



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DE ROSANA
ENGENHARIA DE ENERGIA

LUIS HENRIQUE AMARAL STENAVATO

**Inventário de descarbonização para conquista de crédito
de carbono**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Primavera - Rosana

Dezembro de 2022

LUIS HENRIQUE AMARAL STENAVATO

**Inventário de descarbonização para conquista de crédito
de carbono**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Engenharia de Energia, como
parte dos requisitos necessários à obtenção
do título de Engenheiro de Energia.

Orientador: Prof. Dr. Kleber Rocha de Oliveira

Primavera - Rosana
Dezembro de 2022

S843i

Stevanato, Luis Henrique Amaral

Inventário de descarbonização para conquista de crédito de carbono / Luis Henrique Amaral Stevanato. -- Rosana, 2022

54 p. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia de Energia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Engenharia e Ciências, Rosana

Orientador: Kleber Rocha de Oliveira

1. Gases do Efeito Estufa. 2. Crédito de Carbono. 3. Descarbonização. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Engenharia e Ciências, Rosana. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Dedico este trabalho para os meus avós que estiveram presentes nos processos iniciais da minha vida para me tornar a pessoa que sou hoje, que aonde quer que estejam acredito que estão orgulhosos e sonham em me ver formado.

Agradecimentos

Ao falar de sentimentos referentes a gratidão, não teria como eu me expressar sem mencionar minha família que estiveram presentes me apoiando por todo caminho, desde o início da minha trajetória, realizando esforços para me tornar uma melhor pessoa e seguir em frente em busca dos meus objetivos. Por isso muito obrigado mãe Rosangela Carvalho do Amaral Stevanato, Sergio Stevanato meu pai e aos meus irmãos Ana Julia Amaral Stevanato e João Victor Amaral Stevanato.

Não poderia esquecer de todos os meus amigos presentes durante os processos da minha graduação, que me apoiaram em apresentações, estudos e atividades. Aos meus companheiros e moradores da república ilhados durante a minha estadia e as minhas duas amigas Aninha e Samantha muito obrigado.

Gostaria de agradecer todos os professores do curso de engenharia de energia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" FEC - Faculdade de Ciências e Engenharia - Câmpus de Rosana durante a minha graduação, principalmente ao meu orientador Kleber Rocha, que dedicou seu tempo para me instruir para a realização deste trabalho.

No mais, todos que fizeram parte desta minha trajetória e que de alguma forma me influenciaram de forma positiva a ser o que sou hoje.

Resumo

Com o passar dos anos e evoluções tecnológicas as organizações globais e entidades ambientalistas começaram a se preocupar com a emissão de gases de efeito estufa e seus impactos no meio ambiente, realizando reuniões entre países partes participantes das conferências, a fim de promover informações tecnológicas, relatórios, implementações de acordos e protocolos, definições de metas e discussões sobre temas ambientais e climáticos. Seguindo as realizações foram implantados programas nacionais baseados em experiências internacionais. A partir do Acordo de Paris começaram movimentações e criação de um mercado informal de crédito de carbono no território nacional, baseando-se na redução de emissão de gases de efeito estufa. Países desenvolvidos e com metas envolvendo Protocolo de Quioto, principalmente do continente europeu, possuem o mercado de crédito de carbono regulamentado pelo governo, porém países em desenvolvimento vem aumentando seu espaço nesta área gradativamente com a evolução dos mercados voluntários existentes. Desta maneira, o presente trabalho analisa e discute a elaboração de inventários, a fim de promover a descarbonização por meio da quantificação de emissão de GEE buscando a conquista de crédito, avaliando pontos referentes a requisitos de estruturação e os impactos da implementação em empresas e instituições. Pontuando ferramentas utilizadas para quantificação das emissões de gases de efeito estufa e características de atividades realizadas separadas por escopo. Destacando a importância de incentivos governamentais para a adesão de projetos, ferramentas e mecanismos pelas empresas e instituições, promovendo o aumento da procura por uma economia de baixo carbono.

Palavras-chave: Gases do Efeito Estufa. Crédito de Carbono. Descarbonização.

Abstract

Over the years and technological developments, global organizations and environmental entities began to worry about the emission of greenhouse gases and their impacts on the environment. Holding meetings between countries parties participating in conferences, in order to promote technological information, reports, implementation of agreements and protocols, definition of goals and discussions on environmental and climate issues. Following the achievements, national programs were implemented based on international experiences, among them from the Paris Agreement, movements and the creation of an informal carbon credit market in the national territory began, based on the reduction of greenhouse gas emissions. Developed countries with targets involving the Kyoto Protocol, mainly on the European continent, already have a government-regulated carbon credit market, but developing countries have gradually increased their space in this area with the evolution of existing voluntary markets. hence, the present work analyzes and discusses the elaboration of inventories in order to promote decarbonization, seeking to obtain credit, evaluating points related to structuring requirements of inventory models and their impacts on companies and institutions in general. presenting possible tools used to quantify greenhouse gas emissions, characteristics of activities carried out separated by scope. Highlighting the importance of government incentives in the area, promoting the implementation of projects following metrics and instructions standardized by regulatory bodies, highlighting companies and institutions in the corporate environment, directly increasing the demand for the implementation of low-carbon production and economy.

Keywords: Greenhouse gases. Carbon Credit. Decarbonization.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Emissões de CO ₂ provenientes de combustão energética e processos industriais	16
Figura 2 – Ciclo biológico do carbono	17
Figura 3 – Ciclo Geológico do carbono	18
Figura 4 – Temperatura Média Global	19
Figura 5 – Total de emissões de CO ₂ das partes do Anexo 1 em 1990	21
Figura 6 – Distribuição das atividades de projeto MDL registradas por país em porcentagem	27
Figura 7 – Atividades referentes a emissão de GEE separados por escopos	31
Figura 8 – Organização da ferramenta de quantificação de GEEs separados em escopos	32
Figura 9 – Estrutura geral dos mercados de créditos de carbono	33
Figura 10 – Mercado de crédito de carbono voluntário classificado por etapas	35
Figura 11 – Exemplo de unidades geridas por uma organização	40
Figura 12 – Exemplo de estrutura societária	41
Figura 13 – Limite operacional emissões por escopo	42
Figura 14 – Passos para a contabilização das emissões de GEEs	43
Figura 15 – Exemplo de Quantificação de emissão	44
Figura 16 – Exemplo de quantificação separado por diferentes gases	44
Figura 17 – Exemplo de quantificação de emissão completo	45
Figura 18 – Organizações presentes no registro público de emissões	47

Lista de tabelas

Tabela 1 – Cronologia das conferências das partes impactantes	23
---	----

Lista de abreviaturas e siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRACE	Associação dos grandes consumidores de energia
BEN	Balanço Energético Nacional
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia
CEBDS	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
CER	Certified Reduction
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CO2	Dióxido de Carbono
COP	Conferências das Partes
COVID-19	Corona Vírus
EAESP	Escola de Administração de Empresas de São Paulo
EDP	Energia de Portugal
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
EPE	Empresa de Pesquisa Energéticas
ERPA	Emission Reduction Purchase Agreement
ESG	Escola Superior de Guerra
FGV	Fundação Getulio Vargas
GEE	Gases do Efeito Estufa
GHG	GreenHouse Gas
GS	Gold Standard
IEA	International Energy Agency
INDC	Intended Nationally Determined Contributions
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
ISO	International Organization for Standardization, ou Organização Internacional para Padronização, em português

KETS	Korean Emissions Trading Scheme
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MRV	Monitoramento, Relato e Verificação
NBR	Norma Brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas
RCE	Redução Certificada de Emissões
S/A	Sociedade Anônima
SCE	Sistema de Comércio de Carbono
SEB	Setor Elétrico Brasileiro
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
VCS	Verified Carbon Standard
VER	Voluntary Emission Reduction
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WRI	World Resources Institute
XXI	Século 21

Sumário

1	Introdução	12
2	Objetivo	14
3	Revisão da Literatura	15
3.1	Descarbonização	15
3.1.1	Ciclo do Carbono	16
3.1.2	Efeito estufa	18
3.1.3	Processos para a descarbonização	19
3.2	Conferências das Partes	20
3.2.1	Protocolo de Quioto	23
3.2.1.1	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo	25
3.2.2	Acordo de Paris	27
3.3	Certificados de Redução de Emissão	28
3.4	Programa Brasileiro GHG Protocol	29
3.5	Comercialização do Crédito de Carbono	32
3.5.1	Mercado Regulado	32
3.5.2	Mercado Voluntario	34
4	Materiais e Métodos	37
5	Resultados e Discussão	38
5.1	Preparação e Estruturação	38
5.2	Elaboração	39
5.3	Efeitos ao mercado de crédito de carbono e impactos nas empresas	46
6	Conclusão	49
	Referências	50

1 Introdução

Desde a década de 1980 são realizados estudos relacionando o aumento de emissão dos gases de efeito estufa e as alterações climáticas a nível global com as atividades humanas, a partir da instituída a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), sendo aberta essa convenção para assinaturas na Rio-92 também conhecida como Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (FREITAS; SILVA, 2020). Apresentando assim, uma preocupação mundial e um envolvimento global para o entendimento geral do assunto relacionado a emissões de gases do efeito estufa e seus impactos, a partir de reuniões anuais chamadas de Conferências das Partes (COP), com temas relacionados ao aquecimento global e liberação de gases de efeito estufa (FREITAS; SILVA, 2020).

No século XXI vem sendo apresentadas maneiras de se buscar uma economia de baixo carbono para a compensação das emissões em produções de empresas. Mudanças climáticas, aumento na temperatura do planeta e emissões massivas de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera mostram que agir pela descarbonização é preciso para melhorar a qualidade de vida (CENAMO, 2004).

Desta maneira, as reuniões foram fundamentais principalmente para a implantação do protocolo de Quioto e o atual acordo de Paris, visando diretamente a diminuição de emissões de GEE. Com um melhor conhecimento global do assunto temos a criação de mecanismos para a regulamentação de um mercado de créditos de carbono (CENAMO, 2004). Tendo como um comum acordo o Mecanismo de Desenvolvimento Livre (MDL), modelo que possibilita a produção de certificados de redução a partir da diminuição na emissão de gases de efeito estufa por parte das empresas e instituições (CENAMO, 2004).

Ainda segundo Cenamo (2004), quando uma empresa recebe o certificado de redução, a possibilita utilizar o crédito de carbono podendo ser comercializados os certificados excedentes com empresas que têm reduções de GEE pendentes, gerando assim valor monetário para os certificados e ações comercializadoras. O mercado de créditos de carbono pode ser tanto um ambiente físico quanto virtual, onde empresas ofertam seus créditos de carbono excedentes para empresas que não atingem as metas definidas anteriormente para a redução de geração e emissão de GEE.

A vantagem desse mecanismo e sua implementação é a busca pela sustentabilidade ambiental, onde a produção e emissão de GEE chega a superar a renovação do planeta, por meio do ciclo do carbono. Onde empresas com o intuito de reduzir as emissões e implementar o controle da poluição emitida, podem contar com incentivos monetários ao aderirem modelos para redução de produção GEE. Conforme apresentado por Calestini (2012), as organizações têm como principal objetivo uma boa visibilidade e imagem positiva ao público, pois, visam buscar melhorias e otimização em seus processos de produção tanto diretamente quanto indiretamente para redução de emissões de GEE ou buscando créditos

para suprir caso tenha excessos de produção baseados nos limites estabelecidos. Gerando de certa forma uma compensação para empresas que estariam diminuindo a emissão ou que tenham os créditos comprados, de certa forma recuperando valores investidos para a otimização dos processos de produção.

Sendo assim é de extrema importância, a regulamentação do mercado de crédito de carbono, para uma busca de sustentabilidade e redução de emissões de GEE, com a participação do governo e não apenas controlado pelas empresas. Portanto, este presente trabalho visa a facilitação da implementação de empresas no mercado de carbono a partir da criação de um inventário de descarbonização (POPPE, 2005).

2 Objetivo

O presente trabalho tem como objetivo identificar características e analisar a elaboração de inventários de emissões de GEE, baseando-se em relatórios técnicos para que empresas utilizem como perfil de emissões e a partir desta ferramenta, a inserção na economia de baixo carbono, contribuindo assim, para uma atividade mais sustentável e responsável. Dessa forma visando atingir os seguintes objetivos: compensar as emissões de GEE, atender as exigências legais vigentes, neutralizar as emissões de carbono atmosférico e contribuir com a meta global de neutralização de carbono.

3 Revisão da Literatura

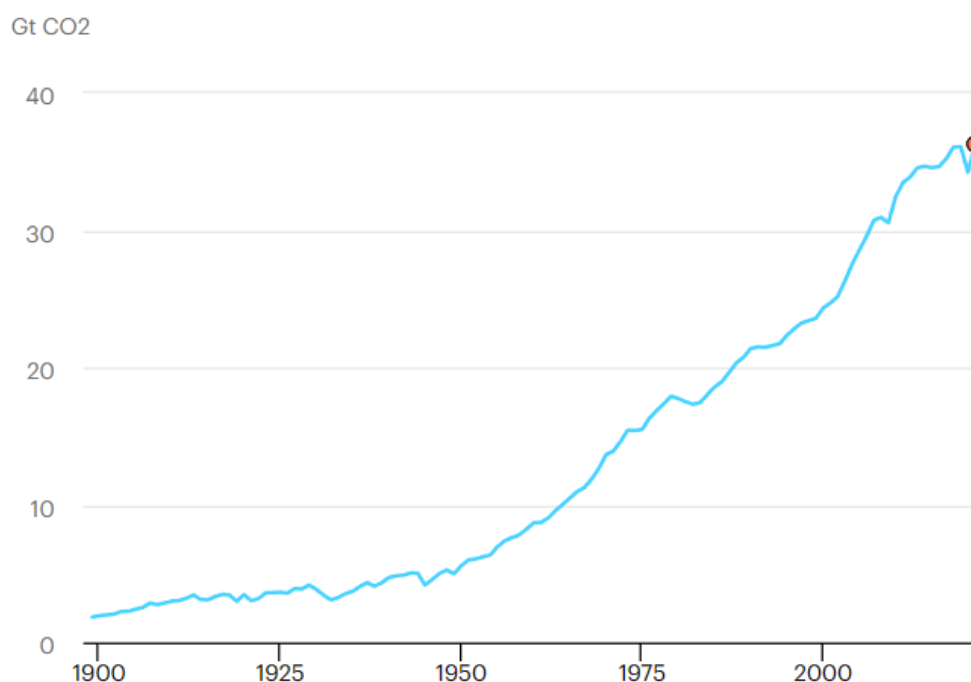
Neste capítulo, serão apresentados os principais conceitos teóricos fundamentais para o entendimento desta monografia e que serão discutidos neste trabalho.

