

## CAMINHOS DA PESQUISA SOBRE MERCADO DE CARBONO E AGRONEGÓCIO: Evidências Bibliométricas

**ISABELLY VIEIRA BUDRYS**

UFSCAR - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

**NICOLE MARRIE SVAB SANTOS**

UFSCAR - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

**GIOVANNA ALMEIDA SILVA**

UFSCAR - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

**MARIANA DE MATTOS SPADOTO**

UFSCAR - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

**EDENIS CESAR DE OLIVEIRA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

### Introdução

A crescente preocupação com as mudanças climáticas tem mobilizado governos, organizações e pesquisadores na busca por alternativas de mitigação e práticas produtivas menos agressivas ao meio ambiente. Nesse contexto, o agronegócio assume papel central, pois é fonte relevante de emissões e setor com alto potencial de mitigação via tecnologias de baixo carbono e práticas de sequestro de carbono, como o carbon farming. Este estudo analisa a evolução da produção científica sobre mercado de crédito de carbono e agronegócio (2013-2023), identificando padrões, redes e áreas temáticas em Scopus e WoS.

### Problema de Pesquisa e Objetivo

O estudo busca examinar, de forma abrangente, a evolução da produção científica sobre a interface entre o mercado de crédito de carbono e o agronegócio, no período de 2013 a 2023, mapeando tendências, identificando padrões de publicação, redes de colaboração e áreas temáticas em artigos indexados nas bases Scopus e Web of Science, a fim de oferecer subsídios para o fortalecimento do conhecimento teórico e para orientar estratégias e políticas voltadas ao setor.

### Fundamentação Teórica

O mercado de carbono, estruturado por acordos como Kyoto (1997) e Paris (2015), tornou-se mecanismo econômico central no combate às mudanças climáticas, atribuindo valor às emissões e incentivando projetos sustentáveis. O agronegócio ocupa papel dual, sendo emissor de GEE e potencial mitigador por meio de práticas de baixo carbono, como plantio direto, sistemas agroflorestais e biocarvão. Apesar dos avanços, persistem desafios de governança, uniformidade normativa e engajamento de produtores, sobretudo em países tropicais.

### Metodologia

Esta pesquisa, de natureza quantitativa, exploratória e descritiva, adota o método bibliométrico para mapear a produção científica sobre a interface entre mercado de crédito de carbono e agronegócio. Os dados foram coletados na base Scopus (2010-2024), com estratégia de busca estruturada em descritores e operadores booleanos. Foram incluídos apenas artigos revisados por pares e de acesso aberto. A análise considerou volume anual, periódicos, autores, instituições, países e fomento, seguindo referenciais de Van Eck e Waltman (2010) e Haddaway et al. (2016).

### Análise e Discussão dos Resultados

Entre 2010 e 2016 a produção científica foi incipiente, mas cresce a partir de 2017 e acelera em 2023-2024, concentrando 54% dos artigos. A autoria é dispersa, indicando rede em consolidação. Predominam áreas ambientais e agrárias, seguidas por sociais e energéticas, enquanto campos aplicados seguem pouco explorados. Universidades públicas lideram, mas cresce a presença de instituições privadas e do terceiro setor. EUA, Reino Unido e Alemanha lideram; Brasil e Índia emergem. O inglês domina (97,5%), reforçando internacionalização e barreiras locais.

### Considerações Finais

O estudo indica que a pesquisa sobre mercado de carbono e agronegócio concentra-se em países de alta renda, com predominância do inglês e financiamento de grandes blocos econômicos, direcionando a agenda científica a modelos específicos, distintos dos contextos tropicais. A ênfase em Ciências Ambientais e Agrárias revela foco relevante, porém restrito. Limitações incluem base de dados, período e idioma das publicações, sugerindo cautela na generalização, mas evidenciam tendências e lacunas para futuras pesquisas.

