

Sucessão Ecológica no Ecossistema Manguezal: análise bibliográfica/cienciométrica

Ecological Succession in the Mangrove Ecosystem bibliographic/scientometric analysis

Sucesión Ecológica en el Ecosistema de Manglar: análisis bibliográfico cienciométrico

Recebido: 30/09/2022 | Revisado: 08/16/2022 | Aceitado: 18/10/2022 | Publicado: 23/10/2022

Ana Paula de Araújo Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8540-2142>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: paulinha02_araujo@hotmail.com

Janaina Barbosa da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6366-2165>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: janainasimov@yahoo.com.br

Débora Coelho Moura

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2663-2308>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: debygeo@hotmail.com

Ihago Barbosa Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1601-9454>
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
E-mail: ihago.cmr@gmail.com

Resumo

A pesquisa objetivou realizar uma revisão bibliográfica acerca das publicações indexadas na Web of Science (WoS) sobre a sucessão ecológica em Manguezais, destacando os métodos empregados nos estudos. O recorte temporal foi desde 1945 que é o início do banco de dados até junho de 2022. Utilizou-se as seguintes palavras-chave: “*ecological succession*” e “*forest mangrove*”, não obtendo nenhum resultando; “*succession and mangrove*”, resultou ao final em 53 publicações, que tratavam especificamente de sucessão em manguezais. A partir disso, realizou-se análises da produção científica sobre o tema; análise dos métodos empregados e a importância da sucessão ecológica para o manguezal. Como resultados, 2021 apresentou maior número de publicações e citações; o autor Quen Chen foi quem obteve maior destaque, com cinco publicações; o periódico mais relevante foi *Elsevier* com 22 pesquisas publicadas; quanto ao país, a China se destacou com doze publicações, o Brasil foi o segundo com sete artigos publicados. Entre os métodos analisados o Sistema de Informação de Geografia –SIG foi o mais utilizado (23 pesquisas), considerado o método mais eficiente e atual para monitoramento de áreas em sucessão. Diante disto, compreende-se que o estudo bibliográfico é essencial para aprimorar o conhecimento sobre o tema, e se faz necessário a realização de mais pesquisas acerca da sucessão ecológica para compreender a dinâmica vegetacional para então, buscar mecanismo para conversação das áreas de manguezais.

Palavras-chave: Sucessão; Mangue; Cronossequência; Sistema de informação de geografia.

Abstract

The research aimed to carry out a bibliographic review of publications indexed in the Web of Science (WoS) on ecological succession in Mangroves, highlighting the methods used in the studies. The time frame was from 1945, which is the beginning of the database, to June 2022. The following keywords were used: “*ecological succession*” and “*forest mangrove*”, not obtaining any result; “*succession and mangrove*”, resulted in 53 publications, which dealt specifically with succession in mangroves. From this an analysis of the scientific production on the subject were carried out; analysis of the methods used and the importance of ecological succession for the mangrove. As a result, 2021 had the highest number of publications and citations; the author Quen Chen was the most prominent, with five publications; the most relevant journal was Elsevier with 22 published studies; as for the country, China stood out with twelve publications, Brazil was the second with seven articles published. Among the analyzed methods, the Geography Information System – GIS was the most used (23 surveys), considered the most efficient and current method for monitoring areas in succession. In view of this, it is understood that the bibliographic study is essential to improve knowledge on the subject, it is also necessary to carry out more research on ecological succession to understand the vegetation dynamics and then seek a mechanism for conversation in mangrove areas.

Keywords: Succession; Mangrove; Chronosequence; Geography information system.

Resumen

La investigación tuvo como objetivo realizar una revisión bibliográfica de publicaciones indexadas en la Web of Science (WoS) sobre sucesión ecológica en Manglares, destacando los métodos utilizados en los estudios. El marco de tiempo fue desde 1945, que es el comienzo de la base de datos, hasta junio de 2022. Se utilizaron las siguientes palabras clave: “ecological succession” y “forest mangrove”, no obteniendo ningún resultado; “succession and mangrove”, resultó 53 publicaciones, que trataban específicamente de la sucesión en los manglares. A partir de ello, se realizaron análisis de la producción científica sobre el tema; análisis de los métodos utilizados y la importancia de la sucesión ecológica para el manglar. Como resultado, 2021 tuvo el mayor número de publicaciones y cotizaciones; el autor Quen Chen fue el más destacado, con cinco publicaciones; la revista más relevante fue Elsevier con 22 estudios publicados; en cuanto al país, China se destacó con doce publicaciones, Brasil fue el segundo con siete artículos publicados. Entre los métodos analizados, el Sistema de Información Geográfica – SIG fue el más utilizado (23 levantamientos), considerado el método más eficiente y actual para el seguimiento de áreas en sucesión. Ante esto, se entiende que el estudio bibliográfico es fundamental para mejorar el conocimiento sobre el tema, siendo necesario realizar más investigaciones sobre la sucesión ecológica para comprender la dinámica de la vegetación y luego buscar un mecanismo de conversación en las zonas de manglar.

Palabras clave: Sucesión; Mangle; Cronosecuencia; Sistema de información geográfica.

1. Introdução

Os manguezais ocupam as interfaces entre os ambientes marinhos e terrestres, que se destacam por apresentarem grande variabilidades espaciais. Mundialmente esse ecossistema ocupa uma área cerca de 137.760 km², distribuído em 118 países e territórios. A ocorrência varia de acordo a latitude, salvo entre 20° e 25° de latitude norte, onde estão situados a maior área de manguezais do mundo, os Sundarbans localizado na fronteira de Bengala Ocidental e Bangladesh, na Índia (ICMBIO, 2018; Sreelekshmi et al, 2020).