3.1 Descarbonização

Inicialmente temos os processos de transformação e de utilização de energia, mesmo sendo planejado de forma racional e utilizando tecnologias de alta performance, não teremos uma eficiência de 100% gerando desperdício e causando poluição (IBERDROLA, 2022).

A partir da combustão de matérias-primas fósseis ocorre a liberação de gases poluentes e GEE, principalmente dióxido de carbono, onde a concentração na atmosfera está crescendo, podendo ser verificados níveis de poluição elevados (ARAÚJO; SILVA; RIBEIRO, 2020).

Observando o relatório da Agência Internacional de Energia a análise no ano de 2020 houve uma diminuição na emissão de CO₂, por conta da pandemia Covid-19, podendo ser relacionada com a diminuição da demanda de energia. Já para o ano de 2021, teve um crescimento significativo na emissão de CO₂ e tende a aumentar nos próximos anos, pois se tem a recuperação de demanda de energia em 2021, sendo agravadas por condições climáticas adversas e do mercado de energia, levando a queima de mais carvão, combustível fóssil com alta liberação de carbono, mesmo com o registro de geração e o consumo de energia por demandas de fontes renováveis atingir o valor de crescimento anual (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2022). A Figura 1 retirada da INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2022) ilustra o aumento gradativo das emissões de CO₂, a partir de combustões energéticas e processos industriais ao longo dos anos.

Figura 1 – Emissões de CO₂ provenientes de combustão energética e processos industriais

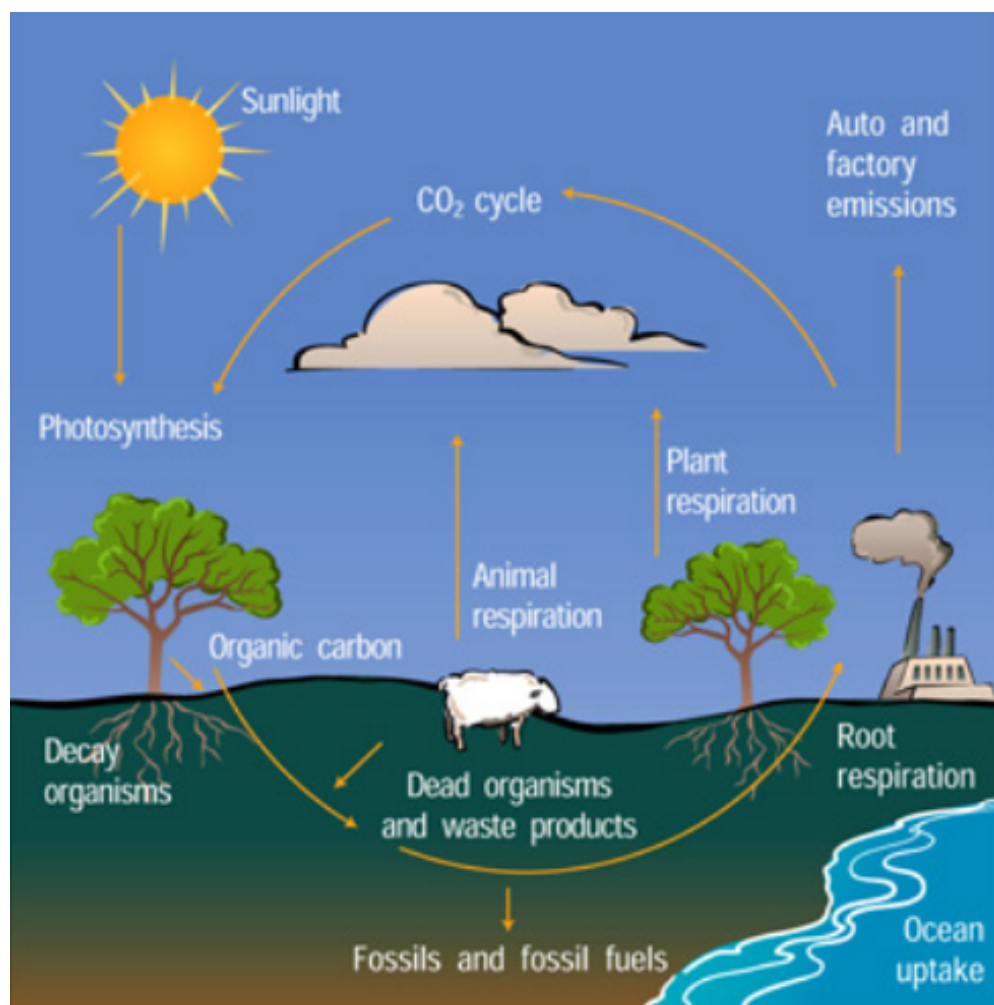
FONTE: International Energy Agency (2022)

3.1.1 Ciclo do Carbono

Inicialmente com a influência do dióxido de carbono na sociedade de forma econômica e social, leva-se em consideração o entendimento do ciclo do carbono sendo resultante de diferentes processos físicos, químicos e geológicos, envolvendo transferências de CO₂ entre os reservatórios naturais e produção de combustíveis fósseis. Desta maneira, sob o ponto de vista da velocidade e duração temporal, o ciclo de dióxido de carbono pode ser distinguido por dois diferentes tipos, ciclo biológico e o ciclo geológico do carbono (ROTHMAN, 2015).

No ciclo biológico do carbono os processos são de durações rápidas, sendo relacionadas a fotossíntese, respiração e decomposição natural da matéria orgânica. Sendo o CO₂ existente na atmosfera ou CO₂ presente em aglomerados de massa de água, sendo absorvidos por seres fotossintéticos realizando a conversão em hidratos de carbono por utilização da energia solar nas reações de fotossíntese, servindo de alimento para outros seres vivos, assim criando uma cadeia alimentar com a propagação de carbono. Seres vivos que se alimentam de seres fotossintéticos, acabam consumindo energia a partir do carbono e no processo da respiração e processos metabólicos é gerado novamente o CO₂ é liberado à atmosfera fechando-se o ciclo biológico (BRAGA, 2005). Conforme mostrado na Figura 2, retirada da UCAR CENTER FOR SCIENCE EDUCATION (2011), ilustrando e exemplificando o ciclo biológico do carbono.

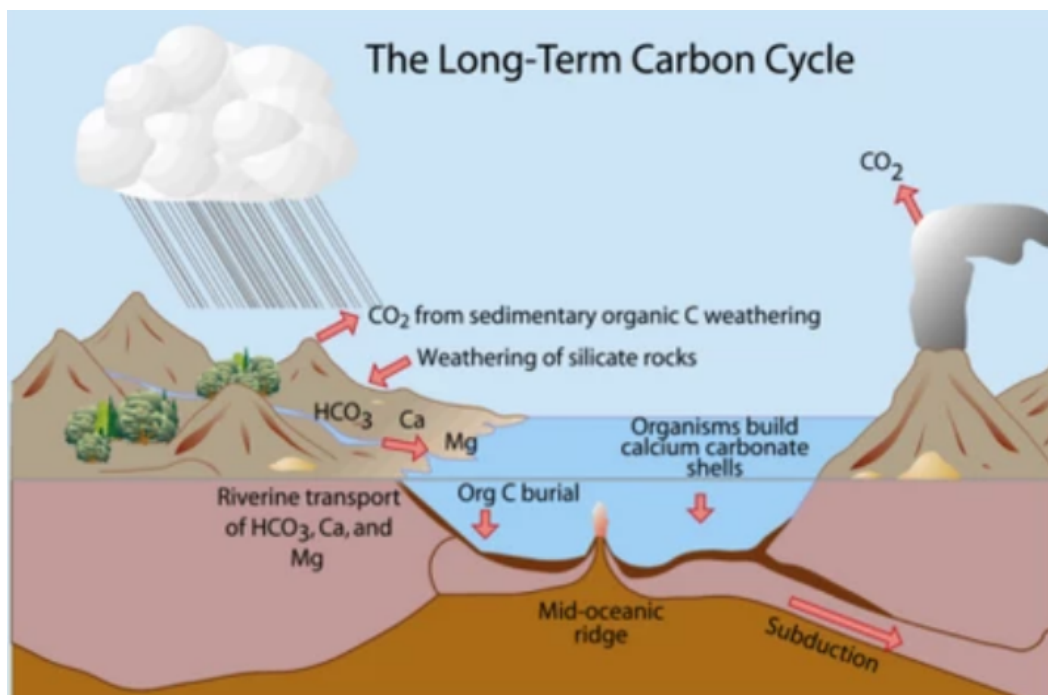
Figura 2 – Ciclo biológico do carbono



FONTE: Biogeochemical Cycles (2011)

Já para o ciclo geológico do carbono, tem como base, mudanças lentas sendo fenômenos e eventos geológicos como: erosão, sedimentação, metamorfismo e eventos sísmicos, subducção, fusão e efeitos na superfícies terrestre causadas por erupções vulcânicas. Contribuindo com a liberação do carbono integrado nas rochas à superfície terrestre, sendo transformado novamente pela oxidação em CO₂, podendo ser por ações naturais associadas por reações químicas ou ações humanas Braga (2005), podendo ser visualizado na Figura 3, retirado de EarthLabs (2016).

Figura 3 – Ciclo Geológico do carbono



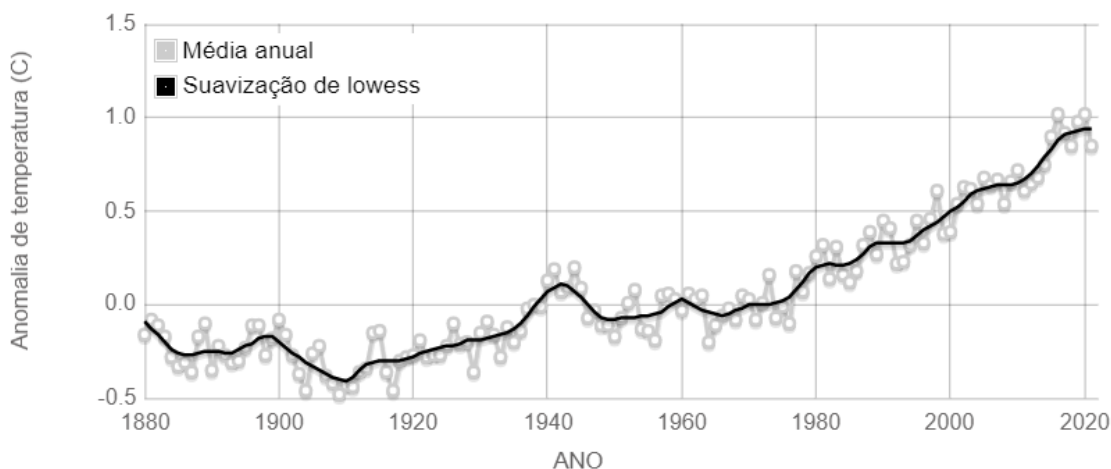
FONTE: Carbon in the Atmosphere: CO₂ My Life's Story (2016)

3.1.2 Efeito estufa

A partir das atividades de exploração dos recursos naturais e com revolução industrial, a humanidade tem utilizado em altos números de energia proveniente de combustíveis fósseis, desta forma ocasionando a liberação de grandes quantidades de CO₂ ao meio ambiente, provocando o chamado efeito estufa, por conta das altas emissões de GEE na atmosfera. Os gases que constituem a atmosfera terrestre são relativamente transparentes à radiação solar, porém absorvem grande parte da radiação emitida e refletida pela superfície aquecida da Terra, desta forma, a temperatura se tornaria maior caso não houvesse atmosfera, esse processo é denominado efeito estufa (XAVIER, 2004).

Atualmente as preocupações se intensificaram em relação ao clima do planeta Terra, considerando que o aumento de GEE causando mudanças climáticas de impactos globais, entre eles o aumento da temperatura média do planeta denominado de aquecimento global (XAVIER, 2004). Podendo ser representada a variação de temperatura média global na Figura 4, apresentada por Change (2021).

Figura 4 – Variação de temperatura média global



FONTE: Global Temperature (2021)

Segundo Silva e Paula (2009), a partir do aumento da temperatura média global pode ocorrer algumas consequências, como desequilíbrios na natureza e mudanças climáticas, que afetam negativamente a sociedade de forma econômica e ambiental. Algumas consequências são:

Aumento do nível do mar: resultando na possível submersão de ilhas planas, portos e terrenos agrícolas, desvios nos cursos da água e salinização de águas potáveis superficiais e subterrâneas.

Desestabilização de ecossistemas: ocorrência da extinção de animais marinhos por conta da mudança da temperatura dos oceanos, migrações de animais silvestres e alteração de períodos de reprodução.

Desertificação: proporcionar a perda de fertilidade dos solos e falta de chuvas, originando-se secas e tendo como consequências na plantação de alimentos, afetando negativamente grande parte do solo do continente africano, asiático e sul-americano, criação de animais.

3.1.3 Processos para a descarbonização

O processo de redução de emissões de CO₂ na atmosfera tem como objetivo alcançar uma economia global de neutralidade climática, a partir da transição energética. Realizando uma mudança estrutural nos processos de geração, através da utilização de energias alternativas limpas e renováveis, sendo uma grande oportunidade para a geração de empregos (IBERDROLA, 2022).

Desta forma um contexto regulatório é essencial para evoluir e realizar a transição citada com o menor custo possível e utilização eficiente dos recursos livre de emissões.

