

Os manguezais e o Redd+: escopo da produção científica (2014 - 2024)

Mangroves and Redd+: scope of Scientific production (2014-2024)

Ana Paula de Araújo Alves 

Doutoranda, Programa de Pós-Graduação de Engenharia e Gestão de Recursos Naturais (PPGEGRN)

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Brasil.

paulinha02_araujo@hotmail.com

Sergio Luiz de Medeiros Rivero 

Professor Titular, Unidade Acadêmica de Economia

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Brasil

sergio.medeiros@professor.ufcg.edu.br

Janaína Barbosa da Silva 

Phd em Geografia, Professora da Unidade Acadêmica de Geografia

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Brasil

janainasimov@yahoo.com.br

Resumo

Os manguezais têm elevada relevância ecológica por sua capacidade de armazenamento e sequestro de carbono, são estratégicos para iniciativas de mitigação das mudanças climáticas, como o mecanismo de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal. Este artigo é revisão de escopo, objetivou analisar sistematicamente a produção científica sobre a inclusão dos manguezais no sistema Redução de Emissões. Foram examinados 51 artigos selecionados nas bases de dados Web of Science, Scopus e Google Scholar, conforme o protocolo PRISMA-ScR. Os resultados indicam que, embora os manguezais sejam amplamente reconhecidos por sua importância ambiental, ainda há lacunas significativas na literatura quanto a métodos específicos para a efetiva integração aos programas REDD+. Os estudos analisados destacam o potencial de conservação e o valor socioambiental desses ecossistemas, mas carecem de detalhamento metodológico para sua implementação prática. Evidenciou-se a necessidade de investir em pesquisas que valorizem as florestas de mangue como sumidouros de carbono e promovam sua inserção em políticas públicas, como os mecanismos de pagamento por serviços ambientais. Tal integração está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, especialmente 1, 13, 14, 15, 16 e 17,



<https://doi.org/10.28998/contegeo.11i.25.20879>

Artigo publicado sob a [Licença Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Submetido em: 01/05/2026

Aceito em: 07/07/2026

Publicado: 27/07/2026

e-Location: 20879

sendo essencial para garantir a justiça climática e a sustentabilidade, sobretudo para as comunidades que dependem diretamente desses ecossistemas.

Palavras-chave: Biomassa; carbono; ecossistema costeiro; mudanças climáticas; serviços ambientais.

Abstract

Mangroves have high ecological relevance due to their capacity for carbon storage and sequestration, and are strategic for climate change mitigation initiatives, such as the Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation mechanism. This scoping review aimed to systematically analyze the scientific literature on the inclusion of mangroves in the Redd+ system. Fifty-one articles were examined, selected from the Web of Science, Scopus, and Google Scholar databases, according to the PRISMA-ScR protocol. The results indicate that, although mangroves are widely recognized for their environmental importance, there are still significant gaps in the literature regarding specific methods for their effective integration into Redd+ programs. The analyzed studies highlight the conservation potential and socio-environmental value of these ecosystems, but lack methodological detail for their practical implementation. The need to invest in research that values mangrove forests as carbon sinks and promotes their inclusion in public policies, such as payment for environmental services mechanisms, was evident. This integration is aligned with the Sustainable Development Goals of the 2030 Agenda, especially goals 1, 13, 14, 15, 16, and 17, and is essential to ensure climate justice and sustainability, particularly for communities that depend directly on these ecosystems.

Keywords: Biomass; carbon coastal ecosystem; climate change; environmental services.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a comunidade científica tem se voltado para o papel dos manguezais na regulação do clima global. Isso ocorre devido à sua alta produtividade e às condições anóxicas no solo, que favorecem a retenção de matéria orgânica. Assim, os manguezais captam e armazenam carbono com grande eficiência e podem acumular até cinco vezes mais carbono do que outros tipos de vegetação (Friess et al., 2020; Kauffman et al., 2020; Adotey et al., 2022; Braga et al., 2024; Ju et al., 2025).

Em sistemas de mercado de carbono, conservar e recuperar manguezais gera créditos de carbono, que podem ser vendidos para compensar emissões em outras regiões ou usados para cumprir metas locais de redução de emissões (Adame et al. 2024).

Os manguezais têm recebido destaque em mecanismos de compensação ambiental, como a Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+), iniciativa internacional voltada à valorização da conservação florestal e do manejo

sustentável, reconhecendo a relevância dos ecossistemas costeiros para a mitigação das mudanças climáticas (Aziz et al. 2015; Arnold et al. 2023; Bernardino et al. 2024).

Além da função do armazenamento de carbono, os manguezais desempenham fundamental relevância na manutenção dos serviços ecossistêmicos da zona costeira contribuindo para a proteção da linha de costa contra eventos extremos (tempestades, elevação do nível do mar (Foster, 2025; Lee et al. 2025; Otieno et al. 2026). Do ponto de vista ecológico, esses ecossistemas apresentam uma diversidade de funções biológicas essenciais para a manutenção da vida ambiental servindo de abrigo, reprodução, berçário e alimentação para diversas espécies marinhas e terrestres (Anggraeni; Setiawan, 2025; Kan et al. 2026). Ainda, os manguezais ofertam serviços de provisão cruciais para as populações tradicionais e comunidades ribeirinhas como a pesca, que contribuem para segurança alimentar e geração de renda (Stiepani et al. 2026; Muderhwa et al. 2026).

No contexto do REDD+, os manguezais têm papel estratégico. O alto teor de carbono em seus solos e biomassa pode gerar créditos de carbono e oportunidades de financiamento para a conservação (Constança et al. 2022; Khan et al. 2024). Portanto, ações baseadas no crédito de carbono podem contribuir para a sustentabilidade local ao relacionar conservação ambiental, mitigação das mudanças climáticas e melhoria nas condições socioeconômicas da população costeira (Lee et al. 2025; Nyangoko; Mang'ena, 2026).

Apesar do reconhecimento crescente, desafios de governança, de monitoramento e de inclusão de comunidades locais ainda precisam ser superados para integrá-los plenamente às políticas de mitigação climática. Assim, entender a inserção dos manguezais nas políticas de mitigação climática torna-se fundamental. Nesse sentido, esta pesquisa propõe uma análise sistemática da produção científica publicada entre 2014 e 2024 sobre a inclusão dos manguezais no REDD+.

METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma abordagem qualitativa, do tipo revisão bibliográfica sistemática, fundamentada nas diretrizes utilizadas para a elaboração de protocolos dos *Preferred Reporting Items for Systematic Literature Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) para revisão de escopo (PRISMA-ScR), versão 2020.

Para a realização da pesquisa, foram utilizadas as bases de dados *Web of Science* (WoS), *Scopus* e *SciELO*, acessadas pelo Portal de Periódicos da CAPES, com credenciais da Rede CAFe. Optou-se pela utilização dos dados da WoS e da Scopus, por abrangerem um conjunto indexado que apresenta relevância científica em todos os idiomas (Pranckutė, 2021; Poffo, 2023), e da SciELO, por incorporar mais publicações em português.

Utilizou-se o Google Scholar para ampliar a busca por estudos publicados. As buscas foram realizadas entre 2014 e 2024, considerando como critério de inclusão apenas artigos já publicados. Não houve restrições quanto ao idioma ou à categoria dos documentos. Para a obtenção dos resultados, empregaram-se os termos *mangrove* e REDD+ como palavras-chave, aplicados nos campos de título, resumo e palavras-chave.

