



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE TECNOLOGIA – CTEC
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA



BRENDA BARROS CABRAL

**TENDÊNCIAS DO MERCADO DE CARBONO MUNDIAL - Uma análise
bibliométrica usando as bases de dados *Scopus* e *SciELO***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Maceió – AL

2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE TECNOLOGIA – CTEC
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA



BRENDA BARROS CABRAL

**TENDÊNCIAS DO MERCADO DE CARBONO MUNDIAL - Uma análise
bibliométrica usando as bases de dados *Scopus* e *SciELO***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Ambiental e Sanitarista.

Orientadora: Professora Dra. Karina Ribeiro Salomon.

Maceió – AL

2022

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Jorge Raimundo da Silva – CRB-4 – 1528

B837t

Cabral, Brenda Barros.

Tendências do mercado de carbono mundial - Uma análise bibliométrica usando as bases de dados Scopus e SciELO / Brenda Barros Cabral. – 2022. 39 f.

Orientadora: Karina Ribeiro Salomon.

Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Alagoas. Centro De Tecnologia – CTEC. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 35-39.

1. Mercado de carbono; 2. emissões de GEE; 3. análise bibliométrica; 4. Protocolo de Quioto. I. Título.

CDU: 02:549.21



Ata de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso

Ao(s) 24 dias(s) do mês de Fevereiro de 2021 realizou-se às 14h00min, por meio de vídeoconferência, a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso do(a) discente **BRENDA BARROS CABRAL** intitulado “TENDÊNCIAS DO MERCADO DE CARBONO MUNDIAL - Uma análise bibliométrica usando as bases de dados Scopus e SciELO”. A Banca Examinadora foi constituída por Karina Ribeiro Salomon (Orientador(a)), Ivete Vasconcelos Lopes Ferreira e Christiano Cantarelli Rodrigues. Após a apresentação do(a) discente pelo(a) orientador(a), o(a) mesmo(a) expôs seu trabalho, sendo, logo a seguir, arguido(a) pelos componentes da Banca Examinadora. O Trabalho de Conclusão de Curso obteve as seguintes notas de cada um dos avaliadores: Ivete Vasconcelos Lopes Ferreira (9,5) e Christiano Cantarelli Rodrigues (9,5), resultando numa média (9,5). Os registros de notas e de solicitação de correções estão documentados nos formulários de notas e de correções, respectivamente, preenchidos pelos avaliadores.

E, para constar, foi lavrada a presente ata que vai assinada pelos componentes da Banca Examinadora.

Maceió, 24 de Fevereiro de 2021.

Documento assinado digitalmente
 Karina Ribeiro Salomon
Data: 06/03/2022 10:43:12-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Karina Ribeiro Salomon
(Orientador(a) - CTEC/UFAL)

Documento assinado digitalmente
 Ivete Vasconcelos Lopes Ferreira
Data: 03/03/2022 14:13:33-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Ivete Vasconcelos Lopes Ferreira
(CTEC/UFAL)

Documento assinado digitalmente
 CHRISTIANO CANTARELLI RODRIGUES
Data: 04/03/2022 14:47:15-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Christiano Cantarelli Rodrigues
(CTEC/UFAL)

AGRADECIMENTOS

À minha família, principalmente aos meus pais, minha irmã e minha tia Gilmery, que me acompanharam durante essa trajetória e tornaram esse sonho da graduação possível sem medir esforços, vocês fizeram a pessoa que eu sou hoje, inclusive meu sobrinho Matteo, que ainda não nasceu, mas já mudou a minha vida, muito obrigada.

A todos os amigos que fiz na universidade, que compartilharam os melhores e piores momentos comigo, Odete, Sarah Mansur, Letícia, Flaviana, Loran, Heverton, Thaminy, Gabriela, Wesley, Nathacha, Ysley, Luanna, Jéssica, Morgana, Laura, Sarah Castro, João Cláudio, Marcelo e Pepeu, esses anos teriam sido muito mais difíceis sem vocês.

Ao Renan, mesmo que eu não tenha palavras para expressar minha gratidão por toda cumplicidade, por simplesmente estar sempre aqui, esse trabalho só foi possível pela sua presença na minha vida, bem como gostaria de agradecer à minha melhor amiga Ingrid, que me apoiou em cada momento.

Aos professores do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, em especial à minha orientadora professora Dra. Karina Ribeiro Salomon, que encanta a todos com sua dedicação, inteligência e compreensão, muito obrigada por estar esses anos ao meu lado, sua parceria foi essencial para a minha formação.

Por fim, à banca examinadora, por aceitar meu convite, pelos conhecimentos compartilhados e sugestões, agradeço imensamente.

RESUMO

O crescimento da população mundial está associado ao aumento da exploração de recursos naturais, assim como ao desenvolvimento econômico, sendo as principais causas do acréscimo das emissões de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. As fontes geradoras de GEE mais relevantes se encontram nos setores industrial, de energia e de transportes, esses gases se acumulam na atmosfera e intensificam o fenômeno natural conhecido por efeito estufa, como resultado disso, temos o aquecimento global. O problema gerou um alerta quando foi observado um aumento desenfreado das temperaturas durante o século XX e o mercado de carbono foi criado como uma das diversas estratégias de combate ao aquecimento global. Este trabalho compreende uma análise bibliométrica referente ao mercado de carbono, comparando a contribuição científica presente em dois bancos de dados, Scopus e SciELO, durante um período de 10 anos entre 2010 e 2020. Através da metodologia adotada, foi possível identificar as principais contribuições por autores, palavras-chave, citações, países e áreas de estudo, além de avaliar as diferenças entre as bases de dados, tendências e focos temáticos das pesquisas ao longo do tempo. A Scopus foi a base mais eficaz para o estudo, apresentou mais contribuições em nível mundial, publicações mostrando o cenário atual do tema e interface de seu domínio na web mais didática e organizada para obtenção dos dados necessários para a análise bibliométrica. Como resultado dos eixos temáticos que mais marcaram a última década, foram identificados possíveis segmentos de temas para trabalhos futuros, com foco em metodologias concretas de precificação de GEE e um comércio de carbono mundial voltado a transações que incorporem todos países e setores econômicos.

Palavras-chave: Mercado de carbono; emissões de GEE; análise bibliométrica; Protocolo de Quioto.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Padrões de Qualidade do Ar.....	18
Tabela 2 - Resultados iniciais obtidos para cada banco de dados.	22
Tabela 3 - Quantidade de Publicações por Ano.	24
Tabela 4 - Quantidade de publicações por país.	25
Tabela 5 - Autores com maior número de publicações.	27
Tabela 6 - Palavras-chave mais utilizadas.	28
Tabela 7 - Quantidade de publicações por idioma.	28
Tabela 8 – Publicações mais citadas.	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de etapas da metodologia empregada.	20
Figura 2 - Quantidade de Publicações por Ano.	24
Figura 3 - Locais de maior contribuição científica da base de dados Scopus.	26
Figura 4 – Diagrama de eixos temáticos da base de dados SciELO.....	31
Figura 5 – Diagrama de eixos temáticos da base de dados Scopus.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAFe – Comunidade Acadêmica Federada
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
NBR – Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas
ONU – Organização das Nações Unidas
GEE – Gases de Efeito Estufa
VERs – Reduções Voluntárias de Emissões
IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
CQNUMC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima
UNFCCC – *United Nations Framework Convention on Climate Change*
MDL – Mecanismos de Desenvolvimento Limpo
IC – Implementação Conjunta
CIE – Comércio Internacional de Emissões
NDCs – Contribuições Nacionalmente Determinadas
COP – Conferência das Partes
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
PROCONVE – Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores
PRONAR – Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar
UE – União Europeia
ETS – Sistema de Comércio de Emissões da UE
USP – Universidade de São Paulo
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFPR – Universidade Federal do Paraná
THE - Times Higher Education

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo Geral	11
2.2. Objetivos Específicos	11
3. REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1. O Efeito Estufa	12
3.2. Gases de Efeito Estufa	12
3.3. Emissões de GEE	13
3.4. Mercado de Carbono	13
3.5. Ferramentas de Contabilização de GEE	15
3.6. Legislação para Emissões de Gases	16
3.7. Revisão Bibliométrica	18
4. METODOLOGIA	19
4.1. Critérios para a Escolha das Bases de Dados	21
4.2. Obtenção dos Dados Iniciais	21
4.3. Aperfeiçoamento da Seleção de Dados	22
4.4. Identificação de Principais Focos Temáticos	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1. Estatísticas por ano	23
5.2. Estatísticas por localização	25
5.3. Estatísticas por autor	26
5.4. Estatísticas por palavra-chave	27
5.5. Estatísticas por idioma	28
5.6. Estatísticas por citações	29
5.7. Eixos temáticos da SciELO	30
5.8. Eixos temáticos da Scopus	31

6. CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

O aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera desencadeou inúmeros estudos sobre seus impactos no meio ambiente. Sabe-se que a Revolução Industrial, no século XVIII, deu início ao aumento das emissões de gases poluentes, substâncias que se acumulam na atmosfera terrestre e causam o aumento do efeito estufa que, apesar de ser um fenômeno natural importante para a manutenção da vida no planeta, quando intensificado, gera um aumento nas temperaturas, causando o evento conhecido como aquecimento global (FRANCHINI; RIBEIRO; VIOLA, 2012).

