



Universidade de Brasília (UnB)
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade e Gestão Pública (FACE)
Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais (CCA)
Bacharelado em Ciências Contábeis

JÉSSICA CAETANO DA SILVA

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DE PRECIFICAÇÃO DE CRÉDITO DE CARBONO

JÉSSICA CAETANO DA SILVA

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DE PRECIFICAÇÃO DE CRÉDITO DE CARBONO

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) apresentado ao Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de Brasília como requisito parcial de obtenção do grau de Bacharel em Ciências Contábeis.

Prof. Responsável:

Dra. Fátima de Souza Freire

Linha de pesquisa:
Impactos da Contabilidade na Sociedade

Área:

Contabilidade para Usuários Externos

Silva, Jéssica Caetano.

Análise bibliométrica de Crédito de Carbono.

Jéssica Caetano da Silva; Orientação: Prof.^a Dra. Fátima de Souza Freire — Brasília, Universidade de Brasília, 2023, 45.p.

Orientador (a): Prof.^a Dra. Fátima de Souza Freire

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) —Ciências Contábeis —Brasília, Universidade de Brasília, 2023.

1. Crédito de carbono 2. Precificação 3. Análise bibliométrica

Professora Doutora Márcia Abrahão Moura
Reitora da Universidade de Brasília

Professor Doutor Enrique Huelva Unternbäumen
Vice-Reitor da Universidade de Brasília

Professor Doutor Diêgo Madureira de Oliveira
Decano de Ensino de Graduação

Professor Doutor José Márcio Carvalho
**Diretor da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas
Públicas**

Professor Doutor Sérgio Ricardo Miranda Nazaré
Chefe do Departamento de Ciências Contábeis e Atuarias

Professor Doutor Fernanda Fernandes Rodrigues
Coordenador de Graduação do curso de Ciências Contábeis – Diurno

Professor Doutor Wagner Rodrigues dos Santos
Coordenador de Graduação do curso de Ciências Contábeis - Noturno

JÉSSICA CAETANO DA SILVA

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DE PRECIFICAÇÃO DE CRÉDITO DE CARBONO

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia)
apresentado ao Departamento de Ciências
Contábeis e Atuariais da Faculdade de Economia,
Administração e Contabilidade da Universidade
de Brasília como requisito parcial de obtenção do
grau de Bacharel em Ciências Contábeis.

Profa. Fátima de Souza Freire
Orientadora
Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais
Universidade de Brasília (UnB)

Prof. Claudio Moreira Santana
Examinador
Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais
Universidade de Brasília (UnB)

Brasília – DF
2023

AGRADECIMENTO

Gostaria de expressar a minha gratidão em primeiro lugar a Deus, que sempre esteve presente me ajudando e me guiando em todos os momentos da vida.

Não poderia deixar de agradecer aos meus pais, Evaldo e Edineide, que mesmo sem formação acadêmica, me proporcionaram os recursos necessários para que eu pudesse concluir minha graduação. Eles acreditaram em mim quando ninguém mais acreditou, e sou muito grata por isso.

Também quero agradecer à minha tia Eliane, que esteve ao meu lado durante toda a minha jornada acadêmica, oferecendo seu apoio incondicional, me motivando e sempre aconselhando. Sem você não sei o que seria de mim, são muitas palavras que não sei dizer, te amo.

Agradecer também aos anos e dedicação que passei ao lado da minha atléica Visionária, com todos os cenários que me fizeram forte para enfrentar qualquer momento da vida.

Aos meus amigos que entraram comigo, Vilma foi a primeira a me recepcionar, em seguida conhecer Charles, Laleska, Dirce, compartilhar grupo de estudos foi mais divertido pois vocês estavam ali. E ao final do curso compartilhar momentos incríveis com o João, Wanessa, Gabriela, Ana e Kaio.

Aproveito esta oportunidade para agradecer especialmente à Professora Dra. Fátima de Souza Freire, que me orientou de forma magistral neste Trabalho de Final de Curso. Obrigada por acreditar em mim.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma análise bibliométrica sobre o tema precificação do mercado de carbono, utilizando a base de dados do Scopus. A pesquisa inicialmente realizada no portal CAFe da CAPES, utilizando a afiliação institucional da Universidade de Brasília. A metodologia de busca adotada envolveu termos amplos como "Pric*" e "Carbon Market" para identificar variações da palavra "price" associadas ao mercado de carbono. Posteriormente, a pesquisa foi restrita à língua inglesa, com a filtragem por áreas específicas no Scopus, que resultou em 762 documentos analisados. A análise bibliométrica foi conduzida utilizando o software VOSviewer, destacando termos frequentes como "carbono," "custos," "comércio de emissão," "preço de carbono," e "sequestro de carbono." O mapa de co-ocorrência de palavras apresentou 5216 palavras, limitadas a 426, indicando a diversidade temática. O resultado revelou um aumento ao longo dos anos no número de artigos sobre preço e mercado de carbono: 33 artigos em 2015, 144 em 2023. O crescimento percentual evidencia a relevância da temática, possivelmente impulsionada pela conscientização global sobre mudanças climáticas e estratégias de mitigação. A contextualização desse aumento sugere a influência do Protocolo de Quioto (1997) e do Acordo de Paris (2015) no cenário internacional das mudanças climáticas. Esses marcos estabeleceram compromissos para redução de emissões e unificação global para limitar o aumento da temperatura. O crescente interesse acadêmico reflete a urgência desses compromissos e a necessidade de estratégias eficazes para atingir metas ambientais globais.

Palavras-chave: Crédito de carbono, precificação, análise bibliométrica.

ABSTRACT

The present study aimed to carry out a bibliometric analysis on the topic of carbon market pricing, using the Scopus database. The research was initially carried out on the CAPES CAFE portal, using the institutional affiliation of the University of Brasília. The search methodology adopted involved broad terms such as "Pric*" and "Carbon Market" to identify variations of the word "price" associated with the carbon market. Subsequently, the search was restricted to the English language, with filtering by specific areas in Scopus, which resulted in 762 documents analyzed. Bibliometric analysis was conducted using VOSviewer software, highlighting frequent terms such as "carbon," "costs," "emissions trading," "carbon pricing," and "carbon sequestration." The word co-occurrence map presented 5216 words, limited to 426, indicating thematic diversity. The result revealed an increase over the years in the number of articles on carbon prices and markets: 33 articles in 2015, 144 in 2023. The percentage growth highlights the relevance of the topic, possibly driven by global awareness about climate change and mitigation strategies. The contextualization of this increase suggests the influence of the Kyoto Protocol (1997) and the Paris Agreement (2015) on the international climate change scenario. These milestones set out commitments for reducing emissions and global unification to limit temperature rise. Growing academic interest reflects the urgency of these commitments and the need for effective strategies to achieve global environmental goals.

Keywords: Carbon credit, pricing, bibliometric analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Acoplamento Bibliográfico por Fonte de Pesquisa

Figura 2 – Mapa de Co- citação de autores

Figura 3 – Mapa de Co-ocorrência de Palavras

Figura 4 – Mapa de Co-ocorrência de Países

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais Instituições

Tabela 2 – Fonte de Pesquisa e Número de Documentos Citados

Tabela 3 – Artigos publicados por Países

Tabela 4 – Artigos sobre Mercado Voluntário

Tabela 5 – Artigos sobre Mercado Regulado

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução de Documentos Publicados por Ano

Gráfico 2 – Documentos por autores

Gráfico 3 – Documentos por autores

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2. CRÉDITO DE CARBONO	13
2.1 Protocolo de Quioto e Acordo de Paris	13
2.2 Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)	14
2.3 O Mercado e a Comercialização dos Créditos de Carbono	16
2.3.1 Mercado Voluntário e Mercado Regulado	16
2.4 Precificação de Crédito de Carbono	18
2.4.1 Tributo Sobre Carbono (Carbono Tax).....	20
2.4.2 Sistema de Comércio de Emissões (SCE)	22
2.5 Contabilidade de Descarbonização	23
3 METODOLOGIA	25
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	27
4.1 Análise global sobre mercado de carbono e preço	27
4.2 Análise sobre Mercado de Carbono, Preço e Voluntário	34
4.3 Análise sobre Mercado de Carbono, Preço e Regulado	37
5 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS	41
6 REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Desde os anos 90, a preocupação global com o meio ambiente tem crescido substancialmente. Em 1997, a Convenção de Mudança Climática das Nações Unidas foi um marco significativo para abordar os danos ambientais. Nessa ocasião, o Protocolo de Quioto foi aprovado, entrando em vigor em 2005, com o propósito de reduzir os níveis de gases poluentes para prevenir danos ambientais futuros (Bito, 2006).

O Protocolo de Quioto estabeleceu diversas opções para a redução de emissões de gases poluentes, junto a regras e condutas a serem adotadas por países desenvolvidos. Em resposta aos desafios das emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE), surgiu o crédito de carbono, também conhecido como Certificado de Redução de Emissões (CRE), implementado por projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Empresas com alta produção, que geram maior índice de poluição e encontram dificuldades para atingir os limites de emissão, frequentemente adquirem esses créditos no exterior. No entanto, é importante lembrar que a compra desses créditos não significa que as empresas estão liberadas para aumentar suas emissões. (Fronzizi, 2011).

De acordo com Gama (2015), a venda de créditos de carbono, baseada em certificados de redução de emissão de gases de efeito estufa, incentiva o desenvolvimento de tecnologias inovadoras e fontes alternativas de produção, bem como a adoção de matrizes energéticas limpas e medidas mitigadoras das mudanças climáticas em geral. A necessidade global de medidas preventivas e de recuperação da natureza é inegável, mas essa transformação não é uma solução simples. Os países precisam se adaptar a um processo de crescimento industrial sustentável que não prejudique o meio ambiente (Maciel et al, 2009). O Acordo de Paris é outro indicador crucial dessa preocupação ambiental

A contabilidade é fundamental para fornecer informações confiáveis, relevantes e comparáveis que são essenciais para a tomada de decisão. Para se adaptar às constantes mudanças do mercado, é necessário que a contabilidade se prepare para incorporar informações relacionadas à negociação de créditos de carbono. O mercado de créditos de carbono é promissor, crescente e envolve um grande volume de negociações, o que torna ainda mais importante a presença da contabilidade nesse processo.