Após a busca de documentos nas plataformas selecionadas e submetidos a triagens para atender ao objetivo desta pesquisa. Inicialmente, foram verificados os documentos, sendo excluídos aqueles classificados como literatura cinza¹, capítulos de livros, teses, dissertações e trabalhos publicados em anais. Na sequência, realizou-se a análise para identificar quais documentos abordavam os termos *mangrove* e REDD+ nos títulos, resumos e palavras-chave. Posteriormente, foram eliminados os artigos duplicados. Por último, após a leitura completa dos artigos, a proposta era incluir apenas aqueles que efetivamente abordavam os mecanismos de inclusão dos manguezais no programa REDD+.

Com isso, foram apresentados e sistematizados os resultados nas principais características dos documentos: (i) evolução das publicações; (ii) autores que mais publicaram; (iii) periódicos e instituições com publicações frequentes; (iv) artigos mais citados; (v) idioma; (vi) região/país com mais publicações; (vii) os métodos utilizados pelos autores; e (viii) as palavras-chave mais usadas nos artigos revisados. Para a sistematização e a representação gráfica dos resultados, utilizaram-se o Excel, o Qgis e o Wordart.

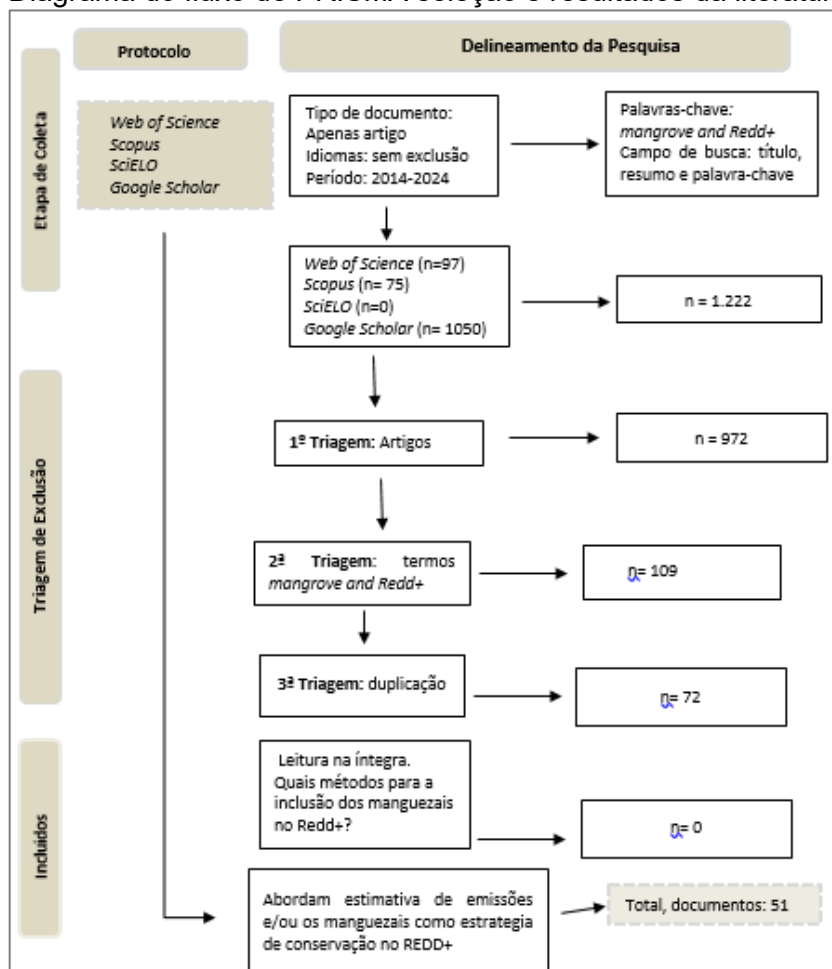
RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise descritiva da sistematização

Inicialmente, foram identificados 1.222 artigos publicados em quatro plataformas selecionadas, a saber: *Web of Science* = 97, *Scopus* = 75, *Google Scholar*

= 1.050 e SCIELO = 0. Destes, 972 foram excluídos por não atenderem ao critério de artigo; dos 250 documentos restantes, após a verificação dos títulos, resumos e palavras-chave, 109 não apresentavam os termos consorciados *Mangrove e REDD+*. Dos 141 artigos restantes, 72 foram encontrados em diferentes plataformas, dos quais apenas 69 foram submetidos a uma análise completa de seus textos (Figura 1).

Figura 1 - Diagrama do fluxo de PRISMA seleção e resultados da literatura do estudo



Fonte: Adaptado do PRISMA 2020 Flow Diagram²

Verificou-se que 18 artigos dos 69 não tratavam especificamente da pergunta proposta para essa pesquisa, pois não abordavam métodos para inclusão dos manguezais no programa do REDD+, ou não estavam associados ao REDD+ em outras áreas. Como resultado desse processo, 51 artigos foram considerados aptos para a revisão sistemática do escopo.

Quanto aos protocolos de pesquisa, observou-se que os documentos indexados na *Scopus* e no *Web of Science* são distintos do *Google Scholar*; esse

último contempla todo tipo de documento e tem fácil acesso, porém inclui até aqueles que não são cientificamente validados, o que acaba exigindo maior cautela na seleção das publicações para conferir as fontes. O maior número de publicações foi identificado no *Google Scholar*, porém, apenas 105 dos 1.050 eram estudos publicados em periódicos, pois 945 estavam relacionados à literatura cinza, teses, dissertações, Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), livros e capítulos de livros.

A ausência de resultados na *SiELO* indica uma limitação à abrangência temática e geográfica, pois essa plataforma indexa conteúdos em português e em espanhol. Observou-se que o inglês foi predominante nas bases *WOS* e *Scopus*; aproximadamente 98% dos artigos publicados estavam nesse idioma. Isso pode ser justificado pelo fato de que os periódicos que publicam em inglês, em geral, apresentam maior fator de impacto e também possibilitam maior alcance internacional.

3.2 Análise da produção científica sobre os métodos para a inclusão dos manguezais no Redd+

A introdução dos manguezais no REDD+ apresenta relevância para a consolidação das políticas climáticas, principalmente por sua contribuição para o armazenamento de carbono, inserção nas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) e desenvolvimento do mercado de carbono azul (Zamin et al. 2025; Maulsyid et al. 2026).

Contudo, a análise sistemática apresentou que os artigos encontrados não responderam diretamente à pergunta da pesquisa: “Quais métodos para a inclusão dos manguezais no Redd+?”. Os estudos se concentraram, principalmente na importância da conservação e preservação dos manguezais para o estoque de carbono, apontando estratégias alinhadas às iniciativas de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+). A partir disso, os autores propõem estratégias para a gestão e a sustentabilidade desse ecossistema, sem apresentar métodos específicos para sua inclusão nos mecanismos desse programa.

Observa-se uma lacuna na literatura analisada, que pode ser explicada pelo fato de o REDD+ ainda estar em processo de consolidação quanto à introdução de manguezais. Isso decorre do fato de que o programa (REDD+) tradicionalmente reconhece as florestas terrestres como ecossistemas conservadores de carbono (Houghton et al. 2010). Além disso, a aplicação do Monitoramento, Relato e

Verificação (MRV) ao carbono azul, apresenta desafios metodológicos sobre à quantificação e ao acompanhamento dos estoques de carbono nos manguezais, em decorrência da variabilidade ambiental desses ecossistemas, as limitações de medição em campo e a necessidade de integrar dados de sensoriamento remoto e validações *in situ* (Pham et al. 2019). Essas restrições dificultam a aplicação de metodologias para a inclusão dos manguezais em mecanismos de REDD+. o que corrobora com o estudo de Sidik et al. (2018).