Atividades ligadas à agricultura, práticas de desmatamento e crescente número de veículos de transporte, aliadas ao setor industrial, são as principais fontes de lançamentos de substâncias gasosas nocivas ao ambiente, essa percepção motivou diversos estudos com o objetivo inicial de mensurar e criar projeções sobre os impactos causados pela ação antrópica. Para o controle dessas emissões, coube ao governo de cada nação a responsabilidade de implantar normas visando a redução de lançamentos de GEE e compensação dos danos provocados (ZABOTTO, 2019).

Segundo Negri e Vieira (2020), em nível internacional, as referências ao combate às mudanças climáticas são encontradas em convenções e tratados históricos, podendo ser citados como exemplo a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92), o Protocolo de Quioto (1997) e o Acordo de Paris (2015).

Um dos mecanismos criados para gerenciar e compensar as emissões de GEE foi o mercado de carbono, sistema precificado de venda e troca de créditos, que podem ser gerados de diversas maneiras, onde um crédito de carbono representa uma tonelada métrica de CO₂. O mercado de carbono regulado surgiu a partir do Protocolo de Quioto e estabeleceu compromissos para os países desenvolvidos que assumiram as metas propostas pelo Acordo de Paris, um acordo internacional para reduzir as emissões de gases de efeito estufa realizado durante a Conferência das Partes (COP) 21.

Galdino e Marques (2021) destacam que muitos países e empresas, visando a mitigação dos impactos de suas emissões de GEE, participam de uma iniciativa chamada de mercado de carbono voluntário, baseado na concepção do mercado de carbono regulado, contempla as Reduções Voluntárias de Emissões (VERs em inglês), que, apesar de não possuírem registros certificados pela Organização das Nações Unidas (ONU), tem

vido uma alternativa consistente para países e empresas que procuram reforçar suas estratégias de sustentabilidade e disseminar a importância das práticas de preservação do meio ambiente.

Este trabalho realiza uma análise bibliométrica em torno do tema Mercado de Carbono Mundial, comparando publicações obtidas em duas bases de dados distintas, *Scopus* e *SciELO*, do ano de 2010 ao ano de 2020, a fim de avaliar as contribuições científicas dos bancos de dados escolhidos e tendências dos estudos voltados para a temática durante um período de dez anos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Realizar uma análise bibliométrica comparando duas bases de dados para avaliar as tendências de pesquisas científicas sobre o mercado de carbono.

2.2. Objetivos Específicos

- Fazer uma análise comparativa de duas bases de dados distintas;
- Apontar principais contribuições ao longo de um período de dez anos por meio de indicativos;
- Indicar e quantificar focos temáticos de maior influência nas publicações e possíveis controvérsias encontradas na comunidade científica.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. O Efeito Estufa

O efeito estufa é um fenômeno natural que acontece por meio de um processo físico onde a radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre é absorvida por determinados gases concentrados na atmosfera, que formam uma camada que controla a passagem de raios solares, o que garante uma temperatura adequada na Terra para a sobrevivência dos seres vivos (IPCC, 2014).

Com a revolução industrial e consequente aumento de emissões de gases na atmosfera, observou-se uma potencialização do efeito estufa, que foi responsável por um aumento preocupante de temperatura no planeta.

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2013), algumas das principais consequências do efeito estufa projetadas no relatório são: instabilidade da camada de gelo marinho na Antártida e aumento do nível do mar; impactos sobre a biodiversidade e ecossistemas, chegando à extinção de espécies; possível escassez de recursos naturais; perdas de terras em decorrência do aumento do nível do mar; e problemas de saúde provocados pelo aumento das temperaturas.

3.2. Gases de Efeito Estufa

Os Gases de Efeito Estufa (GEE) são substâncias gasosas encontradas naturalmente na atmosfera que interagem com a radiação solar e contribuem para o efeito estufa, formando uma espécie de cortina na superfície terrestre, que impede que uma parcela do calor não vá para o espaço e a Terra se mantenha aquecida (SANTOMAURO; TREVISAN, 2009).

O Protocolo de Quioto, tratado internacional discutido e negociado em Quioto - Japão, no ano de 1997, determinou sete gases a ter suas emissões reduzidas sob medidas rígidas, pois apresentam maior potencial de contribuição para o aumento do efeito estufa, são eles: Dióxido de Carbono (CO_2), Óxido nitroso (N_2O), Metano (CH_4), Clorofluorcarbonetos (CFCs), Hidrofluorcarbonetos (HFCs), Perfluorcarbonetos (PFCs) e Hexafluoreto de enxofre (SF_6). Cada GEE citado apresenta diferentes Potenciais de Aquecimento Global (GWP) (ABNT; SEBRAE, 2015).

3.3. Emissões de GEE

Uma das principais fontes de emissão dos gases de efeito estufa é a queima de combustíveis fósseis pelo setor de energia. Estima-se que o CO₂ seja responsável por cerca de 74% do efeito estufa, é um gás proveniente de processos de queima de combustíveis fósseis e queimadas. O N₂O representaria 6% das emissões, sendo considerado o terceiro gás que mais contribui para o aquecimento global. Segundo estudo publicado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) em 2013, as principais fontes antrópicas de emissão do gás são a agricultura, indústria e combustíveis fósseis, queima de biomassa, esgoto e aquicultura.

3.4. Mercado de Carbono

O mercado de carbono, também conhecido como comércio de emissões de carbono, é um sistema baseado na compra e venda de créditos autorizados por governos de diversas nações, com o objetivo de reduzir as emissões globais dos gases de efeito estufa, especialmente do dióxido de carbono (CO₂), visando a contenção das contribuições desses gases para o aumento do aquecimento global e suas consequentes mudanças climáticas (AMARAL et al., 2014).

A iniciativa teve origem na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC), também conhecida como UNFCCC (do original em inglês *United Nations Framework Convention on Climate Change*), elaborada durante a ECO-92, que ocorreu no Rio de Janeiro em 1992.

Em 1997, os países signatários se reuniram em Quioto, Japão, com a proposta de manter a concentração desses gases na atmosfera a níveis que não representem riscos ao clima do planeta, assumindo compromissos e metas mais rígidas para a redução das suas emissões, mas apenas no ano de 2005 o Protocolo de Quioto entrou em vigor, estabelecendo metas concretas para a redução de emissões globais de carbono para 37 países industrializados, economias em transição e União Europeia (UNFCCC, 2021).

Para cada país signatário do protocolo foi estabelecido um número de licenças para emissões de GEE, denominados créditos de carbono, que podem ser vendidos, caso a nação não usufrua de suas licenças, ou comprados, quando algum país ultrapassa os limites de emissão estabelecidos para seu território.

A demanda do mercado é comandada, principalmente, pelas companhias de maior potencial poluidor. Cada unidade de crédito equivale a 1 tonelada de CO₂ equivalente, que corresponde a uma proporção de toneladas que varia de acordo com o gás de efeito estufa emitido, cada GEE possui um valor que representa seu potencial de aquecimento global como, por exemplo, o CO₂ equivale a 1 e o CH₄ será 21 vezes seu valor no horizonte de 100 anos (IPCC, 2013).

Aos países que não possuem metas fixas de emissões, existe o mercado de carbono voluntário, uma alternativa que acata a demanda por créditos de carbono de empresas e indivíduos que buscam neutralizar suas emissões de gases de efeito estufa. O objetivo é que o dinheiro dos créditos possa ser investido em fontes de energia renováveis e na busca de maneiras de mitigação dos impactos do aquecimento global (GALDINO; MARQUES, 2021).

Com o Protocolo de Quioto foram criados mecanismos de flexibilização regulamentados para facilitar que países sem metas e países do Anexo I do protocolo, com metas obrigatórias, atinjam seus objetivos, são eles: Comércio Internacional de Emissões (CIE), que possibilita a transferência de créditos entre um país que excedeu o limite e um que alcançou bons resultados de redução de emissões; Implementação Conjunta (IC), estabelece a implantação de projetos a fim de reduzir as emissões de GEE; por fim, os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), para que as nações que não possuem metas obrigatórias sejam assistidas na busca pelo desenvolvimento sustentável a partir da implementação de tecnologias mais limpas, em especial, países em desenvolvimento (LOPES, et al. 2012).