Seguindo exemplos como o continente Europeu que tem incentivado a transição energética mundial, com respaldo a objetivos e políticas regulatórias visando uma economia baixa em carbono. Como, por exemplo recente o Acordo verde europeu, onde visa uma estratégia para neutralidade de carbono até 2050 melhorando a competitividade, não atrelando o crescimento econômico a utilização de recursos, projeto publicado no final de 2019. Desta forma um contexto regulatório é essencial para evoluir e realizar a transição citada com o menor custo possível e utilização eficiente dos recursos livre de emissões (IBERDROLA, 2022).

3.2 Conferências das Partes

Relacionando a transição energética mundial, com a realização de políticas governamentais mundiais, temos a elaboração de reuniões, acordos e protocolos a fim de atingir uma economia baixa em carbono, com foco na redução de GEE, principalmente o CO₂, levando em consideração a expansão do setor industrial e agrícola, que demandou um grande consumo de energia obtida a partir da queima de combustíveis fósseis (CENAMO, 2004).

Desta maneira, temos em 1988 a realização da primeira conferência mundial sobre o clima, onde foi criada a IPCC com objetivo de fornecer subsídios e revisão de produções científicas relacionadas a tratados focados em problemáticas climáticas. A IPCC teve sua maior relevância e contribuição diante da reunião realizada em 1990, publicando o relatório sobre mudanças climáticas (CALESTINI, 2012).

Em 1992 na cidade do Rio de Janeiro foi realizada a conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente organizada pela ONU, com foco no efeito estufa e seus impactos mundiais, determinante para a criação da Convenção Quadro das Nações (UNFCCC), propondo metas para os países participantes a realização de esforços em conjunto para o desenvolvimento sustentável das partes, sendo prioridade, países não desenvolvidos. Estabilizando as concentrações de GEE na atmosfera, garantindo a produção de alimentos e sustentabilidade no desenvolvimento econômico e social (ANDRADE; COSTA, 2008).

Com o estabelecimento da convenção de clima da Conferência das Partes (COP) como órgão supremo, foi possível a realização da primeira reunião que ocorreu em 1996 em Berlim por de países que operam a Convenção (UNFCCC, 1995). Esses países são separados em 2 grupos:

Partes do Anexo 1: Composto por países industrializados já desenvolvidos.

Países em desenvolvimento: Países subdesenvolvidos e em desenvolvimento.

Figura 5 – Total de emissões de CO2 das partes do Anexo 1 em 1990



Parte	Emissões (Gg)	Porcentagem
Alemanha	1.012.443	7,4
Austrália	288.965	2,1
Áustria	59.200	0,4
Bélgica	113.405	0,8
Bulgária	82.990	0,6
Canadá	457.441	3,3
Dinamarca	52.100	0,4
Eslováquia	58.278	0,4
Espanha	260.654	1,9
Estados Unidos da América	4.957.022	36,1
Estônia	37.797	0,3
Federação Russa	2.388.720	17,4
Finlândia	53.900	0,4
França	366.536	2,7
Grécia	82.100	0,6
Hungria	71.673	0,5
Irlanda	30.719	0,2
Islândia	2.172	0,0
Itália	428.941	3,1
Japão	1.173.360	8,5
Letônia	22.976	0,2
Liechtenstein	208	0,0
Luxemburgo	11.343	0,1
Mônaco	71	0,0
Noruega	35.533	0,3
Nova Zelândia	25.530	0,2
Países Baixos	167.600	1,2
Polônia	414.930	3,0
Portugal	42.148	0,3
Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte	584.078	4,3
República Checa	169.514	1,2
Romênia	171.103	1,2
Suécia	61.256	0,4
Suíça	43.600	0,3
Total	13.728.306	100,0

FONTE: Ministério da Ciência e Tecnologia (2005)

Segundo Granziera e Rei (2015) e UNFCCC (2022) é observado o acontecimento de algumas conferências importantes realizadas pelas partes vigentes, onde resultaram e podem resultar de forma positiva para os temas debatidos e analisados, para uma economia de baixo carbono.

Sendo a COP 3 muito importante para o início do processo de atividades na área referente ao meio ambiente e reduções de emissão de GEE, por ser um acontecimento relevante, será comentado e aprofundado posteriormente neste trabalho (OLIVEIRA, 2021).

A COP 10 realizada em Buenos Aires na Argentina em 2004 teve como principal resultado o início da vigência do Protocolo de Quioto tendo como primeiro prazo estabelecido de 2008 até 2012. Na realização da COP 14 realizada na Polônia teve como principal aspecto

os primeiros interesses de países em desenvolvimentos sendo eles: África do Sul, Brasil, China, Índia em assumir compromissos de redução de emissão de GEE (GRANZIERA; REI, 2015).

No ano seguinte 2009 foi realizada a reunião em Copenhague na Dinamarca, sendo a COP 15, responsável por firmar o Acordo de Copenhague, onde foi definido para as partes incluindo os países em desenvolvimento, apresentar metas de redução de emissões de GEE. Com objetivo de limitação do aumento de temperatura da superfície da Terra em 2°C, oficializando o objetivo apenas na conferência do ano seguinte, chamada de COP 16 realizada no México iniciando-se especulações de prorrogação do Protocolo de Quioto ou estabelecimento de um novo acordo (GRANZIERA; REI, 2015).

Na COP 18 realizada em Doha em 2012, o Protocolo de Quioto é prorrogado de 2013 até 2020, sendo mantido o subsídio anual determinado na COP 15. Outra conferência de muita relevância foi a COP 21 realizada em Paris, onde teve como resultado o Acordo de Paris com objetivo de minimizar os impactos climáticos. Os países concordaram em assumir compromissos de um aumento de temperatura do planeta em até 2°C acima dos níveis pré-industriais, onde temos a validação das INDCs apresentadas que foram coletadas no ano anterior, tendo como objetivo a implementação de procedimentos de monitoramento, relato e verificação (MRV). Apresentando um novo mecanismo de mercado para negociação de emissões (GRANZIERA; REI, 2015).

O Estados Unidos, um dos países com os maiores valores de emissões de GEE se retiraram do acordo em 2017, porém retornam no início de 2021, ano de realização da COP 26 no Reino Unido, primeira reunião realizada após os acontecimentos da pandemia de COVID-19, sendo estabelecido como metas manter o aumento médio de temperatura global em até 1,5°C e aprimorar os mecanismos de financiamento com países desenvolvidos e instituições financeiras (UNFCCC, 2022).

Para uma melhor visualização é apresentado a seguir na tabela 1, um cronograma das COPs mais importantes nos processos de definições de programas, metas e padrões implementados atualmente.

Tabela 1 – Cronologia das conferências das partes impactantes

COP	Ano	País	Definições
3	1997	Japão	Firmado o Protocolo de Quioto.
10	2004	Argentina	Início da vigência do Protocolo de Quioto para o primeiro período de compromisso de 2008 a 2012
14	2008	Polônia	Os países em desenvolvimento demonstraram interesse em assumir compromissos de redução de emissões.
15	2009	Dinamarca	Estabelecido o objetivo de se limitar o aumento de temperatura da superfície da Terra em 2°C
18	2012	Catar	Prorrogado o Protocolo de Quioto pelo período de 2013 a 2020.
21	2015	França	Firmado o Acordo de Paris. Todos os países concordaram em assumir compromissos para minimizar os efeitos do aquecimento global.

FONTE: Adaptado de Cláudia Virgínia M. de Freitas, Maria Lúcia Pereira da Silva (2020)

3.2.1 Protocolo de Quioto

Durante a COP 3 realizada em Quioto no Japão teve uma das reuniões mais importantes no âmbito da mudança de clima, sendo discutido um conjunto de regras e compromissos mais rígidos para a redução da emissão de GEE, evitando o agravamento do aquecimento global. Desta reunião surgiu o Protocolo de Quioto. neste acordo foi implementado metas para as nações e prazos para a redução de emissões em média de 5% até 2008, para países ingressantes no acordo até o ano de 2005, sendo o ano de 1990 a referência para comparação a redução de GEE (OLIVEIRA, 2021). Sendo consideradas metas diferentes para países mais desenvolvidos e ajudando a fomentar tecnologias e recursos para os países subdesenvolvidos, também foram criados mecanismos para a flexibilização das metas, com intuito de não prejudicar economicamente os países participantes. Portanto, caso algum país não atinja as metas e redução de emissão é possível comprar créditos de países que participam da iniciativa do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, mecanismo que será comentado no próximo tópico deste trabalho, por sua alta relevância em questões ambientais (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2005).

A implementação do Protocolo de Quioto passou por dificuldades pela complexidade de sua abrangência, dificuldades de estabelecimento dos mecanismos de flexibilidade e pela complexidade das negociações políticas de alguns países. Uma das ocasiões que acarretou a tardia implementação do protocolo foi em 2011 quando os Estados Unidos se retiraram. Os Estados Unidos apresentavam uma das maiores porcentagens de emissões,

chegando a aproximadamente 36% das partes relacionadas ao Anexo 1. Os Estados Unidos notificaram a não participação do protocolo alegando que a redução de emissões poderia provocar recessão econômica e apresentavam questionamentos referentes às teorias de aquecimento global. O protocolo de Quioto entrou em vigor apenas em 2005, após o início da participação da Rússia, quando foi retificado por 186 países, sendo sua grande maioria partes do anexo 1 onde atingem 55% das emissões totais, critério para a validade do documento, onde os compromissos de redução são válidos para o período de 2008 até 2012 (ANDRADE; COSTA, 2008).

Segundo Calestini (2012) e termos presentes no documento de Ministério da Ciência e Tecnologia (2005) observa-se o enquadramento das partes a partir das reduções de emissões referente à quantidade atribuída, onde seriam termos de porcentagem de valor das emissões totais de GEE em toneladas, a cooperação entre as partes e também definiu três mecanismos de mercado a serem utilizados pelas partes signatárias, estimulando o cumprimento das metas:

Implementação Conjunta (Joint Implementation): Referente ao artigo 6 do Protocolo de Quioto. Consiste em um mecanismo para a redução de emissão GEE baseada na implementação de duas Partes constantes do Anexo I, sendo a iniciativa conjunta entre dois países desenvolvidos visando atingir as metas estipuladas de forma que beneficie economicamente os países envolvidos.

Comércio de Emissões (Emission Trading): Criado pelo artigo 17 do Protocolo de Quioto, apresentado às Partes do anexo I. A possibilidade de negociar parcelas de suas permissões de emissão, com o objetivo de atingir as metas propostas. Portanto, o país que não conseguir atingir sua meta de redução poderia comprar uma cotas de emissão de outro país que a superou.

Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (Clean Development Mechanism): A partir dos artigos 3º e 12º do Protocolo. Seria a única implementação em relação aos países em desenvolvimento onde o mecanismo sugere e incentiva a criação de projetos com objetivo de proporcionar reduções efetivas de emissões de GEE, trazendo benefícios a partir da relação entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento. Este mecanismo garante, às Partes do Anexo B participantes que financiaram projetos nos países em desenvolvimento, a concessão de certificados de redução de emissão de GEE em quilogramas, equiparadas às reduções de GEE através do projeto.

Desta forma o Protocolo Quioto estabelece medidas e iniciativas a serem observadas pelas partes que visam a redução de GEE. Sendo algumas delas o aumento da eficiência energética em setores relevantes da economia; práticas sustentáveis de manejo florestal, florestamento e reflorestamento; incentivo a pesquisa e desenvolvimento de novas formas de uso de energias renováveis; estímulos e reformas adequadas para setores de energia, promovendo a limitação e redução da emissão de GEE; redução gradual de incentivos fiscais e subsídios para setores emissores caso sejam contrários aos objetivos do protocolo

em questão (CALESTINI, 2012).

3.2.1.1 Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

A importância da criação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, supostamente uma forma de acarretar a redução de emissões de GEE, de forma, economicamente de baixo custo partindo da ideia central do MDL, tem que para cada tonelada de CO₂ não emitida ou retirada da atmosfera, realizado por países em desenvolvimento, podem ser negociados no mercado mundial, visando a criação de meio para fomentar a redução das emissões em âmbito global. Para os Países do Anexo I do Protocolo de Quioto será estabelecido em seus territórios metas visando a redução de CO₂, em cooperação aos principais emissores (CALESTINI, 2012).

Retirado do Artigo 12 do Protocolo de Quioto, no parágrafo 2, o objetivo do mecanismo de desenvolvimento limpo deve ser acompanhar e ajudar às Partes não incluídas no Anexo I para que atinjam o desenvolvimento sustentável e contribuam para o objetivo final da Convenção e corroborar com às Partes incluídas no Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados, baseados na limitação e redução de emissões, assumidos no Artigo 3 (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2005).

Empresas presentes em países que constituem o Anexo I e não atingiram as metas de reduções de emissões podem adquirir os Certificados de Emissões Reduzidas de países em desenvolvimento, utilizando os certificados para o abatimento das respectivas metas não alcançadas. Para os Países em desenvolvimento o MDL tem como objetivo ser utilizado para promover o desenvolvimento sustentável e promover o fomento de tecnologias na área de sustentabilidade (CALESTINI, 2012).

O conselho executivo do MDL numerou a divisão dos projetos em 15 setores, sendo eles: setor 1 grupo de geração de energia, o setor 2 distribuição de energia, setor 3 demanda de energia, setor 4 indústrias de produção, setor 5 indústrias químicas, setor 6 construção, setor 7 transporte, setor 8 mineração e produção de minerais, setor 9 produção de metais, setor 10 emissões de gases fugitivos de combustíveis, setor 11 emissões de gases fugitivos na produção e consumo de halocarbonos e hexafluorido de enxofre, setor 12 uso de solventes, setor 13 gestão e tratamento de resíduos, setor 14 reflorestamento e florestamento e setor 15 agricultura (MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE GOIÁS - MPMGO, 2013).