### Referências

BERTOGLIO, R.; CORBO, C.; RENGHA, F. M.; MATTEUCCI, M. The digital agricultural revolution: A bibliometric analysis literature review. *IEEE Access*, v. 9, p. 134762, 2021. DIAS, F. O.; BONFIM, H. S.; MATOS, G. B. C.; BOMBARDELLI, J. Análise Bibliométrica da Produção Científica sobre Créditos de Carbono (2012-2021). *Revista de Gestão - RGSA*, v. 1, pág. e03101, 2023. DOI: 10.24857/rgsa.v17n1-026. DONTU, N.; KUMAR, S.; MUKHERJEE, D.; PANDEY, N.; LIM, W. M. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, v. 133, p. 285-296, 2021.

### Palavras Chave

Mercado de Carbono, Agronegócio, Agricultura

# CAMINHOS DA PESQUISA SOBRE MERCADO DE CARBONO E AGRONEGÓCIO: Evidências Bibliométricas

## 1 INTRODUÇÃO

A inquietação em relação às alterações climáticas tem se intensificado e mobilizado governos, organizações e pesquisadores a procurarem alternativas para atenuar seus efeitos, além de incentivar práticas produtivas que agridam menos o meio ambiente. Nesse cenário, diversas abordagens têm sido consideradas e implementadas num esforço de compensar e reduzir as emissões de gases de efeito estufa, que têm atraído cada vez mais atenção tanto no meio acadêmico quanto nos setores produtivos.

Nesse contexto, o setor do agronegócio assume uma posição central, pois é concomitantemente fonte considerável de emissões e setor com grande potencial de mitigação, seja pela implementação de tecnologias de baixo carbono, seja pela adoção de práticas que promovem a captura de carbono. Nesse cenário, a ideia de “carbon farming” tem obtido destaque, englobando técnicas como manejo rotacionado de pastagens, integração de sistemas agroflorestais e a utilização de cobertura vegetal, que são capazes de reduzir as emissões e regenerar os solos (KHAQAN et al., 2025).

Isto posto, o estudo busca examinar a evolução da produção científica sobre a interface entre o mercado de crédito de carbono e o agronegócio, identificando padrões de publicação, redes de colaboração e áreas temáticas em artigos indexados nas bases Scopus e Web of Science entre 2013 e 2023, fornecendo subsídios para o aprimoramento teórico e para a formulação de políticas e estratégias no setor.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O mercado de carbono, consolidado por marcos como o Protocolo de Kyoto (1997) e o Acordo de Paris (2015), representa um dos principais instrumentos econômicos no combate às mudanças climáticas, atribuindo valor às emissões de gases de efeito estufa (GEE) e incentivando a negociação de créditos oriundos de projetos sustentáveis. Nesse contexto, o agronegócio apresenta papel dual: é relevante emissor de GEE e, simultaneamente, agente potencial de mitigação, sobretudo por meio de práticas agrícolas capazes de promover o sequestro de carbono no solo e na biomassa. A expansão de estratégias como plantio direto, sistemas agroflorestais e uso de biocarvão reforça o potencial ambiental do setor, mas também evidencia desafios de governança e uniformidade normativa, especialmente em países tropicais como Brasil e Colômbia.

No Brasil, enquanto o mercado regulado ainda se estrutura, com destaque para o Projeto de Lei nº 412/2022, o mercado voluntário já impulsiona iniciativas, muitas delas ligadas ao setor agropecuário. Experiências anteriores com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) evidenciam tanto o potencial de geração de créditos quanto a necessidade de fortalecer a governança e os impactos sociais dos projetos. A viabilidade econômica da adoção de práticas de baixo carbono é fortemente influenciada pela precificação do carbono, que pode tornar tais práticas financeiramente atrativas, desde que haja segurança jurídica, certificações confiáveis e políticas públicas consistentes.

A produção científica sobre a interface entre mercado de carbono e agronegócio é concentrada principalmente em países como China, Estados Unidos, Índia e Brasil, com foco na modelagem de políticas e nos impactos ambientais das emissões. Contudo, há baixa articulação internacional entre instituições e pesquisadores, o que limita a aplicação prática dos conhecimentos produzidos e a consolidação de mercados de carbono efetivos. A literatura

também aponta conexões emergentes entre finanças sustentáveis e mecanismos de comércio de emissões, destacando o papel crescente de instrumentos como *green bonds*, fundos ESG e créditos de carbono no financiamento de práticas agrícolas climáticas.