Com relação à Conferência das Partes sobre Mudanças Climáticas (COP), podemos afirmar que:

“A Conferência das Partes ou *Conference of the Parties* (COP) é o órgão supremo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima.” Em outras palavras, a Conferência das Partes é uma associação de todos os países signatários da Convenção-Quadro que, desde a entrada em vigor da UNFCCC, passou a se reunir anualmente. Nestas reuniões são avaliados os progressos e as dificuldades das Partes em lidarem com a mudança do clima e seus impactos nos âmbitos econômico, ambiental e social.” (TORRES, 2021).

Atualmente, as metas e planos são estabelecidas pelo Acordo de Paris, que, segundo Torres (2021), possibilitou a participação de todos os países em busca da redução de emissões de gases poluentes em prol da contenção do aumento de temperatura média

do planeta. A partir desse marco, que ocorreu durante a COP 21, as nações se comprometeram a apresentar planos nacionais determinando o quanto reduziriam suas emissões (Contribuições Nacionalmente Determinadas - NDCs). Foi definido que aconteceria uma conferência a cada cinco anos para atualização dos planos, porém, devido à pandemia causada pelo coronavírus, a COP 25, que deveria ter sucedido no ano de 2020, foi adiada para novembro de 2021, realizada em Glasgow, na Escócia, agora nomeada como COP 26, trazendo esperança que ocorram ações mais firmes e eficazes no combate às mudanças climáticas que podem ter consequências catastróficas.

A COP 26 teve suas discussões pautadas em alguns estudos apresentados no início da mesma, eles mostravam que 1% da população mais rica do mundo emite 30 vezes mais gases do efeito estufa do que deveria, de acordo com os parâmetros de emissões necessários para frear o aquecimento global. Outros estudos apresentaram o carvão mineral como o combustível fóssil que mais contribui para o efeito estufa, sendo assim, 40 países assinaram um acordo se comprometendo a eliminar o uso de carvão mineral entre as décadas de 2030 e 2040, com exceção do Brasil e os dois maiores poluidores, Estados Unidos e China. Por fim, um dos marcos da COP 26 foi o Acordo Florestal, *Forest Deal*, assinado por 105 países, inclusive o Brasil, que visa acabar completamente com o desmatamento global até 2030, a partir da criação de um fundo de US\$ 19,2 bilhões para ações de preservação, combate a incêndios e reflorestamento (ROSSINI; BATTAGLIA, 2021).

3.5. Ferramentas de Contabilização de GEE

A Pegada de Carbono é considerada a soma de todas as emissões de GEE associados a atividades humanas na Terra. “A conta inclui as emissões que têm origem na produção, no uso e no descarte de produtos ou serviços” (THOMAS, 2021). Essas emissões podem ser quantificadas e contabilizadas por meio de diversas ferramentas.

De acordo com o Programa Brasileiro GHG Protocol (2004), o GHG Protocol (do inglês *The Greenhouse Gas Protocol – A Corporate Accounting and Reporting Standard*) é uma ferramenta utilizada para entender, quantificar e gerenciar emissões de GEE que foi originalmente desenvolvida nos Estados Unidos, em 1998, pelo *World Resources Institute* (WRI) e é hoje o método mais usado mundialmente pelas empresas e governos para a realização de inventários de GEE. É também compatível com a norma ISO 14.064

e com os métodos de quantificação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC).

A ferramenta dispõe de notas técnicas e guias para elaboração de inventários de emissões (FGV, 2009), que ainda contam com o estabelecimento de diretrizes organizacionais de gases de efeito estufa no âmbito do Programa Brasileiro GHG, possibilitando outorga de três categorias de selo aos inventários, a depender do escopo e certificado concedido. Segundo a FGV (2004) e o WRI (2004), o diferencial do protocolo aplicado no Brasil foi o seguinte:

“Dentre as características dessa ferramenta destacam-se o fato dela oferecer uma estrutura para contabilização de GEE, seu caráter modular e flexível, a neutralidade em termos de políticas ou programas e ainda o fato de ser baseada em um amplo processo de consulta pública. Uma das iniciativas de destaque do Programa Brasileiro e considerada pioneira em todo o mundo foi a criação do Registro Público de Emissões e da área pública para consulta dos inventários das empresas e de estatísticas por setor.” (FGV, 2004; WRI, 2004).

A Norma Brasileira de Mudanças Climáticas é a ABNT NBR ISO 14064 de 2007, é um protocolo independente para a orientação e contabilização voluntária de gases de efeito estufa, segundo a ABNT:

“A norma *ABNT NBR ISO 14064:2007* durante reunião do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas subdivide-se três partes, descritas a seguir:

ABNT NBR ISO 14064:2007-1 – Detalha e orienta as organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de GEE.

ABNT NBR ISO 14064:2007-2 – Detalha e orienta as organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa. Orienta a elaboração de planos e projetos de GEE.

ABNT NBR ISO 14064:2007-3 – Detalha e orienta a validação e verificação de declarações relativas a gases de efeito estufa. Orienta os processos de verificação e validação dos inventários e projetos de GEE.” (ABNT, 2007).

3.6. Legislação para Emissões de Gases

Cada país emite uma quantidade distinta de gases de efeito estufa, esse valor pode variar a depender do seu tamanho, taxa de ocupação, desenvolvimento industrial, economia e diversos outros fatores, desta maneira, as nações são responsáveis pela inserção de parâmetros para controle ou redução das emissões de gases nas próprias legislações, além da possível determinação de metas relacionadas aos poluentes.

No Brasil, em 1981 foi criado o Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, vinculado ao IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, órgão federal que estabelece as normas e parâmetros para manejo e monitoramento da poluição do ar (NEGRI; VIEIRA, 2020).

Com relação às políticas públicas voltadas às emissões de gases de efeito estufa, a Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017 dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), que contempla ações, atividades, projetos e programas, com a finalidade de viabilizar uma oferta de energia cada vez mais sustentável, competitiva e segura.

A Resolução nº 492, de 20 de dezembro de 2018, estabelece as Fases PROCONVE L7 e PROCONVE L8 de exigências do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE para veículos automotores leves novos de uso rodoviário.” (CONAMA, 2018a). “Fica instituída para a fase PROCONVE L8 a geração de créditos de emissão de poluentes como mecanismo auxiliar de atendimento aos níveis de emissão corporativos” (CONAMA, 2018b).

No que diz respeito ao mercado de carbono, a resolução aborda a gestão de créditos de emissões em seu capítulo XII, Art. 26º, da seguinte maneira:

“§ 1º Os créditos de emissão de poluentes serão apurados pelo Ibama e devidos a cada fabricante e/ou importador.

§ 2º O Ibama publicará, em até dois anos antes do início da Fase PROCONVE L8, procedimento que regulamente a geração, o saldo e a utilização de créditos de emissão de poluentes.

§ 3º Os créditos de emissão poderão ser gerados e compensados exclusivamente pelas corporações e pelos veículos abrangidos por esta Resolução.

§ 4º O Ibama elaborará e encaminhará ao CONAMA, no primeiro semestre do ano subsequente a partir da entrada em vigor da Fase PROCONVE L8, relatório de avaliação sobre a geração, a utilização e o saldo de créditos de emissão de poluentes de cada corporação.” (CONAMA, 2018b).

Os padrões de qualidade do ar são dispostos pelo Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR), atuando junto a essa iniciativa, a resolução CONAMA nº 491, de 21 de novembro de 2018, estabelece padrões de emissões por gases poluentes, “considerando como referência, os valores guias de qualidade do ar recomendados pela Organização Mundial da Saúde - OMS em 2005” (CONAMA, 2018).

Tabela 1 - Padrões de Qualidade do Ar.

Poluente Atmosférico	Período de Referência	PI-1	PI-2	PI-3	PF	
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm
Material Particulado - MP10	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual (1)	40	35	30	20	-
Material Particulado - MP2,5	24 horas	60	50	37	25	-
	Anual (1)	20	17	15	10	-
Dióxido de Enxofre - SO ₂	24 horas	125	50	30	20	-
	Anual (1)	40	30	20	-	-
Dióxido de Nitrogênio - NO ₂	1 hora (2)	260	240	220	200	-
	Anual (1)	60	50	45	40	-
Ozônio - O ₃	8 horas (3)	140	130	120	100	-
Fumaça	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual (1)	40	35	30	20	-
Monóxido de Carbono - CO	8 horas (3)	-	-	-	-	9
Partículas Totais em Suspensão - PTS	24 horas	-	-	-	240	-
	Anual (4)	-	-	-	80	-
Chumbo - Pb (5)	Anual (1)	-	-	-	0,5	-

(1) - média aritmética anual

(2) - média horária

(3) - máxima média móvel obtida no dia

(4) - média geométrica anual

(5) - medido nas partículas totais em suspensão

Fonte: Adaptado de CONAMA nº 491 (2018).