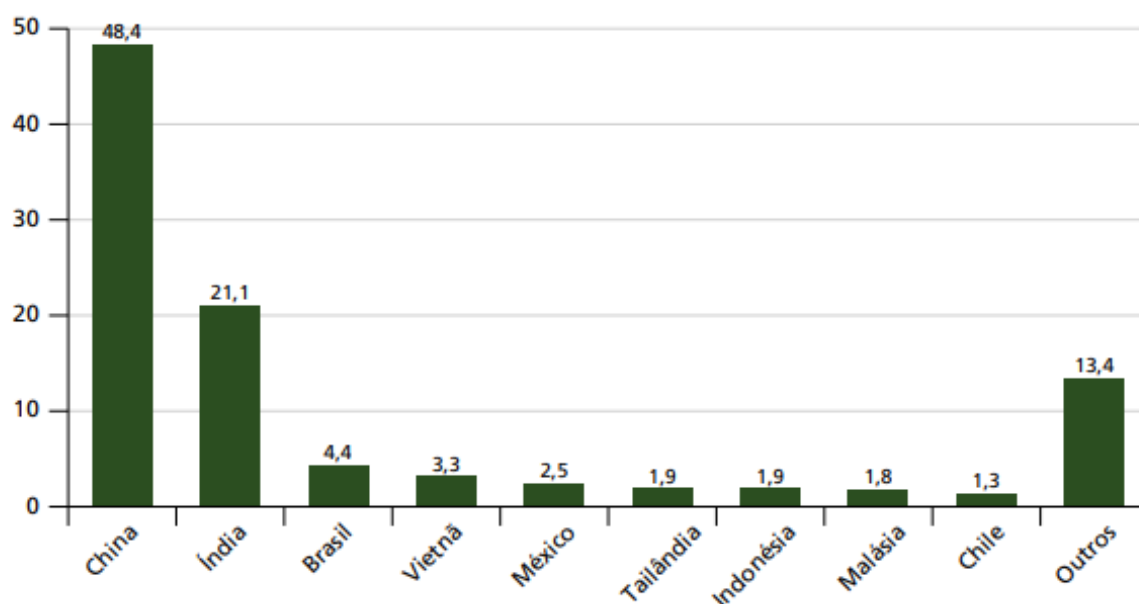
Segundo Ribeiro (2005), para que um projeto de MDL seguindo a análise do artigo 12 do Protocolo de Quioto seja efetivamente registrado são necessários alguns requisitos de elegibilidade e sustentabilidade entre o ciclo do projeto os critérios de elegibilidade são: voluntariedade, os benefícios reais, mensuráveis de longo prazo em relação à mitigação da mudança de clima e adicionalidade.

Onde a voluntariedade se diz em questão da parte envolvida, sendo assim, o país

designa uma autoridade nacional, que no caso do Brasil seria o Ministério da Ciência e Tecnologia. Os benefícios reais e mensuráveis em consideração às reduções atenderem os critérios de adicionalidade e se estiverem em um nível abaixo de emissão calculado como base. Para o requisito de adicionalidade o projeto de MDL onde a quantidade de GEE emitida por atividades econômicas e da sociedade seja inferior à emissão levada como base, nesta etapa será demonstrada os requisitos do documento de concepção do projeto que será aprovado, gerando RCEs.

Os projetos de MDL passam por etapas partindo do início até a emissão dos RCEs podendo ser divididos em processos que tenham a concepção inicial e elaboração do projeto, seguida do preparo da documentação da concepção do projeto, a seguir temos a aprovação ou rejeição junto da aprovação do país anfitrião. Após a aprovação temos o registro do projeto, seguindo da implementação acompanhada do monitoramento, sendo realizada após o término da implementação a verificação e certificação do projeto finalizando na emissão dos RCEs gerando créditos de carbono (MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE GOIÁS - MPMG, 2013).

Segundo UNFCCC (2021), temos o último registro de um projeto de MDL no Brasil foi no dia 17 de junho de 2019, até o momento no Brasil temos 344 projetos de MDL registrados. Referente ao status global de projetos de MDL, temos o registro de 7770 projetos em âmbito da UNFCCC até o ano de 2017, o Brasil ocupava a terceira posição com a atividade de 342 projetos registrados correspondendo a 4,4% do total global, diferença de apenas 2 projetos para os dias atuais. O país com mais atividades de registros de projetos seria a China com 3763 projetos com valores de 48,4% do total, seguido da Índia com uma quantidade de 1642 referente a 21,1% do total de projetos. A Figura 6, apresenta o gráfico retirado do trabalho de Bittencourt, Busch e Cruz (2018).

Figura 6 – Distribuição das atividades de projeto MDL registradas por país em porcentagem

FONTE: O mecanismo de desenvolvimento limpo no Brasil (2018)

3.2.2 Acordo de Paris

Como explicado anteriormente temos que a COP 21 realizada em Paris é de extrema relevância para termos e assuntos climáticos. Nesta reunião temos a elaboração e apresentação do Acordo de Paris, determinando as obrigações de cada país, definições de metas de redução de emissão, métricas para cumprimento das metas estabelecidas onde caso necessário o oferecimento de apoios financeiros provenientes países desenvolvidos para países em desenvolvimento de forma que os mesmos atingem as metas estabelecidas, promovendo as necessárias adaptações referentes às mudanças climáticas vigentes. De forma geral a reunião tem como comprometimento das 195 partes participantes a limitação da elevação da temperatura global abaixo dos 2°C e realizar esforços para reduzir a limitação de aumento de temperatura em 1,5°C (ONU, 2015).

Segundo Peixer (2019), temos que o Acordo de Paris tem como ação na terceira fase do regime de mudanças climáticas das Nações Unidas. Com foco no desenvolvimento global, apresentando as fases do regime de mudanças climáticas, temos a primeira fase durante 1990 e 1995 envolvendo a negociação, adoção e entrada em vigor da UNFCCC. Já para a segunda fase entre 1995 a 2004, vem desde o início das negociações do Protocolo de Quioto até sua implementação, negociações que entraram em vigor apenas em 2005 como citado anteriormente, para a terceira fase tem a preocupação com pós término do cronograma determinado no Protocolo de Quioto que seria no ano de 2012 (PEIXER, 2019).

Segundo Bodansky (2016), o Acordo de Paris se destaca em oito principais fatores positivamente sendo eles: o Acordo tem um instrumento apenas vinculativo, não seguindo o Acordo de Copenhagen, o Acordo de Paris é tratado dentro do direito internacional,

sendo as metas de forma prescritivas, portanto, não formuladas como obrigações legais. Segundo temos um Acordo Global, não sendo aplicável apenas a países desenvolvidos, como as metas apresentadas no Protocolo de Quioto. Focando também em países em desenvolvimento, que apresentam parcela crescente de emissões globais. Onde 188 países apresentam seus INDCs, representando em torno de 95% das emissões globais.

Terceiro, temos uma abordagem mais flexível e calibrada em comparação às propostas pela UNFCCC e no Protocolo de Quioto, desta forma levando em consideração mudanças nas circunstâncias e capacidades dos países, operando diferentemente para os regimes vigentes. Em Quarto o acordo estabelece uma arquitetura durável e de longo prazo de aplicação. Quinto a arquitetura de longo prazo incorpora um processo de repetição, onde a cada cinco anos, as partes voltam a se reunir e realizam um balanço do progresso coletivo, apresentando planos de redução de emissão programados até a próxima reunião nos próximos cinco anos subsequentes (BODANSKY, 2016).

No sexto lugar, é esperado o estabelecimento de ação progressivamente mais forte ao longo do tempo, em sétimo lugar é citado o estabelecimento de um quadro reforçado de transparência e responsabilização, desta forma nacionalmente os estados terão incentivo ao realizar contribuições determinadas as chamadas NDCs. Para a última colocação e oitava, temos a aceitação universal onde muitos elementos precisam ser aprofundados, inclusive regras e diretrizes para novos mecanismos de mercado e aprimoramento da estrutura de transparência (BODANSKY, 2016).

O Brasil assumiu algumas medidas adicionais na sua contribuição além de contar com o Plano Agricultura de Baixo Carbono com objetivos para 2020, temos também como metas o aumento na participação de bioenergia na matriz energética, reflorestamento e recuperação florestal e pastagens degradadas e promover o fim do desmatamento ilegal no bioma da Amazônia até 2030 (SECAF, 2016).

3.3 Certificados de Redução de Emissão

Como citado anteriormente no tópico Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, é um dos mecanismos de flexibilização que de acordo com o Protocolo de Quioto merece destaque por apresentar um cenário promissor para o Brasil, referente principalmente a utilização da Reduções Certificadas de Emissão, que a partir de projetos aprovados e efetuados no âmbito do MDL, sendo geradas e tendo influência no desenvolvimento da economia nacional de forma sustentável (BARROS, 2011).

Sendo mencionado por Barros (2011) e análise do Artigo 12 e 5 do documento presentes em Ministério da Ciência e Tecnologia (2005), temos que segundo decisões adotadas pelas partes a RCE é uma unidade medida conforme disposições pertinentes e procedimentos é igual a uma tonelada métrica equivalente de CO₂, baseado no cálculo de potenciais de aquecimentos pré definidos.

As RCEs no Brasil foram classificadas de forma inicial como ativos financeiros e commodities, porém não apresentam natureza física ou documental. Neste ponto leva-se em consideração a interdependência entre os projetos de MDL e as RCEs resultantes do projeto para a classificação. Os créditos de carbono podem ser divididos em duas etapas, parte inicial onde não existe o crédito realmente, sendo de forma intangível a mitigação de emissão de GEE por projetos MDL. Para a segunda etapa a fim de ser transacionado é necessário que a instituição que detém o direito realizar materialização por meio da RCE, desta forma obtendo valor comercial, como valor mobiliário sendo regulado pela Comissão de Valores Imobiliários (SOUZA, 2020).

Iniciando o tema de comércio e troca de domínio das RCEs entre duas partes, ocorre a partir do Contrato Internacional de Compra e Venda de Créditos, conhecido internacionalmente como ERPA, para a realização do acordo entre as partes gerando obrigações para ambos os participantes. Os contratos e acordos na grande parte são formados por partes de diferentes ordenamentos jurídicos, desta forma é necessário respeitar as características inerentes ao contrato internacional deste modo segundo o Código Civil o local de celebração do contrato fica responsável por gerenciar possíveis conflitos (SOUZA, 2020).

3.4 Programa Brasileiro GHG Protocol

Um dos programas e incentivos nacionais de maior relevância seria o GHG Protocol onde temos a participação de 436 organizações com publicações de inventários de GEE. Sendo definidas a partir do Protocolo GHG emissões diretas e indiretas de diferentes formas onde emissões diretas de GEE seriam fontes de propriedades ou controlada pela entidade de relatórios e emissões indiretas de GEE são emissões de atividades da entidade de notificação, ocorrem em fontes de propriedade ou não controladas pela entidade principal (FGV EAESP, 2015).

Segundo o site da EAESP FGV no ano de 2008 foi criado o programa brasileiro GHG Protocol é responsável por fazer adaptação do método GHG Protocol Internacional inserindo ao contexto brasileiro e para o desenvolvimento de ferramentas de cálculo de estimativas de emissões de GEE em âmbito nacional. Sendo desenvolvido por FGVces e World Resources Institute (WRI), com parceria do Ministério do Meio Ambiente, Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, World Business Council for Sustainable Development e junto de 27 empresas fundadoras. Tendo como principais objetivos estimular a cultura corporativa de inventário de emissões de GEE no Brasil, contribuindo para o combate a mudanças climáticas nas organizações nacionais e proporcionar instrumentos e padrões de qualidade internacional visando a contabilização de emissões de GEE e publicação de inventários norteando possíveis investimentos (FGV EAESP, 2015).

Seguindo o GHG Protocol internacional como padrão voluntário temos a contabilização e elaboração de relatórios de emissões de GEE, favorecendo esforços para redução

de emissão de forma transparente e sólida, possibilitando a comparação de inventários de empresas similares ou diferentes produzidos. Esta elaboração de inventários corporativos devem ser seguidos algumas características principais a partir de dados fornecidos e baseando-se no mecanismo do GHG Protocol internacional já introduzido, os passos seriam seguidos para atingir os objetivos pré determinados, sendo necessário a definição dos limites operacionais e organizacionais do inventário, coleta de dados das atividades que provocam a emissão de GEEs, realizar o cálculo das emissões GEE, promover estratégias de gestão, referentes ao aumento de eficiência, projetos para obtenção de créditos de carbono, introdução e implementação de novas linhas de produtos e por último a elaboração e apresentação dos resultados obtidos (FGV EAESP, 2009).

A partir de informações retiradas do site GHG Protocol tem a utilização de métodos englobando os mecanismos do GHG Protocol está disponível para obtenção pelo site GreenHouse Gas Protocol ferramentas onde é possível as instituições realizarem a programação e observação a partir tabelas baseadas em Exel, a ferramenta principal tem como objetivo o cálculo de emissões de GEE, sendo oferecidos ao usuário um processo de passo a passo para estimar as emissões para fontes específicas. É apresentado também ferramentas de cálculos intersetoriais para empresas, ferramentas para países e setores específicos (GHG PROTOCOL, 2021).

Seguindo as orientações de Sanquetta (2017) dentro do passo de definições de limites operacionais temos a elaboração do denominado escopo pelo mecanismo GHG Protocol, sendo diferentes causadores de emissão e separados por 3 diferentes tipos que são:

Escopo 1: Abrange as emissões diretas de GEE, desta forma tem como foco as emissões provenientes de fontes que pertencem e são controladas pela empresa, portanto relacionadas a geração de eletricidade, calor ou vapor, processos de fabricação de materiais ou processos químicos tanto transportes de matérias, produtos, resíduos e quanto colaboradores a partir de veículos da organização matriz.

