emission possible. This way, a price is paid for ignorance, without prejudice to the scenario of the company's emission with stakeholders (BRASIL *et al.*, 2009).

Also, according to the Fundação Getúlio Vargas [FGV] (2011, p. 8) the carbon dioxide equivalent (CO₂e) is the unit of measurement used to compare the radiation intensity of a given GHG to that of carbon dioxide. Thus, CO₂e should be used to calculate the mass of a given GHG, which should be multiplied by its global warming potential (GWP). In the same sense, it should be emphasized that greenhouse gas emissions can be measured by the total mass of a GHG released into the atmosphere (FGV, 2011, p. 8). Fig. 2 gives the sequence of the operations to be performed, to obtain the result of carbon dioxide equivalent.

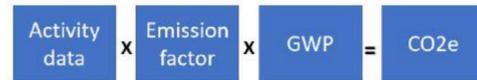


Fig. 2: Steps for the survey of GHG emissions

Source: Authors, (2021).

The emissions of each GHG (CO₂, CH₄, N₂O etc.) are calculated separately and subsequently converted to carbon dioxide (CO₂) equivalence based on its global warming potential. As regards GWP, this is the factor that will describe the impact deferred by the radiative force of a unit, which is based on the mass of a given GHG, relative to the CO₂ equivalent unit in each period (FGV, 2011).

The elaboration of inventories is the first step for an institution or company to contribute to the fight against climate change, a critical phenomenon that afflicts humanity at the beginning of this century. Knowing the emission profile, from the diagnosis guaranteed by the inventory, any organization can take the following step: to establish strategies, plans and targets for reducing and managing greenhouse gas emissions, engaging in solving this huge challenge to global sustainability (Monzoni, 2008).

The GHG Protocol tool, with a version adapted to the Brazilian reality, launched by PBGHGP, has a methodology compatible with the standards of the International Organization for Standardization (ISO), thus allowing and facilitating the management of their GHG.

Part 1 of the technical standard of the Brazilian Association of Technical Standards [ABNT] NBR ISO 14.064-1: 2007 "Specification and guidance to organizations for quantification and reporting of emissions and removals of greenhouse gases" details principles and requirements, aiming at the planning, development, management and communication of inventories.

2.2 Environment and legal aspects

Based on economic growth and technological development, the great benefits of this evolution are notorious. However, this development has resulted in a series of negative side effects which arise directly on the environment, causing its degradation and, consequently, reducing the quality of human life, as well as deteriorating the legal prospects for environmental preservation (Rolim, 2000).

Thus, the environment became the object of protection and several discussions on its preservation. In this context, it is of paramount importance to highlight the conceptualization of the environment, permeating by the legal concept established by Law N. 6.938, promulgated

on August 31st, 1981, which deals exactly with the National Environment Policy (NEP). In its art. 3, item I, the said legal act establishes the concept of the environment, this being: "the set of conditions, laws, influences and interactions of a physical, chemical and biological order, which allows, houses and governs life in all its forms" (Lei n. 6938, 1981).

In the same sense, NBR ISO 14001:2015 also presented a conceptualization of the environment, stating that this is a "neighborhood in which an organization operates, including air, water, soil, natural resources, flora, fauna, human beings and their interrelationship" (ABNT, 2015). However, in Brazil, the legal definition of the environment positive by art 3, item I, of NEP, as already highlighted above (Lei n. 6938, 1981). Given that such a concept is broad and contemplates the whole set of man-made goods that can affect their existence, whether natural or not (Krzyszczak, 2016).

Since 1981, through the promulgation of the NEP, with the advent of Law No 6.938, the actions applied to the environment have gained a preventive conception, from the perspective of adopting measures that anticipate human actions, to mitigate the negative effects on the environment, rather than just to correct them. In addition, NEP itself began to consider the environment as a public asset, and it should receive greater security and protection, considering its collective use in a past, present and future vision (Lei n. 6938, 1981).