Como a literatura científica tem abordado o tema sobre a precificação do mercado de carbono ao longo do tempo, e quais são as principais tendências, desafios e avanços identificados por meio de uma análise bibliométrica?

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise bibliométrica sobre o tema a precificação do mercado de carbono, explorando a evolução

das pesquisas científicas nessa área, com base na base de dados do Scopus. Buscamos compreender as tendências, enfoques e lacunas na literatura relacionada à precificação do crédito de carbono.

2. CRÉDITO DE CARBONO

2.1 Protocolo de Quioto e Acordo de Paris

Com o objetivo de reduzir a emissão de gases prejudiciais que provocam o efeito estufa, surgiu em 1997, no Japão, o acordo internacional, nominado, Protocolo de Quioto.

Àquela época os países desenvolvidos se comprometeram por meio de normas programáticas e por diversos outros mecanismos, a reduzirem suas emissões poluentes.

Como consequência do Protocolo de Quioto, cinquenta e cinco países se responsabilizariam por reduzir, ao menos 5,2% dos Gases do Efeito estufa, entre os anos de 2008 e 2012, em comparativo medido dos níveis do ano de 1990. Esses níveis medidos foram de acordo com a extensão territorial e outros fatores de cada país, merecendo registro que até o ano de 2008, mais de 170 países, incluindo o Brasil, haviam aderido ao Protocolo de Quioto (Gama, 2015).

Os maiores emissores de GEE, por óbvio, são os países industrializados. Estes passaram a ter compromissos e regras mais rígidas para a redução da emissão dos Gases de Efeito Estufa. Os países em desenvolvimento como Brasil, Índia, Argentina e México, não foram, inicialmente, destinatários de tais regras. Eis porque restou aos países desenvolvidos obrigação maior de fomentar o mercado de Créditos de Carbono.

Assim, no mercado de Créditos de Carbono é permitido que países comprem permissões de outros países ou invistam em projetos que usem tecnologias para a baixa emissão dos gases do efeito estufa, denominados de Projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo, MDL.

Os artigos do Protocolo de Quioto dão destaque para: propostas de sistemas nacionais para estimar as emissões dos gases do efeito estufa; propostas que a quantidade de gases removidos pelos sumidouros (identificadas como a região capaz de absorver os gases do efeito estufa); busca por tecnologias ambientalmente seguras de propriedade pública; e no setor privado, a fomentação para promover tais tecnologias (Araújo, 2007).

O Brasil ratificou o Protocolo, por meio do Decreto Legislativo n. 144, de 20/06/2002, sendo que as ações específicas nacionais devem ocorrer por meio do desenvolvimento de projetos MDL para redução e posteriormente a venda de créditos (Pagunssat, 2008).

Os países representantes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (em inglês, *United Nations Framework Convention on Climate Change* ou UNFCCC) criada em 1992 com o objetivo de estabilizar os níveis de gases de efeito estufa na atmosfera, a fim de evitar uma interferência humana perigosa no sistema

climático. Foram os países que participaram do Acordo de Paris criado durante a 21ª Conferência das Partes (COP21), em dezembro de 2015. Este tratado global tem como objetivo fortalecer a resposta à ameaça da mudança climática e reforçar a capacidade dos países para lidar com os impactos gerados por essa mudança.

O Acordo de Paris estabelece medidas para reduzir as emissões de dióxido de carbono a partir de 2020. Nesse acordo os governos se comprometeram a tomar medidas para conter o aumento da temperatura média global em, "bem abaixo" de 2°C em relação aos níveis pré-industriais e a trabalhar para limitar o aumento a 1,5°C. Para alcançar esse objetivo, os países apresentaram seus planos nacionais abrangentes para reduzir as emissões através de suas Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC).

O governo brasileiro em sua NDC prometeu reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% até 2025, com uma redução indicativa adicional de 43% até 2030, a partir dos níveis de emissões estimados em 2005 (Ministério, 2021).

2.2 Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)

O Protocolo de Quioto estabeleceu o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), um dos instrumentos de flexibilização que oferece uma opção alternativa para países que não possuem os meios para diminuir suas emissões de gases em seu território.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo auxilia os países a alcançar o desenvolvimento sustentável e contribui para o objetivo final estabelecido pela convenção (Pagunssat, 2008). Por esse instrumento são emitidos Certificado de Redução de Emissões (CRE) ou Crédito de Carbono (CC), que servem, inclusive, para comercialização, conforme descrito no artigo 12.3 do Protocolo de Quioto.

O MDL tem várias atribuições importantes, incluindo a credencialização de entidades, registro de atividades, emissão de Certificado de Redução de Emissões (CREs), aprimoramento das metodologias de implementação e monitoramento de projetos. Esse mecanismo possui características semelhantes a um contrato entre partes interessadas em gerar créditos e investir em tecnologias.

A consequência é que, empresas que não excedem a cota máxima de emissão de gases poluentes podem adquirir RCEs e, assim, obter o direito de comercializar tais créditos com países que ultrapassam o limite de emissão.

Teixeira (2011), classifica o MDL em: projetos que podem envolver a redução dos gases estabelecidos no Protocolo de Quioto; projetos que podem evitar a emissão e o resgate ou sequestro do carbono envolvendo atividades do tipo de florestamento e

reflorestamento; projetos de substituição de energia para energia renovável, racionalização de energia, aterros sanitários, dentre outros.

Ferreira e Folster (2013) catalogaram as etapas para realização de um projeto MDL, na seguinte ordem:

a) o projeto deve ser encaminhado para aprovação por meio de um Documento de Concepção do Projeto (DCP);

b) deve haver parecer público contando o desenvolvimento e alguns dados como: descrição, linha de base calculada, cálculo do período, demonstração de como será a redução das emissões, impactos ambientais, apresentação e consulta pública dos resultados e plano de monitoramento e averiguação da metodologia.

c) aprovação ou rejeição, que decorre da entidade designada, que deve obrigatoriamente ser reconhecida pelo Conselho Executivo do MDL do país, que, no Brasil é a Comissão Interministerial de Mudanças Globais do Clima – CIMGC, qualificada para essa tarefa.

d) uma vez aprovado o projeto, o terceiro passo é o registro pela Comissão Executiva, que tem oito semanas para aceitá-lo ou expressar reservas. Caso não haja “reservas”, o projeto é registrado automaticamente, salvo haja solicitação de revisão por um país envolvido ou três membros da Comissão Executiva Nacional.

e) Por fim, ocorre a verificação, certificação e Emissão de CRE.

O controle e monitoração serão feitos por uma Entidade Operacional Designada, que possui atribuição de checar a redução de emissões de GEE, de acordo com o planejado no “Project Design Document (PDD)”, por meio de um relatório, que ao final será enviado à Comissão Executiva, instância final de aprovação e emissão do “Certificado de Redução de Emissões (CREs)”, para cada tonelada de CO² sequestrada. Este processo é repetido a cada período de crédito do projeto.

O Ministério das Cidades estabeleceu o aspecto processual do MDL em 2005, com o fim de detalhar o processo de obtenção de certificados do projeto. Depois de concluir todos os passos necessários, as empresas recebem um selo de confirmação como comprovação de atendimento dos requisitos do MDL, condição para obtenção de Certificado de Redução de Emissões, exigência do Protocolo de Quioto. A partir deste ponto, os créditos podem ser comercializados, mesmo antes de serem gerados, o que atrai investidores dispostos a assumir riscos para obter um preço melhor pelas CREs (Maciel *et al*, 2009).

2.3 O Mercado e a Comercialização dos Créditos de Carbono

Os créditos de carbono foram criados em países desenvolvidos como um meio de evitar a emissão de gases poluentes. Esses países estabeleceram limites para a emissão de certos gases, garantindo que empresas que consigam manter suas emissões abaixo dos limites estabelecidos receberam títulos de crédito equivalentes à porção reduzida.

Para fomentar a prática da redução garantiu-se a comercialização dos títulos no setor privado, exceção feita às empresas que não conseguiram seguir as regras. Isso significa que empresas que investem em melhorias para a qualidade de seus processos operacionais são recompensadas, enquanto as que não o fazem, além de perderem um novo nicho de mercado, sujeitam-se a penalidades (Gama, 2015).

Os créditos de carbono são documentos que concedem o "direito de poluir". As autoridades ambientais regulamentadoras emitem esses certificados, permitindo que as empresas emitam toneladas de dióxido de enxofre, monóxido de carbono e outros gases prejudiciais. Inicialmente, as indústrias mais poluentes do país são escolhidas e metas são estabelecidas para reduzir suas emissões. As empresas recebem créditos negociáveis de acordo com suas responsabilidades e cada crédito de carbono representa uma tonelada de poluentes.

O mercado de créditos de carbono é um sistema de negociação de unidades de redução de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEEs). Este mercado está estabelecido segundo as regras do Protocolo de Quioto, com permissão para que emissões de gases do efeito estufa sejam comercializadas em bolsas. Os países desenvolvidos que precisam cumprir metas de redução de emissões de gases, compram créditos de carbono de países em desenvolvimento (Pagunssat, 2008).

A venda de créditos de carbono pode ocorrer através de negociações na bolsa de valores ou diretamente entre os envolvidos ocorrendo de três maneiras distintas:

- 1 - o conselho executivo do MDL emite as RECs para o proprietário do projeto;
- 2 - a empresa geradora das RECs negocia com a entidade que deseja adquiri-las logo após a aprovação do projeto MDL; e
- 3 – admite-se que as negociações ocorram antes mesmo da aprovação do conselho executivo ou da implementação do projeto, tornando a transação mais complexa (Santos; Bauren; Haussmann, 2011).

2.3.1 Mercado Voluntário e Mercado Regulado

O Protocolo de Quioto propôs diversos mecanismos para reduzir as emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) em países em desenvolvimento. Um dos mais importantes

é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que tem como objetivo possibilitar a comercialização de créditos de carbono, considerado, inclusive, o instrumento econômico que originou o Mercado de Carbono Regulado em todo o mundo (Simoni, 2009).

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) é tão significativo dentro do sistema do Protocolo de Quioto, que proporciona às empresas abaterem parte de suas responsabilidades, tais como a obrigação de redução de emissão, por meio da compra de créditos de carbono.

As transações envolvendo créditos de carbono são realizadas em ambiente próprio denominado Mercado de Créditos de Carbono, envolvendo agentes internacionais. Esse mercado é classificado em duas categorias: mercado de carbono regulado e mercado de carbono voluntário.