3.7. Revisão Bibliométrica

A análise bibliométrica é um método quantitativo e estatístico para medir determinados parâmetros de produção científica e suas tendências registradas durante períodos de tempo definidos, baseia-se na contagem de artigos científicos, patentes e citações. A aplicação da metodologia permite uma avaliação estruturada de grandes quantidades de dados por meio da criação de indicadores. Esse tipo de estudo foi originado a partir dos esforços de Hulme, em 1923, e Lotka, no ano de 1926, entre outros, que consideravam que toda a geração de conhecimento é materializada por meio da produção científica (CHUEKE; AMATUCCI, 2015).

Para o emprego desse método, é necessário compreender conceitos de produção científica e suas relevâncias, os tipos de publicação mais relevantes são: livros, teses, capítulos de livros, artigos publicados em revistas científicas, comunicações em atas de

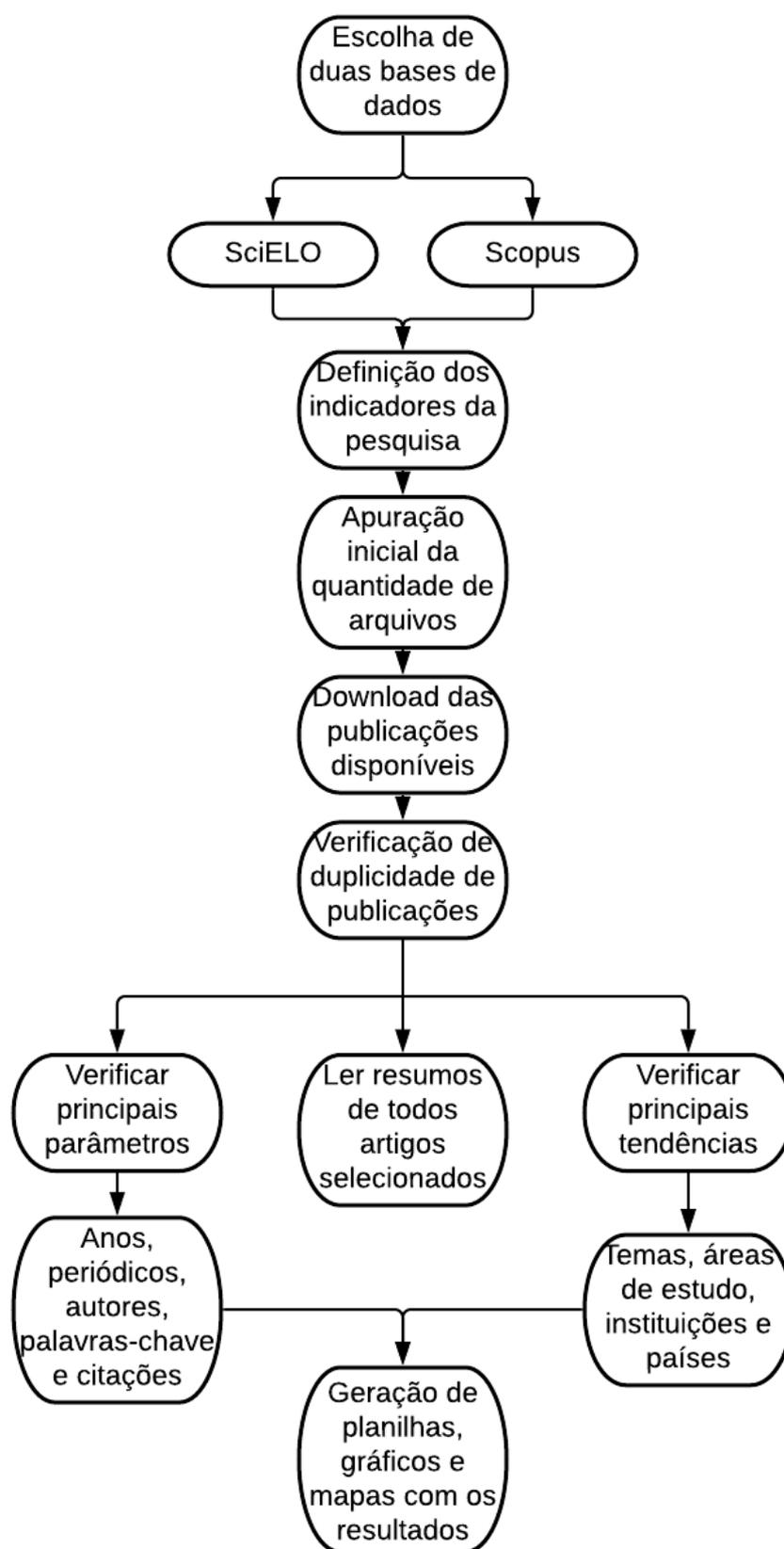
conferências, relatórios técnicos, materiais pedagógicos e páginas da web. Podem ser distinguidos por âmbito nacional ou internacional, apresentando, ou não, arbitragem científica (CORTEZ, 2011).

A ferramenta utiliza-se de conteúdo registrado em repositórios de dados, que podem ser analisados pelo texto publicado, nome de autores, título, fonte, idioma, palavra-chave, classificação e citações. As bases de dados possibilitam que o autor observe a evolução tecnológica e principais temas abordados dentro de um nicho de pesquisa, podendo ser adaptada de acordo com a finalidade do estudo bibliométrico, além disso, é capaz de identificar instituições e autores com maior participação na produção científica (COSTA *et al.*, 2012).

4. METODOLOGIA

Para a aplicação da metodologia, foi construído um fluxograma com as etapas do processo, utilizando o software *Lucid App*, conforme figura 1.

Figura 1 - Fluxograma de etapas da metodologia empregada.



Fonte: Autor, 2021.

4.1. Critérios para a Escolha das Bases de Dados

A fim de manter uma temática e, ainda assim, obter perspectivas diferentes, foram escolhidas duas bases de dados que contemplam a área de conhecimento do estudo, a *Scopus*, que conta com produções acadêmicas em nível mundial e periódicos revisados por pares, e a *Scientific Electronic Library On-line* (SciELO), que permite livre acesso a periódicos científicos da América Latina e região do Caribe, em especial, “considerada a principal biblioteca digital da América Latina” (TUMELERO, 2019), que faz parte da *Web of Science* (WoS), utilizando o repositório de dados.

4.2. Obtenção dos Dados Iniciais

O primeiro passo para a coleta de dados foi acrescentar à pesquisa um filtro para um período de 10 anos entre 2010 e 2020, em seguida, foram determinadas cinco palavras-chave, que incluem “*carbon market*”, “*emissions*”, “*Kyoto protocol*”, “*credits*” e “*value*” que em português são, respectivamente, “mercado de carbono”, “emissões”, “Protocolo de Quioto”, “créditos” e “valor”.

Por meio do Portal Periódicos CAPES, foi possível acessar a base de dados *Scopus* pela Comunidade Acadêmica Federada (CAFe). A base de dados SciELO foi acessada diretamente pelo seu domínio scielo.org.

As buscas foram realizadas em cada base de dados para todos os índices disponibilizados, por ano, autor, periódico, resumo e título. Utilizou-se o artifício “AND” fornecido para a apuração instantânea de publicações aplicando mais de uma palavra-chave, sempre associando-as com a palavra-chave principal, “*carbon market*”. A partir dessas pesquisas, as quantidades de artigos encontrados representam os resultados das buscas iniciais dispostos na tabela 2.

Tabela 2 - Resultados iniciais obtidos para cada banco de dados.

Palavras-chave	Resultados
<i>Scopus</i>	
"carbon market" AND "emissions"	348
"carbon market" AND "Kyoto protocol"	51
"carbon market" AND "credits"	61
"carbon market" AND "value"	96
Total	556
<i>SciELO</i>	
"carbon market" AND "emissions"	18
"carbon market" AND "Kyoto protocol"	5
"carbon market" AND "credits"	6
"carbon market" AND "value"	15
Total	44

Fonte: Autor, 2021.

4.3. Aperfeiçoamento da Seleção de Dados

Por meio dos resultados das pesquisas iniciais, com o objetivo de evitar a repetição de artigos obtidos por palavra-chave pesquisada, utilizou-se o software Microsoft Excel junto ao VOSviewer, o que possibilitou a geração do valor real de produções científicas diferentes para cada base de dados analisada, sendo 408 publicações diferentes para a *Scopus* e 44 diferentes para a SciELO. Os registros foram exportados em formato CSV, a fim de compor uma planilha no software Microsoft Excel para facilitar a manipulação dos dados e inserir os mesmos no VOSviewer.