No Brasil, o levantamento das áreas de cobertura dos mangues, se configuram cerca de 7,0 a 8,9% do total global da área de ocorrência desse ecossistema, e representa a segunda maior área de manguezal do mundo. Neste sentido, os manguezais possuem uma ampla distribuição em quase toda faixa litorânea, estende-se desde o extremo Norte do Oiapoque no cabo Orange-Amapá, até o Sul de Laguna no estado de Santa Catarina. Na Região Nordeste se estende desde o Maranhão até a divisa da Bahia com o Espírito Santo. Na Paraíba, os manguezais ocorrem ao longo dos estuários e rios em quinze estuários estendendo-se cerca de 96 km² (ICMBIO, 2018; Medeiros et al.,2020; Silva & Maia, 2022).

O ecossistema Manguezal é composto por árvores e arbustos, adaptadas às condições de marés, alta salinidade e solos inundados. Possuem alta heterogeneidade de habitat, grande capacidade de armazenamento de carbono no solo em relação as florestas terrestres, promovem a redução da vulnerabilidade da zona costeira às mudanças climáticas e é rico em biodiversidade, servem de abrigo, alimento e proteção para reprodução de diversas espécies marinhas e terrestres (Englonga et al., 2019; Silva et al., 2020; Barros et al., 2021; Azoulay & Rovai et al., 2022).

Por oferecer todos esses benefícios é pertinente salientar, que os manguezais se apresentam como fonte alimentar e comercial para as populações ribeirinhas, contudo, nas últimas décadas esses ambientes vêm sendo ameaçados, em decorrência principalmente da expansão da urbanização e as atividades econômicas predatórias (Bezerra et al., 2020; Decker et al., 2020; Beck et al., 2022).

Na esfera internacional para proteção do manguezal, houve em 1971 na cidade iraniana de Ramsar, a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, conhecida como Conversão Ramsar que foi introduzida no arcabouço legal do Brasil em 1996, propunha o desafio global da conservação e uso racional das áreas úmidas (MMA, 2018; Medeiros, 2020). Nesse sentido, no Brasil foram criadas leis, decretos e resoluções objetivando a proteção ambiental, inclusive dos manguezais.

Assim, conforme o Código Florestal nº 12.651/2012, o ecossistema manguezal está assegurado pela Área de Preservação Permanente-APP e foi incluído na Resolução CONAMA nº 369, no ano de 2006, em que é garantido a manutenção dos manguezais, bem como é inserido em vários outros dispositivos constitucionais. Isto posto, se faz necessário o

cumprimento das legislações para que seja possível preservar e/ou conservar esse ecossistema, pois, as perturbações antrópicas ou naturais atingem a dinâmica e a composição das comunidades ecológicas (Souza et al., 2018; Mata Nativa, 2020).

Logo, a recuperação dependerá da gravidade e frequência dessa perturbação, como também da resiliência do ecossistema. Portanto, os estudos sobre a sucessão ecológica consistem em entender a situação atual da biótica de uma fisionomia florestal e podem auxiliar a compreender como os ecossistemas respondem às alterações globais (Chang & Turner, 2019).

Nessa perspectiva a pesquisa objetivou realizar uma revisão bibliográfica acerca dos principais trabalhos desenvolvidos no âmbito acadêmico sobre o ecossistema Manguezal e a sucessão ecológica nestes ambientes, com ênfase aos métodos empregados nos estudos para sucessão em mangue.

2. Metodologia

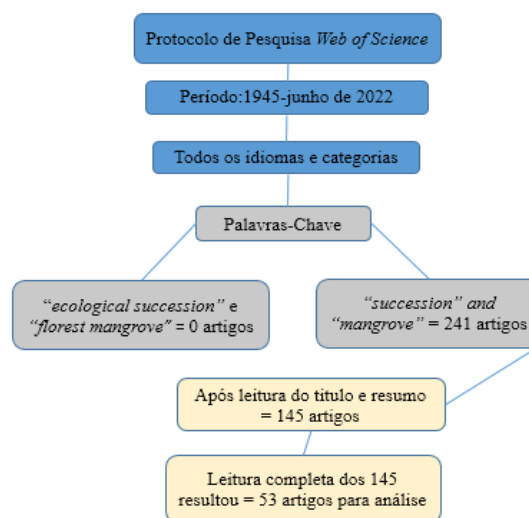
Quanto ao modo de abordagem, essa pesquisa é de natureza exploratória-descritiva. Em relação ao procedimento para coleta de dados utilizou-se a pesquisa bibliográfica do tipo sistemática. Este método é considerado pesquisa secundária uma vez que utiliza estudos primários para a realização de análises. Deste modo, visa aprimorar e atualizar o conhecimento, por meio de uma investigação científica de pesquisas já publicadas, pois esse é o primeiro passo do pesquisador para aprofundar seu conhecimento do objeto estudado (Donato & Donato, 2019; Galvão & Ricarte, 2020; Souza et al., 2021).

Em vista disso, a pesquisa bibliográfica foi baseada apenas em artigos publicados em periódicos na base de dados da *Web of Science* (WoS), por meio do portal de periódicos da CAPES, utilizando as credenciais do pesquisador na Rede Cafe, em 29 de junho de 2022. Foi desconsiderado dissertações, teses e artigos divulgado em anais de eventos. A WoS é uma base de dados muito conhecida e utilizada por pesquisadores globalmente, é reconhecida por indexar os melhores periódicos, e foi também a primeira base a fornecer o número de citações dos artigos (Melo & Barbosa, 2020).

No protocolo de pesquisa utilizou-se todo o intervalo de tempo disponibilizado pela base da WoS de 1945 até junho de 2022, assim como também foram aplicados todos os idiomas e categorias. Foi usado as seguintes palavras-chave para obtenção dos resultados: “*ecological succession*”; “*forest mangrove*”; “*succession and mangrove*”.