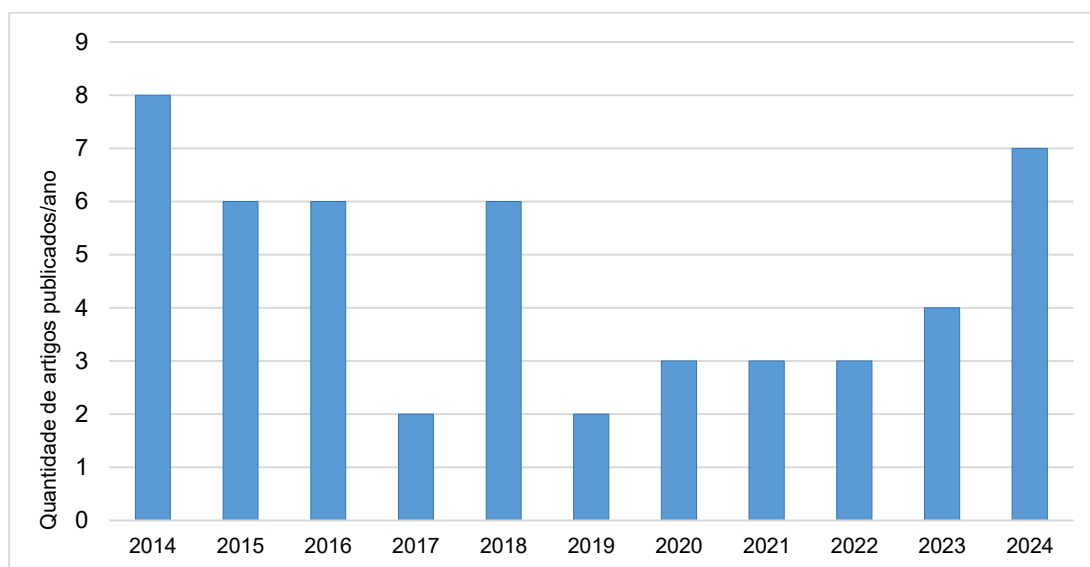
Como argumentos para essa justificativa, apresentam-se dois exemplos concretos: estudos de Dai et al. (2023) utilizaram um modelo baseado em processos para estimar os estoques de carbono em florestas de mangue em países africanos; com isso, evidenciaram a complexidade na quantificação precisa desses estoques, em decorrência da variabilidade regional, e a necessidade de dados detalhados.

No Brasil, Bernardino et al. (2024) evidenciaram que, embora os manguezais da Amazônia apresentem estoques de carbono superiores aos de outras formações vegetacionais, sua introdução nos programas REDD+ é limitada devido à falta de reconhecimento institucional (empresas) e à inexistência de meios específicos para sua inserção. Por isso, identifica-se que a produção científica tende a apresentar estratégias de conservação como modo de apoio indireto aos objetivos do REDD+.

3.3 Análise geral da produção científica

A Figura 2 apresenta a distribuição de artigos publicados por ano, entre 2014 e 2024, relacionados às estimativas de estoque de carbono em manguezais, especialmente no contexto das mudanças climáticas e dos mecanismos de mitigação do REDD+.

A produção científica sobre a temática apresentou variações significativas ao longo da última década. Para o interstício analisado, 2014 obteve o maior número de publicações (8), demonstrando o interesse pelo potencial dos manguezais como sumidouros de carbono e, provavelmente (Donato, 2011; Ahmed et al., 2023), impulsionado pelos debates acerca do REDD+ nos fóruns climáticos internacionais, cuja implementação técnica foi realizada por decisões no âmbito da Convenção-Quadri das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima.

Figura 2- Número de artigos incluídos na análise por ano de publicação (2014-2024)

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Entre os principais marcos, destaca-se o de Varsóvia (2013) para o REDD+, estabelecido na 19ª Conferência das Partes (COP19), onde definiu orientações metodológicas e diretrizes para o desenvolvimento de sistemas nacionais de monitoramento e financiamento associados à redução de emissões (UNFCCC, 2013; 2015; BRASIL, 2025). Na COP20, em Lima, 2014 ocorreu negociações para a implementação do mecanismo, preparação dos países para a inclusão do REDD+ nos compromissos climáticos globais, dos quais consolidados pelo Acordo de Paris (2015) na COP21(Angelsen, 2018).

Os anos de 2015 e 2016 tiveram seis publicações, respectivamente. O que indica uma continuidade de interesse pelo tema está atrelado à implementação de políticas climáticas após o Acordo de Paris (2015), que, segundo Howard et al. (2017), reforçou a importância dos ecossistemas costeiros na agenda global sobre mudanças climáticas.

Contudo, entre 2017 e 2019, com 2, 6 e 2 artigos, respectivamente. A instabilidade em relação ao tema. Fu e Waltman (2021) argumentam que a variação no número de artigos publicados num ano estar relacionada a vários fatores, principalmente no âmbito da ciência ambiental, uma vez que o fluxo da produção científica depende do financiamento da pesquisa, em relação direta às questões políticas e econômicas nas instituições. Dessa forma, o investimento em pesquisas sobre mudanças climáticas é periódico/sazonal, atendendo a temáticas emergentes de determinada época

O processo metodológico é outro fator que explica a oscilação na produção acadêmica, uma vez que pesquisas sobre estoque de carbono em manguezais demandam um período maior para resultar em publicações, por exigirem coletas em campo e análises laboratoriais detalhadas. O tempo longo, de meses a anos, nos processos de revisão editorial, assim como o aumento da seletividade, faz com que as pesquisas não sejam publicadas com maior frequência (Howard et al. 2017).

Bornmann e Mutz (2015) já discutiam que a ciência contemporânea enfrenta uma pressão crescente por pesquisas de alto impacto, o que acaba afetando a visibilidade de estudos em áreas específicas, como a ecologia de forma geral.

A partir de 2020, observa-se relativa estabilidade no número de pesquisas publicadas, com três por ano até 2022. As restrições impostas pela pandemia de COVID-19 podem ser um fator negativo que, segundo Myers et al. (2020) e Gao et al. (2021), em estudos sobre o impacto da doença nos cientistas, corrobora tal situação.

Nos dois últimos anos (2023-2024), observou-se um crescimento na produção, com quatro e sete publicações, respectivamente, indicando a retomada das pesquisas pós-pandemia, bem como as questões internacionais relacionadas à atenuação dos efeitos das mudanças climáticas, como o apresentam estudos de Salminah et al. (2020), Gerona-Daga et al. (2020) e Song et al. (2025). Outro fator é o a\ (Kauffman et al., 2020; Alongi, 2020).