By adopting a new concept on environmental preservation, the NEP has paved the way for new legal aspects applied to environmental issues at the national level. These aspects gained – in 1988-a normative force of constitutional order, with the advent of the Federal Constitution of 1988 NEP (Constituição da República Federativa do Brasil, 1988).

Thus, the 1988 Law cited above inserted in its normative body explicit rules on environmental preservation, directing legal responsibility to the Legislator to develop infraconstitutional norms that encompass the preservation and maintenance of the environment in the face of human actions, thus contemplating the objectives of the NEP and adopting a civil responsibility-legal for harmful practices NEP (Lei n. 6938, 1981; Constituição da República Federativa do Brasil, 1988).

Thus, when speaking about the environment, it is irrefutable to analyze the legal aspects that fall on the protection of the same, because this has been considered a social and collective right since the promulgation of the Citizen Constitution of 1988 which, He also defined environmental balance as a condition for achieving a dignified life in society, in conjunction with the legal

principles of NEP (Lei n. 6938, 1981; Constituição da República Federativa do Brasil, 1988).

The Federal Constitution of 1988 was the first to adopt environmental standards, previously these norms were only included in the infraconstitutional legislation by the NEP in 1981. The Magna Carta of 1988 is recognized for encompassing a series of social and fundamental rights, popularly known for valuing social welfare and also named the Green Constitution, precisely because it has a strong framework of environmental guidelines. Thus, it is known that the environment is indispensable for a balanced human life and thus, the legal act has inserted into its normative body aspects that seek environmental preservation (Constituição da República Federativa do Brasil, 1988).

This constitutional law contains a list of principles that are adopted by environmental law. Such principles appear both explicitly and implicitly and should be observed as guiding principles for balanced human, political and economic development. The principle of the dignity of the human person; the principle of responsibility; the precautionary principle; the principle of sustainable development; the principle of the polluter- the principle of community participation and the principle of the social function of property (Constituição da República Federativa do Brasil, 1988; Fiorillo, 2018).

It is worth highlighting here the National Policy on Climate Change (NEP), instituted by Law n. 12,187 of 2009, which formalized a voluntary commitment made by Brazil, before the United Nations and its Convention-Framework on climate change and reduction of GHG emissions. In its article 12, this law formalizes the commitment to have actions to mitigate GHG emissions in favor of the reduction of 36.1% to 38.9% of their greenhouse gas emissions.

Thus, the 2015 Paris Agreement was an extremely important point for the climate change regime caused by GHG emissions and managed by the United Nations. Thus, this agreement brings a global approach, allowing several countries to voluntarily adhere to the aforementioned global agreement (Peixer, 2019). However, through Decree n. 9,073 of June 5th, 2017, Brazil became the consignee of this agreement, assuming the reduction of GHG emissions progressively until 2030.

According to Dal Forno (2017), the legal framework linked to the environment has conceived a new perception about the need for environmental preservation to maintain a balanced environment. After the advent of the Federal Constitution of 1988, more specifically from the 1990s, originated the concept that companies started to do a certain "homework" thus fulfilling all the requirements

imposed by environmental legislation in force in the country (Dal Forno, 2017).

Such legal conception awakened the need for the application of Environmental Management in the face of the materialization of legal objectives linked to environmental preservation. It was precisely this set of legal requirements that gave rise to the so-called Environmental Management System (EMS), a system that articulates directly with the perception of the environmental impacts that can be degenerated by the commercial activities practiced by a given enterprise and that start to be managed through the use of Environmental Management (Dal Forno, 2017).

The EMS is managed through ABNT NBR ISO 14001:2015, which has a few requirements with guidelines for the use and implementation of an Environmental Management System. This standard has an international character, included directly in the ISO 14000 series of standards, bringing a branch of requirements for organizations to implement EMS in their industrial operations (ABNT, 2015).