O delineamento da pesquisa realizada na base de dados da *Web of Science* está apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Protocolo de pesquisa na *Web of Science*.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Diante disso, foi realizada leitura dos artigos encontrado, e a seleção destes para verificar a metodologia utilizada ou técnica de coleta de dados, a data de publicação desses artigos, assim como a localidade das instituições que vêm realizando estudo acerca do tema. Quanto à metodologia ou técnica de coleta de dados utilizados, as pesquisas foram classificadas como: Uso do Sistema de Informação Geográfica; Cronosequência; Fitossociologia, Datação, Experimentos e Outros. Posteriormente, foi realizado as análises do número de: publicações, citações, periódicos, autores, relações de publicações por países/regiões, inclusive no Brasil. Além disso, realizou-se as análises dos métodos utilizados nas pesquisas publicadas seguido da discussão sobre a importância da sucessão na flora e fauna do manguezal.

As espécies citadas no estudo foram atualizadas conforme a plataforma digital ReFlora do Brasil e Trópicos. Para a representação gráfica destes dados foram produzidas por meio do *Microsoft Office Excel*, e usou os gráficos gerados pela WoS.

3. Resultados e Discussão

Para análise dos resultados, realizou-se uma primeira busca com as palavras-chave “*ecological succession*” e “*florest mangrove*” nenhum resultado foi encontrado. Na segunda busca, usou-se o termo “*succession*” consorciada com “*mangrove*” que resultou em 241 artigos, foram eliminados aqueles que apresentavam apenas palavras como sucessivos, sucesso, ou apenas manguezal, restando 145 artigos selecionados após a leitura prévia dos títulos e do resumo. Após a leitura completa das 145 publicações foram eliminados aqueles que não tratavam exclusivamente da sucessão em manguezais, resultando em 53 artigos que abordavam a sucessão em manguezais.

Portanto a busca na WoS mesmo utilizando as credenciais corretas *and* persistiu como se houvesse utilizado *or*, pois foi incluso na pesquisa artigos que apresentavam por exemplo palavras derivadas de sucessão, como sucessivo, sucesso e também que abordavam apenas manguezais. Assim, o refinamento aconteceu, mas de maneira parcial.

Assim, foram analisados 53 artigos, resultado este que se considerado baixo para pesquisas indexadas na WoS, quando se compara por exemplo, às pesquisas sobre sucessão no Bioma Cerrado que possui dez vezes mais de publicações.

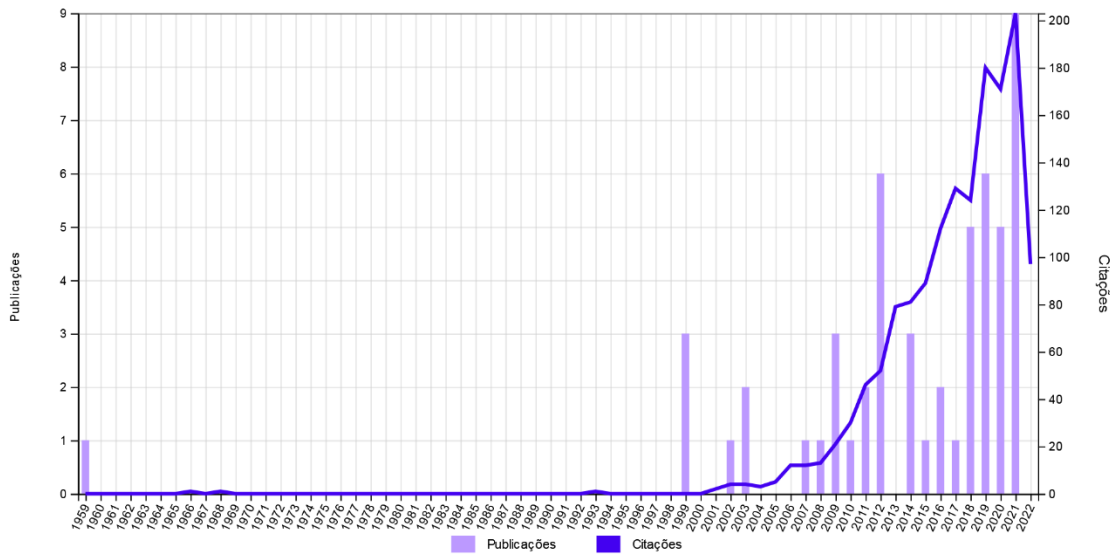
3.1 Análise da produção científica sobre o tema

Foram identificadas 53 publicações indexadas na base da WoS, que abordavam sobre a sucessão ecológica no ecossistema Manguezal. O artigo mais antigo foi de 1959, intitulado “*Mangrove succession and coastal change in southwest Malaya*” realizado por Jean Carter, ele apresentou o conceito e uma introdução sobre sucessão ecológica em Manguezais. Cinquenta anos depois, ou seja, em 1999, três novas publicações foram realizadas a saber: *Mangrove dynamics in the Rivi`eres du Sud area, West Africa: an ecogeographic approach* do autor Frederic Bertrand; *Modifications in Coverage Patterns and Land Use around the Huizache-Caimanero Lagoon System, Sinaloa, Mexico: A Multi-temporal Analysis using LANDSAT Images*, pesquisa realizada por Ruiz-Luna e Berlanga-Roblesb; *The vertical distribution of mangrove gastropods and environmental factors relative to tide level at buenaventura bay, pacific coast of colombia*, autores Blanco e Cantera.