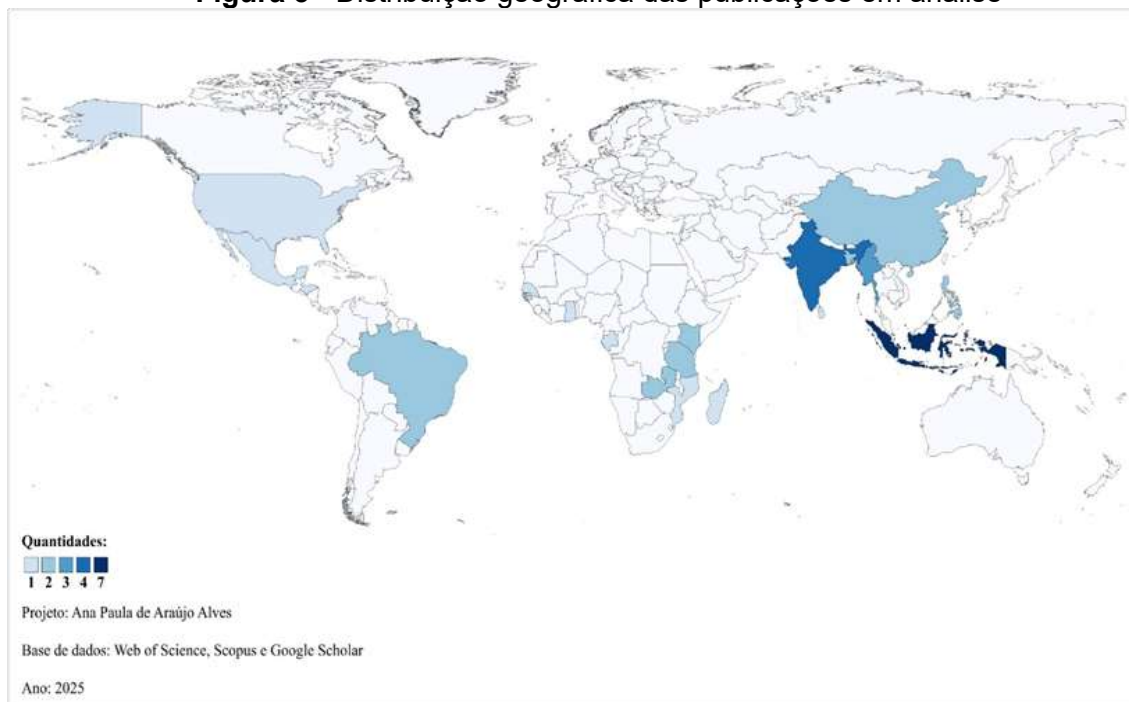
Os 51 artigos estão distribuídos em 43 periódicos, com destaque para *Wetlands Ecology and Management* e *Remote Sensing*, com três publicações cada; os demais apresentam um ou dois artigos.

O cartograma (Figura 3) apresenta um panorama das publicações no mundo. Observa-se que os países asiáticos, em especial a Indonésia, são os que mais publicaram (07). Fatores como a localização das maiores extensões de manguezais do mundo (Sundarbans) e o consequente interesse por estratégias de atenuação das alterações climáticas por meio do REDD+, como apontam Sreelekshmi et al. (2020), Arifanti et al. (2021), Friess et al. (2022) e Varghese et al. (2023).

Os países representados na cor azul, do mais claro ao mais escuro, variam entre uma e sete publicações. O Brasil, por exemplo, apresentou apenas duas publicações, uma na região Norte e outra no Sudeste. Considera-se esse número insuficiente diante do valor que os manguezais têm, uma vez que o Brasil dispõe da segunda maior extensão territorial desse ecossistema no mundo (FAO, 2023). A baixa

representatividade no meio científico pode estar atrelada à falta de incentivos às pesquisas institucionais nessa área. De acordo com Gerona-Daga et al. (2022), o número de documentos publicados por país reflete sua relevância em determinado campo de pesquisa, reforçando a incipiência de pesquisas sobre a temática globalmente.

Figura 3 - Distribuição geográfica das publicações em análise



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

A Tabela 1 apresenta os dez artigos que obtiveram o maior número de citações nas três bases pesquisadas (*WOS*, *Scopus* e *Google Scholar*).

O ano de 2014 apresentou o maior número de citações entre os documentos analisados, o que indica relevância no interstício analisado. A variação na ocorrência das citações é resultado de diferentes critérios de indexação entre as bases de dados. Por exemplo, o *Google Scholar* apresentou o maior número de citações por incluir uma variedade de fontes, como dissertações e teses.

O artigo *Predicting Global Patterns in Mangrove Forest Biomass*, de Hutchison et al. (2014), foi o mais citado entre as três bases de dados analisadas, com 923 citações. Estes realizaram uma revisão da literatura para obter dados de campo provenientes de outras pesquisas sobre o armazenamento de carbono em

manguezais globalmente; com isso, desenvolveram um modelo e o primeiro mapa global da biomassa acima do solo em manguezais.

Tabela 1-Artigos mais citados nas bases de dados

Título	Autor	Periódico	WoS	Scopus	Google Scholar	Total
<i>Predicting Global Patterns in Mangrove Forest Biomass</i>	Hutchison et al., 2014	<i>Conservation Letters</i>	244	268	411	923
<i>Carbon stocks of intact mangroves and carbon emissions arising from their conversion in the Dominican Republic</i>	Kauffman et al., 2014	<i>Ecological Applications</i>	192	224	336	752
<i>Biomass and Carbon Stocks of Sofala Bay Mangrove Forests</i>	Sitoe et al., 2014	<i>Forests</i>	85	110	158	353
<i>A global predictive model of carbon in mangrove soils</i>	Jardine et al., 2014	<i>Environmental Research Letters</i>	113	124	170	407
<i>Carbon stock in the Sundarbans mangrove forest: spatial variations in vegetation types and salinity zones</i>	Rahman et al., 2015	<i>Wetlands Ecology and Management</i>	125	171	222	518
<i>Applying Climate Compatible Development and economic valuation to coastal management: A case study of Kenya's mangrove forests</i>	Huxham et al., 2015	<i>Journal of Environmental Management</i>	70	91	163	324
<i>Indonesia's blue carbon: a globally significant and vulnerable sink for seagrass and mangrove carbon</i>	Alongi et al., 2016	<i>Wetlands Ecology and Management</i>	131	172	332	635
<i>Solutions to blue carbon emissions: Shrimp cultivation, mangrove deforestation and climate change in coastal Bangladesh</i>	Ahmed et al., 2017	<i>Marine Policy</i>	102	120	215	437
<i>Remote Sensing Approaches for Monitoring Mangrove Species, Structure, and Biomass: Opportunities and Challenges</i>	Phan et al., 2019	<i>Remote Sensing</i>	202	237	324	763
<i>Variability in the organic carbon stocks, sources, and accumulation rates of Indonesian mangrove ecosystems</i>	Kusumani ngtyas et al., 2019	<i>Estuarine, Coastal and Shelf Science</i>	107	148	220	475

Fonte: Elaborada pela autora, 2025

O trabalho de Phan et al. (2019), *Remote Sensing Approaches for Monitoring Mangrove Species, Structure, and Biomass: Opportunities and Challenges*, é o segundo mais citado (763), reconhecido por aplicar técnicas de sensoriamento remoto no monitoramento da estrutura e da biomassa dos manguezais.

Em terceiro, com 752 citações, o artigo de Kauffman et al. (2014), intitulado *Carbon stocks of intact mangroves and carbon emissions arising from their conversion in the Dominican Republic*, aborda os estoques de carbono em manguezais na

República Dominicana e as emissões decorrentes da conversão desses ecossistemas.

O quarto artigo, “*Indonesia’s blue carbon: a globally significant and vulnerable sink for seagrass and mangrove carbon*”, de Alongi et al. (2016), com total de 635 citações, discorre sobre a vulnerabilidade do carbono azul presente em ecossistemas costeiros (manguezais e pradarias marinhas) na Indonésia.

O quinto e o sexto são de autoria de Mizanur Rahman et al. (2015) e Kusumaningtyas et al. (2019), obtiveram 518 e 475 citações, respectivamente, e utilizaram metodologias semelhantes, com menção à variação dos estoques de carbono baseados na salinidade do solo e na zonação da vegetação nos *Sundarbans* e em floresta de mangue na Indonésia.

A pesquisa de Ahmed et al. (2017), *Solutions to blue carbon emissions: Shrimp cultivation, mangrove deforestation and climate change in coastal Bangladesh*, ocupa o sétimo lugar com 437 citações. Com destaque para o impacto causado pelos viveiros de camarão nos manguezais em Bangladesh, dados estatísticos da revisão da literatura destacaram a importância da aplicação de políticas de REDD+ como instrumento de conservação e de compensação financeira pelos serviços ecossistêmicos dos manguezais.