In this context, it should be noted that the atmospheric imbalance caused by GHG emissions is a global concern and causes a great impact on public interests based on the preservation of the environment. Thus, it is essential for the present study a brief analysis on the emission of GHGs in the context of environmental preservation.

2.3 Emissions of greenhouse gases

Climate change has been the subject of global discussions that seek to protect the climate system for the sake of its preservation for present and future generations. Thus, there is a clear concern about human activities that corroborates the substantial increase in greenhouse gas (GHG) concentrations in the atmosphere (Torres; Ferman & Sbragia, 2016).

The GHGs are gaseous compounds that have the absorption capacity of high frequency radiation of infrared origin, causing the accumulation of this radiation in the atmosphere, which directly contributes to the increase of temperature. The high concentration of GHG in the atmosphere ends up increasing the amount of heat retained, which is aggravated by the unbridled increase in the emission of these gases due to human actions and activities, thus raising the problem of global warming (Aguiar; Fortes & Martins, 2016).

It is worth noting that of all the infrared radiation that falls on the earth, about 70% is absorbed by the oceans and the soil, 30% is reflected into space, while a residual fraction is absorbed by the atmosphere. With the increase of GHG emission the atmosphere amplifies its absorption

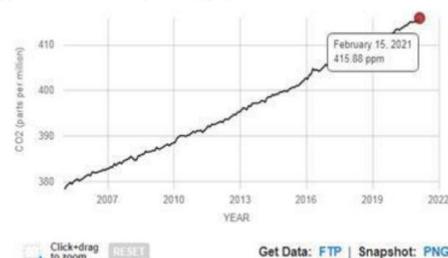
capacity of infrared radiation, due to the accumulation of GHG on the surface that ends up increasing this absorption condition, degenerating a series of damages to the biome of the environment (Torres; Ferman & Sbragia, 2016).

Among the existing GHGs, the ones with the greatest relevance in relation to their high harmful power for the increase of the greenhouse effect: carbon dioxide (CO₂); methane (CH₄); nitrous oxide (N₂O) and water vapor (H₂O).

For Aguiar *et al.* (2016), given the data presented by the reports released by the IPCC, it can be confirmed that the largest responsible for GHG emissions is human activity. The data in the fourth report exposed this statement with about 90% certainty, pointing to human actions as the major cause of the intensification of the greenhouse effect by the large GHG emissions.

The report also pointed out in the middle of this century the unbridled rise in temperature, together with the reduction of soil moisture caused by the scarcity of rainfall, may gradually replace the Amazon rainforest - characterized by a tropical climate - by savannas, as well as the vegetation of the semi-arid region by a vegetation typical of arid lands (Aguiar *et al.*, 2016).

The global report presented by the National Aeronautics and Space Administration (NASA) of 2021, clearly shows that GHG emissions have been growing wildly over the years, going against the objectives of maintaining the climatic conditions of the planet. According to the report, at the beginning of the 20th century the concentration of GHG in the Earth's atmosphere was 300 ppm (parts per million), while the data verified in 2021 already denoted a concentration percentage of approximately 416 ppm by the month of February of that year (National Aeronautics and Space Administration, 2021). Such data can be contacted through representative analysis of graph 1 below.

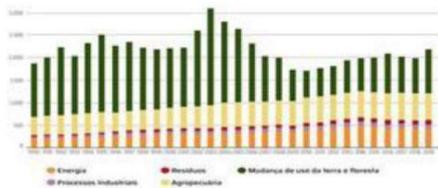


Graphic 1: Global GHG emissions - 2007 to 2021.

Source: NASA, (2021).

At the national level, it is opportune to highlight that the largest GHG generating sources in Brazil - according to the SEEG report issued between 2010 and 2018 - are: energy; transport; industry; agriculture; waste treatment; and changes in land use and forests. In this same context, SEEG points out that the state of Amazonas leads the ranking of the largest emitters of GHG in Brazil. According to SEEG, seven Amazonian municipalities emit about 29.7 million tons of CO₂, because of deforestation, which is higher than the emissions of countries like Chile, Uruguay and others (Seeg, 2020).