O mercado de carbono regulado constitui-se em ambiente institucional que segue as leis e regulamentações nacionais ou globais, nas quais são estabelecidos critérios e regras para concepção de projetos e comercialização das Reduções Certificadas de Emissões (RCE), geradas pelos projetos de MDL, nos quais há interferência direta ou indireta de entes governamentais, para estimular ou desestimular as ações dos agentes econômicos.

A conscientização nacional e global, por meio de processo educativo é, sem dúvida, mecanismo importante para a redução de GEEs.

Outro mecanismo usado como meio de intervenção dos entes governamentais, considerando que Entes Internacionais sugerem e os Estados nacionais possuem o poder de império para impor internamente em seus sistema legislativo, é a aplicação de penalidades, tais como multas e restrições de caráter econômico, dentre as quais citamos duas que podem se converter meio eficaz, por intervir no finalismo de pessoas jurídicas de Direito Privado, ou seja, por poderem afetar diretamente o aspecto econômico dentro do ambiente mercantil. Ei-las:

- 1 - multas por descumprimento de metas de redução ou de compensação de emissão de GEE; e
- 2 - restrições ou vedações de acesso do ente regulado a mercados de negociação de títulos de dívida, produtos ou serviços, limitação de acesso à captação de recursos financeiros em bancos de fomento.

Diferente do Mercado Regulado, no Mercado Voluntário, como o próprio nome já indica, impera a “voluntas”, ou seja, a vontade consciente e livre das partes em negociar, sem qualquer interveniência ou interferência governamental. Afinal, este é o

viés e a força motriz do funcionamento do Setor Privado, com seu Mercado Global, seja ele mercantil ou financeiro.

Seguindo a lógica mercantil capitalista, que privilegia a liberdade, inclusive a econômica, as negociações realizadas no mercado global são amparadas por acordos bilaterais, e até plurilaterais, celebrados entre as partes interessadas, o que implica dizer que tais acordos podem ultrapassar fronteiras nacionais.

O funcionamento do sistema proposto pelo Protocolo de Quioto, que compreende: a conscientização nacional e global sobre os Gases do Efeito Estufa (GEE), o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e a comercialização das Reduções Certificadas de Emissões (RCE), geradas pelos projetos de MDL, depende, para seu desenvolvimento, da demanda de investidores, tanto quanto de ações e informações sobre políticas de sustentabilidade praticadas ou pretendidas pelas entidades que reportam.

Ao final, para melhor explicar os créditos de descarbonização resta dizer que eles decorrem da certificação feita por intermédio das Reduções Certificadas de Emissões (RCE), feitas por entes nacionais e/ou internacionais credenciados para tal fim, sempre que os emissores, comprovarem a remoção ou redução dos GEEs.

2.4 Precificação de Crédito de Carbono

A precificação de crédito de carbono tem se consolidado como um importante instrumento para gerenciar a crise climática e alavancar novos negócios de baixo carbono ao redor do mundo (Nicollet e Lefèvre, 2016). Assim, a precificação de carbono é atribuída aos impactos negativos causados pela emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE) lançada na atmosfera.

Stern (2006) considera a precificação de carbono como o primeiro e mais importante elemento das políticas relacionadas ao mercado de carbono. Pois através dele é possível estabelecer metas de redução das emissões de GEE, para que governos, empresas, países, regiões, estados ou províncias possam utilizar mecanismos facilitadores de mercado para acelerar o cumprimento das metas sobre as emissões baseadas no curso dos impactos climáticos.

A bibliografia acadêmica mundial, fruto das pesquisas que veem sendo realizadas, apontam que o investimento em negócios sustentáveis de carbono é um dos mais importantes mecanismos para diminuir a emissão de gases de efeito estufa, o que configura uma nova rota global de oportunidades para pessoas jurídicas de direito público e privado.

A Nota Técnica do Ministério de Minas e Energia EPE/DEA/GAB/014/2020, explica que a precificação de carbono é derivada do princípio poluidor pagador e tem como objetivo reduzir as emissões de carbono, refletindo o custo dessas emissões nos produtos e serviços.

Um dos princípios científicos mais antigo e eficaz, é a classificação do objeto de conhecimento. As pesquisas que veem sendo realizadas, há décadas, como consta na Nota Técnica acima mencionada, apontam três tipos de estratégias de intervenção pública usadas como estratégicas para precificação de carbono:

1 - Preço negativo: Atua no sentido contrário à redução de emissões de GEE.

inclui subsídios ou suporte para produção ou uso de combustíveis fósseis que levam a emissões de carbono.

2 – Preço implícito: As restrições de emissão estipuladas pelo órgão regulador representam um custo implícito para o emissor. Isso ocorre porque as limitações demandam mudanças nas tecnologias, combustíveis ou processos, o que pode resultar em gastos adicionais. Em outras palavras, o preço implícito é o valor que é indiretamente atribuído ao carbono, por meio de políticas e instrumentos, como impostos sobre combustíveis fósseis.

3 - Preço explícito: A precificação explícita pode ser estruturada em duas principais formas: (1) tributo sobre carbono (carbon tax), que é aplicado diretamente às emissões de GEE ou ao carbono presente nos combustíveis fósseis produzidos e (2) sistema de comércio de emissões (SCE).

Essa mudança de comportamento dos agentes econômicos, apontada como nova rota global de oportunidades para pessoas jurídicas de direito público e privado, é fundamental para uma transição rumo a uma economia de baixo carbono, implicando em que a precificação de carbono deve ser uma política global a fazer parte do Mercado, de forma que produtores e consumidores passem a considerar não somente o preço do produto, mas também o impacto ambiental de sua produção e consumo.

Eis o porquê das políticas globais e setoriais devem criar mecanismo que permitam às pessoas jurídicas, sobretudo as de direito privado, investirem em tecnologias mais limpas, eficientes e eficazes.

Considerando que o ofertante e o consumidor são duas faces da mesma moeda mercadológica global, é fundamental que os consumidores sejam incentivados a optarem por produtos e serviços sustentáveis e cada vez menos poluentes. Para que a conduta dos consumidores corresponda as crescentes expectativas de redução do GEE, creio ser necessária a adoção de algumas estratégias, tais como:

1 – Que os governos criem campanhas educativas que abranjam todas as camadas sociais, seja pela inserção de disciplinas que tratem do tema nos ensinamentos fundamental e médio, e todas as mídias sociais;

2 – Que os governos convoquem, em um primeiro momento, e se não atendido obriguem às pessoas jurídicas de direito privado a aderirem à campanha de educação global;

3 – Que sejam reforçadas as pesquisas para aprimoramento dos mecanismos de medição da redução do GEE.

A dedução lógica do acima exposto, é que a precificação do carbono gera receitas e que estas devem ser usadas para financiar políticas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, em um ciclo interminável, já que a vida no planeta depende de tais ações, o que diz que a redução de GEE deve passar a figurar como Política de Estado e não de Governo, a depender de quem está e não está comandando um país em determinado momento.

2.4.1 Tributo Sobre Carbono (Carbono Tax)

A tributação das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), também conhecida como taxa de carbono, é baseada no princípio de "Poluidor-Pagador". A primeira referência oficial ao princípio do Poluidor Pagador é observada na Recomendação C (72)128, da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), datada de 28 de maio de 1972.

O Princípio do "Poluidor-Pagador" reforça a máxima proteção ambiental estabelecida pelos princípios da prevenção, precaução e responsabilidade, enquanto implementa uma maneira justa de distribuição dos custos de prevenção e reparação de danos ambientais entre agentes econômicos, parceiros comerciais e consumidores. Esse sistema de internalização de externalidades ambientais transfere os custos da poluição dos Estados e da sociedade para aqueles que são responsáveis direta ou indiretamente pelas atividades poluentes.

Essa tributação pode ser estabelecida a partir de um imposto existente, alterando sua incidência, alíquota, base de cálculo, fator gerador e/ou contribuinte, dependendo dos objetivos das políticas de mitigação e de seu escopo.

Ressalta-se que a Política Nacional sobre Mudança do Clima, regida pela LEI Nº 12.187/2009, em seu Artigo 6º, estabelece medidas fiscais e tributárias para estimular a redução de emissões de gases de efeito estufa, nos seguintes termos:

Art. 6º. São instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima:

VI - As medidas fiscais e tributárias destinadas a estimular a redução das emissões e remoção de gases de efeito estufa, incluindo alíquotas diferenciadas, isenções, compensações e incentivos, a serem estabelecidos em lei específica;

Ressalta-se, que o próprio governo federal já se manifestou por meio da Nota Técnica do Ministério de Minas e Energia EPE/DEA/GAB/014/2020, especificando ações que podem, em meu ver, serem parte de uma Política de Estado, para tributação de carbono que tenha como escopo a redução do GEE, razão por que transcrevo abaixo, em resumo, propostas governamentais de como operacionalizar a tributação:

“Assim, é possível criar um tributo específico limitado a determinados setores ou fontes, ou ainda de aplicação mais ampla. A tributação pode ter objetivos fiscais, extrafiscais ou ambos. A finalidade fiscal visa aumentar a arrecadação de impostos para fins gerais, ambientais ou especificamente destinados ao financiamento de uma economia de baixo carbono.

A tributação pode ser aplicada proporcional a tonelada de dióxido de carbono equivalente emitida (R\$/tCO₂eq) ou por meio da tributação dos combustíveis fósseis, de acordo com seu teor de carbono. O tributo pode se dar em setores específicos ou de forma geral na economia, alinhado ao custo marginal de redução das emissões dos GEE.”

Nesse caso em específico, o órgão regulador define o valor do tributo e as empresas têm incentivo para reduzir as emissões enquanto o custo marginal de abatimento for menor que o tributo.

BALDWIN et al (2012) relatam que, no sistema de comércio de emissões, o órgão regulador emite um determinado número de licenças com o objetivo de estimular um determinado comportamento. Após um momento inicial em que as licenças emitidas são alocadas aos permissionários, elas podem ser comercializadas, o que encoraja os agentes de mercado a reduzirem as suas emissões com o intuito de vender o excedente para outros agentes.

Ainda de acordo com o relato de BALDWIN et al (2012), o sistema de comércio de emissões apresenta inúmeras variações, dentre as quais se destacam os sistemas de “Cap and Trade” e de “Baseline and Credit”.