Dos artigos mais recentes relativos a 2021, tem-se do mês de dezembro sob o título “*Characteristics of Microbial Community and Function With the Succession of Mangroves*” dos autores Mai et al 2021, os quais analisaram as mudanças na comunidade microbiana e sua função com a sucessão de manguezais ao longo do estuário do Rio *Merbok* na Malásia.

O relatório de citações apresentou uma soma de 1.472, uma média de 27,77 citações por publicação. Um panorama detalhado da evolução temporal de citações por ano é apresentado na Figura 2, que é corroborado com o número de publicação.

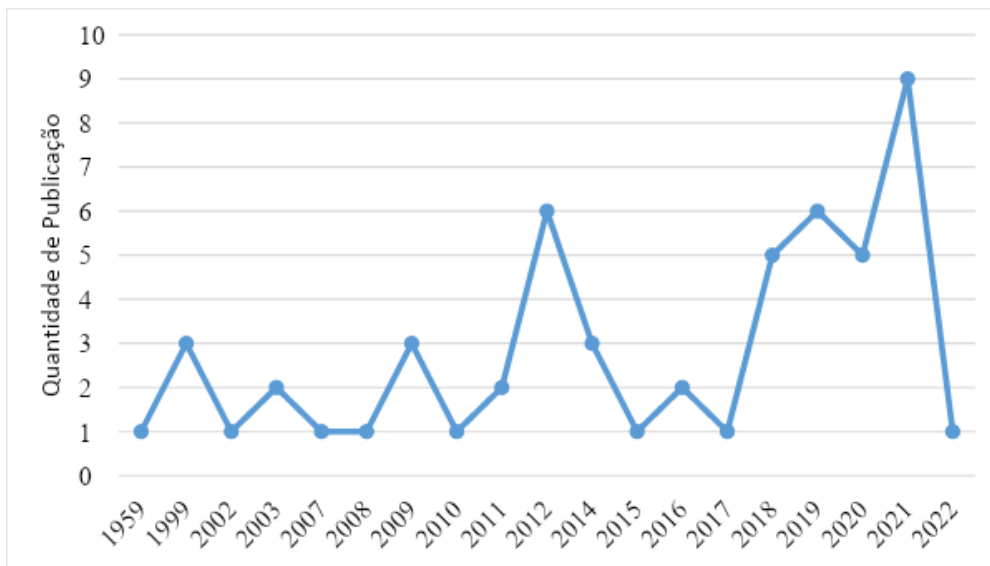
Figura 2 - Relação de pesquisas e citações realizadas por ano.



Fonte: Dados da WOS (2022).

Verificou-se que as citações surgem a partir do ano 2001, isso implica que o interesse em torno da temática cresce gradativamente, atingindo seu ápice em 2012, oscilando nos anos seguinte, onde volta ao máximo de publicação em 2021 com 200 artigos. Nos anos de 2004 a 2006 e 2013 nenhuma publicação foi registrada. Percebe-se que as pesquisas sinalizam uma tendência de crescimento e desenvolvimento, partir de 2018. Assim, o ano de 2021 apresentou o maior número com um total de 9 publicações. (Figura 3). Em um segundo momento, a partir de 2018 há uma retomada das publicações.

Figura 3 - Relação de publicações realizadas por ano.



Fonte: Dados da WOS (2022).

Conforme Oliveira e Barbosa (2021), o avanço em pesquisas interligadas as questões ambientais nos últimos anos vem crescendo, justificando o aumento das publicações acerca da sucessão em manguezais. Quanto a 2022 não houve nenhuma publicação, possivelmente em decorrência da coleta de dados ter ocorrido até o primeiro semestre do corrente ano.

Foram selecionadas as cinco publicações que obtiveram maior número de citações, que teve como critério de seleção, as publicações com registro acima de noventa e cinco citações (Quadro 1).

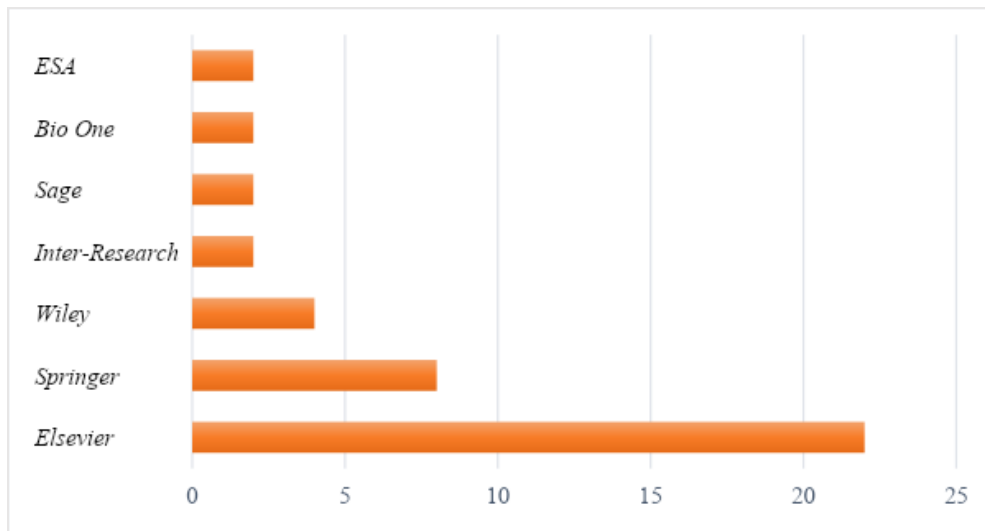
Quadro 1 - Relação das publicações com maior número de citações.