Apesar dos avanços, persistem barreiras relevantes para o engajamento do agronegócio, como lacunas de conhecimento técnico, fragmentação de políticas públicas e dificuldades de acesso a financiamento, especialmente para pequenos e médios produtores. Tais entraves comprometem a adoção de práticas sustentáveis e reduzem o potencial do setor de contribuir de forma efetiva para a mitigação climática via mercado de créditos de carbono. Este estudo busca mapear a produção científica sobre essa temática a partir de publicações indexadas na Scopus entre 2010 e 2024, analisando tendências, redes de colaboração e a estrutura do campo de pesquisa.

### 3 METODOLOGIA

Esta pesquisa se configura como um estudo bibliométrico, com natureza quantitativa, exploratória e descritiva, com o propósito de delinear o panorama da produção científica internacional sobre a relação entre o mercado de crédito de carbono e o agronegócio. Essa abordagem possibilita identificar os padrões de produção científica que moldam o campo, incluindo os atores, instituições e canais que colaboram para a sua consolidação (ZUPIC; CATER, 2015; DONTU et al., 2021).

A coleta dos dados foi realizada na base de dados Scopus, reconhecida pela sua cobertura multidisciplinar, rigor editorial e funcionalidades adequadas à extração de indicadores bibliométricos. O período analisado compreendeu os anos de 2010 a 2024, com o objetivo de abranger a produção científica mais recente e relevante em termos de volume e importância temática.

A estratégia de busca foi construída com base na análise exploratória da literatura e no refinamento gradual dos termos, utilizando os seguintes descritores e combinações de operadores booleanos: “carbon credit” OR “carbon market” OR “carbon pricing” AND “agribusiness” OR “agriculture”. As buscas foram aplicadas aos campos de título, resumo e palavras-chave (TITLE-ABS-KEY), abrangendo documentos publicados em todas as linguagens disponíveis.

Foram incluídos apenas artigos científicos (“limited to article”) publicados (“limited to final”) em revistas científicas (“limited to journal”) com revisão por pares, com foco direto no tema em estudo e com acesso ao texto completo (“limited to all open access”). Documentos como editorial, carta ao editor, nota técnica, errata, atas de eventos e capítulos de livros foram excluídos.

A análise dos dados se restringiu à produtividade científica, com o levantamento de indicadores como: (i) volume anual de publicações; (ii) principais periódicos e áreas temáticas; (iii) autores mais produtivos; (iv) instituições e países com maior número de contribuições; (v) agências de fomento identificadas nos registros; (vi) número médio de autores por artigo entre outras características relevantes.

Esses dados foram organizados por meio de planilhas eletrônicas, com o apoio de recursos analíticos das próprias bases e, quando necessário, com o auxílio de softwares de organização bibliográfica, além de planilhas no Excel. A base metodológica segue os parâmetros estabelecidos por Van Eck e Waltman (2010) e Haddaway et al. (2016), que defendem o uso de métodos estruturados de mapeamento para embasar avaliações científicas robustas em áreas emergentes da pesquisa aplicada.

A abordagem adotada está alinhada com as recomendações mais recentes para estudos de revisão, com foco em evidências e na união de conhecimento científico nas áreas ambiental e empresarial (HADDAWAY et al., 2016), particularmente adequada na identificação de áreas

carentes de pesquisa, além de dar suporte a planos futuros de investigação nos setores de sustentabilidade e agronegócio.