No sistema de “Cap and Trade”, um número pré-determinado de licenças é criado, permitindo a emissão de uma certa quantidade de poluentes. Estas licenças são então alocadas ou vendidas aos agentes de mercado, que podem comercializá-las.

No sistema de “Baseline and Credit”, por outro lado, um parâmetro (linha de base) é estabelecido, normalmente tendo por referência o cenário business as usual. A partir do estabelecimento deste parâmetro, os agentes de mercado podem gerar créditos para si

reduzindo as suas emissões a níveis inferiores aos da linha de base que lhe foi estipulada. Os créditos gerados podem então ser negociados no mercado.

Seja por meio da tributação, ou do estabelecimento de um sistema de comércio de emissões, a precificação de carbono, ao introduzir um sinal de preços no mercado, dá a flexibilidade necessária aos entes regulados, que podem escolher entre pagar o preço de carbono ou reduzir suas emissões, dependendo do custo marginal de abatimento e do preço de mercado.

Em resumo, segundo a teoria econômica, sob condições adequadas e com informação perfeita, o sistema de tributação e de comércio de emissões geram resultados equivalentes do ponto de vista da mitigação das emissões (Stern, 2006).

É inegável que a Política Nacional sobre Mudança do Clima possui origem em fóruns internacionais, que pretendem nacionalizar a preocupação com a redução dos Gases de Efeito Estufa, de modo a levar os governos nacionais a legislares sobre o tema e utilizarem o princípio mundial da Legalidade, para de forma coercitiva obrigarem o Poluidor a pagar pelos danos que causa à qualidade do ar e da vida no Planeta Terra.

Como consequência, penso ser possível dizer que a tributação funciona como uma espécie de ressarcimento pelos danos causados à qualidade do ar, e como elemento educativo para o destinatário da medida e causador da poluição por meio do GEE.

2.4.2 Sistema de Comércio de Emissões (SCE)

A Política Nacional sobre Mudança do Clima, se insere dentro do Sistema de Comércio de Emissões (SCE), como instrumento de mercado cujo objetivo é reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). O SCE é baseado no princípio do "Cap and Trade", que permite a definição de um teto de emissões.

O governo estabelece um limite de "cap", que significa o teto do limite para as emissões totais de GEE em um ou mais setores da economia. As empresas que atuam nesses setores devem possuir permissões para cada tonelada de emissões que produzem e podem recebê-las ou comprá-las, além de poderem negociá-las com outras empresas. É a este conjunto de ações envolvendo:

- 1) o limite de "cap" estabelecido pelo governo para setores específicos da economia;
- 2) a permissão legal concedida com base no "cap" e de acordo com a tonelagem de GEE a ser produzida;

3) o comércio de compra e venda entre as empresas, formando assim o que denominamos Mercado de Créditos de Carbono.

Sob o ponto de vista da evolução legislativa, vale a pena mencionar aqui o projeto de lei aprovado pelo Senado Federal, nº 3100, DE 2022, dado estabelecer diretrizes para a criação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE).

Na linha de raciocínio lógico até aqui desenvolvida, permite-se dizer que o Sistema de Comércio de Emissões (SCE) tem como princípio a criação de um mercado que estimule a redução de emissões de gases tóxicos, permitindo que aqueles que possuem maiores custos de redução de emissão possam adquirir créditos de agentes mais eficientes no cumprimento das metas.

Esse método fomenta a prevenção e garante que a redução de emissões seja feita da forma mais eficiente, ou seja, de forma mais rápida, com rendimento e adequação, em termos de custo, a começar pelos pontos mais acessíveis financeiramente, e, ao final, produza os resultados desejados ao longo do tempo.

A eficácia do sistema vai depender de que as ações entre os setores público e privado, dentro do Sistema de Comércio de Emissões sejam harmônicas, éticas transparentes, para assegurar que as indústrias mais poluentes sejam responsabilizadas, e, ao final, incentivadas a adotar práticas mais sustentáveis.

2.5 Contabilidade de Descarbonização

De acordo com a Orientação Técnica-OCPC 10 do Conselho Federal de Contabilidade (CFC) de 2023, o crédito de descarbonização é considerado um ativo, quando decorrente da remoção ou redução de emissão de gases de efeito estufa por recursos econômicos controlados por uma entidade e, se atendidos os critérios presentes nos pronunciamentos técnicos específicos, tal crédito pode ser reconhecido no patrimônio da pessoa jurídica.

Considere-se, ainda, que os recursos econômicos controlados por uma entidade e que geram benefícios ambientais podem ser provenientes de fontes como florestas, plantas industriais reestruturadas para reduzir emissões de gases de efeito estufa, e fontes alternativas de energia renovável, dentre outras.

Conforme a Orientação Técnica-OCPC 10, a certificação dos benefícios ambientais gerados por recursos econômicos controlados pela entidade pode resultar no seguinte direito: crédito de descarbonização. Este pode ser comercializado em bolsas de valores, mercado de balcão ou por contratos bilaterais e tem o potencial de gerar benefícios econômicos para seu detentor.

Em relação a cada um dos agentes envolvidos no processo, quais sejam: Originador, Intermediário e o Usuário Final, a Orientação Técnica-OCPC 10 contém diretrizes importantes relacionadas ao mercado de créditos de descarbonização.

Explicando: o Originador é responsável por identificar e desenvolver projetos que gerem créditos de descarbonização, com o objetivo de vendê-los posteriormente; o Intermediário, também conhecido como “broker-trader”, tem como função principal comprar e vender ativamente esses créditos, atuando como um intermediário entre os compradores e vendedores. Por fim, o Usuário Final adquire os créditos com a finalidade de aposentá-los, ou seja, neutralizar suas próprias emissões de gases de efeito estufa.

Com a presença desses três agentes, o mercado de créditos de descarbonização se torna mais dinâmico e eficiente, contribuindo para a redução das emissões de GEE e para a transição para uma economia de baixo carbono.

Da Orientação Técnica OCPC 10, extrai-se, ainda, que diferentemente de um instrumento patrimonial ou caixa, o crédito de descarbonização não garante ao seu detentor o direito de receber dinheiro ou outros ativos financeiros de outra entidade. Ele é apenas uma forma de comprovar que a empresa conseguiu reduzir suas emissões e contribuir para o meio ambiente. Assim, a mencionada Orientação diz que o crédito de descarbonização é ativo não financeiro incorpóreo e sem substância física.

Indubitável, portanto, que o crédito de descarbonização traz benefícios ambientais e econômicos para os agentes envolvidos e considerando que, universalmente, a contabilidade tem como eixo central o equilíbrio entre ativo e passivo, com a otimização daquele, há que se compreender que sendo o Crédito de Descarbonização, um ativo, ele se torna atrativo aos agentes do Mercado de Carbono, fazendo do aspecto comercial, um meio que ajude a promover o fim maior, que é a redução da emissão de carbono, com preservação do meio ambiente e seus recursos não renováveis, e a consequente melhoria de vida no planeta.

3 METODOLOGIA

A pesquisa de artigos sobre a precificação de crédito de carbono foi conduzida de maneira metódica e abrangente. Inicialmente, a busca foi realizada no site da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por meio do portal CAFE da CAPES, utilizando a afiliação institucional da Universidade de Brasília (UnB).

A metodologia de busca adotada visou garantir eficácia. Primeiramente, foram utilizados os termos "Pric*" e "Carbon Market" para identificar documentos contendo variações da palavra "price" associadas ao mercado de carbono. Essa abordagem ampla permitiu a inclusão de diversas formas de expressar o conceito de preço.

Posteriormente, a pesquisa foi restrita à língua inglesa, uma prática comum em contextos que envolvem temas específicos, como o mercado de carbono, onde a literatura relevante frequentemente está disponível em inglês. A filtragem por áreas específicas no Scopus, como Economics, Econometrics and Finance; Social Sciences; Business, Management and Accounting; Agricultural and Biological Sciences, entre outras, foi realizada para refinar os resultados.

A expressão booleana utilizada na pesquisa foi: (TITLE-ABS-KEY (price) AND TITLE-ABS-KEY ("Carbon Market")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENVI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "ECON") OR ...) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD, "Carbon") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD, "Carbon Markets") OR ...) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "cp")).

Esta estratégia resultou em 762 documentos, indicando uma quantidade substancial de literatura disponível sobre o tema e estabelecendo uma base robusta para a revisão bibliográfica. A busca foi realizada em 27/11/2023 na base de dados do Scopus, reconhecida por abranger diversas disciplinas, o que é vantajoso para um tópico multidisciplinar como o mercado de carbono.

Na etapa seguinte, durante a revisão dos 762 documentos identificados, critérios bibliométricos foram considerados, incluindo a avaliação da qualidade dos periódicos, a atualidade das publicações e a aplicabilidade dos resultados ao escopo do trabalho. Destaca-se que a análise bibliométrica foi conduzida utilizando o software VOSviewer, conferindo rigor e objetividade ao processo de seleção e avaliação dos documentos.

Em uma segunda fase de análise, foram adotados critérios específicos de pesquisa, a saber: (TITLE-ABS-KEY (preço) E TITLE-ABS-KEY ("Carbon Market") E TITLE-

ABS-KEY (voluntário)) E (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")). Essa abordagem metodológica foi selecionada com o objetivo de refinar a busca, concentrando-a em artigos acadêmicos que contemplem os termos específicos relacionados a preço, mercado de carbono e voluntariedade. Adicionalmente, limitou-se a pesquisa a documentos classificados como artigos (DOCTYPE: "ar").

Como resultado dessa abordagem, foram identificados 44 artigos que atendem aos critérios estabelecidos. Essa amplitude no conjunto de artigos sugere uma base substancial para a revisão sistemática, destacando a relevância e a extensão do corpo de literatura acadêmica vinculado aos elementos específicos delimitados na pesquisa. A análise desses artigos oferecerá uma perspectiva aprofundada sobre as interseções entre preço, mercado de carbono voluntário e os contextos acadêmicos inerentes a esses temas.

Na terceira fase de análise, foram adotados critérios específicos de pesquisa, a saber: TITLE-ABS-KEY ("preço") AND TITLE-ABS-KEY ("mercado de carbono") E TITLE-ABS-KEY ("regulat*")) E (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")) E (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OU LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp")). A abordagem metodológica selecionada tem o objetivo de especificar a busca, concentrando-a em artigos acadêmicos e de conferência que contemplem os termos relacionados a preço, mercado de carbono e regulado.