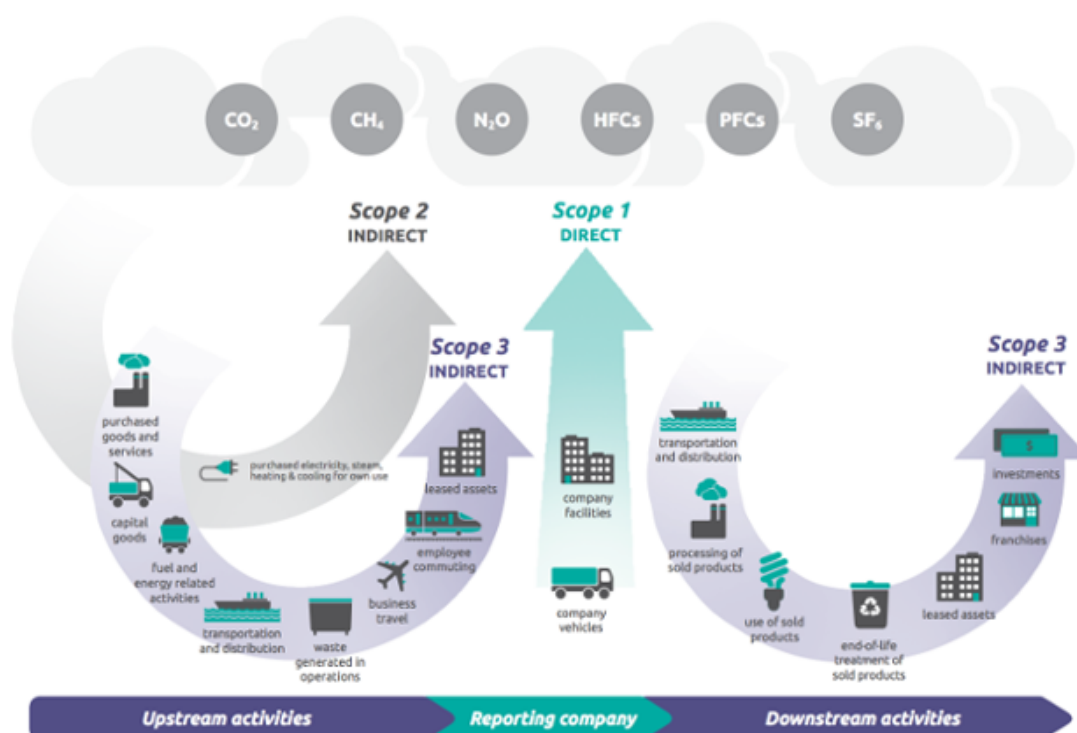
Escopo 2: Tem como foco as emissões indiretas de GEE a partir da geração de eletricidade consumida pela empresa ou adquirida tanto comprada, ou energia junto dos limites organizacionais da matriz empresarial. Para muitas empresas a eletricidade comprada e geradas fisicamente no local podem ser a principal fonte de emissão, portanto possibilitando a melhor oportunidade de realizar a redução. Desta forma para mitigar a geração e emissão de GEE em virtude do consumo de eletricidade tem como investimento em tecnologias eficientes, conservação energética e o investimento em obtenção de energia renovável (SOTOS, 2015).

Escopo 3: Visa a elaboração de dados a partir de outras emissões indiretas de GEE, não controladas pela empresa matriz, onde temos desde que não seja caracterizado como emissão direta, atividades de extração e produção de materiais, combustíveis comprados, e atividades referentes ao transporte de materiais ou colaboradores em veículos de terceiros.

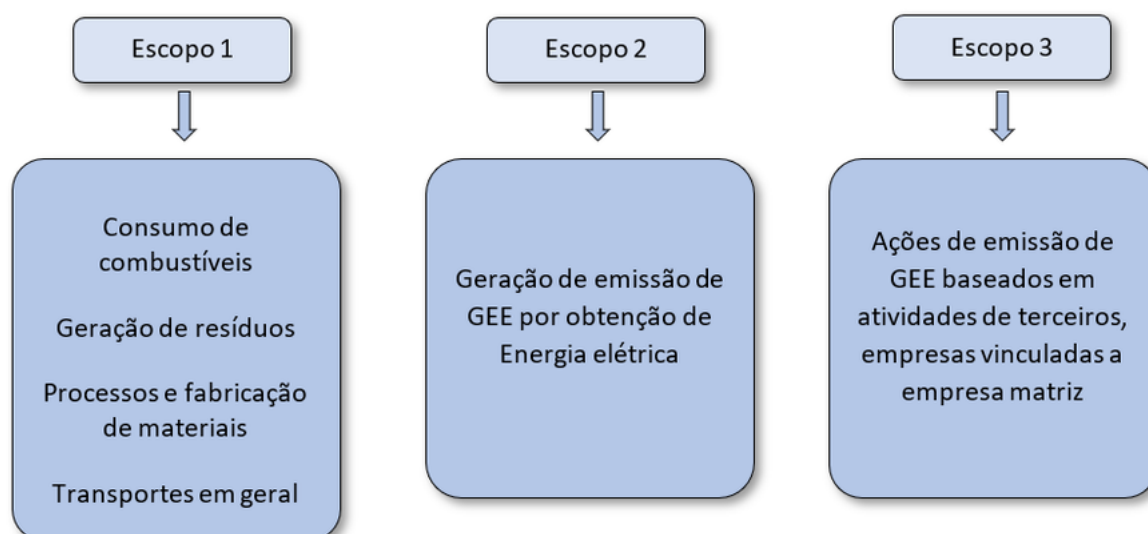
Considerado ser o escopo mais difícil de ser produzido pela dificuldade de quantificação das atividades atreladas, porém apresenta grande potencial de redução, pois pode apresentar grande parte das emissões das empresas, portanto foi desenvolvido uma ferramenta apresentada por GHG PROTOCOL (2021), focada diretamente para o escopo 3 pela GreenHouse Gas junto da Quantis denominado de Scope 3 Evaluator.

As principais atividades relacionadas para cada escopo podem ser observadas a partir das Figuras 7 e 8.

Figura 7 – Atividades referentes a emissão de GEE separados por escopos



Fonte: GHG PROTOCOL (2021)

Figura 8 – Organização da ferramenta de quantificação de GEEs separados em escopos

FONTE: Adaptado e Modificado de Carlos Roberto Sanquetta (2017)

3.5 Comercialização do Crédito de Carbono

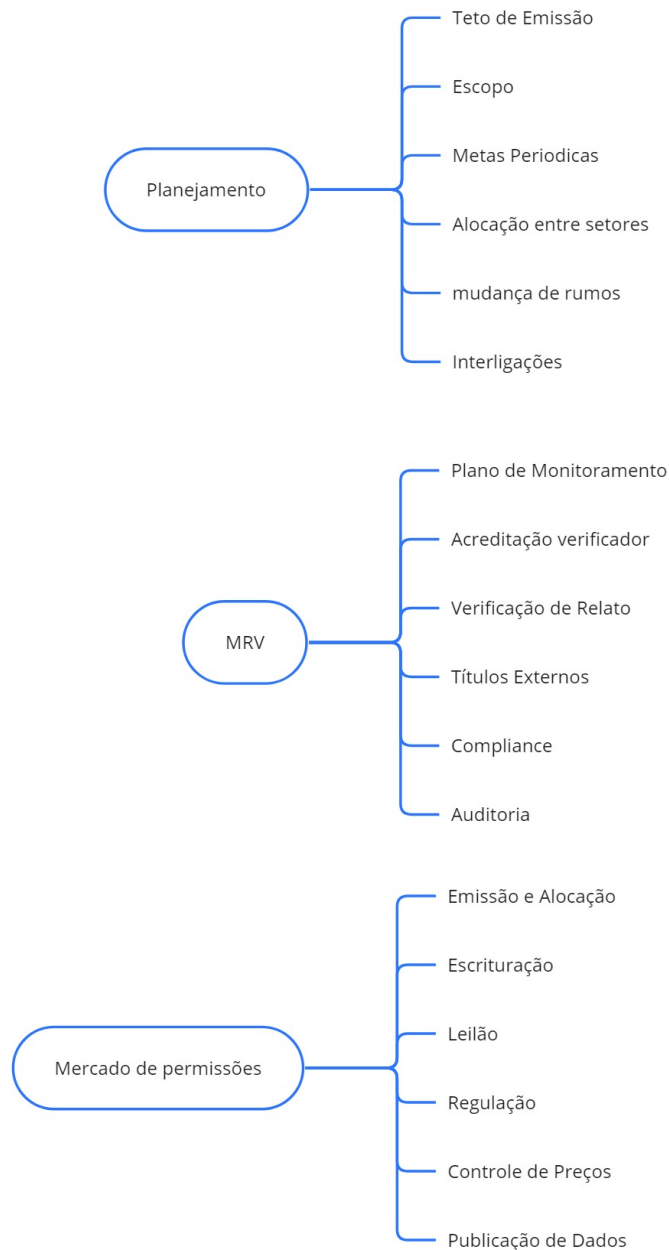
Atualmente temos em vigência dois tipos diferentes de mercados de créditos de carbono sendo nomeados de mercado regulado inicialmente implementado em países signatários do Protocolo de Quioto e mercado voluntário onde temos a atividades de países que não se comprometeram com metas no Protocolo de Quioto. Sendo distinta a determinação de unidade de medida de uma tonelada de CO₂ sendo no regulado denominado de RCEs ou em inglês Certified Reduction (CER) e para o mercado voluntário seria o Reduções Voluntárias de Emissões ou em inglês Voluntary Emission Reduction (VER) (O SETOR. . . , 2010).

Os dois presentes mercados de créditos de carbono mundialmente vigentes apresentam algumas peculiaridades entre elas vantagens e desvantagens diferentes comparadas um ao outro. Pontuando separadamente cada um dos tipos nos próximos tópicos.

3.5.1 Mercado Regulado

Em análise o mercado de crédito de carbono regulado e implementado internacionalmente apresentam estruturas gerais similares onde de forma objetiva permite ser validado na forma sistemática e concreta, as funções que podem ser executadas para as atividades dos mercados, tanto quando organizações e entidades necessárias a executar tais funções. Sendo a estrutura geral dos mercados em três etapas divididas em subpartes operacionais (THE WORLD BANK, 1992). Podendo ser visualizado a seguir na Figura 9.

Figura 9 – Estrutura geral dos mercados de créditos de carbono



FONTE: Adaptado e Modificado de Confederação Nacional da Indústria (2021)

Onde inicialmente temos o planejamento estrutura que visa na transparência e previsibilidade, desta forma utilizam-se mecanismos e processos de planejamento que definam os parâmetros do sistema. Seguindo alguns passos como definir metas e compromimentos de longo prazo de forma objetiva para mitigação de emissão. Logo em seguida a definição de escopo de ação em termos de regulação de setores, a seguir o estabelecimento de metas de meio a longo prazo conforme os estabelecidos para o programa e também é necessário a determinação de regras e permissões para os diferentes setores e eventuais limites para o uso de compensações, sendo necessário um mecanismo caso seja preciso a

modificação das regras e finalizando com a definição de regras para eventuais interligações e participações com outros mercados e programas de compensação (CNI, 2021).

Seguindo a publicação da CNI (2021) para a estruturação da segunda etapa MRV são definidos parâmetros de quantificação para as reduções de emissão realizadas pelos agentes regulados. Por meio de metodologias de monitoramento, relato e verificação, baseando-se em inventários de emissão e formas de aferição de reduções de emissão publicados. Desta forma por comumente a checagem é deliberada pela parte interessada temos o planejamento e implementação dos processos de MRV qualificados por um órgão técnico responsável.

Entrando na estruturação da etapa mercado de permissões temos um aspecto central dos sistemas de comércio de carbono a partir da criação de novos títulos de mercado, permitindo a compra e venda de ativos relacionados a emissão de quantidades de GEE. Os ativos são separados por duas categorias sendo elas permissões de emissão referindo-se à limitação de emissão pré determinada no acordo com base em estimativa para o futuro e a outra seriam os créditos de emissão baseados em um ganho ambiental já efetivamente realizado, analisado e contabilizado (CNI, 2021).

Segundo CNI (2021), entre os mercados de crédito de carbono ativos e em operação atualmente temos o mercado de crédito de carbono da União Europeia chamado de EU-ETS, o primeiro mercado de carbono implementado no mundo apresenta uma estrutura não centralizada por seguir uma cultura já implementada da União Europeia, portanto 27 países membros possuem amplas representação e autonomia na implementação de leis. Outro mercado para ser levado em consideração de exemplo para países em desenvolvimento temos o mercado de carbono do México denominado Sistema de Comércio de Carbono (SCE), lançado em 2020. Outros mercados implementados são: Western Climate Initiative, mercado de carbono implementado no Canadá e Califórnia, temos também Tóquio Cap and Trade implementado no Japão e por último o mercado implementado na Coreia do Sul denominado de Korean Emissions Trading Scheme (KETS).

Os pontos positivos apresentados referentes a organização elaboração e implementação de um mercado regulado de crédito de carbono pode ser pontuado a partir de possuir estruturas já reconhecidas no mercado e apresentar um maior retorno conforme a comercialização de créditos, já os pontos negativos seriam a limitação impostas pelos Programas, Protocolos e Acordos climáticos vigentes (ALVES, 2013).

3.5.2 Mercado Voluntário

De forma paralela ao mercado de crédito de carbono regulado instituído pelo Protocolo de Quioto, iniciaram-se iniciativas no mercado internacional sem vínculo ao acordo, denominadas de mercado voluntário de carbono, apresentando regras, metodologias es-

pecíficas por empresas e instituições que não possuíam obrigações e metas legais para redução de emissões, porém apresentavam interesse na compensação buscando adquirir créditos de carbono (PROLO *et al.*, 2021).

Para a época era de conhecimento mundial os elevados custos na transação e no desenvolvimento de projetos a partir do MDL, inviabilizando a participação de empresas, deste modo o mercado voluntário, surgiu como forma de possibilitar o desenvolvimento de projetos de escalas menores, onde economicamente não seriam viáveis no mercado regulado. Dentre o cenário nacional brasileiro tem o crescimento das emissões de créditos de carbono, crescimento esse podendo ser relacionado a alta demanda por parte do setor empresarial para compensação dos compromissos e metas assumidos (ANÁLISE. . . , 2014).

A partir dessa implementação do mercado voluntario, foram constituídos dois mecanismos independentes de organizações sem fins lucrativos apoiando o mercados chamados Verra e Gold Standart (GS). Sendo o Verra incluindo projetos de energia, porém também projetos de escopo de agropecuária, florestas e utilização da terra e transporte, tanto manuseio e quanto descarte de resíduos onde uma tonelada de dióxido de carbono equivalente seriam certificados e validados pelo padrão Verra e desta forma gerando o Verified Carbon Standard (VCS). Já para o GS seriam projetos focados principalmente por projetos de eficiência energética (VARGAS; DELAZERI; FERREIRA, 2022).