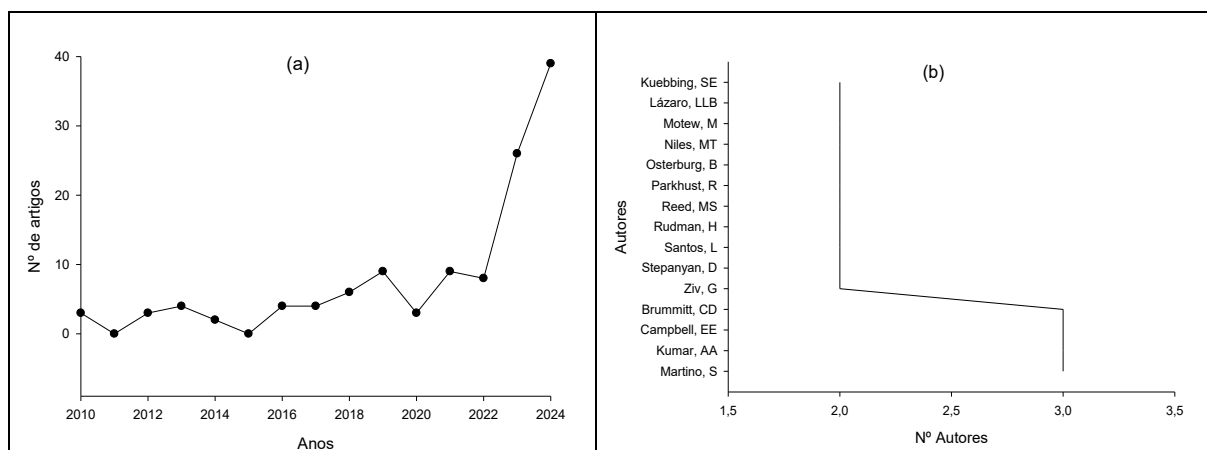
#### 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A evolução do número de artigos publicados entre 2010 e 2024 apresenta um padrão inicialmente irregular, marcado por oscilações que variaram entre 0 e 4 publicações anuais até 2016, evidenciando um estágio incipiente da produção acadêmica no período. A partir de 2017 observa-se elevação para um patamar superior, culminando em 9 artigos em 2019; há retração em 2020 (3 artigos), possivelmente associada a fatores conjunturais, sem, contudo, interromper a tendência de fortalecimento observada nos anos subsequentes.

No quadriênio recente há retomada e aceleração: em 2021 registram-se 9 artigos, há leve recuo em 2022 (8 artigos) e, em seguida, um salto expressivo em 2023 (26) e novo pico em 2024 (38). Apenas 2023–2024 concentram 65 publicações, correspondendo a aproximadamente 54,1% do total do período (65/120), o que sugere uma fase de maturação do campo, com maior capilaridade de redes de pesquisa e inserção editorial.

A análise da distribuição de publicações por autor revela que a produção científica está relativamente dispersa entre diferentes pesquisadores, com destaque para Martino, S., Kumar, A.A., Campbell, E.E. e Brummitt, C.D., cada um com três artigos publicados, configurando-se como os autores mais prolíficos dentro da amostra. Em seguida, observa-se um grupo maior de autores que publicaram dois artigos cada, o que demonstra uma participação significativa, ainda que menos concentrada. Esse padrão sugere que, embora alguns nomes se sobressaiam, o campo não apresenta hegemonia de poucos pesquisadores, mas sim uma rede de contribuições diversificada. Essa característica contribui para a pluralidade de perspectivas teóricas e metodológicas, fortalecendo o debate acadêmico e indicando que a área ainda se encontra em processo de consolidação, com diferentes grupos compartilhando protagonismo. A Figura 1 ilustra essas informações.

Figura 1 – nº de artigos publicados por ano (a); autores e nº de publicações (b).



Fonte: elaboração própria.

A análise da distribuição temática das publicações evidencia a predominância da Ciência Ambiental (68) e das Ciências Agrárias e Biológicas (39), confirmando a centralidade da sustentabilidade e da produção agroalimentar na agenda científica atual. Áreas como Ciências Sociais e Energia (18 artigos cada) indicam um avanço na integração de dimensões socioeconômicas e tecnológicas às discussões ambientais e agrícolas, reforçando o caráter interdisciplinar necessário para enfrentar os desafios contemporâneos.

Em contrapartida, disciplinas aplicadas, como Engenharia (10), Economia e Finanças (9) e Ciências da Computação (6), bem como áreas de base, como Matemática, Química e Engenharia Química (4 artigos cada), apresentam menor representatividade, revelando espaço para ampliação metodológica e tecnológica. Áreas periféricas, como Ciência dos Materiais, Ciência da Decisão e Negócios e Gestão (2 artigos cada), configuram lacunas estratégicas, cujo fortalecimento pode contribuir de forma decisiva para a inovação e a implementação de práticas sustentáveis nas cadeias agroindustriais.