	Título	Autor	Ano	Fonte	Nº citação
1	<i>Windows of opportunity: thresholds to mangrove seedling establishment on tidal flats</i>	Balke, <i>et al.</i> ,	2011	<i>Marine Ecology Progress Series</i>	185
2	<i>Initiation of the Mekong River delta at 8 ka: evidence from the sedimentary succession in the Cambodian lowland</i>	Tamura, <i>et al.</i> ,	2009	<i>Quaternary Science Reviews</i>	145
3	<i>Ecosystem Development After Mangrove Wetland Creation: Plant-Soil Change Across a 20-Year Chronosequence</i>	Osland, <i>et al.</i> ,	2012	<i>Ecosystems</i>	126
4	<i>Carbon payments for mangrove conservation: ecosystem constraints and uncertainties of sequestration potential</i>	Alongi, D.	2011	<i>Environmental Science & Policy</i>	118
5	<i>Mangrove Forest and Soil Development on a Rapidly Accreting Shore in New Zealand</i>	Lovelock, <i>et al.</i> ,	2010	<i>Ecosystems</i>	96

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Das 14 editoras identificadas, o destaque é *Elsevier* com 22 publicações, seguida pela *Springer* com oito. Na Figura 4, tem-se as principais editoras que publicaram até dois artigos. Com relação as revistas têm-se um total de 33, dentre as quais a *Ecological Indication* e a *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, apresentaram maior número de publicações referente ao tema, ao longo do período analisado, com três publicações respectivamente, os demais variaram de uma a duas publicações.

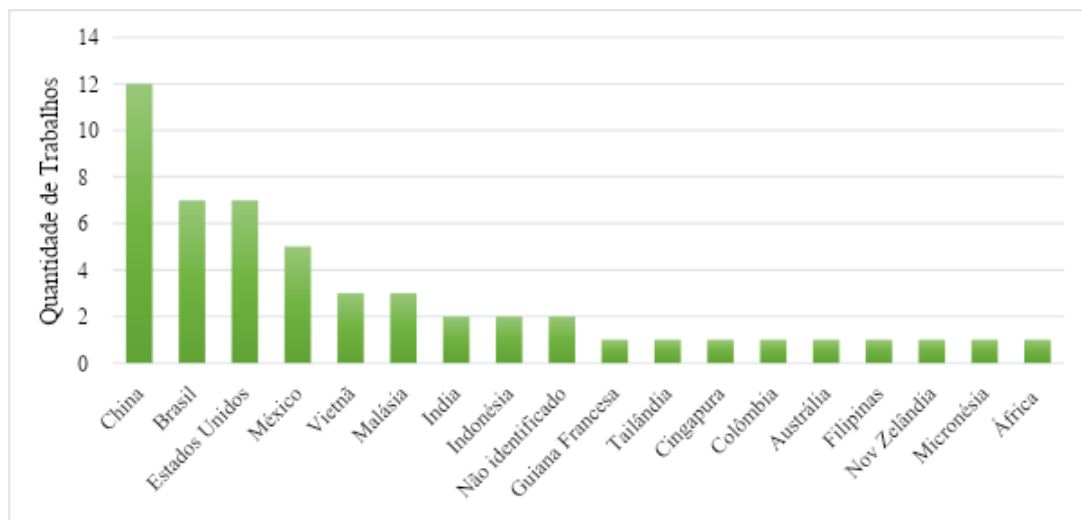
Figura 4 - Relação das editoras com maior número de publicação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

No que tange a localização geográfica das publicações por país/regiões, o estudo identificou 17 localidades que desenvolveram algum tipo de pesquisa relacionado a sucessão em Manguezais. A China aparece com o maior número de artigos com 12, na sequência o Brasil e os Estados Unidos com um total de 7 publicações cada, seguidos pelo México com cinco pesquisas publicadas na WoS (Figura 5).