Realizando essa abordagem, descobrimos 168 artigos que atendem aos critérios estabelecidos. Ao analisar os artigos obteremos uma visão ampla sobre as interseções entre preço, mercado de carbono regulado e os contextos acadêmicos referentes a esses temas.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

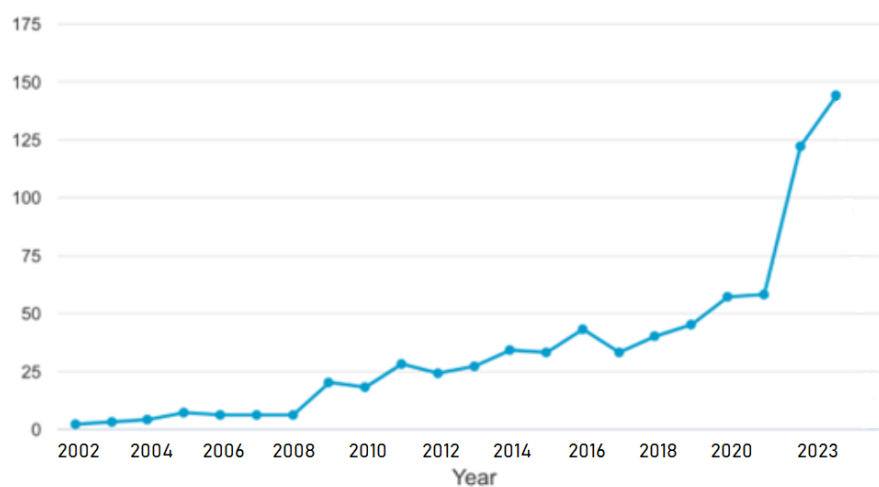
4.1 Análise global sobre mercado de carbono e preço

A Figura 1, baseada em dados provenientes da plataforma Scopus, apresenta uma notável elevação ao longo dos anos no número de artigos que abordam a temática do preço e mercado de carbono. A análise temporal revela a seguinte progressão: 33 artigos em 2015, 43 em 2016, 33 em 2017, 40 em 2018, 45 em 2019, 57 em 2020, 58 em 2021, 122 em 2022 e 144 em 2023. Essa trajetória ascendente, além de sugerir uma crescente atenção acadêmica para com esses tópicos, pode ser interpretada como um indicativo de um interesse mais acentuado ao longo do período em questão.

Ao contextualizar esse aumento em termos percentuais, observa-se um crescimento expressivo, evidenciando a relevância crescente da temática. Além disso, cabe destacar que tal expansão pode ser atribuída, em parte, à crescente conscientização global sobre as questões relacionadas às mudanças climáticas e à busca por estratégias eficazes de mitigação.

Importante ressaltar que o Protocolo de Quioto e o Acordo de Paris, marcos importantes no cenário internacional das mudanças climáticas, podem ter desempenhado um papel significativo nesse aumento de interesse. O Protocolo de Quioto, adotado em 1997, estabeleceu compromissos vinculantes para redução de emissões de gases de efeito estufa, enquanto o Acordo de Paris, adotado em 2015, buscou unificar esforços globais para limitar o aumento da temperatura global. A crescente atenção a temas relacionados ao preço e mercado de carbono pode ser interpretada como uma resposta acadêmica à urgência desses compromissos e à necessidade de desenvolver estratégias eficazes para atingir metas ambientais globais.

Gráfico 1 - Evolução de Documentos Publicados por Ano



Fonte: Base de dados da Scopus

Do total de 1.657 instituições apresentadas na pesquisa, com um requisito mínimo de 4 documentos, constatou-se que 13 delas atendem aos critérios estabelecidos, alcançando o limiar estipulado (Ver Tabela 1). Essa constatação ressalta a presença de um grupo restrito de instituições que contribuem significativamente para a produção de documentos na área de pesquisa em questão. A análise dos dados apresentados revela a contribuição quantitativa de diversas instituições para a pesquisa sobre crédito de carbono. Destacam-se o "Center for Energy and Environment" como líder, com 13 documentos e 445 citações, indicando uma influência significativa no cenário acadêmico.

A "School of Management and Economics" e a "School of Public Policy and Management" seguem com 8 e 6 documentos, respectivamente, evidenciando uma participação ativa nesse campo de estudo. Observa-se que a "Institutes of Science and Development," a "School of Economics and Management," e a "School of Business, Central South University" apresentam números equitativos de documentos, refletindo uma distribuição mais uniforme entre diferentes instituições.

Tabela 1 – Principais Instituições

Instituição	Número de Documentos	Número de Citações
Center for Energy and Environment	13	445
School of Management and Economics	8	315
School of Public Policy and Management	6	390
Institutes of Science and Development	6	126
School of Economics and Management	6	236
School of Management, Jinan University	5	116
School of Economics, Huazhong University	4	157
School Business, Central South University	6	299
School Business, Guangxi University	4	35
Center for Energy and Environment	4	238
School of Management, Hefei University	4	46
School of Economics and Management	10	63
College of Electrical Engineering	14	5

Fonte: Dados da Scopus com tratamento no software Vosviewer

No entanto, há uma variação notável nos números de citações, indicando diferentes níveis de impacto e reconhecimento para essas instituições específicas. Além disso, a presença de múltiplas escolas de economia e gestão, como a "School of Economics and Management" e a "School of Business," destaca o papel dessas áreas no contexto da pesquisa sobre crédito de carbono. A diversidade de instituições, incluindo

universidades como "Jinan University," "Huazhong University," e "Central South University," destaca a amplitude da colaboração e contribuição acadêmica para esse campo de estudo. Importante notar que algumas instituições, como "College of Electrical Engineering," apresentam números mais modestos, indicando uma participação mais específica ou uma presença mais recente na pesquisa sobre crédito de carbono.

Essa análise proporciona uma compreensão aprofundada da distribuição quantitativa da produção acadêmica entre diferentes instituições, oferecendo *insights* sobre a diversidade e o impacto relativo dessas entidades no contexto da pesquisa em crédito de carbono.

Na Tabela 2 apresenta a lista das 10 revistas mais citadas no base de dados da Scopus, apresentando um resumo das fontes de pesquisa relevantes, indicando o número correspondente de documentos e citações associadas. O número mínimo de documentos provenientes da fonte foi estabelecido em 1, e ao analisar as 300 fontes em questão, todas satisfizeram o requisito mínimo de 300 documentos. Este resultado oferece uma visão clara do número de documentos e citações associadas a cada fonte de pesquisa, destacando a relevância e o impacto relativo de cada uma no contexto da pesquisa sobre crédito de carbono. A revista "Energy Economics" emerge como líder, contribuindo com 44 documentos e acumulando 2.219 citações. Em seguida, o "Journal of Cleaner Production" apresenta 48 documentos e 1.929 citações, seguido pela "Energy Policy" com 31 documentos e 1.492 citações. A "Applied Policy" exibe 20 documentos e 1.238 citações, enquanto a "Climate Policy" conta com 28 documentos e 778 citações. Esses resultados evidenciam o impacto e a influência substancial dessas revistas no cenário acadêmico, destacando-se como importantes veículos de divulgação na área de crédito de carbono. A considerável produção de pesquisa e o reconhecimento expresso por meio das citações refletem a relevância dessas publicações, indicando sua significativa contribuição para o avanço do conhecimento nesse campo específico.

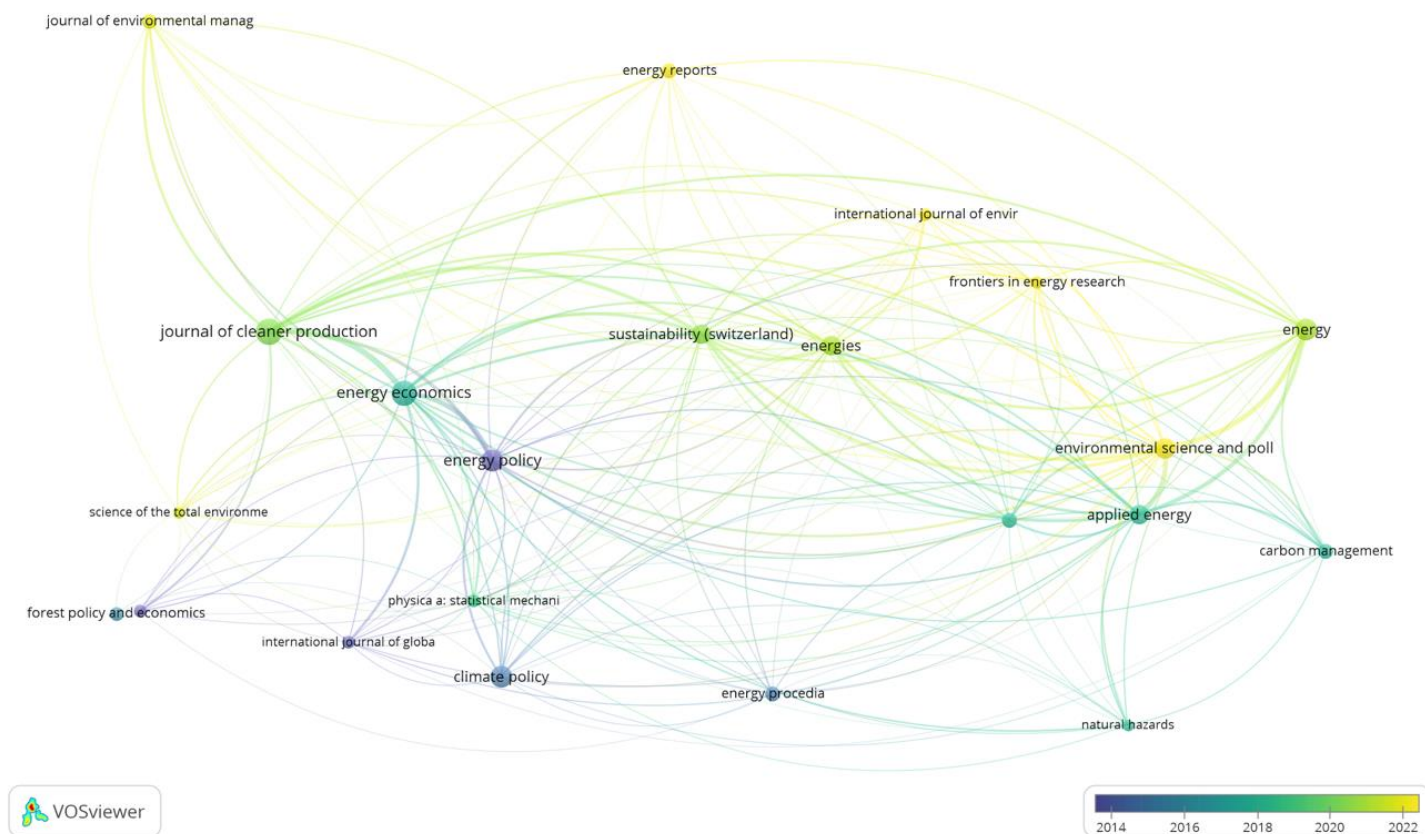
Tabela 2 – Fonte de Pesquisa e Número de Documentos Citados