A análise das afiliações mostra que a Universidade de São Paulo (USP), lidera com 4 artigos publicados, seguida por um conjunto de instituições com 3 publicações cada, entre as quais destacam-se a Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade de Newcastle (Reino Unido), Universidade da Califórnia (EUA), Universidade de Maryland (EUA), Universidade de Edimburgo (Reino Unido) e Universidade Estadual de Michigan (EUA). Nesse mesmo grupo, figuram também a Organização de Pesquisa Científica e Industrial da Commonwealth (Austrália), vinculada ao setor público, e a Indigo Ag, Inc. (EUA), instituição privada. Já com 2 publicações cada, encontram-se organizações do terceiro setor, como o Fundo de Defesa Ambiental (EUA), instituições privadas como a Euro CARE Bonn GmbH (Alemanha) e universidades públicas de prestígio internacional, a exemplo da Universidade de Helsinque (Finlândia), Universidade e Pesquisa de Wageningen (Países Baixos) e Universidade de Yale (EUA). Esse panorama revela a predominância de instituições públicas, tanto nacionais quanto estrangeiras, na produção científica analisada, embora haja também significativa participação de atores privados e do terceiro setor.

Essa fragmentação, embora reflexo da natureza interdisciplinar da área, que abrange ciências ambientais, agrárias, sociais e econômicas, aponta a necessidade do envolvimento de diferentes centros de pesquisa com realidades climáticas e agrícolas específicas, e mostram uma lacuna: a ausência de redes de colaboração mais robustas, especialmente em nível internacional. A falta de polos centralizadores de pesquisa pode ser uma limitação para a consolidação do conhecimento e para a formação de consensos sobre práticas e políticas. Contudo, ainda é importante considerar as contribuições valiosas que tais instituições implicam na pauta, isto pode ser um indicativo de que as redes de colaboração ainda estão em desenvolvimento, e a participação de entidades privadas e do terceiro setor sugere que a pesquisa está se aproximando de soluções práticas para o mercado de carbono no agronegócio.

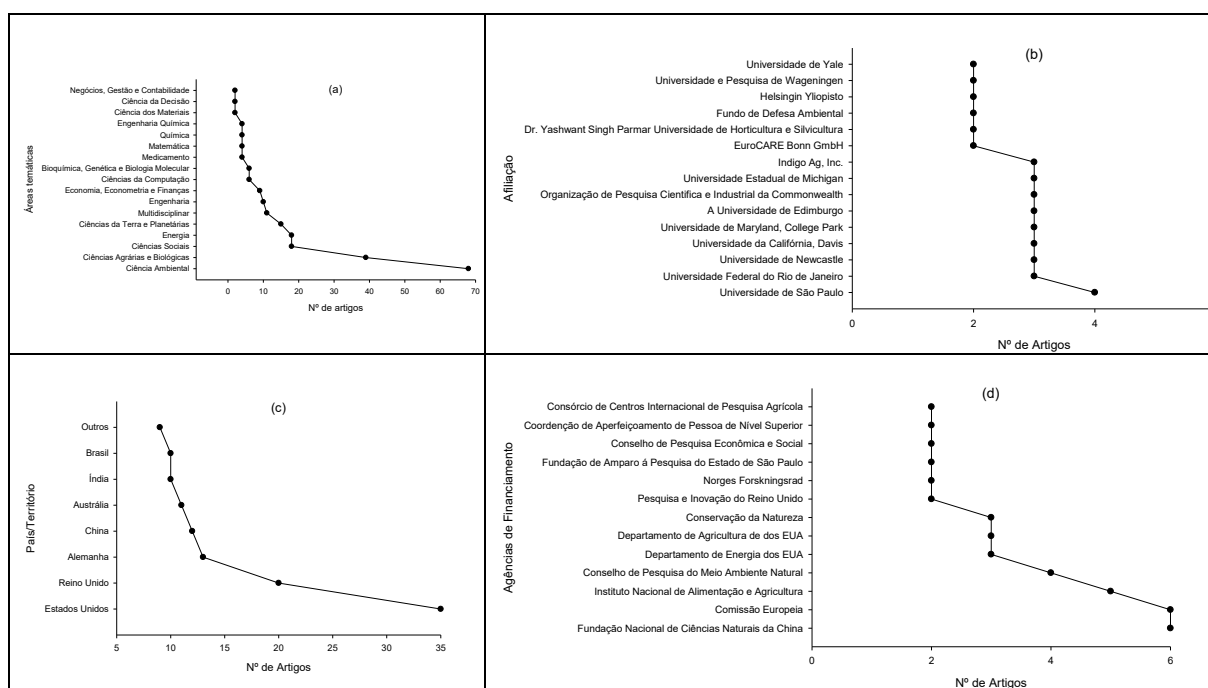
A distribuição da produção científica por país evidencia a predominância dos Estados Unidos, responsável por 35 artigos, seguidos pelo Reino Unido, com 20 publicações. Em terceiro lugar está a Alemanha (13 artigos), acompanhada de perto pela China (12) e pela Austrália (11). Já a Índia e o Brasil compartilham a mesma posição, com 10 publicações cada, demonstrando inserção relevante no cenário internacional. Além disso, o grupo classificado como “Outros” reúne 9 artigos provenientes de países com participação menos expressiva. Esse panorama reforça o protagonismo de nações tradicionalmente consolidadas na produção científica global, ao mesmo tempo em que destaca a presença de países emergentes, como Brasil, Índia e China, que vêm ampliando seu espaço nesse campo.