Nesta etapa, a pesquisa e uso de softwares é indispensável, eles devem ajudar a quantificar os parâmetros obtidos e possibilitar artifícios relevantes para a exibição dos resultados. Com o auxílio das plataformas das próprias bases de dados, pode-se quantificar as contribuições científicas de acordo com o ano, palavras-chave, autores, área de estudo, países e instituições.

Ao realizar uma comparação de duas bases de dados, sabendo que cada uma delas terá suas próprias características e não se apresentam em plataformas iguais, foram obtidas informações que mostram grandes diferenças entre os resultados. Os indicadores semelhantes foram devidamente agrupados em tabelas que contemplam tanto a *Scopus*, quanto a SciELO.

4.4. Identificação de Principais Focos Temáticos

Para identificar as principais abordagens dentro do tema Mercado de Carbono, foram selecionados artigos organizados nas próprias bases de dados por relevância, esse *ranking* é de extrema importância para avaliar as tendências das publicações no período de tempo estabelecido.

A base de dados SciELO foi analisada com o propósito de obter informações sobre as tendências do tema, porém, ao apresentar uma quantidade menor de publicações, para uma análise mais aprofundada, optou-se por realizar a leitura de todos os artigos disponíveis somando as pesquisas da tabela 2, 44 artigos, número que determinou a quantidade de publicações lidas de referência para a Scopus.

No banco de dados Scopus foram selecionadas para cada dupla de palavras-chave pesquisada as 11 primeiras publicações classificadas como de maior relevância, independentemente da quantidade de citações, a fim de realizar uma leitura dos artigos por completo, totalizando 44. As demais contribuições foram consideradas apenas pelo conteúdo de seus resumos. Com isso, foram descobertos os focos temáticos ao longo da década em questão (2010 a 2020) e expostos os resultados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A etapa de aperfeiçoamento da seleção de dados foi essencial para gerar uma estatística dos indicadores de maior relevância relacionados ao tema Mercado de Carbono, que contribuíram significativamente para o estudo dos resultados obtidos.

5.1. Estatísticas por ano

Inicialmente foi analisada a quantidade de publicações por ano, para verificar os anos de maior importância na contribuição científica para o tema de estudo por banco de dados, entre os anos de 2010 a 2020.

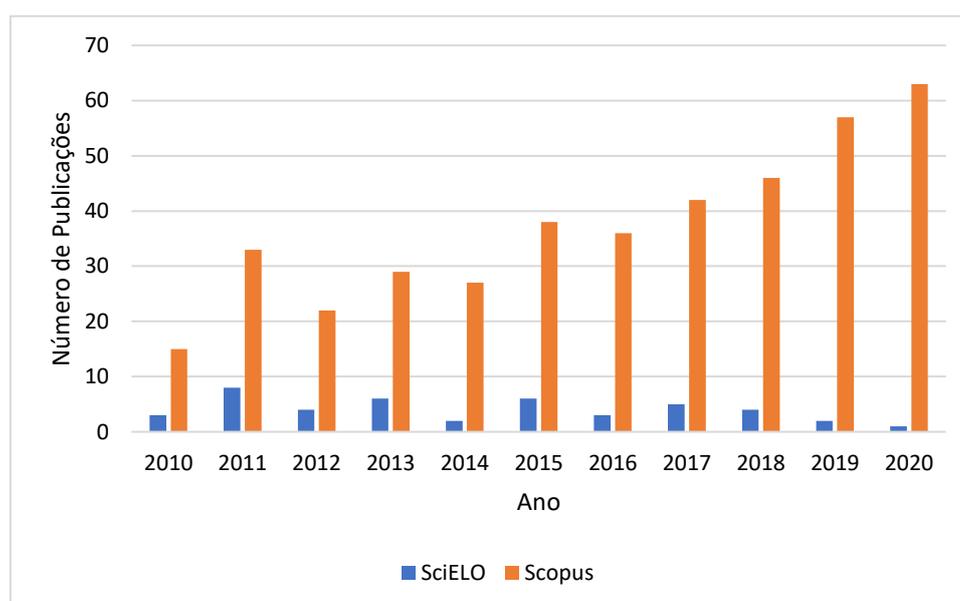
Tabela 3 - Quantidade de Publicações por Ano.

Ano	Número de publicações	
	SciELO	Scopus
2010	3	15
2011	8	33
2012	4	22
2013	6	29
2014	2	27
2015	6	38
2016	3	36
2017	5	42
2018	4	46
2019	2	57
2020	1	63

Fonte: Autor, 2021.

Com essas informações, foi possível gerar um gráfico das contribuições por ano, como mostra a figura 2, indicando que a base de dados Scopus apresentou crescimento ao longo dos anos estudados e chegou à marca de 63 artigos no ano de 2020, atingindo seu valor máximo. Para o banco de dados SciELO, com um número significativamente menor de contribuições, seu número máximo de publicações foi 8, atingido no ano de 2011, quando também foi possível observar um pequeno salto de quantidade de artigos dispostos na Scopus.

Figura 2 - Quantidade de Publicações por Ano.



Fonte: Autor, 2021.

5.2. Estatísticas por localização

Os dados desta etapa da base de dados Scopus foram organizados pelo software VOSviewer, ao contrário dos dados da SciELO, que foram obtidos por meio da própria plataforma online e organizados no Excel.

Tabela 4 - Quantidade de publicações por país.

Número de publicações			
Local	SciELO	Local	Scopus
Brasil	26	China	96
México	11	Estados Unidos	89
África do Sul	5	Reino Unido	84
Chile	1	Alemanha	42
Paraguai	1	Austrália	34
		Holanda	31
		França	24
		Suíça	17
		Brasil	14

Fonte: Autor, 2021.

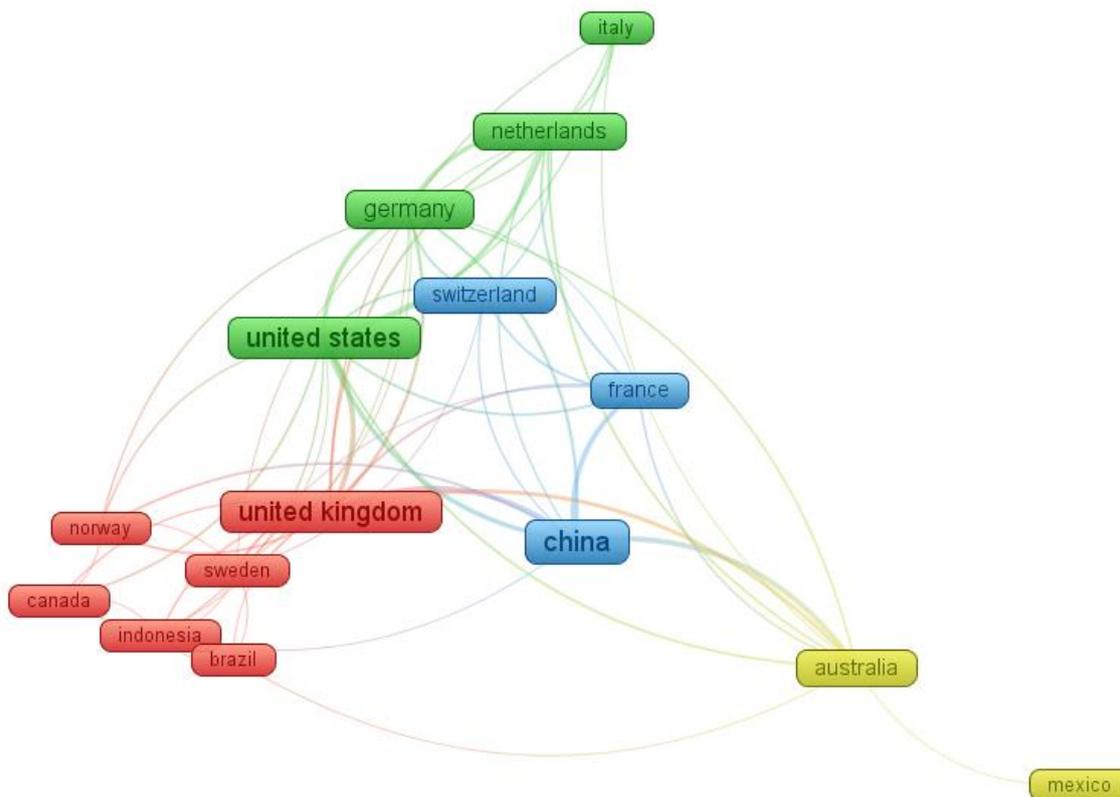
Foi encontrado um total de 65 países com participação entre as 556 publicações no banco de dados da Scopus, para a tabela 4 foram escolhidos os 10 de maior representação, contando com China, Estados Unidos e Reino Unido liderando o ranking. Apenas 5 países contribuíram para os 44 artigos na SciELO, sendo o Brasil o de maior participação, com 26 publicações sobre o tema.