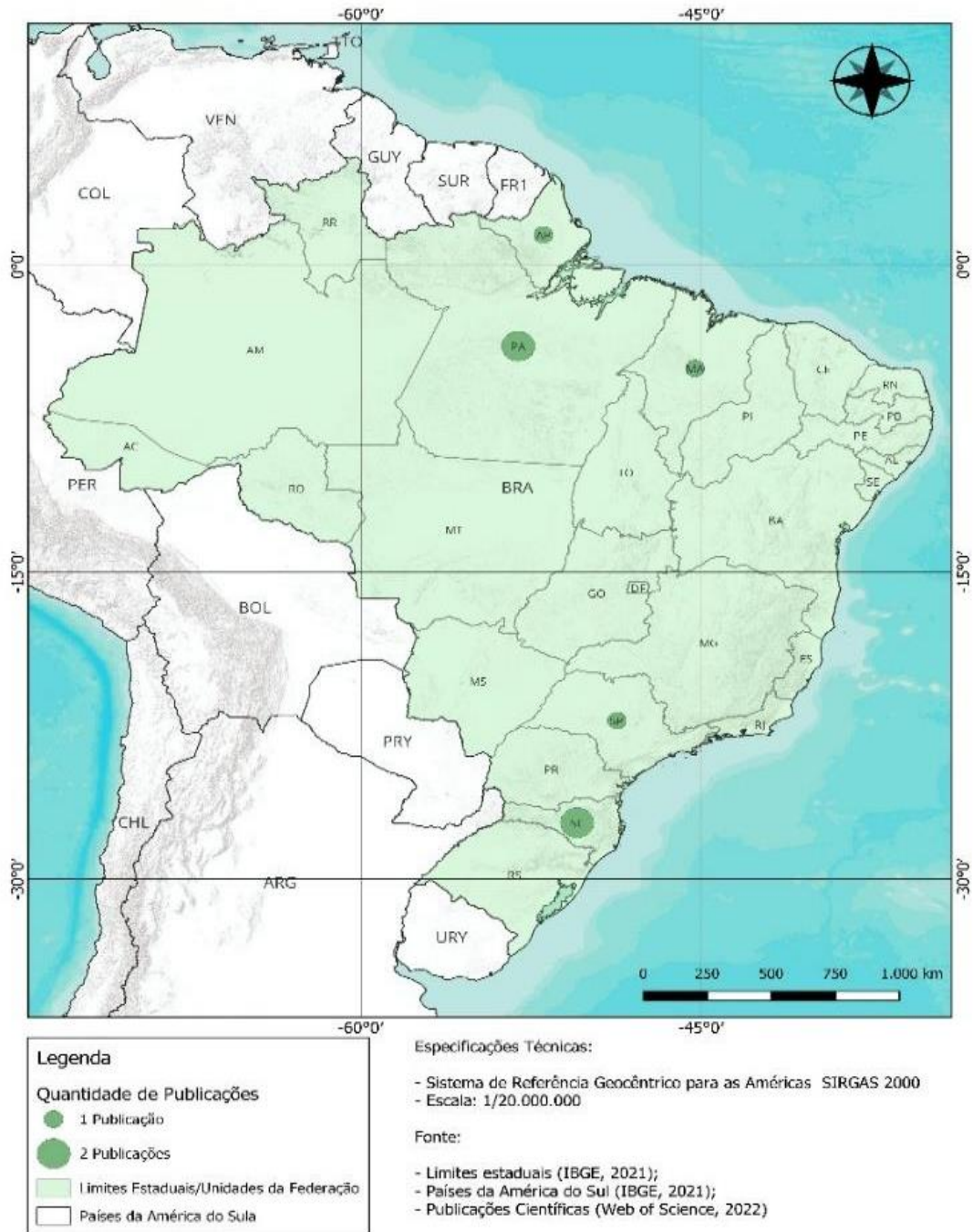
Figura 5 - Relação de publicações por País/Região.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Quanto à análise das publicações sobre a temática no Brasil, foram identificadas sete pesquisas publicadas em periódicos. Em 2009, 2011 e 2012 houve apenas uma publicação por ano, durante sete anos não houve publicação, enquanto 2019 e 2021 que se identificou duas publicações, respectivamente. Essas pesquisas foram realizadas nos estados de Santa Catarina (2), Pará (2), São Paulo (1), Amapá (1) e Maranhão (1) (Figura 6).

Figura 6 - Mapa de distribuição das pesquisas realizadas no Brasil.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

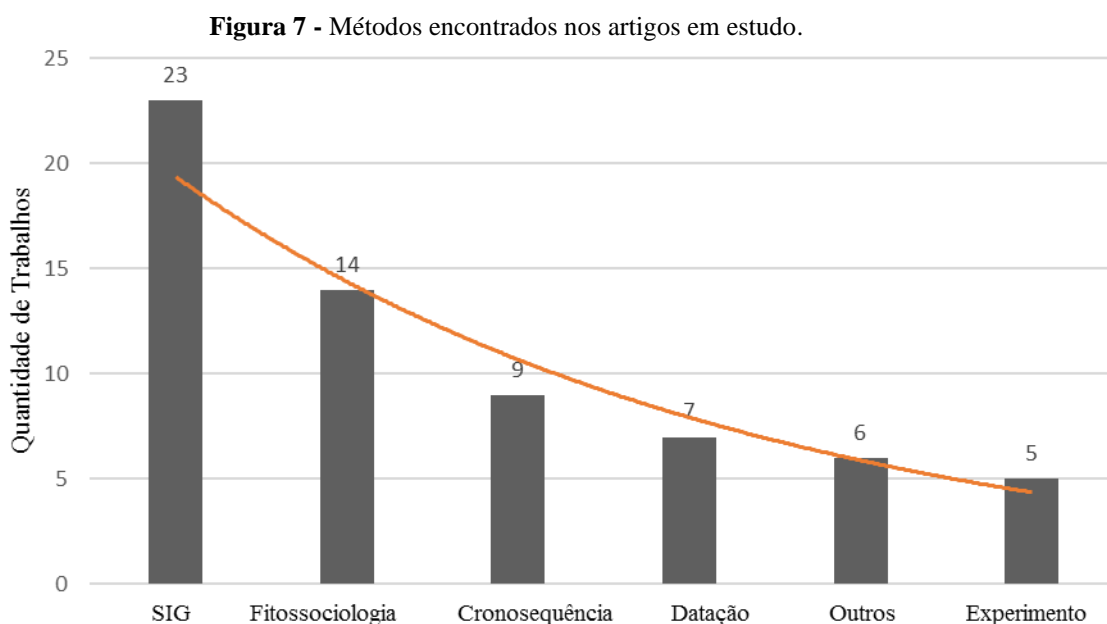
Mesmo havendo um aumento das publicações, ainda existe baixa frequência de pesquisas realizadas no mundo, quando se trata especificamente da sucessão ecológica em manguezais, indexadas na WoS, principalmente no Brasil.

Para avaliar o número de publicações por autor, foi adotado o critério de observação, ou seja, aquele que obteve maior número de publicações. Então, Quan Chen preencheu esse critério com cinco artigos publicados, 2015 (1), 2016 (1) e 2018 (3) respectivamente. Os demais autores apresentam de uma a duas publicações cada. Chen realizou pesquisas sobre as condições de mudança dos microrganismos em sucessão de manguezais por meio do método cronossequência.

Quanto ao idioma, apesar da pesquisa em todas as línguas, as 53 publicações encontradas estão em inglês. Melo; Barbosa (2020), destacam que no geral, a Língua Inglesa possui maior percentual entre as publicações acadêmicas realizadas no âmbito ambiental.