Em oitavo, a pesquisa de Jardine et al. (2014), com 407 citações, utilizou um modelo preditivo voltado para a estimativa do estoque de carbono abaixo do solo no ecossistema manguezal. Os estudos de Siteo et al. (2014) e Huxham et al. (2015) ocupam, respectivamente, o nono e o décimo (353 e 324 citações) e são considerados importantes por evidenciarem como a pressão econômica sobre áreas costeiras pode comprometer o equilíbrio ecológico dos manguezais na África (um em Moçambique e o outro no Quênia). Esses estudos tiveram finalidades semelhantes ao propor a interação entre a valoração econômica ambiental e a gestão de manguezais.

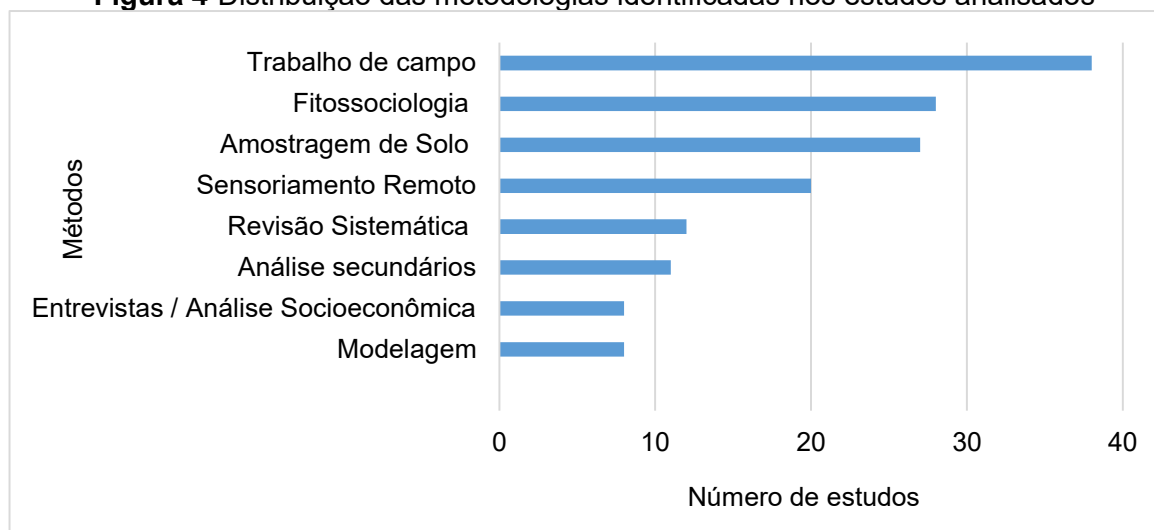
Em suma, os artigos analisados ressaltam o papel fundamental que os manguezais desempenham na redução das mudanças climáticas, seja pela conversão do carbono e/ou pelos serviços ecossistêmicos prestados.

3.4 Análise metodológica e resultados da produção acadêmica

Diversos mecanismos foram empregados nos artigos analisados para estimar a biomassa e o estoque de carbono em manguezais. A variedade de métodos

evidencia a complexidade desse ecossistema e a necessidade de abordagens eficientes para a conservação dos manguezais. As principais metodologias identificadas nos artigos estão apresentadas na Figura 4.

Figura 4-Distribuição das metodologias identificadas nos estudos analisados



Fonte: Elaborado pela autora, 2025

O trabalho de campo foi empregado em 38 dos 51 artigos analisados, essencialmente para a coleta de dados diversos, incluindo dados para análises fitossociológicas. Este método foi identificado em 28 publicações e teve como objetivo a caracterização, a estrutura e a composição dos manguezais. Também viabilizou a obtenção das informações necessárias à realização dos cálculos de biomassa e de carbono.

A aplicabilidade do trabalho de campo à fitossociologia é apresentada no artigo de Aziz et al. (2015), com o objetivo de avaliar a viabilidade econômica da inclusão da Reserva Florestal de Manguezais de Matang-Malásia (MMFR) no REDD+. A partir dos dados coletados e da estimativa de estoque de carbono acima do solo, no MMFR, ainda em processo de recuperação. Os autores destacam que a conservação dos manguezais na área de estudo traria mais vantagens financeiras do que a exploração do ambiente.

Identificaram-se 20 artigos que utilizaram técnicas de sensoriamento remoto, com o uso de imagens de satélites Landsat, Sentinel e ALOS-PALSAR, e de dados de LiDAR aerotransportado. Estudo recente como o de Bajaj et al. (2024), constataram que o sensoriamento remoto foi utilizado para estimar a perda de manguezais e as emissões anuais nas áreas de estudo, combinadas aos dados coletados em campo.

Por meio do uso de equações alométricas, análises estatísticas e técnicas de sensoriamento remoto, foram desenvolvidas modelagens para estimar o estoque de carbono em manguezais. Essa abordagem foi identificada em oito artigos analisados, por exemplo, nas pesquisas de Castillo et al. (2017), que utilizaram o modelo de Krigagem Ordinária, e de Dai et al. (2018), que aplicaram o modelo baseado no processamento Mangrove Carbon Assessment Tool – Denitrification *Decomposition* (MCAT-DNDC). Tais modelos apresentaram-se positivos na simulação da dinâmica de carbono nos manguezais, permitindo também a avaliação dos impactos nas florestas e, com isso, propuseram estratégias de recuperação ambiental e a implementação do REDD+.

Foram identificados 11 estudos que utilizaram dados secundários em suas análises, destacando-se, entre eles, abordagens voltadas à legislação ambiental, a aspectos financeiros e a inventários florísticos, como nas pesquisas de Gomis et al. (2023), Siddique et al. (2024) e Sugiarto et al. (2024).

Além disso, foram identificados 12 artigos que realizaram revisões sistemáticas ou meta-análises. Estudos, como os de Alongi et al. (2016) e Farzanmanesh (2021), contribuem para consolidar tendências globais e para identificar lacunas regionais na pesquisa. Por fim, as entrevistas e análises socioeconômicas foram utilizadas em oito estudos, destacando o papel crítico da percepção local e de fatores sociais para o sucesso de projetos de REDD+ e de pagamentos por serviços ecossistêmicos em manguezais.

Destarte, as análises dos 51 artigos enfatizaram a importância dos manguezais como habitats com elevada capacidade de sequestro e armazenamento de carbono (Dung et al. 2016; Arnold et al. 2023; Bernadindo et al. 2024).

Quanto à aplicação do REDD+ em áreas de manguezal, estudos como os de Aziz et al. (2015), Bajaj et al. (2024) e Bernadino et al. (2024) evidenciam a inclusão do ecossistema de manguezal no programa como economicamente viável e com grande potencial para a geração de créditos de carbono, mas não apresentam metodologia de aplicabilidade.

3.5 Palavras-chave

A nuvem de palavras, construída a partir das palavras-chave dos 51 artigos analisados, totalizando 284 termos (Figura 5). Ressalta-se que o tamanho das



Fonte: Elaborado pela autora, 2025

O conjunto de termos identificados reflete os principais eixos temáticos dos artigos revisados. As palavras mais recorrentes foram: *carbon* (67), *mangrove* (35), *forest* (25), *Redd+* (19), *blue* (17), *ecosystem* (14), *biomass* (13), *change* (10), *climate*, *and deforestation* (7). Assim, a relevância reside na função dos manguezais como importantes reservatórios de carbono e no seu potencial de integração a iniciativas de mitigação climática, como o REDD+.