Devido à quantidade de países e uso do VOSviewer para os dados da Scopus, que possibilita a ferramenta de links entre as citações dos países, o software gerou uma figura esquemática dos 15 locais de maior influência por quantidade de artigos publicados e as relações de suas citações, podendo visualizar agora países como Itália, Canadá, México, Indonésia e Noruega.

Entre as publicações brasileiras, as instituições que se destacam são a Universidade de São Paulo (USP) de São Paulo - SP, sendo responsável por contribuir com 6 artigos, no total de 26, seguida pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) de Curitiba – PR, que contribuiu com a 3 artigos, assim como a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) de Rio de Janeiro – RJ também foi responsável por 3 publicações. Fica evidente a representação dessas instituições de ensino no banco de dados da SciELO,

visto que são consideradas universidades com grande influência na América Latina, sendo a USP uma das maiores universidades do Brasil e, segundo o *World Reputation Ranking* do ano de 2021, desenvolvido pela consultoria britânica *Times Higher Education* (THE), a única universidade brasileira a figurar entre as 100 instituições com melhor reputação acadêmica do mundo, na posição 81-90 e melhor universidade brasileira no ranking da THE para a América Latina (YAMAMOTO, 2021).

Figura 3 - Locais de maior contribuição científica da base de dados Scopus.



Fonte: Autor, 2021.

5.3. Estatísticas por autor

As 408 publicações sem duplicidade encontradas no banco de dados Scopus tem uma quantidade total de 1.230 autores, já as 44 da base de dados SciELO possuem 113 autores distintos. Por meio do software VOSviewer foram escolhidos os 15 nomes que mais contribuíram como autores para os resultados de cada base de dados, sendo Zhang Y. o autor que mais publicou na Scopus, com 8 artigos publicados, e Timofeiczuk Junior teve seu destaque na SciELO, junto à autora Sara Gurfinkel Marques de Godoy, com 4 produções cada, como pode ser observado na tabela 5.

Tabela 5 - Autores com maior número de publicações.

Scopus		SciELO	
Autor	Publicações	Autor	Publicações
Zhang Y.	8	Timofeiczuk Junior, Romano	4
Lo A.Y.	5	Godoy, Sara Gurfinkel Marques	4
Michaelowa A.	5	De	4
Wang Y.	5	Badano, Ernesto I.	3
Wettestad J.	5	Fajardo, Ana Milena Plata	3
Wu Y.	5	Guimarães, Leonardo Eustáquio	3
Yang X.	5	Lee, Francis	3
Lovell H.	4	Balderrama-Castañeda, Salvador	2
Wang P.	4	Covaleda, Sara	2
Liu Y.	4	De Jong, Bernardus H.J.	2
Sun H.	4	Lewis, David K.	2
Zhang J.	4	Luján-Álvarez, Concepción	2
Yang Y.	4	Nájera-Ruiz, Tonatiuh	2
Fan X.	4	Ortega-Gutiérrez, Juan A.	2
Yin J.	4	Ranero, Alejandro	2
		Bufoni, André Luiz	2

Fonte: Autor, 2021.

5.4. Estatísticas por palavra-chave

Os dados gerados de palavras-chave mais utilizadas só foram possíveis contabilizar a partir dos resultados do banco de dados da Scopus, por meio do software VOSviewer, foram determinadas as 16 palavras-chave de maior ocorrência entre as 408 publicações encontradas.

Como mostra a tabela 6, a palavra-chave mais utilizada foi “*emission control*”, mencionada 112 vezes, que significa “controle de emissão” em português, seguida por “*carbon*”, que significa “carbono” e “*emissions trading*”, “comércio de emissões” em português.

Tabela 6 - Palavras-chave mais utilizadas.

Palavra-chave	Quantidade
emission control	112
carbon	100
emissions trading	99
climate change	85
commerce	84
carbon emission	83
environmental economics	81
carbon markets	64
environmental policy	55
costs	49
carbon dioxide	41
carbon sequestration	37
gas emissions	36
china	35
european union	30
pollution tax	30

Fonte: Autor, 2021.

5.5. Estatísticas por idioma

Uma das principais características de uma base de dados é a acessibilidade ao seu conteúdo e o idioma é parte importante nesse quesito, portanto, através do VOSviewer foram determinados os principais idiomas de cada uma das bases, levando em consideração que uma mesma publicação pode estar disponível em diferentes idiomas, os valores da tabela 7 representam os números dessas contribuições.

Tabela 7 - Quantidade de publicações por idioma.

Idioma	Scopus	Idioma	SciELO
Inglês	398	Português	22
Espanhol	10	Inglês	19
Francês	3	Espanhol	8
Português	2		
Alemão	1		

Fonte: Autor, 2021.

Como já era esperado, a base SciELO apresentou mais publicações em português, 22, porque fornece contribuição científica da região da América Latina, já a base de dados

Scopus, que possui repositório a nível internacional, teve a grande maioria de suas publicações em inglês, somando 398.

Foi possível observar que a China foi o país que liderou as publicações na base de dados Scopus sobre o Mercado de Carbono, que conta com periódicos internacionais, mas nenhuma das publicações foi anexada ao banco de dados em mandarim, apenas em inglês.

5.6. Estatísticas por citações

Visto que a quantidade de citações de todas as publicações encontradas no banco de dados SciELO foi muito inferior às citações da Scopus, foram selecionadas as 5 contribuições científicas mais citadas desta pesquisa pela Scopus de acesso aberto, desta forma, é correto dizer que a tabela 8 apresenta os artigos de maior repercussão no meio acadêmico, fonte de informação e que podem ter influenciado tantos outros.

Tabela 8 – Publicações mais citadas.

Título	Autores	Ano	Número de citações
Estimating Global "Blue Carbon" Emissions from Conversion and Degradation of Vegetated Coastal Ecosystems	Pendleton, L., Donato, D.C., Murray, B.C., (...), Gordon, D., Baldera, A.	2012	720
Environmental policy and directed technological change: Evidence from the european carbon market	Calel, R., Dechezleprêtre, A.	2016	224
Global economic potential for reducing carbon dioxide emissions from mangrove loss	Siikamäki, J., Sanchirico, J.N., Jardine, S.L.	2012	195
Trends and future potential of payment for ecosystem services to alleviate rural poverty in developing countries	Milder, J.C., Scherr, S.J., Bracer, C.	2010	186
Green supply chains with carbon trading and environmental sourcing: Formulation and life cycle assessment	Abdallah, T., Farhat, A., Diabat, A., Kennedy, S.	2012	169

Fonte: Autor, 2021.

Nota-se que o ano de 2012 teve três publicações no *ranking* das mais citadas, após a leitura delas, fica evidente o eixo temático principal dessas contribuições mais disseminadas, a busca pela redução das emissões de GEE e influência econômica dessas ações no mercado de carbono, isso pode indicar que o Mercado de Carbono ainda não tem uma estrutura definida no cenário mundial, os mecanismos de redução de emissões

devem ser explorados para um melhor desempenho, principalmente econômico, a fim de influenciar o comércio de GEE e a consequente redução de seus impactos na atmosfera.

5.7. Eixos temáticos da SciELO

O banco de dados SciELO apresentou um total de 44 artigos publicados entre os anos de 2010 e 2020, as principais áreas de estudo foram a área florestal, de economia, meio ambiente, ciências sociais, agricultura e ciências humanas, essa década foi marcada pelo fim do Protocolo de Quioto e grandes discussões sobre os métodos de comercialização do carbono, visto que não existia um Mercado de Carbono Global organizado, regulado ou voluntário, que pudesse contemplar todos os países interessados em comercializar esses créditos.

A precificação e comercialização do carbono foi o eixo temático de maior influência na primeira metade do século analisado, principalmente com a disseminação dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), basicamente, alguns estudiosos nesses anos buscaram uma organização nas transações do Mercado de Carbono e alternativas de redução das emissões dos gases de efeito estufa.