De modo geral para o processo de geração e comercialização no mercado de crédito de carbono voluntário, temos 4 principais etapas. Sendo elas identificação da metodologia a ser utilizada e elaboração do projeto de geração de créditos, seguido da validação, monitoramento e certificação dos créditos de carbono gerados, possibilitando a comercialização para compensação de emissões (VARGAS; DELAZERI; FERREIRA, 2022).

Figura 10 – Mercado de credito de carbono voluntário classificado por etapas



miro

FONTE: Elaborado pelo próprio autor (2022)

Pontuando os pontos positivos e negativos do mercado voluntário temos de forma a favorecer uma estrutura mais flexível, não sendo limitado aos prazos do Protocolo de Quioto, apresentando uma viabilidade de projetos de pequeno porte. Já de forma negativa apresenta uma ausência de padronização definitiva e universal (ALVES, 2013).

4 Materiais e Métodos

Neste trabalho foi realizada uma pesquisa de cunho exploratório baseando-se em relatórios técnicos disponibilizados pelas empresas que aplicam o modelo de gestão sustentável (ESG) para fazer a compensação de emissões de carbono na atmosfera. Também utilizou-se informações e evidências de relatórios técnicos disponibilizados por organizações governamentais e não governamentais, assim como instituições de caráter privado, são exemplo de organizações e instituições: as nacionais Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), Associação dos grandes consumidores de energia (ABRACE), Empresa de Pesquisa energética (EPE), assim como International Energy Agency (IEA), World Energy Council, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), World Resources Institute (WRI) e empresas privadas como a Siemens, Neoenergia, Cogna Educação, Transportes Gabardo e EDP Enerpeixe.

As informações extraídas das referências, foram sobre a elaboração de inventários de descarbonização, levando em consideração características, requisitos, ferramentas e estrutura utilizada para a quantificação de emissão de carbono, tanto propriedades, quanto categorias exibidas e realizadas por diferentes atividades de emissões realizadas.

A busca inicial por inventários e relatórios foi desenvolvida a partir da ferramenta de pesquisa disponibilizada pela FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - FGV (2022) do Programa Brasileiro GHG Protocol e também retiradas de sites das instituições e organizações citadas anteriormente estudados e a partir das citações em artigos utilizados como base.

Estudos esses, baseados em uma análise heurística, que segundo González (2006), temos a busca de respostas a partir da análise e investigação dos dados obtidos e comparação entre os mesmos, desta forma, sendo simultaneamente seguidas regras do estudo de cunho empírico por conta da obtenção dos resultados e comprovações advindas da coletas de dados dos relatórios elaborados pelas organizações e instituições citadas anteriormente.

Seguindo também as orientações de análise características de um modelo de inventário sugerido pelo Programa GHG Protocol, pelo guia para inventário de emissões elaborado por Assis e D'Agosto (2020) e pelo site WAYCARBON (2016), onde se tem como principal objetivo a compensação das emissões de GEE, porém atendendo as exigências legais vigentes, buscando neutralizar as emissões de carbono atmosférico, favorecendo na contribuição com a meta global de neutralização de carbono.

5 Resultados e Discussão

A seguir serão apresentadas as análises realizadas e discussões em tópicos. Desta forma, seguindo a elaboração da análise quantitativa e qualitativa das ferramentas possíveis para utilização, estruturação e processos de elaboração de um inventário de descarbonização, observando os impactos gerados nas empresas e instituições a partir das reduções de emissões de GEEs.

Com a inserção de políticas e processos de elaboração de inventário para a descarbonização visando a quantificação para a redução de emissões de GEEs nas empresas e instituições é preciso manter a confiabilidade dos processos de produção impactados, mercados de compra de energia utilizados e as atividades operacionais realizadas por terceiros.

Como citado anteriormente a elaboração de um inventário de descarbonização considerando o esquema mais utilizado e de maior relevância nacional e internacional consiste em 3 principais escopos, sendo eles separados por atividades, processos e categorias diferentes, porém causando impactos semelhantes que seriam as emissões de GEEs. Portanto, a quantificação das emissões apresenta grande importância para a análise e percepção dos órgãos envolvidos.

5.1 Preparação e Estruturação

Segundo Singh (2015), de forma geral a estrutura apresentada leva em consideração 5 diferentes classificações de inventários a serem produzidos, iniciando-se pelos inventários nacionais requisitados por países que fazem partes da UNFCCC onde os cálculos de estimativas para o inventário deve seguir métodos apresentados por INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC (2019) avaliada pela organização UNFCCC. O inventário subnacional é realizado por estados ou municípios, atribuídos pelo governo regional, sendo seu foco melhorar ou complementar o inventário nacional.

O inventário corporativo é o mais analisado por este trabalho, uma vez que a obtenção dos dados é facilitada por ferramentas de pesquisas e programas governamentais implementados na área. Sendo o inventário elaborado e fornecendo dados sobre a emissão direta e indireta da empresa, o inventário de instalações pode ser considerado um complemento ou um subconjunto para o inventário corporativo onde se tem a realização da representação de emissão de GEEs de uma instalação industrial específica. Por último, temos a apresentação do inventário de ciclo de vida de produtos, com finalidades de documentar e apresentar a liberação de GEEs de um produto ou serviço específico (SINGH, 2015).

Seguindo a preparação e estruturação, o padrão utilizado de forma nacional aplicado seguem principalmente instruções do programa brasileiro GHG Protocol, porém também

seguem orientações e especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), conforme apresentado na ABNT NBR ISO 14064, elaborada e implementada em 2007. Esta norma e os padrões exigidos são baseados em formas de aplicações de sucesso internacional.

Conforme disponibilizado por Ranganathan (2004), a preocupação inicial para a estruturação do inventário de descarbonização de forma completa é a separação de dados e informações, tanto cálculos e quanto monitoração que serão utilizados na elaboração. Desta forma, sendo separada em tópicos a serem conferidos e implementados. Tópicos esses que são:

- Planejamento;
- Cálculo;
- Relatório;

Esses tópicos são divididos por etapas e atividades a serem realizadas, que serão aprofundadas na elaboração do inventário, baseando-se nos processos realizados pela instituição e empresa em questão ou finalidade do projeto seguindo sua classificação de inventário para redução de emissão de GEEs.

Para a coleta de informações são imprescindíveis dados da área geográfica que será atribuída e coberta pelo inventário e estimativa de tempo considerado anual, mensal e horários de atribuição.

Na estruturação do inventário, também é contemplada pela especificação das informações relacionadas às categorias de fontes de emissões, tanto os procedimentos e fontes utilizados para a coleta dos dados, quanto dados referentes aos cálculos e métodos utilizados para a medição de emissão.

5.2 Elaboração

Nesta sequência será analisada e discutida na área mais abordada por este trabalho, a partir do estudo da elaboração de inventários registrados e resumos disponibilizados nos sites das empresas e instituições.

Para a elaboração de um inventário, seguindo os tópicos citados anteriormente é necessário que a empresa focando em relatórios e inventários de cunho corporativo, separe os dados e informações para a fase de planejamento de forma concisa, sendo separada em 3 partes, sendo elas:

- 1) Estabelecimento de metas
- 2) Limites organizacionais

3) Limites operacionais

As metas são principalmente baseadas conforme as informações em relação ao tempo de duração definido para o projeto, aos limites organizacionais e operacionais.

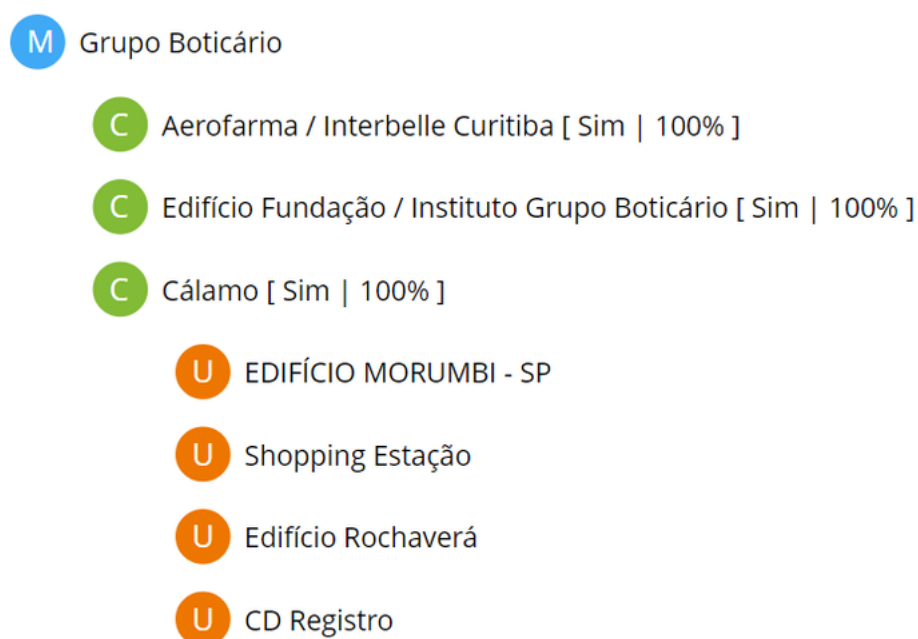
Para os limites organizacionais tem a identificação das unidades da organização e empresas que o inventário engloba, tanto a Matriz empresarial, unidades filiais e quanto unidades controladas pelo grupo, podendo haver controle operacional pela matriz ou não. Como pode ser observado em algumas das unidades da organização Grupo Boticário apresentados no documento GRUPO BOTICÁRIO (2021) na Figura 11.

Figura 11 – Exemplo de unidades geridas por uma organização

Legenda:

M Matriz **C** Controlada **U** Unidade

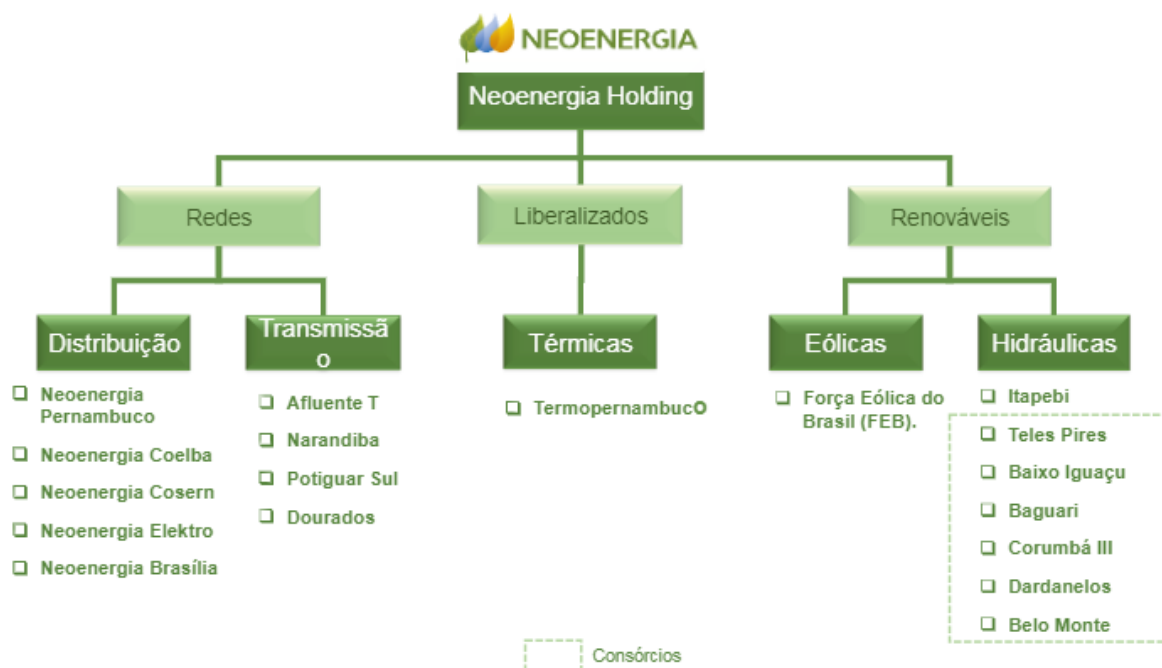
[A matriz possui o controle operacional? | % de participação societária referente à Matriz]



FONTE: Grupo Boticário (2022)

Seguido da apresentação da estrutura societária do grupo em questão para a definição correta dos limites organizacionais, a partir de um organograma que pode ser visualizado a partir da Figura 12, retirada de NEOENERGIA (2021), pois apresenta uma melhor visualização e separação de unidades e grupos de sócios.

Figura 12 – Exemplo de estrutura societária



FONTE: Neoenergia (2022)

Seguindo para a determinação dos limites operacionais temos a apresentação das atividades realizadas que causaram emissões de GEEs e que serão relatados no inventário, seguindo o padrão de inventários do Projeto Brasileiro GHG Protocol, a separação das atividades é realizada por 3 diferentes escopos relacionados a características e origens das atividades de emissões, que podem ser observada pela Figura 13.