3.2 Análise dos métodos

Quanto aos métodos utilizados nos artigos, foram constatadas diversidades. As identificadas foram: Sistema de Informação Geográfica –SIG, Fitossociologia, Cronosequência, Datação, outros (método presente em apenas só artigo) e experimentais (Figura 7).



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O Sistema de Informação Geográfica –SIG atingiu maior número e foi identificado em 23 artigos, entre os recursos utilizados destacam-se: fotografias aéreas, construção de mapas, uso de receptor de GPS para demarcação de pontos, e imagens do LANDSAT 7-ETM+. Segundo Guedes e Silva (2018) os SIG são sistemas computadorizados que operam informações georreferenciadas e permitem realizar análises diversas, e possibilidades múltiplas de aplicações, como mapeamento, medição, gerenciamento, monitoramento e modelagem.

Com relação as análises de imagens de satélite, este se refere ao sensoriamento remoto, que é o processo de avaliação gerado a longa distância, capaz de captar informações sem contato direto com o alvo, por meio de satélites ou plataformas, é considerado um método moderno, eficaz e muito utilizado para a compreensão sobre os recursos florestais (Jansen, 2009; Coutinho et al., 2021). A aplicação do sensoriamento remoto é utilizada para monitoramento da cobertura vegetal de uma determinada área, e ainda para diferir as informações espectrais da vegetação, dos outros elementos da superfície terrestre e mostra a quantidade e qualidade da vegetação analisada em determinado período (Silva et al, 2019; Resque et al, 2021; Ramos et al, 2021). Além do mais, é um recurso considerável para monitorar áreas degradadas, em especial áreas de manguezais, como também acompanhar o desenvolvimento da vegetação em sucessão nestas áreas.

O segundo método mais empregado foi a Fitossociologia utilizado em 14 artigos, onde os autores utilizaram deste recurso para analisar a composição florística e realizar o levantamento fitossociológico das respectivas áreas de estudo. Conforme Cordeiro (2021), esse método permite entender as características qualitativas e quantitativas da vegetação e com isso

pode auxiliar no planejamento de medidas de conservação. Logo, o estudo fitossociológico em manguezais tem como enfoque o conhecimento e o comportamento da flora, a fim de averiguar níveis de degradação, buscar meios de mitigação.

O terceiro método mais aplicado foi a Cronosequência, utilizado em nove pesquisas e mais usado para estudos temporais, uma vez que permite analisar a estrutura e composição da vegetação ao longo do tempo, por isso propicia compreender os padrões de sucessão nos ecossistemas. Segundo Silva et al (2016), esse estudo é realizado por meio de análises em área florestal, onde a composição florística pode se diferir ao longo do tempo, ou seja, áreas que possuem semelhanças ao tipo das condições ambientais e são ameaçados pelos distúrbios humanas e naturais.

De acordo com Aguiar (2016), não se deve realizar estudos utilizando apenas a Cronosequência, pois isso deve ser associado a outro método para analisar além do tempo, mas considerar elementos relevante como a topografia, heterogeneidade da fauna e do solo, disponibilidade de sementes, microclima.

A cronosequência está atrelada ao método fitossociológico, que auxilia na descrição e compreensão das diferenças sucessionais e possibilita através da quantificação da composição florística compreender a estrutura da composição no decorrer do tempo. Portanto, ao analisar os estudos, foi registrado que utilizaram sensoriamento remoto, o qual possibilita melhor observação na ocorrência de degradação, avanço da urbanização, ou mesmo a expansão dos estágios sucessionais. A aplicação da cronosequência para a sucessão, foi utilizado por Osland et al (2012; 2020), Chen et al (2015), Chen et al (2016), Chen et al (2018), Salmo et al (2019), Huang et al (2022).

O método de Datação foi identificado em sete artigos, a partir do radiocarbono para analisar a dinâmica dos manguezais, sequência de inundações fluviais, e mudanças na paleovegetação de zona costeiras durante o Holoceno. Este método fornece melhores informações sobre o processo de deposição de sedimentos e a origem da matéria orgânica preservada em depósitos costeiros (Guimarães, et al 2011).

A datação por radiocarbono também conhecida como carbono 14 é um cronômetro isotópico, aplicado apenas a materiais orgânicos e alguns inorgânicos, não sendo possível em metais. Os isótopos do carbono ($\delta^{13}C$) se baseia na diferença “isotópica das plantas C3 e C4 e sua preservação na matéria orgânica dos solos”. Com relação as espécies da flora do tipo C3 (árvore) têm valores de $\delta^{13}C$, que variam entre -20% e -32%, com média de -27%, enquanto que os valores de $\delta^{13}C$ das espécies C4 (gramíneas) divergem entre -9% e -17%, com média de -13%. Dessa maneira, as plantas C3 e C4 têm valores de $\delta^{13}C$ que variam de aproximadamente 14% entre si (Gonçalves, et al 2019; Silva, et al 2021). Esse é considerado um método eficiente na obtenção de dados, porém possui um valor de custo alto o que justifica a baixa quantidade de estudos em manguezais.

Outros resultados foram obtidos por meio de pesquisas Exploratórias (4), métodos mistos (SIG, entrevistas semiestruturada e coleta de campo) (1), análise multiproxy (1), respectivamente, totalizando seis artigos nessa categoria. E por fim foi identificado 5 artigos, que apresentaram métodos experimentais, dentre estes os autores realizaram: plantio de mudas (espécies manguezais) (3), e análises em laboratório (2).

Ainda, atrelado a esses métodos, foi observado que dos 53 artigos, em 47 os autores realizaram pesquisa de campo para a obtenção e ou corroboração dos dados. A pesquisa de campo é um método utilizado em diversas áreas do conhecimento, principalmente na ambiental, pois através deste é possível averiguar os fatos, como ocorrem na realidade é um recurso para desenvolver a visão crítica do observado. Porquanto, possibilita atrelar a reflexão teórica com a prática, sendo uma prática indispensável, pois coloca o pesquisador frente ao objeto de estudo e ocorre a relação entre o pesquisador e pesquisado (Farias, 2019; Borges; Alves, 2020; Kozenieski et al 2021).