However, given the analysis performed by SEEG, 2020, it is observed that Brazil increased its GHG emissions between the years 2010 to 2019, going in the opposite direction to the legal objectives, especially regarding the goal set by the NEP. The data can be verified by graph 2, cited below.



Graphic 2: Global GHG emissions - 2007 to 2021.

Source: SEEG, (2021).

III. MATERIALS AND METHODS

The focus of this study was to identify the sources to identify the sources generating GHG in a processing industry of photographic paper in the city of Manaus/AM, through the analysis of data of scope 1 and 2, of the period of two years (2019 and 2020), through the tool PBGHGP, a tool adapted to the Brazilian reality, as shown in Fig. 3, which will account for the emission of CO₂e.



Fig. 3: Scope and activities generating GHGs

Source: FGV, (2021).

The industry has a physical size of approximately 6,661.54 m² and according to the National Environment Policy (Law no. 6,938 of August 31st, 1981, Art. 17- D.), for the purposes of the Environmental Control and Inspection Rate, the company is framed as Large Size, for

annual sales of over 12 million. In addition, the operational framework of the industry consists of about 26 (twenty-six) contract employees (Brazilian labor regulations - CLT) and 7 (seven) service providers (resident outsourced).

The division of the industry sectors focuses on: productive processes (encompasses the Receiving, Stock, Shipping sector, in addition to the QC), utilities/maintenance, administrative support and sewage treatment, located at its headquarters in the city of Manaus, which has 100% of the operational control for scopes 1 (direct) and 2 (indirect) of the PBGHGP tool for GHG inventories. Scope 3 (indirect) was not applicable as it is not considered mandatory.

The survey was conducted in the first half of 2021, specifically between January and June of the same year. With the aim of analyzing GHG emissions in the timeline, 2019 was defined as the base year for conducting the corporate inventory of the industry, given that the industry had not carried out any other GHG inventory previously. The following year, 2020, will be used for comparative analysis.

The universe and population carried out in the study focuses on the aspects that permeate how to supply sources of operational control in the production process, purchase of energy, treatment of effluents and others.

The research used statistical data that were indispensable for the foundation of the present study and the indication of the size of the impacts generated by the problematic that was addressed here. Therefore, the case study was applied in a determined industry of photographic paper processing in the region of Manaus/AM, using some materials and methods that could contribute to the capture, measurement, treatment, analysis and discussion of the data obtained.

In addition, in the practical phase, the analytical, quantitative and qualitative method was adopted, where the data were processed and pointed out within these three perspectives, in order to quantify and qualify the practical context of GHG emissions within the organization. We also analyzed the EMS scenario within the organization, verifying that this system is adopted and used, directing the researcher to make possible suggestions that can be used in this organization.

The study was also permeated by the analysis of legislation dealing with the problem worked here, to demonstrate how the issue is worked in the political-legal framework. As advantages we highlight the participation of industry, in the industrial context, which represents direct participation in global GHG emissions, as well as its strategic location, since the State of Amazonas has

achieved significant GHG emissions, negatively impacting the indexes promoted by Brazil and that make up world emissions, thus distancing itself from the objectives to which the country is co-signatory.

On the other hand, the disadvantages perceived by the study were all included in the measurement of the centralization of the analysis. However, the parameters achieved by the analysis were satisfactory for the extraction of the results that can be used to increase the effective participation of the industry.

IV. RESULTS AND DISCUSSION

Whereas the Amazon region has assumed a significant position in the ranking of national GHG emitters, it is of great importance for the present study to evaluate, separately and concomitantly, as such industry has positioned itself in the face of the control of its GHG emissions in Scopes 1 and 2.