A análise dos órgãos financiadores corrobora essa tendência. A Fundação Nacional de Ciências Naturais da China e a Comissão Europeia destacam-se como os principais financiadores, com 6 artigos cada, seguidos pelo Instituto Nacional de Alimentação e Agricultura dos EUA e pelo Conselho de Pesquisa do Meio Ambiente Natural do Reino Unido, que reforçam o protagonismo de grandes blocos econômicos no direcionamento da pesquisa. Também se observa a presença do Departamento de Agricultura dos EUA e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), cuja atuação é decisiva para o desenvolvimento de soluções voltadas à agricultura e sustentabilidade.

Todavia, a contribuição brasileira aparece de forma mais discreta, com apenas 2 artigos vinculados à Fapesp, número inferior quando comparado a outros financiadores internacionais.

Essa concentração de recursos em países de alta renda sugere que as prioridades de pesquisa tendem a refletir realidades desses contextos, com foco em tecnologias e modelos adaptados a suas demandas, o que pode limitar a atenção a desafios específicos de países tropicais, nos quais o agronegócio assume características próprias e igualmente relevantes. A Figura 2 apresenta graficamente as relações entre as áreas temáticas e nº de artigos publicados (a); filiação e nº de artigos (b); países/territórios e nº de artigos (c); órgãos financiadores e nº de artigos publicados (d).

Figura 2 – Áreas temáticas (a), afiliação (b), países/territórios (c), órgãos financiadores (d) e números de artigos publicados em cada um dos indicadores.



Fonte: elaboração própria.