Fonte	Número de Documentos	Número de Citações
Energy Economics	44	2.219
Journal of Cleaner Production	48	1.929
Energy Policy	31	1.492
Applied Policy	20	1.238
Climate Policy	28	778
Ecological Economics	7	424
Forest Ecology and Management	3	234
Energies	21	232
Jornal of Environmental Management	11	212

Fonte: Dados da Scopus com tratamento no software Vosviewer

A Figura 1 apresenta a análise de acoplamento bibliográfico, revelando informações sobre a interconexão das fontes de pesquisa no contexto do total de 300 fontes investigadas. Neste cenário, 23 fontes atendem aos critérios estabelecidos, exigindo um mínimo de 5 documentos da fonte para inclusão no estudo de acoplamento bibliográfico. O acoplamento bibliográfico é uma abordagem que examina a similaridade entre as fontes com base nas referências compartilhadas em seus respectivos documentos. A presença de 23 fontes que atendem ao limiar estabelecido sugere uma interconexão substancial entre essas fontes específicas na literatura sobre crédito de carbono. A identificação dessas fontes que atendem ao critério mínimo de documentos da fonte ressalta a presença de um grupo de trabalhos interligados, indicando uma convergência de temas e abordagens de pesquisa. Essa convergência pode ser interpretada como uma indicação de temas-chave ou áreas de foco compartilhadas entre as fontes identificadas. Além disso, o acoplamento bibliográfico oferece uma perspectiva dinâmica sobre como as fontes de pesquisa estão relacionadas umas às outras com base nas referências bibliográficas comuns. Esse tipo de análise é crucial para compreender as redes de conhecimento e as tendências emergentes na literatura científica, proporcionando *insights* valiosos para pesquisadores, acadêmicos e profissionais interessados no campo do crédito de carbono.

Figura 1 - Acoplamento Bibliográfico por Fonte de Pesquisa



Fonte: Dados da Scopus tratados no VOSviewer

Os resultados indicam que as revistas *Energy Policy*, *Climatic Change* e *Journal of Forest Economics* formam uma rede de ligações/citações mais estabelecida, demonstrando uma longa trajetória de interconexão. Em seguida, o *Journal of Cleaner Production* também se destaca nesse contexto. Por outro lado, as publicações mais recentes que emergem nesse cenário são *Energy Report* e *Frontiers in Energy Research*. Essa análise revela a evolução temporal das redes de acoplamento bibliográfico, destacando a continuidade e a historicidade de algumas fontes em comparação com outras mais recentes.

A análise dos resultados da co-citação de autores na Figura 2 revela um panorama interessante e sugere a relevância desses pesquisadores na ciência, especificamente no campo de precificação de crédito de carbono. As principais observações e análise do papel desses autores são: (i) Chevallier lidera a lista com 565 citações e uma força de ligação significativa de 32.102. Esse autor destaca-se como uma figura central nesse domínio. Sua influência pode ser atribuída à produção de pesquisa consistente e de alta qualidade, indicando uma contribuição substancial para o avanço do conhecimento na área de precificação de crédito de carbono; (ii) Li Y é o segundo autor mais citado, com 294 citações e uma força de ligação de 21.226, também demonstra uma forte influência. Sua posição sugere uma contribuição considerável para a literatura, indicando que suas pesquisas são amplamente reconhecidas e incorporadas por outros estudiosos; (iii) Zhu B., Wang P., Wang Y. são autores que ocupam posições subsequentes, cada um com um número expressivo de citações e força de ligação. Sua presença indica contribuições significativas, possivelmente em áreas específicas ou complementares à pesquisa principal; (iv) Zhang X., Wang X., Wei Y. M., Zhang Y., Li J. são autores, embora com menos citações do que os líderes, ainda apresentam números consideráveis, indicando contribuições valiosas para o campo. Sua presença sugere uma diversidade de perspectivas e abordagens na pesquisa sobre a precificação de crédito de carbono.

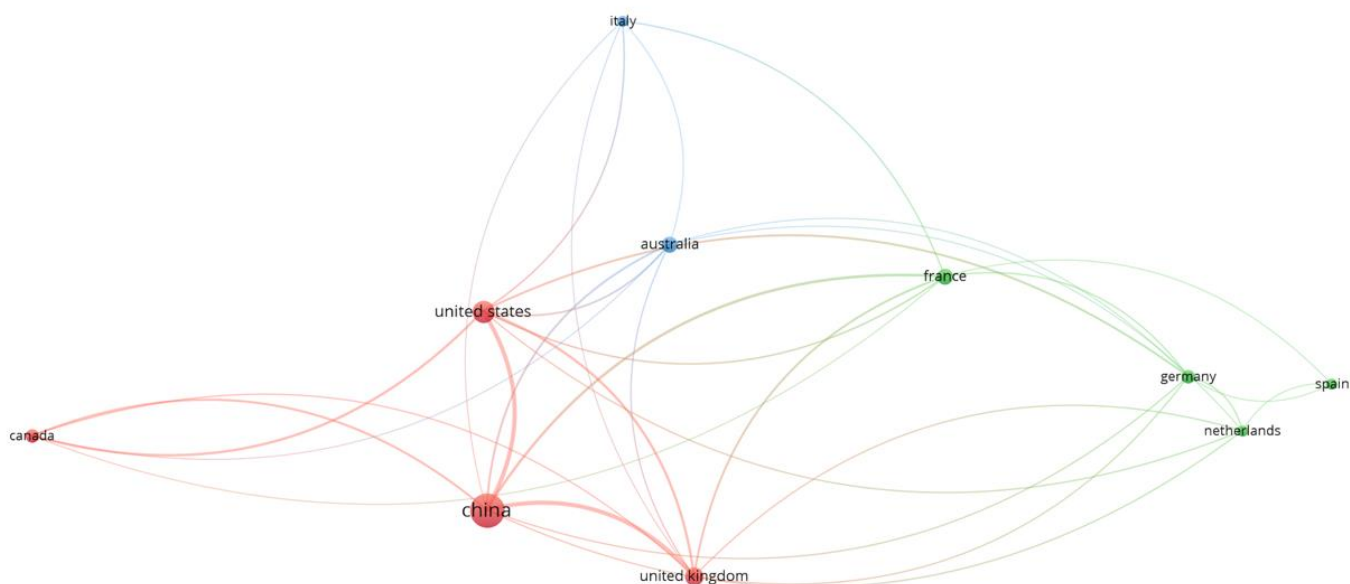
O papel desses autores na ciência é crucial para o avanço do conhecimento na área de precificação de crédito de carbono. Suas pesquisas podem abordar diversos aspectos, como modelagem econômica, análise de políticas, avaliação de impacto ambiental e inovações tecnológicas. Além disso, esses autores podem servir como referências essenciais para outros pesquisadores e profissionais interessados em compreender e contribuir para o desenvolvimento sustentável e a mitigação das mudanças climáticas. O fato de serem frequentemente citados sugere que suas obras são fundamentais para o entendimento e avanço do campo científico em questão.

Tabela 3 - Artigos publicados por Países

País	Documentos	Citados	Co-vínculos
China	420	7.402	73
Estados Unidos	116	2.682	57
Reino unido	69	2.192	46
França	45	1.776	23
Canadá	27	476	18
Austrália	43	1569	15
Alemanha	30	897	15
Países Baixos	16	431	10
Itália	16	394	8
Espanha	16	446	3

Fonte: Dados da Scopus com tratamento no software Vosviewer

Figura 4 – Mapa de Co-ocorrência de Países



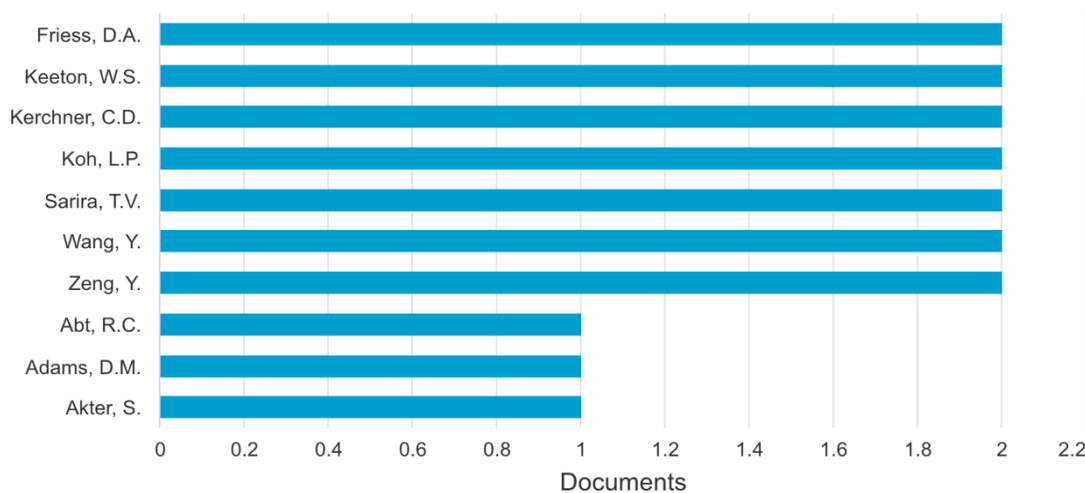
Fonte: Dados do Scopus tratados no VOSviewer

4.2 Análise sobre Mercado de Carbono, Preço e Voluntário

Nesta fase de análise, propõe-se uma concentração específica nos 10 principais autores com mais publicações dentre os 44 artigos identificados, conforme apresentado no Gráfico 2. O escopo desta abordagem visa aprofundar a compreensão ao priorizar a

contribuição e a influência dos pesquisadores mais proeminentes no contexto do tema investigado. Ao focar nesses autores, almeja-se proporcionar uma análise mais direcionada e detalhada sobre as perspectivas e contribuições fundamentais presentes na literatura acadêmica em questão. Essa estratégia visa agregar maior discernimento à revisão sistemática, centrando-se nos principais pensadores e suas respectivas contribuições para enriquecer o entendimento do tema em discussão.