Summarily, it is essential to highlight the delimitation of the macro-process. As the photographic paper processing industry has no participation in other organizations, regarding the definition of organizational boundaries, the approach used was operational control. This stage basically consisted of the identification of the organizational structure of the industry, over which it has direct control, and the characterization of its processes. These steps were described in image 4, highlighted below, to understand the processes involved in the study.



Fig. 4: Industry macro process (photographic paper finishing)

Source: Authors (2021).

The study in relation to PBGHGP, for scope 1, was marked only in the analysis of stationary and mobile fuels, fugitive emissions and effluents. Whereas Scope 2 was guided only by the analysis of localized electricity. The data for the year 2019 served as a base year for the factual

analytical study. These results are shown in Table 2, below.

Table 2 - Sources of direct emission - Scope 1

Scope 1	Data from activity (Source description)	Emission element (type)	Amount	
			Year 2019	Year 2020
Combustion stationary	Power Generator Group	Diesel oil	200 liters	600 liters
Mobile Combustion	Lawnmower	Automotive gasoline	80 liters	120 liters
Fugitive emissions	Air conditioning system (equipment)	R410-A	22.7 kg	22.7 kg
Effluents	Treatment of liquid effluents (anaerobic process)	Biological effluent	861.2 m ³	653.8 m ³

Source: Authors, (2021).

For stationary combustion, there was a 200% increase in the volume of fuel consumed between 2020 and 2019. As for commercial automotive gasoline, in the mobile combustion category, an increase in consumption was identified by 50% when compared to the previous year. These fuels are used respectively in the power generating group and in the lawnmower.

It was identified during the study that the industry paralyzed its activities in the months of April to June 2020, a rainy period in the city, which may have contributed to the growth of undergrowth (grass). This period of downtime also resulted in a 24% reduction in the volume of effluents generated in 2020, when compared to the 2019 results.

Fugitive emissions remained stationary at 22.68 kg between 2019 and 2020, with no increase, much less reduction. Such emissions arise from leaks or any other

type of unintentional and irregular release of vapors and gases. In addition, fugitive emissions are difficult to control. GHG emissions by refrigeration and air-conditioning equipment, from the perspective of the mass balance (Kyoto) remained stationary at 47.34 t CO₂e, according to the quantity transferred, between 2019 and 2020, as can be seen in Table 3, below.

Table 3 - GHG emissions by refrigeration and air-conditioning equipment - Mass balance (Kyoto).

Source record	Gas or compound	GW P	V E -	Source record	Gas or compound	GW P
2019	R-410A	2.088	-	22.68	-	47.34
2020	R-410A	2.088	-	22.68	-	47.34

Source: Authors, (2021).

Therefore, knowing that the study applies to Scopes 1 and 2, the indirect emissions defined in Scope 2 were also catalogued, in addition to identifying the non-applicable activities, within the same comparative used in the Scope 1 analysis, focusing on the income statement between 2019 and 2020. These results can be measured in Table 4, highlighted below:

Table 4 - Sources of direct emission - Scope 2

Emission element (type)	Amount		Unit of Measurement
	Year 2019	Year 2020	
Electricity	595,8	484,736	MWh

Source: Authors, (2021).

It is of great importance for the study to demonstrate the comparison of GHG emissions in tons, recorded between 2019 and 2020, to understand quantitatively the parameters measured between both years, thus enabling the expansion of the perception of the ecological-legal responsibility of the company. These results can be verified in Table 5 below.

Table 5 - GHG emissions in ton – 2019/2020

GHG	Emissions in metric ton of CO ₂ equivalent (tCO ₂ e) for the year 2019		Emissions in metric ton of CO ₂ equivalent (tCO ₂ e) for the year 2020	
	Scope 1	Scope 2 (addresses gem by "location")	Scope 1	Scope 2 (addresses gem by "location")
CO ₂	0.60	43.61	1.6	30.89
CH ₄	0.87	-	0.5	-
HFCs	47.34		47.3	
Total tCO₂e	48.82	43.614	49.47	30.89

Source: Authors, (2021).