Figura 13 – Limite operacional emissões por escopo

Escopo 1 Combustão móvel Combustão estacionária Fugitivas Mudanças no uso do solo
Escopo 2 - Abordagem baseada na localização Aquisição de energia elétrica Perdas por transmissão e distribuição
Escopo 3 1. Bens e Serviços comprados 3. Atividades relacionadas com combustível e energia não inclusas nos Escopos 1 e 2 6. Viagens a negócios 7. Deslocamento de funcionários (casa-trabalho)

FONTE: Neoenergia (2022)

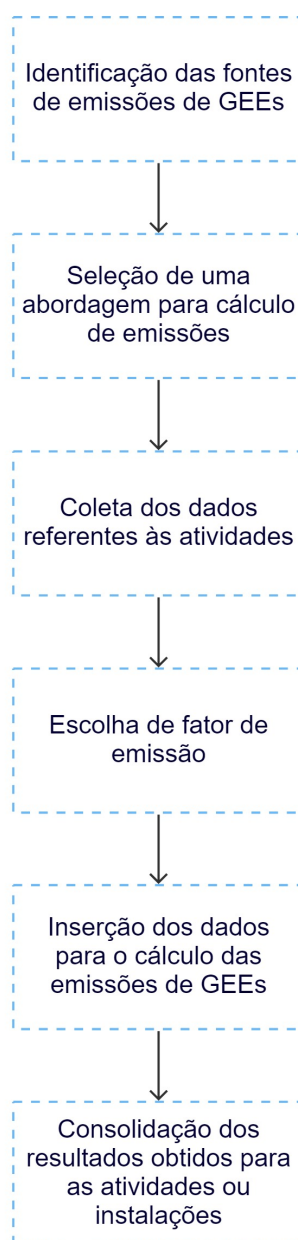
As atividades no meio corporativo para empresas não relacionadas à energia e operações de obras, dificilmente terão atividades de emissões ocasionadas por mudanças no uso do solo, porém a partir de análises realizadas nos relatórios emissões causadas por combustão caracterizadas pelo escopo 1, tanto na aquisição de energia elétrica no escopo 2, quanto atividades citadas no escopo 3, são atividades frequentemente encontradas na maioria parte dos inventários analisados.

Finalizando o processo de planejamento, é iniciada a etapa de cálculo, separado basicamente por três etapas, sendo elas a coleta de dados e quantificação das emissões citadas nos limites operacionais e também a determinação e seleção de um ano base para comparação de emissões futuras, sendo a maioria dos casos o ano de início da aplicação de elaboração de inventários nos registros. Caso ocorra a incorporação de um novo grupo ou unidades que afetem de forma significativa a quantidade de emissões e produções é aconselhável alterar o ano base, finalizando com a etapa de especificação das metodologias e ferramentas utilizadas para as quantificações de emissões desta forma garantindo assim, a qualidade do inventário. Esta etapa também pode ser adicionada ao tópico referente aos processos de elaboração da etapa relatório.

A etapa de quantificação das emissões, entra em uma parte delicada da elaboração do inventário, sendo imprescindível a utilização de ferramentas disponibilizadas e certificadas pelo programa seguindo as diretrizes exigidas, o próprio site do programa GHG Protocol disponibiliza algumas ferramentas para o cálculo de diferentes tipos de atividades que resultam emissões de GEE e para algumas áreas específicas de atuação empresariais ou

multissetoriais. De forma geral são seguidos 6 passos para a contabilização das emissões de GEEs, que podem ser observados na Figura 14, adaptada do guia de inventário de emissões, referindo-se diretamente às atividades logísticas.

Figura 14 – Passos para a contabilização das emissões de GEEs



FONTE: Adaptado de Guia para Inventário de Emissões (2020)

Os dados da quantificação de emissão podem ser exibidos de formas diferentes como apresentado pelas Figuras 15 e 16. Os dados foram retirados dos documentos COGNA EDUCAÇÃO (2022) e EDP ENERPEIXE (2022) respectivamente.

Figura 15 – Exemplo de Quantificação de emissão

Escopos	Emissões tCO ₂ e
Escopo 1	16.848,59
Escopo 2 (Localização)	4.669,54
Escopo 2 (Escolha de Compra)	684,65
Emissões de CO ₂ biogênico	663,29

FONTE: Cogna Educação (2022)

Figura 16 – Exemplo de quantificação separado por diferentes gases

GEE	Em toneladas do gás				Em toneladas de CO ₂ equivalente (tCO ₂ e)			
	Escopo 1	Escopo 2 - Abordagem baseada na localização	Escopo 2 - Abordagem baseada na escolha de compra	Escopo 3	Escopo 1	Escopo 2 - Abordagem baseada na localização	Escopo 2 - Abordagem baseada na escolha de compra	Escopo 3
CO ₂	66,260	2,071	0,000	74,674	66,260	2,071	0,000	74,674
CH ₄	0,005	0,000	0,000	0,255	0,145	0,000	0,000	7,152
N ₂ O	0,003	0,000	0,000	0,007	0,887	0,000	0,000	1,762
HFC	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PFC	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SF ₆	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
NF ₃	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total					67,292	2,071	0,000	83,588

FONTE: EDP Enerpeixe (2022)

Porém, seguindo as orientações é preferível um melhor detalhamento em relação às atividades exercidas e que ocasionam a emissão de GEE, sendo separadas por categorias e origens diferentes, a partir da utilização da classificação por escopos, informando as suas respectivas emissões e atividades realizadas, como pode ser observado a seguir pela Figura 17, exibindo a atividade de origem, quantidade e característica do gás emitido.

Figura 17 – Exemplo de quantificação de emissão completo

5. QUANTIFICAÇÃO DAS EMISSÕES DE 2021

Este item detalha as emissões corporativas do Grupo Neoenergia em cada um dos 3 escopos, divididos por fontes de emissão, sendo elas:

EMISSÕES 2020 (TCO ₂ e)	Grupo Neoenergia	
Escopo 1: Emissões Diretas	985.834	
Escopo 2 : Emissões Indiretas	641.731	
Escopo 3: Outras emissões indiretas	2.380.006	

ESCOPO 1: Emissões diretas (t CO ₂ e)	Grupo Neoenergia	
	dados	unidade
Emissões de Geração de Energia (Consumo de Combustível)	921.137	T CO ₂ e
Emissões Geradores (Diesel)	50	T CO ₂ e
Emissões de Metano (CH ₄) por combustão em instalações de geração e não geração	18	T CO ₂ e
Emissões de Oxido Nitroso (N ₂ O) por combustão em instalações de geração e não geração	26	T CO ₂ e
Emissões fugitivas de SF ₆	6.731	T CO ₂ e
Emissões fugitivas de Gases Refrigerantes	1.394	T CO ₂ e
Emissões por Combustão móvel (Veículos de Frota)	31.844	T CO ₂ e
Mudança de Uso do Solo (Gestão de Vegetação e Poda)	24.634	T CO ₂ e

ESCOPO 2: Emissões indiretas	Grupo Neoenergia	
	dados	unidade
Emissões associadas ao consumo de energia auxiliar durante as paradas de máquinas.	2.130	T CO ₂ e
Consumo de eletricidade em edifícios	2.016	T CO ₂ e
Perdas da rede	637.585	T CO ₂ e

ESCOPO 3: Outras emissões indiretas	Grupo Neoenergia	
	dados	unidade
Emissões de viagem de funcionários	541	T CO ₂ e
Emissões associadas a cadeia de fornecedores	508.456	T CO ₂ e
Emissões associadas ao deslocamento de funcionários ao seu local de trabalho	7.041	T CO ₂ e
Emissões associadas a compra de energia para a venda ao consumidor final	1.653.886	T CO ₂ e
Emissões a montante de combustível adquirida WTT	210.082	T CO ₂ e



Seguindo as diretrizes do Programa Brasileiro do GHG, os gases que não estão contemplados pelo protocolo de Kyoto devem ser reportados em separado dos gases incluídos no protocolo. Durante a coleta de dados brutos o Grupo Neoenergia identificou a utilização do gás refrigerante R22 que representa 404 toneladas de CO₂ equivalente.

FONTE: Neoenergia (2022)

Para garantir a qualidade do inventário e manter a credibilidade dos cálculos realizados, para os mercados atuais e futuros de GEE, é necessário a adição dos métodos utilizados para os cálculos e ferramentas aplicadas para os cálculos de emissões. De forma geral, nas emissões referentes ao escopo 1, é realizado os cálculos das quantificações de emissões nas instalações de geração de energia elétrica, baseadas em consumo de combustíveis a partir das atividades e fatores de emissão ou dados obtidos por fontes oficiais. Para emissões de combustão móvel pode ser obtido por ferramentas de cálculos disponibilizadas pelo Programa Brasileiro do GHG Protocol. Emissões fugitivas e recorrentes da mudança de solo podem ser observadas por dados apresentados em estudos realizados pelo INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC (2019).

Para o escopo 2, os cálculos são realizados referentes a quantificação de emissão baseado em atividades de consumo de energia elétrica, desta forma aplicando o fator de emissão e energia consumida em edifícios ou escritórios, disponibilizados pelo Ministério de Ciência e Tecnologia ou utilizando a ferramenta e seguir as informações disponibilizadas pelo Scope 2 Guidance disponibilizado pelo site do GHG Protocol.

Após concluir a apresentação dos métodos utilizados para o escopo 2, é necessário incluir a metodologia utilizada para o cálculo das emissões indiretas presentes no escopo 3, presentes no mercado de cálculo de emissões indiretas as ferramentas seriam baseadas principalmente em empresas de cunho logístico, com foco em transportes aéreos e ma-

rítimos. Uma ferramenta denominada Scope 3 Evaluator vem sendo desenvolvida e está disponível em sua versão beta pelo site da GHG Protocol em união a Quantis ou seguindo como realizado no inventário disponibilizado pela empresa NeoEnergia para viagens de avião de colaboradores e funcionários, os fatores de emissão específicos são obtidos com base em informações relacionadas à distância percorrida e o transporte utilizado, dados esses disponibilizados no documento UNITED ESTATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2022), seguida da utilização de uma ferramenta de controle de seus fornecedores, permitindo a gestão ambiental dos mesmos.

Finalizando a elaboração completa do inventário com a realização da etapa de relatório, com finalidade informativa reunindo os dados das unidades avaliadas, enunciando uma breve descrição das fontes de emissões para os diferentes tipos de GEEs, a partir da definição do ano base realizar uma comparação em relação às reduções e dados atualizados obtidos e a partir da verificação dos métodos utilizados e elaboração do inventário por meio de um avaliador qualificado recebendo um certificado de comprovação, sendo anexado ao inventário.

Pontos não obrigatórios, mas interessantes a incluir no inventário, podem ser considerados o monitoramento das emissões ao longo do tempo e o estabelecimento de metas a serem atingidas, seguindo estratégias de reduções de emissões relacionadas aos produtos e serviços prestados.

5.3 Efeitos ao mercado de crédito de carbono e impactos nas empresas

A partir da análise das empresas e instituições presentes no registro público de emissões, disponibilizado pela FGV em conjunto a realização do Programa Brasileiro GHG Protocol é possível observar algumas empresas aderentes do programa, a partir da Figura 18, com a análise dos registros observou-se à presença de 436 organizações que publicaram seus inventários de GEEs no programa. Dentre essas organizações utilizando a ferramenta de pesquisa é possível observar que grande parte, mais especificamente 223 organizações, suas sedes ou matrizes estão localizadas no estado de São Paulo. As categorias do setor de atividade com mais presença de organizações são primeiramente do setor de indústrias de transformação, seguidos dos setores de logísticas e transportes e em terceiro por organizações dos setores de eletricidade e gás (FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - FGV, 2022).

Figura 18 – Organizações presentes no registro público de emissões



FONTE: Adaptado de Registro Público de Emissões (2022)

Analisando algumas das organizações presentes no registro público de emissões, é possível observar que empresas tanto nacionais e quanto internacionais com unidades sedes no território brasileiro, tiveram interesse em participações no início do Programa Brasileiro de GHG Protocol, porém as empresas de organizações internacionais demonstram interesse por conta de experiências absorvidas pela implementação do mercado regulado em seu território, mais especificamente no continente europeu, junto dos incentivos governamentais para elaboração de inventários de emissões de carbono.

Já para as empresas nacionais, observam-se instituições de domínio governamentais, demonstrando envolvimento e servindo de exemplo para possíveis futuras organizações. Podendo ser visualizado pela Figura 18, as empresas Banco do Brasil e EDP Energia do Brasil S/A, iniciando suas atividades de elaboração de inventários no ano de início do programa 2008. Empresas corporativas de grande porte nos setores de logísticas, automobilismo e transportes aéreos, também apresentam adesão ao programa, em sua grande parte são empresas internacionais com sedes no território brasileiro. Como por exemplo: Honda Automóveis e Gol Linhas Aérea S/A– Grupo Gol.

Dentre as organizações, destacam-se 3 participações interessantes sendo a primeira

empresa a Ambev S/A, iniciando suas atividades de elaboração e publicação de relatórios logo nos 2 anos de início do programa, porém suspendeu os relatos de atividades referentes aos inventários de emissão, voltando apenas no ano de 2021, volta essa podendo ser ocasionada por conta de possíveis incentivos governamentais futuros e avanços em discussões referentes a possíveis regulamentações do mercado de crédito de carbono no território brasileiro. Influenciando e movimentando novas empresas para o programa GHG Protocol como, por exemplo empresas e instituições nacionais como: Assaí e Eletrobras com a elaboração e publicação de inventários no ano de 2021.

6 Conclusão

A elaboração de inventários de emissão de carbono apresenta uma adesão de grande quantidade de empresas e instituições de âmbito e influências internacionais ao programa brasileiro GHG Protocol, influenciando empresas nacionais à adesão do mesmo e favorecendo a visibilidade governamental nacional, porém a adesão nacional continua pequena em relação aos países desenvolvidos. Desta forma, levando o enfoque para criações de novas determinações a fim de regulamentação e formalização deste mercado de crédito de carbono informal presente no território brasileiro, baseado em voluntariedade. Empresas e instituições com políticas de elaboração de inventário de descarbonização já implementadas, podem refletir na garantia da participação de reduções de emissões voluntárias no reconhecimento e facilitação de aplicação em futuros programas regulados, caso ocorra a aprovação por políticas governamentais. Particularmente considero o cálculo para as emissões indiretas presentes no escopo 3 o mais difícil de ser realizado, sendo o ponto que tende a ser mais explorado nos próximos anos, quanto na elaboração de novas ferramentas, tanto por preocupações de grupos encarregados e realizadores da logística e transporte terceirizada, abrindo oportunidades para apresentar um diferencial na oferta de serviços. De modo geral a elaboração e implementação de um inventário de emissões de carbono, visando a conquista de crédito de carbono oferecem pontos positivos para empresas corporativas, pois, quantificando e analisando setores e atividades de emissão de carbono extrapolado, é possível promover a sustentabilidade, corroborando com ao aumento de eficiência de produção e consumo. Visando principalmente incentivos governamentais, que estão cada vez mais próximos e tendem a acontecer a partir da regulamentação do mercado de crédito de carbono nacional.