A centralidade da palavra *Carbon* foi o termo mais recorrente entre as palavras-chave analisadas, aparecendo tanto isolada quanto consorciada a outros termos (*credit*, *Market*, *blue*, *stock*). Essa frequência evidencia a importância do tema em pesquisas sobre manquezais.

A recorrência das palavras *mangrove* e *ecosystem* indica uma ênfase específica em pesquisas sobre ecossistemas costeiros, que ganham destaque por sua elevada capacidade de sequestro de carbono e por sua vulnerabilidade frente às pressões antrópicas e às mudanças climáticas (Hamilton; Friess, 2018). As palavras *forest* e *biomass* indicam o foco metodológico em estimativas de biomassa abaixo e acima do solo em florestas de mangue conforme os estudos de Hutchison et al. (2014) e Kauffman et al. (2020), por exemplo.

Os termos *change*, *climate*, deforestation e *redd* destacam a relação das pesquisas com as estratégias de compensação de carbono fomentadas pela

Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), especialmente em países tropicais. O REDD+ é mencionado como uma oportunidade de integrar os manguezais a estratégias de mitigação climática, com benefícios socioambientais (Herr et al. 2017; Friess et al. 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão de escopo, viabilizou-se a sistematização e a análise da produção científica relacionada à estimativa de carbono dos manguezais e à sua inserção no programa de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+), apresentando os estudos mais influentes e as metodologias predominantes e distribuição geográfica entre os analisados.

Foi observado que a maioria das publicações analisadas, apenas mencionava as estimativas de estoque de emissões de carbono, bem como a importância da conservação e do manejo sustentável, mas não abordaram práticas efetivas que viabilizem a inserção dos manguezais no contexto do REDD+.

Portanto, os manguezais são potenciais ecossistemas capazes de contribuir para a mitigação climática e são ativos ambientais estratégicos para a compensação ambiental. Onde o fortalecimento das pesquisas científicas, o incentivo à cooperação institucional e o engajamento das comunidades tradicionais são diretrizes primordiais para promover a sustentabilidade desses ecossistemas.

REFERÊNCIAS

- AZIZ, A. A.; DARGUSCH, P.; PHINN, S.; WARD, A. **Using REDD+ to balance timber production with conservation objectives in a mangrove forest in Malaysia**. Ecological Economics. v. 120, n. C, p. 108–116, 2015. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/ecolect/v120y2015icp108-116.html>. Acesso em: 1 jul. 2025.
- ADAME, M. F.; TROCHE-SOUZA, C.; SANTINI, N. S.; ACOSTA-VELÁZQUEZ, J.; VÁZQUEZ-LULE, A.; VILLARREAL-ROSAS, J.; WORTHINGTON, T.; ANDRADI-BROWN, D.; LOVELOCK, C. E. **The role of blue carbon in reversing mangrove degradation trends in Mexico**. Biological Conservation. v. 298, p. 110775, 2024. Disponível em: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2024BCons.29810775A>. Acesso em: 1 jul. 2025.
- ADOTEY, J.; ACHEAMPONG, E.; AHETO, D. W.; BLAY, J. **Carbon Stocks Assessment in a Disturbed and Undisturbed Mangrove Forest in Ghana**. Sustainability. v. 14, n. 19, p. 12782, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/19/12782>. Acesso em: 1 jul. 2025.

- AHMED, N.; CHEUNG, W. W. L.; THOMPSON, S.; GLASER, M. **Solutions to blue carbon emissions: Shrimp cultivation, mangrove deforestation and climate change in coastal Bangladesh**. *Política Marinha*. V.82.P. 68-75 2017. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85019111482&doi=10.1016%2fj.marpol.2017.05.007&partnerID=40&md5=2b503124f0e81a41acf26396eeb1ca4a>. Acesso em: 02 de jul. 2025.
- AHMED, M. U.; ALAM, Md. I.; DEBNATH, S.; DEBROT, A. O.; RAHMAN, Md. M.; AHSAN, Md. N.; VERDEGEM, M. C. J. **The impact of mangroves in small-holder shrimp ponds in south-west Bangladesh on productivity and economic and environmental resilience**. *Aquaculture*. v. 571, p. 739464, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848623002387>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- ALONGI, D. M. **Carbon sequestration in mangrove forests**. *Carbon Management, [s. l.]*, v. 3, n. 3, p. 313–322, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.4155/cmt.12.20>. Acesso em: 9 jul. 2025.
- ALONGI, D. M.; MURDIYARSO, D.; FOURQUREAN, J. W.; KAUFFMAN, J. B.; HUTAHAEAN, A.; CROOKS, S.; LOVELOCK, C. E.; HOWARD, J.; HERR, D.; FORTES, M.; PIDGEON, E.; WAGEY, T. **Indonesia's blue carbon: a globally significant and vulnerable sink for seagrass and mangrove carbon**. *Wetlands Ecology and Management*. v. 24, n. 1, p. 3–13, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11273-015-9446-y>. Acesso em: 30 mar. 2025.
- ANGELSEN, A; MÁRCIO, C ; DE SY, V; DUCHELLE, A.E ; LARSON, A.M ; PHAM, T.T. **Transforming REDD+: Lessons and new directions**. Bogor: Center for International Forestry Research (CIFOR), 2018.
- ANGGRAENI, A. R.; SETIAWAN, N. **ECOMangrove an interactive Earth engine apps for Mangrove index calculating and mapping**. *Discover Geoscience*. [s. l.], v. 3, n. 1, p. 192, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s44288-025-00294-4>. Acesso em: 16 dez. 2025.
- ARIFANTI, V. B.; CANDRA, R. A.; PUTRA, C. A. S.; ASYHARI, A.; GANGGA, A.; RITONGA, R. P.; ILMAN, M.; ANGGORO, A. W.; NOVITA, N. **Greenhouse gas fluxes of different land uses in mangrove ecosystem of East Kalimantan, Indonesia**. *Carbon Balance and Management*. v. 19, n. 1, p. 17, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13021-024-00263-3>. Acesso em: 6 jul. 2025.
- ARNOLD, F. E.; PIAZZA, M.; WYNN, K. Z.; HTUT, P.; TUN, S. S. Text. **Mangrove biomass and carbon estimates for REDD+ from national forest inventory in two regions of Myanmar**. Commonwealth Forestry Association, 2023. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/cfa/ifr/2023/00000025/00000003/art00001;jsessionid=2l2v4s0bporx.x-ic-live-01#>. Acesso em: 30 mar. 2025.
- BAJAJ, M.; SASAKI, N.; TSUSAKA, T. W.; VENKATAPPA, M.; ABE, I.; SHRESTHA, R. P. **Assessing changes in mangrove forest cover and carbon stocks in the Lower Mekong Region using Google Earth Engine**. *Innovation and Green Development*. v. 3, n. 3, p. 100140, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949753124000171>. Acesso em: 30 mar. 2025.

BERNARDINO, A. F.; MAZZUCO, A. C. A.; COSTA, R. F.; SOUZA, F.; OWUOR, M. A.; NOBREGA, G. N.; SANDERS, C. J.; FERREIRA, T. O.; KAUFFMAN, J. B. **The inclusion of Amazon mangroves in Brazil's REDD+ program.** Nature Communications. v. 15, n. 1, p. 1549, 2024. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-024-45459-w>. Acesso em: 30 mar. 2025.

BRAGA, M. M.; SANTOS, J. O.; MORO, M. F.; BRANCO, M. S. D. **Manguezais como estoques de carbono: biomassa acima do solo e o potencial econômico desse estoque na floresta de mangue do Rio Pacoti, Ceará.** Caderno de Geografia. v. 34, n. 77, p. 450–450, 2024. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/geografia/article/view/32597>. Acesso em: 1 jul. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **REDD+ na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC).** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/smc/departamento-de-instrumentos-de-mercado-e-redd/redd/assuntos/redd-na-unfccc>. Acesso em: 17 jun. 2026.