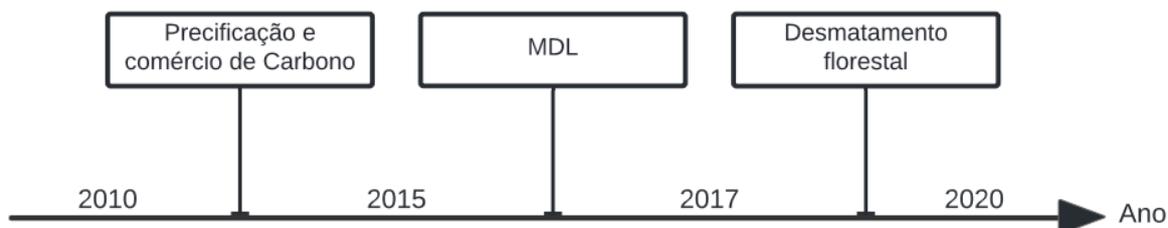
Segundo Lucatello (2012), os preços da tonelada de carbono começaram a subir no início de 2010, o mercado de carbono na América do Norte precisava, neste momento da história, buscar alternativas de diminuição de emissões de GEE, visto que havia sofrido uma redução drástica de transações no mercado de carbono voluntário da região, enquanto a União Europeia representava o maior e mais valorizado comércio de emissões de gases de efeito estufa.

Nos últimos anos da mesma década de 2010, principalmente a partir de 2017, a maioria significativa de publicações eram de origem brasileira, o eixo temático a partir desse ano foram alternativas para a redução do desmatamento florestal e sobre seu impacto nas emissões de gases de efeito estufa.

Para finalizar essa etapa, como a plataforma da base de dados SciELO mostrou-se limitada para a quantificação e organização de parâmetros relacionados às publicações, através da ferramenta *SciELO Analytics*, foi possível observar que, entre os 44 artigos estudados, os anos em que a plataforma mais teve acessos foram entre 2013 e 2014, 2017 e 2018, sendo o último intervalo marcado por picos de acessos e contribuições científicas sobre mecanismos para Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal

(REDD+), de acordo com a UNFCCC (2011), o REDD+ é construído tendo como referência instrumentos econômicos de política ambiental, já que envolve utilização de incentivos econômicos e não de regulação direta para alcançar seus objetivos ambientais, estabelece que países em desenvolvimento detentores de florestas recebam recursos financeiros de países desenvolvidos para reduzir suas emissões atreladas ao setor florestal.

Figura 4 – Diagrama de eixos temáticos da base de dados SciELO.



Fonte: Autor, 2021.

5.8. Eixos temáticos da Scopus

Em ordem de relevância, por maior quantidade somada de visualizações, citações e publicações relacionadas, foi feito um estudo nas 44 contribuições mais relevantes de acordo com a plataforma da Scopus. De início, as principais áreas de estudos relacionadas a estes artigos são: sustentabilidade, energia e meio ambiente, ciências sociais, energia e economia.

A maioria dos artigos ligados aos anos de 2010 a 2012 tem eixo temático com foco no Mercado de Carbono Europeu, foi a grande preocupação que marcou o início desse século pelo impacto regional e a nível internacional dessas transações que ocorriam em grande escala e com um enorme sistema baseado nas permissões de cada país, sendo o setor de energia termoelétrica o maior contribuidor na época, segundo dados de instalações e emissões reguladas nos anos de 2005 a 2009 (ALVES, M. R. et al. 2011). Muitos estudos realizados nesse início do século chegaram à conclusão que os setores de transporte, agricultura e familiar eram responsáveis por grande parte das emissões, mas se mantinham não regulamentados pelo mercado da União Europeia (UE), além da existência ineficaz de diversas políticas de redução das emissões que não eram adaptáveis para todos os países envolvidos, basicamente, vinha à tona a necessidade de grandes estudos na área com o objetivo de ajustar a política de emissões de acordo com a realidade de cada nação, organizar modelos de transação para uma melhor prática desse comércio,

buscar projetos alternativos para reduzir as emissões de GEE e que se encaixem no poder econômico de cada país ou setor.

Os artigos mais relevantes no meio da década em questão, entre os anos de 2014 e 2016, tiveram eixo temático na redução de emissões de GEE (MDL), seguindo o mesmo caminho observado na base de dados Scopus e, novamente, um período marcado por muito estudo sobre o aprimoramento da concepção e desenvolvimento dos diversos tipos de mercado de carbono, levando a uma conclusão que, apesar da falta de consenso, os estudos sobre mudanças climáticas se intensificaram nas últimas décadas, com um grande avanço nas pesquisas em ciências do clima nas áreas de observação, modelagem e no tratamento de gases (GODOY, 2005). As barreiras relacionadas aos mercados que foram observadas pelos detentores de projetos de MDL são: falhas nos cálculos necessários para determinar as reduções de emissões; dificuldades na elaboração de contratos; problemas de má escolha de definição da metodologia empregada no projeto; e exigências excessivas para implementar um MDL (GODOY, et al. 2015).

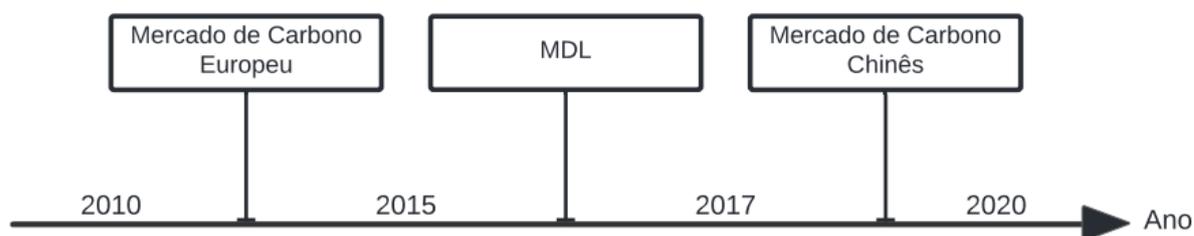
No tópico 5.2, que trouxe as estatísticas de contribuições por país, a China ficou em primeiro lugar na base de dados Scopus com 96 publicações, seguida dos Estados Unidos da América e Reino Unido, essa grande contribuição chinesa teve um impacto nas pesquisas realizadas, o último eixo temático é todo relacionado ao Mercado de Carbono Chinês, são as publicações mais recentes, com mais representatividade a partir do ano de 2017 a 2020. Esse eixo temático finaliza mostrando que a maioria das últimas contribuições científicas relacionadas ao tema Mercado de Carbono na década estudada estão ligadas ao comércio Chinês.

Segundo Cong Ren e Alex Y.Lo (2017), a República Popular da China é o maior emissor de carbono, contribuindo com 28% do total mundial em 2013, novos instrumentos estão sendo introduzidos para a mitigação dos efeitos dos GEE, mas a política climática mudou sua abordagem preferencial de “comando e controle” para atuação no mercado, mas poucas entidades regulamentadas possuem registros completos de suas emissões de GEE.

O período entre 2005-2011 apresentou forte crescimento dos mercados internacionais de carbono, desencadeado pela decisão de 2004 da UE sobre a “diretiva de vinculação” permitindo o uso de créditos do MDL e JI para a conformidade com o Esquema de Comércio de Emissões da UE (ETS) (MICHAELOWA, A. et al. 2019). Após

esse período houve uma incerteza com relação às mudanças climáticas e grandes pesquisas sobre a viabilidade econômica de diversos métodos de redução e mitigação das emissões de GEE, é possível chegar à conclusão que, nos dias atuais, os preços nos mercados de carbono ainda estão baixos, as atividades limitadas no mercado internacional e ausência de novos mecanismos determinam o cenário atual, mas é crescente o número de iniciativas para a precificação do carbono e aumento do uso desses créditos.

Figura 5 – Diagrama de eixos temáticos da base de dados Scopus.



Fonte: Autor, 2021.

Era esperado que os eixos temáticos ao longo do tempo das principais publicações no banco de dados da Scopus apresentassem diferenças da SciELO, como teve muita contribuição científica da China, sendo a maior parte nos últimos anos, a grande diferença entre os diagramas das figuras 4 e 5 foi o eixo temático do final da década, com foco no Mercado de Carbono Chinês, divergindo do último eixo observado da SciELO, que contou com uma maior quantidade de publicações brasileiras e seu tema foi relacionado à redução do desmatamento florestal.

6. CONCLUSÃO

Certos padrões são perceptíveis desde o início do estudo, sabe-se que a SciELO possui um número menor de contribuições, por contar com publicações de uma quantidade mais reduzida de países, se comparada com a *Scopus*, que contempla referências de todo o mundo. Os países analisados de maior influência na temática apresentaram-se distintos, visto as características diferentes de contribuição entre os bancos escolhidos, a *Scopus* contou com grande participação de China, Estados Unidos e Reino Unido, a SciELO teve maior influência de Brasil, México e África do Sul, isso mostra principalmente que são repositórios que contemplam regiões distintas, a *Scopus* constituída por publicações de todo o mundo.