Referências

- ALVES, R. S. CRÉDITO DE CARBONO: O mercado de crédito de carbono no Brasil. In: **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**. [s.n.], 2013. p. 1 – 13. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos13/2018412.pdf>. Acesso em: 17/05.
- ANÁLISE Do Mercado De Carbono Voluntário No Brasil: Um Estudo Sobre O Perfil Dos Projetos De Redução De Emissão De Gases De Efeito Estufa (Gee). Metropolitana de Sustentabilidade, São Paulo, v. 4, n. 1, Janeiro 2014.
- ANDRADE, J. C. S.; COSTA, P. Mudança Climática, Protocolo De Kyoto E Mercado De Créditos De Carbono: Desafios À Governança Ambiental Global. **o&s**, v. 15, n. 45, Abril 2008.
- ARAÚJO, E.; SILVA, M.; RIBEIRO, R. **Sustentabilidade e descarbonização**: desafios práticos. CECS Braga, 2020. 148 p. Disponível em: www.cecs.uminho.pt. Acesso em: 21/09/2022.
- ASSIS, T. F. de; D´AGOSTO, M. de A. **GUIA PARA INVENTÁRIO DE EMISSÕES**: Gases de Efeito Estufa nas atividades logísticas. [S.l.], 2020. Disponível em: <https://ibts.eco.br/src/uploads/2020/10/guia-inventario-de-emissoes-gee.pdf>. Acesso em: 05/11/2022.
- BARROS, J. P. N. **Reduções Certificadas De Emissões (Rces): Tratamento Jurídico E Regulação No Mercado De Capitais**. 2011. 82 p. Monografia (Direito) — Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- BITTENCOURT, S. R. M. de; BUSCH, S. E.; CRUZ, M. R. da. O Mecanismo De Desenvolvimento Limpo No Brasil. In: BITTENCOURT, S. R. M. de; BUSCH, S. E.; CRUZ, M. R. da (Ed.). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, 2018. p. 43 – 58. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9474>. Acesso em: 27/10/2022.
- BODANSKY, D. The Paris Climate Change Agreement: A New Hope? **American Journal of International Law**, v. 110, Maio 2016. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2773895.
- BRAGA, B. **Introdução a Engenharia Ambiental**: O desafio do desenvolvimento sustentável. 2. ed. [S.l.]: Pearson Prentice Hall, 2005. 313 p. Acesso em: 10/10/2022.
- CALESTINI, E. D. N. **A Questão dos Créditos de Carbono e Sua Viabilidade Econômica Ambiental**. 2012. 212 p. Dissertação (Geografia Física) — Universidade de São Paulo Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Acesso em: 06/05/2022.
- CENAMO, M. C. **Mudanças Climáticas, O Protocolo de Quioto e o Mercado de Carbono**. 2004. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/br/documentos/texto/mudancas-climaticas-o-protocolo-de-quioto-e-o-mercado-de-carbono.aspx>. Acesso em: 04/05/2022.
- CHANGE, G. C. **Global Temperature**. 2021. Disponível em: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>. Acesso em: 01/06/2022.
- CNI, C. N. da I. . **Mercado De Carbono Análise De Experiências Internacionais**. 2021. ISBN 978-65-86075-43-4. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/>

2021/7/mercado-de-carbono-analise-de-experiencias-internacionais/#carbon-market-analysis-of-international-experiences.

COGNA EDUCAÇÃO. **Resumo do inventário de emissões de gases de efeito estufa 2021**. [S.l.], 2022. ss – ss p. Disponível em: https://www.esgcogna.com.br/wp-content/uploads/2022/07/inventario_resumido_cogna_2022.pdf. Acesso em: 19/11/2022.

EARTHLABS. **Carbon In the Atmosphere: CO2—My Life’s Story**. 2016. Disponível em: <https://serc.carleton.edu/eslabs/carbon/3b.html>. Acesso em: 06/05/2022.

EDP ENERPEIXE. **Inventário de emissões de gases de efeito estufa EDP 2021**. [S.l.], 2022. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/rpe-system/tmp/cache/pdf/f77b8865/edp-energias-do-brasil-s-a.pdf?GoogleAccessId=gilab-cdci-cloud-build%40fgvces.iam.gserviceaccount.com&Expires=1669987121&Signature=Oq%2F5w0N1Sxmo2qC%2FoPf5wZkO08FaZlyqMQwu%2FtpMtfTWWagMplKL%2FYWdYhBr%2B4bpzT28y%2By1yfcU2F0Td0szOsLx2H5F8r2cV%2Bi6nflpZJEXILB3nKL0bPEGo5uiYa%2BEkmoJJN4mkZXeZQAWNp90TW%2BA6px%2Bwh0%2FgW%2FOpK4oD2zo0G%2Be0XPsJjvqMcWrXW2CF5cQPk8slvzh%2BDEAhXFdykJ51teyXtD8piqRcN%2B2xbGjwOoQebd1KPqf%2FGwoTzaerh%2BoslhQu9oUlsWuYq0F3iuUlgR94AQNKKmTrr05aTijp6eR5KLgYD221pBEKiYsnFtEh5%2Bs%2B1gCB%2FbP9syqOQ%3D%3D>. Acesso em: 18/11/2022.

FGV EAESP. **Guia para a elaboração de inventários corporativos de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE)**. [S.l.], 2009. Disponível em: <http://www.fgv.br/ces/ghg>.

FGV EAESP. **Programa Brasileiro GHG Protocol**. 2015. Disponível em: <https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-sustentabilidade/projetos/programa-brasileiro-ghg-protocol>. Acesso em: 03/11/2022.

FREITAS, C. V. M. de; SILVA, M. L. P. da. Mudanças do Clima: Análise das Conferências que trataram do Mercado de Carbono e seus principais resultados. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 10, p. 75332 – 75342, Outubro 2020.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - FGV. **Registro Público de Emissões**. 2022. Disponível em: <https://registropublicodeemissoes.fgv.br/participantes>. Acesso em: 17/08/2022.

GHG PROTOCOL. **The GHG Emissions Calculation Tool**. 2021. Disponível em: <https://ghgprotocol.org/ghg-emissions-calculation-tool>. Acesso em: 30/10/2022.

GONZÁLEZ, M. P. **Evaluación Heurística**. [S.l.]: Universitat de Lleida, 2006.

GRANZIERA, M. L. M.; REI, F. (org.). **O Futuro Do Regime Internacional Das Mudanças Climáticas: Aspectos Jurídicos E Institucionais**. EDITALIVROS Produções Editoriais, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/286371324_O_Futuro_do_Regime_Internacional_de_Mudancas_Climaticas.

GRUPO BOTICÁRIO. **Inventário de emissões de gases de efeito estufa Grupo Boticário 2021**. [S.l.], 2021. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/rpe-system/tmp/cache/pdf/45f76e8a/grupo-boticario.pdf?GoogleAccessId=gilab-cdci-cloud-build%40fgvces.iam.gserviceaccount.com&Expires=1669980104&Signature=BFHxnkPIFK9pD76JcH1ncK7RechYgYlzTgz1TzwpDgiHIWmM%2BUuFMXd19vf1z1xhVXWv3O5apdk3aCopuOEHvt4ipptnA9IR3oARszBbKH1NkNSKwXJEIze0WnCB0>

2BucRqLYGivDfDVokxJbwMoUScy1fDI0jnYLM6LybVI8W5PaAs74yuYPXZaXNhEmC5oP0kEAPT7SnTc
2FP42RzZWQXMrhB3MCP0CQ22P83Nhyf%
2FPRC08aDmJFx2dWbZTKADKWdKqVDSMg%3D%3D.

IBERDROLA. **Descarbonização: Princípios e ações regulatórias da descarbonização energética que contribuem para um marco sustentável e eficiente para combater as mudanças climáticas**. 2022. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/quem-somos/energetica-do-futuro/descarbonizacao-economia-principios-acoes-regulacao#:~:text=A%20descarboniza%C3%A7%C3%A3o%20exige%20passar%20por%20um%20processo%20de,emitam%20apenas%20aquilo%20que%20o%20planeta%20pode%20absorver>. Acesso em: 17/06/2022.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volumes 1,2,3,4 and 5**. 2019. Disponível em: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>. Acesso em: 10/09/2022.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Global Energy Review: CO2 Emissions in 2021**. 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-co2-emissions-in-2021-2>. Acesso em: 20/09/2022.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Protocolo de Quioto. **Protocolos Climáticos**, p. 1 – 29, 2005. Disponível em: http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/Protocolo_Quoto.pdf.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE GOIÁS - MPMG. **MECANISMOS DE DESENVOLVIMENTO LIMPO - MDL**. 2013. Disponível em: <http://www.mpmg.mp.br/portal/noticia/mecanismos-de-desenvolvimento-limpo-mdl>. Acesso em: 26/10/2022.

NEOENERGIA. **Inventário de Gases do Efeito Estufa Ano 2021 Neoenergia**. [S.l.], 2021. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/pt-br/Documents/documentos/GEE%20Neoenerg%C3%ADa%202021.pdf>. Acesso em: 18/11/2022.

O SETOR Energético e as Mudanças Climáticas. Banco Central do Brasil, v. 5, n. 53, Dezembro 2010.

OLIVEIRA, J. F. de. **O mercado de crédito de carbono como vantagem competitiva entra as empresas**. 2021. 29 p. Dissertação (Administração) — Universidade Federal de Ouro Preto - Instituto de Ciências Sociais e Aplicadas. Disponível em: <https://monografias.ufop.br/handle/35400000/3493>. Acesso em: 02/03/2022.

ONU. Acordo de Paris sobre o Clima. **Publicações**, p. 1 – 42, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/node/88191>. Acesso em: 28/10/2022.

PEIXER, J. F. B. **A Contribuição Nacionalmente Determinada Do Brasil Para Cumprimento Do Acordo De Paris: Metas E Perspectivas Futuras**. 2019. 346 p. Tese (Direito) — Universidade Federal de Santa Catarina.

POPPE, M. K. **Mudança do Clima: Mercado de Carbono**. Brasília: Cadernos NAE, 2005. v. 2. 500 p. Disponível em: <http://www.lima.coppe.ufrj.br/index.php/br/producao-academica/publicacoes/108-2005/439-mudanca-do-clima-mercado-de-carbono>. Acesso em: 10/06/2022.

- PROLO, C. D. *et al.* **Explicando os mercados de carbono na era do Acordo de Paris**. Rio de Janeiro: Instituto Clima e Sociedade., 2021. Disponível em: <https://laclima.org/files/explicando-mercados-rev.pdf>.
- RANGANATHAN, J. **The GHG Protocol: A corporate reporting and accounting standard**. 2004. Disponível em: <https://www.wbcsd.org/Programs/Climate-and-Energy/Climate/Resources/A-corporate-reporting-and-accounting-standard>.
- RIBEIRO, M. de S. **O tratamento contábil dos créditos de carbono**. 2005. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/96/tde-11082006-093115/pt-br.php>.
- ROTHMAN, D. H. Earth's carbon cycle: A mathematical perspective. **American Mathematical Society (AMS)**, v. 52, n. 1, p. 47 – 64, Janeiro 2015. Disponível em: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/97900>. Acesso em: 10/10/2022.
- SANQUETTA, C. R. Estimativa Das Emissões De Gases De Efeito Estufa Em Uma Obra De Construção Civil Com A Metodologia Ghg Protocol. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 1088 – 1106, Julho 2017.
- SECAF, B. S. **Cop-21 O Acordo De Paris**. [S.l.]: AGROANALYSIS, 2016.
- SILVA, R. W. da C.; PAULA, B. L. de. Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. **TERRÆ DIDÁTICA**, v. 5, n. 1, p. 42 – 49, 2009. Disponível em: https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v5/pdf-v5/TD_V-a4.pdf. Acesso em: 14/10/2022.
- SINGH, N. **A Global Look at Mandatory Greenhouse Gas Reporting Programs**. 2015. Disponível em: <https://www.wri.org/insights/global-look-mandatory-greenhouse-gas-reporting-programs>. Acesso em: 10/09/2022.
- SOTOS, M. **GHG Protocol Scope 2 Guidance**. Washington, 2015. Disponível em: https://ghgprotocol.org/scope_2_guidance#supporting-documents.
- SOUZA, C. A. C. de. **Negociação Internacional De Crédito De Carbono Entre O Brasil E O Mercado De Carbono Europeu**. 2020. 39 p. Monografia (Direito) — Universidade Presbiteriana Mackenzie.
- THE WORLD BANK. Governance and development. 1992. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/604951468739447676/Governance-and-development>.
- UCAR CENTER FOR SCIENCE EDUCATION. **Biogeochemical Cycles**. 2011. Disponível em: <https://scied.ucar.edu/learning-zone/earth-system/biogeochemical-cycles>. Acesso em: 04/05/2022.
- UNFCCC. Conference Of The Parties First Session. **Provisional Agenda And Annotations, Including Suggestions For The Organization Of Work**, Berlin, Março 1995. Disponível em: <https://unfccc.int/cop3/resource/docs/cop1/01.htm>. Acesso em: 17/10/2022.
- UNFCCC. **Conference of the Parties (COP)**. 2022. Disponível em: <https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop>. Acesso em: 25/10/2022.
- UNFCCC. **Project Search**. 2021. Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>. Acesso em: 28/10/2022.

UNITED ESTATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Global Greenhouse Gas Emissions Data**. 2022. Disponível em: <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>. Acesso em: 19/11/2022.

VARGAS, D. B.; DELAZERI, L. M. M.; FERREIRA, V. H. P. **Mercado De Carbono Voluntário No Brasil Na Realidade E Na Prática**. [S.l.], 2022.

WAYCARBON. **Como elaborar Inventários de GEE: o passo a passo**. 2016. Disponível em: <https://blog.waycarbon.com/2016/08/elaboracao-de-inventarios-gee/>. Acesso em: 03/11/2022.

XAVIER, M. E. R. A Análise do Efeito Estufa Em Texto Paradidáticos e Periódicos Jornalísticos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 3, p. 325 – 349, Dezembro 2004. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6423>. Acesso em: 11/10/2022.