A predominância do inglês como língua da ciência é evidenciada pelo número expressivo de artigos identificados (117), em contraste com as produções em francês (2) e português (1). Esse dado reforça a centralidade do inglês como idioma hegemônico na comunicação científica global, o que garante maior alcance, visibilidade e circulação internacional dos trabalhos publicados. No entanto, essa supremacia também impõe barreiras significativas, sobretudo em áreas como o agronegócio, em que os contextos regionais e as especificidades locais são fundamentais para a formulação de soluções adequadas. Assim, a análise dos dados aponta para uma tensão entre internacionalização e acessibilidade: por um lado, publicar em inglês é condição quase indispensável para inserção no debate científico global; por outro, a baixa presença de publicações em línguas locais pode restringir a apropriação do conhecimento por comunidades acadêmicas e profissionais que operam em realidades distintas daquelas que predominam no cenário internacional. Essa problemática evidencia não apenas a hegemonia linguística, mas também um desafio epistemológico: a produção de conhecimento científico corre o risco de homogeneizar abordagens, reduzindo a pluralidade de perspectivas culturais e contextuais que poderiam enriquecer o debate sobre sustentabilidade e agronegócio.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As evidências levantadas neste estudo bibliométrico permitem constatar que a pesquisa sobre mercado de carbono e agronegócio ainda se encontra fortemente concentrada em países de alta renda, com prevalência de publicações em língua inglesa e financiamento proveniente de grandes blocos econômicos. Essa centralização tende a direcionar a agenda científica para modelos e tecnologias alinhados a realidades específicas, muitas vezes distintas dos contextos tropicais, onde o agronegócio apresenta dinâmicas próprias. Além disso, a predominância de determinadas áreas temáticas, como Ciências Ambientais e Ciências Agrárias e Biológicas, revela um foco importante, porém restrito, que pode limitar a compreensão mais abrangente dos desafios socioeconômicos, políticos e culturais relacionados à sustentabilidade no setor.

Cabe ressaltar, contudo, que a presente investigação apresenta limitações inerentes ao recorte adotado, tais como a base de dados utilizada, o período de análise e a concentração das publicações em determinados idiomas. Essas restrições podem gerar vieses e, portanto, sugerem cautela na generalização dos resultados. Ainda assim, os achados contribuem para evidenciar tendências e lacunas relevantes, oferecendo subsídios para o avanço de pesquisas mais contextualizadas e diversificadas.

## REFERÊNCIAS

- BERTOGLIO, R.; CORBO, C.; RENGHA, F. M.; MATTEUCCI, M. The digital agricultural revolution: A bibliometric analysis literature review. **IEEE Access**, v. 9, p. 134762, 2021.
- DIAS, F. O.; BONFIM, H. S.; MATOS, G. B. C.; BOMBARDELLI, J. Análise Bibliométrica da Produção Científica sobre Créditos de Carbono (2012-2021). **Revista de Gestão - RGSA**, v. 1, pág. e03101, 2023. DOI: 10.24857/rgsa.v17n1-026.
- DONTHU, N.; KUMAR, S.; MUKHERJEE, D.; PANDEY, N.; LIM, W. M. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 133, p. 285–296, 2021.
- HADDAWAY, N. R.; BERNES, C.; JONSSON, B.-G.; HEDLUND, K. The benefits of systematic mapping to evidence-based environmental management. **Ambio**, 45, n. 5, 613–620, 2016.
- HU, J.; DONG, J.; XU, D.; YANG, Q.; LIANG, J.; LI, N.; WANG, H. Trends in global agricultural carbon emission research: A bibliometric analysis. **Agronomy**, v. 14, n. 11, 2617, 2024.
- KHAQAN, K.; FEST, B.; HARRISON, T.; SANDHU, H. Carbon farming and agriculture: a bibliometric analysis. **Discover Agriculture**, v. 3, n. 22, 2025.
- MASHARI, D. P. S.; ZAGLOEL, T. Y. M.; SOESILO, T. E. B.; MAFTUCHAH, I. A bibliometric and literature review: Alignment of green finance and carbon trading. **Sustainability**, v. 15, n. 10, 7877, 2023.
- PALUMBO, L. G.; FERRAZ-ALMEIDA, R. Preço de equilíbrio dos créditos de CO<sub>2</sub> levando agricultores a plantar florestas em vez de grãos. **Ciência Florestal**, v. 33, e73352, 2023.
- VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523–538, 2010.
- VENTURA, E. C. F.; CUOCO, L. G. A.; TOSINI, M. F. C. Carbono social: desenvolvimento sustentável via mecanismo de desenvolvimento limpo? **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 1, n. 2, p. 41–55, 2007.
- WU, L.; MIAO, H.; LIU, T. Development in agricultural ecosystem's carbon emissions research: A visual analysis using CiteSpace. **Agronomy**, v. 14, n. 6, 1288, 2024.
- ZUPIC, I.; ČATER, T. Bibliometric methods in management and organization. **Organizational Research Methods**, v. 18, n. 3, p. 429–472, 2015.