A estrutura e ordenação de informações por base de dados é essencial num estudo bibliométrico, a *Scopus* viabilizou a quantificação de todos os parâmetros analisados, visto que foi compatível com softwares como o VOSviewer, essencial para a organização dos dados obtidos. Com base na comparação realizada entre *Scopus* e SciELO, a base de dados *Scopus* mostrou-se a mais satisfatória para uma revisão bibliométrica.

O cenário atual do Mercado de Carbono continua bastante discutido, a imensa maioria de publicações trazia estudos ou reflexões sobre a estruturação do mercado de carbono regular e voluntário, bem como dos mecanismos de desenvolvimento limpo, buscando a diminuição de impactos ambientais provenientes das emissões de GEE. O aumento das exigências internacionais frente ao Mercado de Carbono, por meio de diferentes ferramentas de gestão de emissões, pode levar ao aumento de estudos ligados ao tema. De acordo com a análise dos eixos temáticos e revisão bibliométrica realizada, para as futuras contribuições é sugerido que o foco temático seja em metodologias concretas de precificação de GEE e um comércio de carbono baseado num método de transação que incorpore todas as economias mundiais.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. R; RODRÍGUEZ, M; ROSETA-PALMA, C. *Sectoral and regional impacts of the European carbon market in Portugal*, Energy Policy, Volume 39, Issue 5, 2011, Pages 2528-2541, ISSN 0301-4215, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.02.018>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142151100098X>). Acesso em: 02/02/2022.
- AMARAL, A. R; MOTA, F. S. **Abordagem Sistêmica Sobre os Créditos de Carbono e a Venda no Mercado Nacional e Internacional**. 2014. Número total de folhas 49. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia em Gestão Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14064:1**: Gases de efeito estufa: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14065:3**: Gases de efeito estufa: Especificação e orientação para a validação e verificação de declarações relativas a gases de efeito estufa. Rio de Janeiro, 2007.
- CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. **O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum**. Internext - Revista Eletrônica de Negócios Internacionais da ESPM, v. 10, n. 2, p. 1-5, 2015.
- CONAMA, 2018a, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA N° 490, de 16 de novembro de 2018. Estabelece a Fase PROCONVE P8 de emissões de veículos pesados. Publicado em: 21/11/2018.
- CONAMA, 2018b, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA N° 492 de 20 de dezembro de 2018. Estabelece as Fases PROCONVE L7 e PROCONVE L8 de emissões de veículos leves. Publicado em: 24/12/2018.
- CONAMA, 2018, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA N° 491 de 21 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Publicado em: 21/11/2018.

COSTA, T.; LOPES, S.; FERNÁNDEZ-LLIMÓS, F.; AMANTE, M.; FARIA, P. A **Bibliometria e a Avaliação da Produção Científica: indicadores e ferramentas.**

Actas dos Congressos Nacionais de Bibliotecários, Arquivistas e Documentalistas, n. 11, 2012. Disponível em:

<http://www.bad.pt/publicacoes/index.php/congressosbad/issue/view/10>. Acesso em: 04 set. 2021.

Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol. Fundação Getúlio Vargas – FGV; World Resources Institute – WRI. 2 ed. 2004.

FRANCHINI, M.; RIBEIRO, T.; VIOLA, E. **Climate governance in an international system under conservative hegemony: the role of major powers.** *Revista Brasileira de Política Internacional*, Brasília, v. 55. 2012.

Fundação Getúlio Vargas. Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP. Guia para a elaboração de inventários corporativos de emissões de gases do efeito estufa/ realização GVces Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas; organização GVces, Ministério do Meio Ambiente, CEBDS, WBCSD, WRI; apoio Embaixada Britânica, USAID, CETESB, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo; edição e revisão Ricardo Barreto, Juarez Campos. São Paulo: FGV, 2009.

GALDINO, S., MARQUES, L. **Os Mercados de Carbono Nacionais: perspectivas históricas e atuais.** Artigo do blog *WayCarbon*. 2021. Disponível em:

<https://blog.waycarbon.com/2021/04/mercados-de-carbono-nacionais/>. Acesso em: 06 set. 2021.

GODOY, S; SYLVIA, M. **MacchioneCap-and-trade and project-based framework: como os mercados de carbono funcionam para a redução de emissões de gases de efeito estufa?** *Ambiente & Sociedade* [online]. 2015, v. 18, n. 1 [Acessado em 08 de fevereiro de 2022], pp. 135-154. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC795V1812015en>.

GODOY, Sara Gurfinkel M. O Protocolo de Kyoto e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: uma avaliação de suas possibilidades e limites. PUC-SP, 2005. Dissertação (Mestrado) -Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

Guia de implementação: Gestão de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa [recurso eletrônico] / Associação Brasileira de Normas Técnicas, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. – Rio de Janeiro: ABNT; Sebrae, 2015.

IPCC, 2013: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY: Cambridge University Press.

YAMAMOTO, E. **Rankings de 2021 confirmam liderança da USP na América Latina**. Jornal da USP. 2021. Disponível em:

<https://jornal.usp.br/universidade/rankings-de-2021-confirmam-lideranca-da-usp-na-america-latina/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

LUCATELLO, S. *Los mercados voluntarios de carbono en Norteamérica y su gobernanza: ¿qué reglas aplican para el comercio internacional de emisiones en la region?* Norteamérica. Ciudad de México, v. 7, n.spe, p. 107-128, janeiro de 2012.

Disponível em:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-35502012000300004&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 9 jan. 2022.

LUNDBERG, J. **Bibliometrics as a research assessment tool – impact beyond the impact factor**. Karolinska Institutet. 2006. Disponível em:

<https://openarchive.ki.se/xmlui/bitstream/handle/10616/39489/thesis.pdf;sequence=1>. Acesso em: 22 ago. 2021.

LOPES, L.; T. RICCI, R. OLIVEIRA, S. T.; BORMA, C. M.; GALHANO, L.F. de Freitas Penteadó, M.; COURROL, M. FERNÁNDEZ; M. NETTO e C.E. LUDENA. 2015. **Estudos sobre Mercado de Carbono no Mercado de Carbono no Brasil: Análise Legal de Possíveis Modelos Regulatórios**. Banco Interamericano de Desenvolvimento, Monografia No. 307, Washington DC.

MICHAELOWA, A; SHISHLOV, I; BRESCIA, D. 2019. *Evolution of international carbon markets: lessons for the Paris Agreement*. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, 10(6):1-24. DOI: <https://doi.org/10.1002/wcc.613>.

NEGRI, S.; VIEIRA, L. H. **Pegada de Carbono: Uma Análise Bibliométrica**. Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade | v. 9, n. 17 – 2020.

PENNA, C. G. **O Estado do Planeta – Sociedade de Consumo e Degradação Ambiental**. Rio de Janeiro: Record. 1999.

REN CONG; ALEX Y. LO, *Emission trading and carbon market performance in Shenzhen, China*, Applied Energy, Volume 193, 2017, Pages 414-425, ISSN 0306-2619, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.02.037>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261917301617>). Acesso em: 02/02/2022.

ROSSINI, M. C.; BATTAGLIA, R. **O que rolou na COP26: um resumo do evento climático mais importante do ano**. 2021. Super Interessante. Disponível em: <https://super.abril.com.br/cop26/o-que-rolou-na-cop26-um-resumo-do-evento-climatico-mais-importante-do-ano/>. Acesso em: 11 fev. 2022.

SANTOMAURO, B.; TREVISAN, R. O que é efeito estufa e quais são suas consequências? *Nova Escola*. 2009. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/2286/o-que-e-efeito-estufa-e-quais-sao-suas-consequencias>. Acesso em: 12 ago. 2021.

THOMAS, J. **O que é a Pegada de Carbono?** Publicado em: 04/04/2021. Disponível em: <https://umsoplaneta.globo.com/clima/noticia/2021/04/04/o-que-e-a-pegada-de-carbono.ghtml>. Acesso em: 08 set. 2021.

TUMELERO, N. **SciELO: conheça a principal biblioteca digital da América Latina**. Blog Mettzer. 2019. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/scielo-scientific-electronic-library-online/>. Acesso em: 23 ago. 2021.

UNFCCC (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima). **What is the Kyoto Protocol?** Homepage. Disponível em: https://unfccc.int/kyoto_protocol. Acesso em: 20 ago. 2021.

ZABOTTO. Estudos sobre impactos ambientais: Uma abordagem contemporânea.
Organizador: Alessandro Reinaldo Zabotto - Botucatu: FEPAF, 2019. Livro digital.
Disponível em: <http://www.fepaf.org>. Acesso em: 07 ago. 2021.