Emissions in tons of CO₂e for Scope 1 in 2020 were 1.32% higher than in 2019. However, in Scope 2, there was a reduction of 29.19%, which is equivalent to more than 12.5 tons of CO₂e. The Scope 2 emissions are unique and exclusively derived from the purchase and consumption of electric energy. Thus, it can be said that while the electric energy consumption of Scope 2 decreased by 19% in 2020, the reduction of its emissions was 10.19% higher than the energy consumption. Given the results perceived in the face of the reduction of localized electricity, it is explicit that the highest reduction rates occurred precisely in the period in which the industry had its activities paralyzed by COVID-19. When the activities were resumed the reductions continued to exist, but in a timid way, perhaps due to the low productive demands in the face of the instabilities presented by the market. In this context, there is clearly a need for industry to continue to proactively engage in activities that seek to reduce this type of consumption, since it focuses on global GHG emissions.

It was also possible to identify that more than 95% of the tons of CO₂e of Scope 1, in both years, were due to fugitive emissions from the climate system used by the industry. These fugitive emissions were stationed at 22.68 Kg in both years (2019/2020) and are equivalent to 47.4 tCO₂e.

V. CONCLUSION

Based on the results presented by the case study, which evaluated the GHG emissions of this industry based on PBGHGP, scopes 1 and 2, it has been found that for Scope 1 data GHG emissions have changed, which means that industry needs to be more attentive to the emissions captured by this target, since the reduction of these GHG levels is mandatory and not optional and can thus bring legal harm to this company.

Therefore, considering that during 2020 the industry targeted by the case study was closed for a period due to the social isolation caused by Covid-19, it should be noted that a reduction in GHG emissions of scope 1 would be favorable, although the increase does not have a highly problematic amplitude. But, considering that the Amazon region needs to present an improvement in the GHG emission framework, it is understood that the state industries need to be more careful in controlling such emissions.

Regarding the emissions measured in scope 2, there was a relevant reduction in the indexes, clearly noting that the period of closure of the industry may have corroborated for such a reduction, which did not occur in scope 1. As the reduction of Scope 2 emissions is optional, consideration should be given to the importance of assessing and better controlling Scope 1 emissions to reduce them and to contribute to increasing local, state and national GHG emissions.

Finally, it should be noted here that this research is not exhausted, since it was limited to the analysis of a given company, in each region. Thus, it is suggested that new studies be surveyed to investigate whether other sectors or branches of industry in the city of Manaus had a similar profile, what are the main sources of GHG emissions and whether the critical period of the Covid-19 pandemic established a similar emission profile in the Amazon, thus producing material that denotes the importance of a greater commitment of those involved in this context.