DAI, Z.; TRETTIN, C. C.; BURTON, A. J.; TANG, W.; MANGORA, M. M. **Estimated mangrove carbon stocks and fluxes to inform MRV for REDD+ using a process-based model.** Estuarine, Coastal and Shelf Science. v. 294, p. 108512, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272771423003025>. Acesso em: 3 de maio de 2025.

DAI, Z.; TRETTIN, C. C.; FROLKING, S.; BIRDSEY, R. A. **Mangrove carbon assessment tool: Model validation and assessment of mangroves in southern USA and Mexico.** Estuarine, Coastal and Shelf Science. v. 208, p. 107–117, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272771417304651>. Acesso em: 6 jul. 2025.

DONATO, D. C.; KAUFFMAN, J. B.; MURDIYARSO, D.; KURNIANTO, S.; STIDHAM, M.; KANNINEN, M. **Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics.** Nature Geoscience. v. 4, n. 5, p. 293–297, 2011. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/ngeo1123>. Acesso em: 9 jul. 2025.

DUNG, L. V.; TUE, N. T.; NHUAN, M. T.; OMORI, K. **Carbon storage in a restored mangrove forest in Can Gio Mangrove Forest Park, Mekong Delta, Vietnam.** Forest Ecology and Management. v. 380, Special section: Drought and US Forests: Impacts and Potential Management Responses, p. 31–40, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112716304558>. Acesso em: 30 mar. 2025.

FAO. 2023. **The world's mangroves 2000–2020.** Rome. <https://doi.org/10.4060/cc7044en>

FARZANMANESH, R.; KHOSHELHAM, K.; THOMAS, S. **Technological opportunities for measuring and monitoring blue carbon initiatives in mangrove ecosystems.** Remote Sensing Applications: Society and Environment. v. 24, p. 100612, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352938521001488>. Acesso em: 30 mar. 2025.

FOSTER, L. **The Ecological Importance of Mangrove Ecosystems in Coastal Protection and Biodiversity Conservation.** Journal of Marine Science: Research & Development, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 1–2, 2025. Disponível em:

<https://www.omicsonline.org/open-access/the-ecological-importance-of-mangrove-ecosystems-in-coastal-protection-and-biodiversity-conservation-2155-9910-1000507-136211.html>. Acesso em: 17 jun. 2026.

FRIESS, D. A.; ADAME, M. F.; ADAMS, J. B.; LOVELOCK, C. E. **Mangrove forests under climate change in a 2°C world**. WIREs Climate Change, [s. l.], v. 13, n. 4, p. e792, 2022. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wcc.792>. Acesso em: 6 jul. 2025.

FRIESS, D. A.; YANDO, E. S.; ALEMU I, J. B.; WONG, L.-W.; SOTO, S. D.; BHATIA, N. **Ecosystem services and disservices of mangrove forests and salt marshes**. In: HAWKINS, S. J.; ALLCOCK, A. L.; BATES, A. E.; FIRTH, L. B.; SMITH, I. P.; SWEARER, S. E.; EVANS, A. J.; TODD, P. A.; RUSSELL, B. D.; MCQUAID, C. D. (eds.). Oceanography and marine biology: an annual review. v. 58. Boca Raton: Taylor & Francis. p. 107-141. 2020. Disponível em: https://digitalcommons.odu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1481&context=biology_fac_pubs. Acesso em: 12 jul. 2025.

GAO, J.; YIN, Y.; MYERS, K. R.; LAKHANI, K. R.; WANG, D. **Potentially long-lasting effects of the pandemic on scientists**. Nature Communications. v. 12, n. 1, p. 6188, 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-021-26428-z>. Acesso em: 6 jul. 2025.

GERONA-DAGA, M. E. B.; SALMO, S. **A systematic review of mangrove restoration studies in Southeast Asia: Challenges and opportunities for the United Nations' Decade on Ecosystem Restoration**. Frontiers in Marine Science. v. 9, 2022. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2022.987737/full>. Acesso em: 6 jul. 2025.

GOMIS, D.; MBENGUE, N. P.; BADIANE, S. D.; THIAW-BENGA, A. D.; GUISSSE, A.; NDIAYE, A. **Potentialités et avantages économiques de la mangrove dans la lutte contre le réchauffement climatique : cas de l'arrondissement de Djilor (Fatick, Sénégal)**. International Journal of Biological and Chemical Sciences. v. 17, n. 1, p. 154-172, 2023. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/ijbcs/article/view/243094>. Acesso em: 30 mar. 2025.

HUTCHISON, J.; MANICA, A.; SWETNAM, R.; BALMFORD, A.; SPALDING, M. **Predicting Global Patterns in Mangrove Forest Biomass**. Conservation Letters. v. 7, n. 3, p. 233-240, 2014. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/conl.12060>. Acesso em: 30 mar. 2025.

HUXHAM, M.; EMERTON, L.; KAIRO, J.; MUNYI, F.; ABDIRIZAK, H.; MURIUKI, T.; NUNAN, F.; BRIERS, R. A. **Applying Climate Compatible Development and economic valuation to coastal management: A case study of Kenya's mangrove forests**. Journal of Environmental Management. v. 157, p. 168-181, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479715300219>. Acesso em: 30 mar. 2025.

JARDINE, S. L.; SIIKAMÄKI, J. V. **A global predictive model of carbon in mangrove soils**. Environmental Research Letters, [s. l.], v. 9, n. 10, p. 104013, 2014. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/9/10/104013>. Acesso em: 30 mar. 2025.

KAN, Z.; HU, H.; CHEN, B.; FANG, Q.; WANG, Y.; CHEN, S.; CHENG, H.; YU, W.; FEI, J.; FENG, L.; CHEN, G.; ZHANG, D. **Mapping Mangrove Distributions in China**

Using Sentinel-2 Data and Interpretable Machine Learning. Journal of Geovisualization and Spatial Analysis, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 11, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s41651-026-00254-7>. Acesso em: 17 jun. 2026.

KAUFFMAN, J. B.; ADAME, M. F.; ARIFANTI, V. B.; SCHILE-BEERS, L. M.; BERNARDINO, A. F.; BHOMIA, R. K.; DONATO, D. C.; FELLER, I. C.; FERREIRA, T. O.; JESUS GARCIA, M. del C.; MACKENZIE, R. A.; MEGONIGAL, J. P.; MURDIYARSO, D.; SIMPSON, L.; HERNÁNDEZ TREJO, H. **Total ecosystem carbon stocks of mangroves across broad global environmental and physical gradients.** Ecological Monographs. v. 90, n. 2, p. e01405, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ecm.1405>. Acesso em: 1 jul. 2025.

KHAN, M. F. A. K.; RAHMAN, M. S.; MARYUDI, A.; SCHUSSER, C.; GIESSEN, L. **Revealing the Multilevel Actors Power Network in Mangrove Forest Governance - Insights from the Sundarbans, Bangladesh.** Forest and Society. v. 8, n. 2, p. 372–401, 2024. Disponível em: <https://journal.unhas.ac.id/index.php/fs/article/view/32924>. Acesso em: 6 jul. 2025.

KUSUMANINGTYAS, M. A.; HUTAHAEAN, A. A.; FISCHER, H. W.; PÉREZ-MAYO, M.; RANSBY, D.; JENNERJAHN, T. C. **Variability in the organic carbon stocks, sources, and accumulation rates of Indonesian mangrove ecosystems.** Estuarine, Coastal and Shelf Science. v. 218, p. 310–323, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272771418304207>. Acesso em: 17 nov. 2025.