Gráfico 2 – Documentos por autores



Fonte: Base de dados da Scopus

A análise da Tabela 3 apresenta uma visão panorâmica das contribuições acadêmicas relacionadas ao mercado de carbono e temas correlatos. Abordarei a análise dos artigos destacando elementos relevantes sob uma perspectiva acadêmica:

- (i) Rossi, D.J., Baker, J.S., Abt, R.C - "Quantifying additionality thresholds for forest carbon offsets in Mississippi pine pulpwood markets" (Forest Policy and Economics, 2023). Este estudo, publicado recentemente, foca na quantificação de limiares de adicionalidade para compensações de carbono em mercados de madeira de pinho no Mississippi. A ausência de citações pode sugerir que o impacto inicial do artigo ainda não foi plenamente estabelecido na comunidade acadêmica.
- (ii) Sreekar, R., Zeng, Y., Zheng, Q., ... Sarira, T.V., Koh, L.P. - "Nature-based climate solutions for expanding the global protected area network" (Ecosystem Services, 2022). Este artigo, publicado em 2022, destaca soluções baseadas na natureza para a expansão da rede global de áreas protegidas. Com 10 citações, sugere uma resposta positiva da comunidade acadêmica em relação à relevância do tema.

- (iii) Aneseyee, A.B., Soromessa, T., Elias, E., ... Hernik, J., Benti, N.E. - "Expressing carbon storage in economic terms: The case of the upper Omo Gibe Basin in Ethiopia" (Science of the Total Environment, 2022). Focado na expressão econômica do armazenamento de carbono na bacia do Alto Omo Gibe na Etiópia, este artigo apresenta uma abordagem integrativa entre questões ambientais e econômicas. O número significativo de citações (8) reflete um interesse considerável na comunidade acadêmica.
- (iv) Zeng, Y., Friess, D.A., Sarira, T.V.; Siman, K.; Koh, L.P. - "Global potential and limits of mangrove blue carbon for climate change mitigation" (Current Biology, 2021). Com uma notável quantidade de 60 citações, este artigo, publicado em 2021, destaca o potencial global dos manguezais para a mitigação das mudanças climáticas. O número elevado de citações sugere uma influência significativa na literatura científica.
- (v) Naime, J., Mora, F., Sánchez-Martínez, M., Arreola, F., Balvanera, P. - "Economic valuation of ecosystem services from secondary tropical forests: trade-offs and implications for policymaking" (Forest Ecology and Management, 2020). Este estudo, publicado em 2020, examina a valoração econômica de serviços ecossistêmicos em florestas tropicais secundárias. Com 58 citações, destaca-se como um trabalho que permeia questões econômicas e ecológicas, refletindo um interesse amplo na comunidade acadêmica.
Cameron, C., Hutley, L.B., Friess, D.A., Brown, B. - "High greenhouse gas emissions mitigation benefits from mangrove rehabilitation in Sulawesi, Indonesia" (Ecosystem Services, 2019). Publicado em 2019, este artigo resalta os benefícios significativos da reabilitação de manguezais na mitigação de emissões de gases de efeito estufa. O número de 21 citações sugere uma resposta positiva da comunidade acadêmica em relação aos impactos ambientais positivos identificados.
- (vi) Rossi, V., Claeys, F., Bastin, D., ... Lescuyer, G., Picard, N. - "Could REDD+ mechanisms induce logging companies to reduce forest degradation in Central Africa?" (Journal of Forest Economics, 2017). Este trabalho, datado de 2017, explora as possíveis influências dos mecanismos REDD+ na redução da degradação florestal na África Central. Com 5 citações, apesar de um número mais modesto, destaca-se como uma contribuição relevante para as discussões sobre a eficácia desses mecanismos.

Em conjunto, essa análise reflete uma diversidade de tópicos abordados nos artigos, desde questões técnicas relacionadas à quantificação de carbono até soluções baseadas na natureza e valoração econômica de serviços ecossistêmicos. Os números de citações indicam o alcance e a influência desses trabalhos na comunidade acadêmica, fornecendo *insights* valiosos sobre as contribuições para o campo do mercado de carbono e sustentabilidade ambiental.

Tabela 4 – Artigos sobre Mercado Voluntário

Autores	Artigos	Periódico	Ano	Citações
Rossi, D.J. , Baker, J.S. , Abt, R.C	Quantifying additionality thresholds for forest carbon offsets in Mississippi pine pulpwood markets	Forest Policy and Economics, 156, 103059	2023	0
Sreekar, R. , Zeng, Y. , Zheng, Q. , ... Sarira, T.V. , Koh, L.P.	Nature-based climate solutions for expanding the global protected area network	Ecosystem Services, 40, 101035	2022	10
Aneseyee, A.B. , Soromessa, T. , Elias, E. , ... Hernik, J. , Benti, N.E.	Expressing carbon storage in economic terms: The case of the upper Omo Gibe Basin in Ethiopia	Science of the Total Environment, 808, 152166	2022	8
Zeng, Y., Friess, D.A., Sarira, T.V.; Siman, K.; Koh, L.P.	Global potential and limits of mangrove blue carbon for climate change mitigation	Current Biology, 31(8), pp. 1737–1743.e3	2021	60
Naime, J. , Mora, F. , Sánchez-Martínez, M. , Arreola, F. , Balvanera, P.	Economic valuation of ecosystem services from secondary tropical forests: trade-offs and implications for policy making	Forest Ecology and Management, 473, 118294	2020	58
Cameron, C. , Hutley, L.B. , Friess, D.A. , Brown, B.	High greenhouse gas emissions mitigation benefits from mangrove rehabilitation in Sulawesi, Indonesia	Ecosystem Services, 40, 101035	2019	21
Rossi, V. , Claeys, F. , Bastin, D. , ... Lescuyer, G. , Picard, N.	Could REDD+ mechanisms induce logging companies to reduce forest degradation in Central Africa?	Journal of Forest Economics, 29, pp. 107–117	2017	5

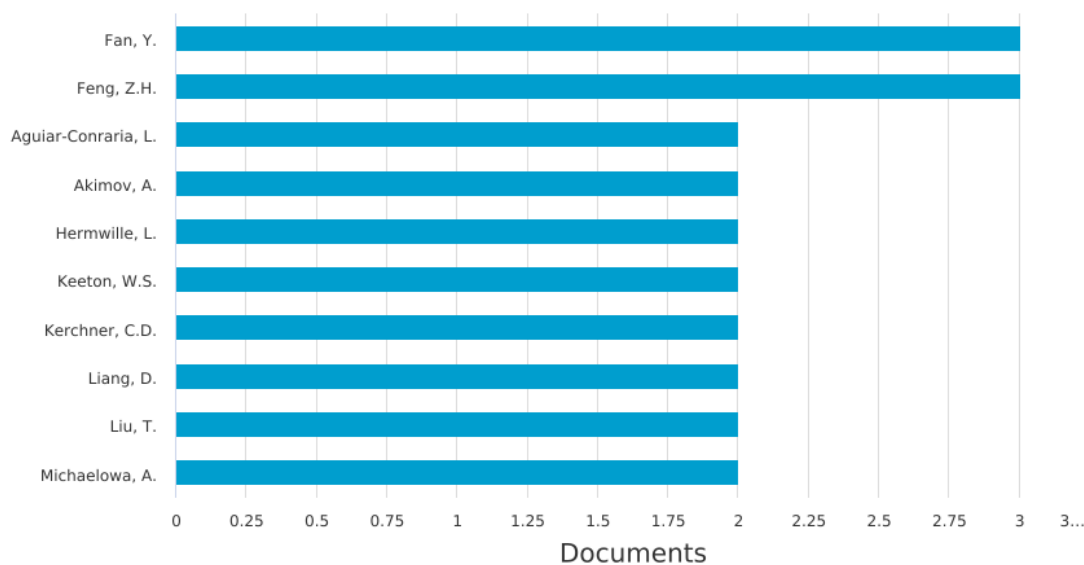
Fonte: Base de dados da Scopus

4.3 Análise sobre Mercado de Carbono, Preço e Regulado

Durante a fase de análise, iremos nos concentrar nos dez autores que possuem o maior número de publicações entre os 168 artigos identificados, conforme demonstrado

no Gráfico 3. Essa abordagem nos permitirá uma análise detalhada das perspectivas e contribuições fundamentais presentes na literatura acadêmica.

Gráfico 3 – Documentos por autores Mercado Regulado



Fonte: Base de dados da Scopus

A Tabela 3 fornece uma visão geral das contribuições acadêmicas relacionadas ao Mercado de Carbono e temas relacionados. Para uma análise mais detalhada dos artigos, irei destacar elementos relevantes sob uma perspectiva acadêmica:

- (i) Wang, J; Gu, F; Liu, Y; Fan, Y; Guo, J; “Bidirectional interactions between trading behaviors and carbon prices in European Union emission trading scheme” (Journal of Cleaner Production, 2019). Este estudo, publicado em 2019, trata das interações bidirecionais entre comportamentos comerciais e preços de carbono no primeiro mercado de carbono. Com base em trinta e uma citações, é possível inferir uma recepção positiva da comunidade acadêmica em relação à relevância do tema.
- (ii) Michaelowa, A.; Hermwille, L.; Obergassel, W.; Butzengeiger, S. - "Additionality revisited: guarding the integrity of market mechanisms under the Paris Agreement" (Climate Policy, 2019). Este estudo, publicado em 2019, fornece recomendações sobre como operacionalizar a adicionalidade nos termos do Artigo 6 do Acordo de Paris. Com 38 citações, destaca-se como um

trabalho que trata sobre recomendações, refletindo um interesse considerável na comunidade acadêmica.