REFERENCES

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015). NBR ISO 14001:2015. Rio de Janeiro: ABNT
- [2] Associação Brasileira de Normas Técnicas (2007). NBR ISO 14.064-1:2007. 1. Rio de Janeiro: ABNT,
- [3] Aguiar, L.V., Fortes, J.D.N., & Martins, E. (2016) Neutralização compensatória de carbono – estudo de caso: indústria do setor metal mecânico. Eng Sanit Ambient, Retrieved from: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v21n1/1413-4152-esa-21-01-00197.pdf>
- [4] Lei n. 6938, de 31 de agosto de 1981. Versa sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Retrieved from: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm
- [5] Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Versa sobre as normas constitucionais do país. Retrieved from: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm
- [6] Lei n. 12187, de 29 de dezembro de 2009. Versa sobre a inclusão da Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Retrieved from: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm
- [7] Decreto n. 9073, de 5 de junho de 2017. Versa sobre a promulgação brasileira do Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Retrieved from: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9073.htm
- [8] Brasil, G. H., De Souza, P. A., & De Carvalho, J. A. (2009). Inventários corporativos de gases de efeito estufa: métodos e usos. *Sistemas & Gestão*, v. 3, n. 1, p. 15-26. Retrieved from: <https://www.revistasg.uff.br/sg/article/view/SGV3N1A2>
- [9] Dal Forno, M.A.R. (2017). *Fundamentos em Gestão Ambiental*. 1 ed. Rio Grande do Sul: UFRGS.
- [10] Dutra *et al.* (2019). Análise de Deslocamento dos Poluentes de Emissões na Cidade de Manaus, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* v.12, n.01, 039-056. Retrieved from: https://www.researchgate.net/profile/Helder-Relvas/publication/332817600_Revista_Brasileira_de_Geografia_Fisica_Analise_de_Deslocamento_dos_Poluentes_de_Emissoes_na_Cidade_de_Manus_Brasil/links/5ccb0b1e92851c3c2f8167d9/Revista-Brasileira-de-Geografia-Fisica-Analise-de-Deslocamento-dos-Poluentes-de-Emissoes-na-Cidade-de-Manaus-Brasil.pdf
- [11] Fernandes, R. P.R., Nogueira, M.A., & Jimenez, I.J.T. (2020). Estudo de caso no aterro de resíduos sólidos urbanos de Manaus/AM. *BIUS - Boletim Informativo Unimotrisaúde em Sociogerontologia*, v. 23 n. 17: EDITORIAL DO BIUS DE DEZEMBRO/2020. Retrieved from: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/BIUS/article/view/8344>
- [12] Fundação Getúlio Vargas (2011). Especificações de Verificação do Programa Brasileiro GHG Protocol. Programa Brasileiro GHG Protocol. Retrieved from: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/30258/especificacoes-ghg2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [13] Fiorillo, C.A.P. (2018). *Curso de Direito Ambiental Brasileiro*. 18 ed. São Paulo: Saraiva.
- [14] IPCC. (2006). *Incertezas*. Retrieved from: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_3_Ch3_Uncertainties.pdf
- [15] Krzysczak, F.R. (2016) As diferentes concepções de meio ambiente e suas visões. *REI – REVISTA DE EDUCAÇÃO*

- DO IDEAU, Vol. 11 – N° 23 – Janeiro - Junho, ISSN: 1809-6220. Retrieved from: https://www.passofundo.ideau.com.br/wp-content/files_mf/037781a20b7271d160dc922d7d1b9c44355_1.pdf
- [16] Monzoni, M. (2008) Contabilização, quantificação e publicação de inventários corporativos de emissões de gases de efeito estufa. Programa Brasileiro GHG Protocol, 2 ed. São Paulo: FGV. Retrieved from: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/themes/Mirage2/pages/pdfjs/web/viewer.html?file=http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/15413/Especificaca%c3%a7%c3%b5es%20do%20Programa%20Brasileiro%20GHG%20Protocol.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [17] National Aeronautics and Space Administration (2021). Carbon Dioxide, Latest Measurement: February 2021, 416 ppm. Climate NASA, 2021. Retrieved from: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>
- [18] Peixer, J. F. B. (2019). A contribuição nacionalmente determinada do Brasil para cumprimento do acordo de paris: metas e perspectivas futuras. Tese (Doutorado em Direito) – Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 346f. Retrieved from: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/199009/PDPC1446-T.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>.
- [19] Rolim, A. M. (2020). A reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo em oito empresas do Rio Grande do Sul - 2000. Dissertação (Mestrado em Administração) - Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 142f. Retrieved from: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2397/000273408.pdf?sequence=1>
- [20] SEEG (2020). SEEH 8: Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas de clima do Brasil 1970-2019. Retrieved from: https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_8/SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf
- [21] Torres, C., Fermam, R.K.S., & Sbragia, I. (2016). Projetos de MDL no Brasil: Oportunidade de mercado para empresas e para novas entidades operacionais designadas. Ambiente & Sociedade, São Paulo v. XIX, n. 3 n p. 199-214. Retrieved from: https://www.scielo.br/pdi/asoc/v19n3/pt_1809-4422-asoc-19-03-00199.pdf