LEE, H.; KIM, H.; PARK, E.; LEE, B. **Beyond carbon: a systematic review of multiple ecosystem services of mangroves.** Journal of Coastal Conservation, [s. l.], v. 29, n. 6, p. 58, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11852-025-01148-4>. Acesso em: 17 jun. 2026.

MAULSYID, R. P.; ARIFIN, W. A.; YULIUS; ARIFIN, T.; PURWANTO, A. D.; PUTRA, A.; RAMDHAN, M.; RAHMANIA, R.; PRIHANTONO, J.; FRANANDA, H.; SALIM, H. L.; TRIYATNO. **Spatial modelling of mangrove AGC stock using vegetation indices and LULC changes in coastal area of Teluknaga and Kosambi, Indonesia.** Anthropocene Coasts, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 6, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s44218-025-00117-6>. Acesso em: 28 mar. 2026.

MIZANUR RAHMAN, Md.; NABIUL ISLAM KHAN, Md.; FAZLUL HOQUE, A. K.; AHMED, I. **Carbon stock in the Sundarbans mangrove forest: spatial variations in vegetation types and salinity zones.** Wetlands Ecology and Management, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 269–283, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11273-014-9379-x>. Acesso em: 30 mar. 2025.

MUDERHWA, P.; SATYANARAYANA, B.; CIRIMWAMI, L.; OKELLO, J. A.; BITIJULA, M.; DAHDOUH-GUEBAS, F. **Mangrove Knowledge, Use and Perceptions in the Congo River Delta.** Ethnobotany and Economic Botany, [s. l.], 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12231-026-09681-5>. Acesso em: 17 jun. 2026.

MYERS, K. R.; THAM, W. Y.; YIN, Y.; COHODES, N.; THURSBY, J. G.; THURSBY, M. C.; SCHIFFER, P.; WALSH, J. T.; LAKHANI, K. R.; WANG, D. **Unequal effects of the COVID-19 pandemic on scientists.** Nature Human Behaviour. v. 4, n. 9, p. 880–883, 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41562-020-0921-y>. Acesso em: 6 jul. 2025.

NYANGOKO, B. P.; MANG'ENA, J. **Capturing multi-stakeholders' perspectives on mangrove blue carbon project and alternative livelihoods in coastal Tanzania.** Ocean & Coastal Management, [s. l.], v. 273, p. 108048, 2026. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569125005113>. Acesso em: 17 jun. 2026.

OTIENO, P.; OWUOR, M.; PACHECO, C. F.; COPPO, G. C.; SANTOS, T. M.; FERREIRA, T. O.; BERNARDINO, A. F. **Valuing mangrove ecosystem services along the Brazilian Amazon coast.** Ecosystem Services, [s. l.], v. 78, p. 101831, 2026. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041626000197>. Acesso em: 17 jun. 2026.

PHAM, T. D.; YOKOYA, N.; BUI, D. T.; YOSHINO, K.; FRIESS, D. A. **Remote Sensing Approaches for Monitoring Mangrove Species, Structure, and Biomass: Opportunities and Challenges.** Remote Sensing, [s. l.], v. 11, n. 3, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/3/230>. Acesso em: 18 jun. 2026.

PRANCKUTÉ, R. **Web of Science (WoS) and Scopus: The Titans of Bibliographic Information in Today's Academic World.** Publications, [s. l.], v. 9, n. 1, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-6775/9/1/12>. Acesso em: 9 mar. 2026.

POFFO, R. F. **Inovação Exploitation e Exploration: uma análise bibliométrica da produção científica da base de dados da Scopus (1995-2022).** Revista Catarinense da Ciência Contábil. v. 22, p. e3373–e3373, 2023. Disponível em: <https://revista.crcsc.org.br/index.php/CRCSC/article/view/3373>. Acesso em: 6 jul. 2025.

SALMINAH, M.; ALVIYA, I.; EKAWATI, S.; SALAKA, F.; KARTIKASARI, G.; SUBARUDI; BACHRI, A. **Challenges of mangrove management in supporting climate change mitigation policy in East Kalimantan.** IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. v. 487, n. 1, p. 012009, 2020. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/487/1/012009>. Acesso em: 6 jul. 2025.

SIDDIQUE, M. R. H.; HOSSAIN, M.; RASHID, A. Z. M. M.; KHAN, N. A.; SHUVO, S. N.; HASSAN, M. Z. **Evaluating co-management in the Sundarbans mangrove forest of Bangladesh: success and limitations from local forest users' perspectives.** Ecology and Society. v. 29, n. 2, 2024. Disponível em: <https://ecologyandsociety.org/vol29/iss2/art8/>. Acesso em: 30 mar. 2025.

SIDIK, F.; SUPRIYANTO, B.; KRISNAWATI, H.; MUTTAQIN, M. Z. **Mangrove conservation for climate change mitigation in Indonesia.** WIREs Climate Change. v. 9, n. 5, p. e529, 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wcc.529>. Acesso em: 6 jul. 2025.

SITOE, A. A.; MANDLATE, L. J. C.; GUEDES, B. S. **Biomass and Carbon Stocks of Sofala Bay Mangrove Forests.** Forests. v. 5, n. 8, p. 1967–1981, 2014. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1999-4907/5/8/1967>. Acesso em: 30 mar. 2025.

SONG, C.; LIM, C.-H.; CHOI, H.-A.; KIM, W.; HAN, D.; PAIA, M. T.; AHN, H. K.; KANG, S.; LEE, W.-K. **Mapping ecosystem services based on citizen science for integrated coastal zone management in the Solomon Islands.** Ecological Informatics. v. 88, p. 103142, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574954125001517>. Acesso em: 6 jul. 2025.

SREELEKSHMI, S.; NANDAN, S. B.; KAIMAL, S. V.; RADHAKRISHNAN, C. K.; SURESH, V. R. **Mangrove species diversity, stand structure and zonation pattern in relation to environmental factors —A case study at Sundarban delta, east coast of India**. *Regional Studies in Marine Science*. v. 35, p. 101111, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352485518304110>. Acesso em: 6 jul. 2025.

STIEPANI, J.; PACIS, R.; SADABA, R. **Mangrove social-ecological system of Batan, Aklan, Philippines**. *Anthropocene Coasts*, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 28, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s44218-026-00139-8>. Acesso em: 17 jun. 2026.

SUGIARTO, A.; UTAYA, S.; SUMARMI; BACHRI, S.; SHRESTHA, R. P. **Estimation of carbon stocks and CO2 emissions resulting from the forest destruction in West Kalimantan, Indonesia**. *Environmental Challenges*. v. 17, p. 101010, 2024. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2667010024001768>. Acesso em: 31 mar. 2025.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Report of the Conference of the Parties on its nineteenth session, held in Warsaw from 11 to 23 November 2013**: Decisions adopted by the Conference of the Parties. Warsaw Framework for REDD+. Bonn: UNFCCC, 2013.

UNITED NATION FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCC). **Paris Agreement**. Paris: UNFCCC, 2015.

ZAMIN, L. P.; OLIVEIRA, T. D. de; ENDERLE, T. P.; CARVALHO, I. R.; PEREIRA, F. da C.; ENGERROFF, F. Z. **Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCS): contexto global, análise no Brasil e caminhos para o aprimoramento**. *Cadernos Cajuína*, [s. l.], v. 10, n. 5, p. e1327–e1327, 2025. Disponível em: <https://v3.cadernoscajuina.pro.br/index.php/revista/article/view/1327>. Acesso em: 24 jun. 2026.