- (iii) Aguiar-Contraria, L., Soares, MJ, Souza, R. - "California's carbon market and energy prices: A wavelet analysis" (Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 2018). O presente artigo examinou a ligação entre os preços do carbono e os preços finais da energia nos domínios do tempo e da frequência no mercado de carbono da Califórnia, conhecido oficialmente como Programa de Comércio de Emissões da Califórnia. O número de 16 citações reflete um interesse razoável na comunidade acadêmica.
- (iv) Tian, Y.; Akimov, A.; Roça, E.; Wong, V. - " Does the carbon market help or hurt the stock price of electricity companies? Further evidence from the European context" (Journal of Cleaner Production, 2016). Com um considerável número de 73 referências, o artigo publicado em 2016 enfatiza o mercado de licenças de emissão de carbono da União Europeia (EU-ETS) e o impacto, magnitude e volatilidade dos retornos das ações das empresas de energia elétrica no referido mercado. O elevado número de referências sugere sua significativa influência na literatura científica.
- (v) Kerchner, CD; Keeton, W.S. - "California's regulatory forest carbon market: Viability for northeast landowners" (Forest Policy and Economics, 2015). Publicado em 2015, O artigo aborda o mercado regulado de carbono florestal na Califórnia, onde a ausência de um preço consistente do carbono e a alta despesa de transação têm impedido a participação dos proprietários florestais familiares no mercado. O número de 52 citações sugere uma resposta positiva da comunidade acadêmica em relação a participação dos proprietários florestais familiares no mercado.
- (vi) Feng, Z.-H., Zou, L.-L., Wei, Y.-M., - "Carbon price volatility: Evidence from EU ETS" (Applied Energy, 2011). A publicação desse artigo deu-se em 2011, O artigo analisa a volatilidade do preço do carbono na União Europeia com um modelo dinâmico não linear. Testes de correlação serial e razão de variância foram realizados para verificar se as informações históricas do preço do carbono estão refletidas no preço. Com 145 citações, demonstra uma resposta de extremamente satisfatória da comunidade acadêmica em relação à relevância do tema.

As pesquisas realizadas fornecem compreensão sobre as contribuições para o campo do mercado de carbono Regulado. O número de citações, por sua vez, é um indicador da influência e alcance desses estudos dentro da comunidade acadêmica.

Tabela 5 – Artigos sobre Mercado Regulado

Autores	Artigos	Periódico	Ano	Citações
Wang, J; Gu, F; Liu, Y; Fan, Y; Guo, J	Bidirectional interactions between trading behaviors and carbon prices in European Union emission trading scheme	Journal of Cleaner Production, 224, pp. 435–443	2019	31
Michaelowa, A.; Hermwille, L.; Obergassel, W.; Butzengeiger, S.	Additionality revisited: guarding the integrity of market mechanisms under the Paris Agreement	Climate Policy, 19(10), pp. 1211–1224	2019	38
Aguiar-Contraria, L., SoaresMJ, Souza, R.	California's carbon market and energy prices: A wavelet analysis	Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 376(2126), 20170256	2018	16
Tian, Y.; Akimov, A.; Roça, E.; Wong, V.	Does the carbon market help or hurt the stock price of electricity companies? Further evidence from the European context	Journal of Cleaner Production, 112, pp. 1619–1626	2016	73
Kerchner, CD; Keeton, W.S	California's regulatory forest carbon market: Viability for northeast landowners	Forest Policy and Economics, 50, pp. 70–81	2015	52
Feng, Z.-H., Zou, L.-L., Wei, Y.-M	Carbon price volatility: Evidence from EU ETS	Energia Aplicada , 88(3), pp.	2011	145

Fonte: Base de dados da Scopus

5 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O presente estudo realizou uma análise bibliométrica sobre a precificação no mercado de carbono, utilizando a base de dados do Scopus. A pesquisa foi conduzida iniciando-se no portal CAFE da CAPES, com a afiliação institucional da Universidade de Brasília. A metodologia adotada abrangeu termos amplos de busca, e a filtragem foi posteriormente restrita à língua inglesa, com especificações de áreas no Scopus, como Economia, Ciências Sociais e Negócios.

A análise bibliométrica, conduzida através do VOSviewer, destacou termos frequentes como "carbono," "custos," "comércio de emissão," "preço de carbono," e "sequestro de carbono." Expressões mais recentes, como "predição do preço de carbono," "mercado de comércio de emissão" e "aprendizado de máquinas," também emergiram, indicando as tendências contemporâneas nesse campo.

Os resultados evidenciaram um aumento substancial no número de artigos sobre preço e mercado de carbono ao longo dos anos, com uma notável trajetória ascendente, de 33 artigos em 2015 para 144 em 2023. Esse crescimento percentual destaca a crescente relevância da temática, possivelmente impulsionada pela conscientização global sobre mudanças climáticas e estratégias de mitigação.

A análise da co-ocorrência de países na pesquisa sobre crédito de carbono forneceu uma visão abrangente da colaboração internacional. Países como China, Estados Unidos, Reino Unido, França e Canadá destacaram-se significativamente, evidenciando a importância da diversidade de contribuições para o avanço do conhecimento nesse campo.

Ao analisar as instituições, observou-se que o "Center for Energy and Environment" lidera, seguido pela "School of Management and Economics" e "School of Public Policy and Management." Essas instituições contribuem de maneira expressiva para a produção de documentos na área de pesquisa sobre crédito de carbono.

No contexto das fontes de pesquisa, revistas como "Energy Economics," "Journal of Cleaner Production," e "Energy Policy" desempenharam papéis destacados, apresentando números expressivos de documentos e citações, indicando impacto e influência consideráveis.

A análise de acoplamento bibliográfico revelou 23 fontes interligadas, indicando uma convergência de temas e abordagens de pesquisa. Além disso, a co-citação de autores destacou líderes no campo, como Chevallier e Li Y, indicando a relevância de suas contribuições para a ciência da precificação de crédito de carbono.

Em resumo, este estudo bibliométrico forneceu uma compreensão aprofundada da produção acadêmica sobre a precificação de crédito de carbono, destacando não apenas as tendências históricas, mas também as colaborações internacionais, a diversidade institucional e a influência de autores específicos. Essas conclusões contribuem para a compreensão do estado atual e das perspectivas futuras dessa área de pesquisa crucial para enfrentar os desafios das mudanças climáticas globais.

6 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. C. P. **Como comercializar créditos de carbono**. São Paulo: Ed. Trevisan Editora Universitária, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/ricontabeis/article/download/7914/7991> Acesso em: 03 nov 2023

BALDWIN, R; CAVE, M; LODGE, M. **Understanding Regulation: theory, strategy, and practice**. Oxford: Oxford University Press, 2012. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5220644/mod_folder/content/0/Baldwin%2C%20Robert%20Cave%2C%20Martin%20%281999%29.%20Understanding%20Regulation%20Theory%2C%20Strategy%2C%20and%20Practice.%20Oxford%20University%20Press%2C%20pp.%201-62.pdf?forcedownload=1 Acesso em: 04 nov 2023.

BITO, N. S. Tratamento contábil dos projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo – MDL no Brasil: um estudo exploratório. Dissertação de mestrado, **Centro Universitário Álvares Penteado-UNIFECAP**, São Paulo, 2006.

CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. COMITÊ DE PRONUNCIAMENTOS CONTÁBEIS. **Orientação Técnica OCPC 10 Créditos de Descarbonização**. 2023. Disponível em: https://s3.sa-east-1.amazonaws.com/static.cpc.aatb.com.br/Audiencias/170_OCPC_Cr%C3%A9dito_Descarboniza%C3%A7%C3%A3o_FINAL_AP.pdf. Acesso em 03 dez. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Precificação de carbono: riscos e oportunidades para o Brasil**, 2020. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-549/NT%20EPE-DEA-GAB-014-2020-%20-%20Precifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20C_final_05012021.pdf. Acesso em: 15 nov. 2023.

FOLSTER, A.; FERREIRA, L.F. Aspectos contábeis do crédito de carbono em uma empresa produtora de energia limpa. **Revista de Contabilidade da UFBA**, Salvador-BA, v. 7, n. 1, p. 05-20, 2013.

FRONDIZI, I. M. R. L. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: guia de orientação** 2009. Imperial Novo Milênio: FIDES, Rio de Janeiro, RJ, 2009. Disponível em:

<https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9474/1/O%20Mecanismo.pdf> Acesso em: 03 nov. 2023.

GAMA, A. H. H. Mercado de Créditos de Carbono: Instrumento Financeiro Contábil em Prol do Desenvolvimento Limpo e Sustentável. **Revista do Instituto de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis (ICEAC). SINERGIA**, v. 19, n. 2, p. 25-36, 2015.

MACIEL, C.V. COELHO, A.R.G. SANTOS, A.M. LAGIOIA, U.C.T. LIBONATI, J.J. MACÊDO, J.M. A. Crédito de carbono: comercialização e contabilização a partir de projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo. **RIC- Revista de Informação Contábil**, v.3, n.1, p.89-112, 2009.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES. **Acordo de Paris**, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/acordo-de-paris>. Acesso em: 04 nov. 2023.

NICOLLET, M. X.; LEFÈVRE, G. B. Precificação de carbono no Brasil: perspectivas e aprendizados a partir de uma simulação de mercado cap-and-trade, **Cadernos Adenauer XVII**, nº2, p. 145-169, 2016.

PAGUNSSAT, M. L. A contabilidade como uma ferramenta de mensuração de projetos de créditos de carbono. **Revista Movendo Ideias**, v.10, n.21, p. 109-125, jun. 2008.

SANTOS. V; BEUREN, I.M; HAUSSMANN, D.C.C.S. Tratamento contábil nas operações com créditos de carbono em empresas brasileiras. **Revista de Informação Contábil – RIC**, v.5, n.1, p. 36-37, 2011.

SIMONI, W. F, “Mercado de Carbono. In: FUJIHARA, M. C. & LOPES, F. G. **Sustentabilidade e Mudanças Climáticas: guia para o amanhã**. São Paulo: Terra das Artes Editora: Editora Senac, 2009.

STERN, N. **The Economics of climate change**. The Stern Review. Cambridge. 2006. Disponível em: http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview_report_complete.pdf Acesso em 04 nov. 2023.

THOMPSON, D.W.; HANSEN, E.N. Institutional pressures and an evolving forest carbon market. **Business Strategy and the Environment**, v. 21, n. 6, p. 351–369, 2012.