Diante desses resultados, verificou-se que a abordagem quantitativa apresentou predominância de 89% sob a abordagem qualitativa. A primeira abordagem visa analisar estatisticamente uma hipótese a partir da coleta de dados concretos

enquanto a qualitativa tem como base a subjetividade do objeto (Patias; Hohendorf, 2019; Pitanga, 2020). Destaca-se que os métodos estatísticos são amplamente utilizados nas pesquisas, com destaque a Avaliação de Variância (ANOVA), que utiliza uma comparação das variâncias entre as médias de grupos divergentes (Rodrigues, 2019).

Assim, os métodos apresentados mostraram as diversas possibilidades de estudo para analisar o processo de sucessão em manguezais, mediante aos agentes antrópicos e naturais. As ferramentas do Sistema de Informação Geográfica-SIG mostraram-se mais eficientes para monitoramento de áreas vegetais, uma vez que este permite a obtenção de dados reais de um determinado ambiente, assim como também a fitossociologia e a cronossequência são meios eficazes para monitorar o desenvolvimento florestal em sucessão, mas para isso é necessário visita à campo, ao contrário por exemplo do uso do sensoriamento remoto uma vez que o monitoramento é realizado via satélites, facilitando o acesso mediato, pois este é um método muito relevante para áreas de difícil acesso.

3.3 A importância da sucessão ecológica da vegetação e a contribuição da fauna do manguezal

a) Flora

No Vietnã, de norte a sul, a *Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco é considerada a espécie pioneira sucessional, que competem com a *Avicennia marina* na ocupação do espaço (Jiang et al, 2019). Em ambientes de sucessão, estudos realizados por Chen et al, (2018) apontam que na China a espécie *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh se estabelece primeiro e se desenvolve como arbusto. Essas espécies dão condições favoráveis para surgirem outras, as quais serão substituídas por árvores da família *Rhizophoraceae*: *Bruguiera* Lam., *Kandelia candel* (L.) Druce e *Rhizophora stylosa* Griff.. No leste da Tailândia Umnuysin et al, (2017), verificaram que a espécie *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. era dominante e ao longo do tempo foi substituída principalmente pela *Rhizophora apiculata* Blume e *Rhizophora mucronata* Lam.

Nos artigos analisados para o Brasil, a *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn é a espécie dominante em áreas de sucessão, se estabelecendo logo após a vegetação herbácea, que é predominante de *Cyperaceae* Juss., *Poaceae* Barnhart (Cohen et al., 2021).

Conforme o resultado oriundo de pesquisa laboratorial realizada por Cunha-Lignon (2009), a vegetação herbácea em ambientes costeiros dá condições de organização e padronização para a colonização das espécies jovens de mangue, tendo destaque predominante a espécie *Laguncularia racemosa* verificado em estudo realizado na região de Iguape-SP. Isto foi corroborado por França et al, (2019), que também identificaram o surgimento dessa espécie sob as herbáceas ao estudar os impactos das mudanças climáticas nos manguezais subtropicais durante o Holoceno tardio, em uma planície costeira em Santa Catarina. Através do método de datação verificaram, que o estabelecimento das espécies de mangue na área de estudo se deve ao aumento da temperatura do ar e da água durante o Holoceno tardio.

b) Fauna

Em ambiente de sucessão, estudos realizados por Chen et al (2015; 2016; 2018) sobre a comunidade da fauna macrobentônica e microbiana na China, através dos métodos cronosequência e fitossociologia identificaram a existência de várias espécies principalmente artrópodes, anelídeos e moluscos, o qual tem maior destaque esse último. Os autores sugerem que a macrobentônica podem ser indicadores biológicos de sucessão em mangue, visto que foi verificado maior diversidade, abundância e riqueza na área de sucessão inicial na estação seca, justificável nesta etapa em função da disponibilidade de suprimentos apropriado de alimentos e fácil escavação. Na vegetação em bosque arbóreo, o acúmulo de matéria orgânica pode prejudicar a biomassa da fauna macrobentônica devido ao alto teor de polifenóis e taninos.

Chen et al., (2018) ao analisarem a comunidade de protozoários durante a sucessão de mangue na China, constataram que este também pode ser bioindicador de habitat ou do ciclo. Portanto, deve-se em razão da presença de algumas espécies de

protozoários apenas em estágios sucessionais. Detectaram também a redução na abundância de protozoário por causa da elevação da salinidade e acidez. Dessa forma, isso vem corroborar com Mai et al., (2021), ao avaliar as características da comunidade microbiana durante a sucessão de mangue na Malásia, identificaram que as moléculas orgânicas contribuíram para o crescimento e sucessão dos manguezais.

Logo, evidencia-se que a fauna do Ecossistema Manguezal é diversificada e apresenta adaptações fisiológicas para resistir as condições de salinidade e ciclo de marés, com isso podem ser divididos em água (crustáceos e peixes), sedimentos (anelídeos, moluscos e crustáceos) e vegetação (moluscos, crustáceos, insetos e aracnídeos) (Barreto et al., 2020).

Assim, a fauna exerce importante papel no processo de sucessão ecológica, uma vez que ao se movimentarem pelo ambiente pode transportar sementes e frutos contribuindo para a dispersão vegetal. Diante disso, percebe-se a importância da preservação e conservação dos manguezais, pois fornecem inúmeros serviços ecossistêmicos mantendo o equilíbrio ambiental.

4. Conclusão

As publicações acerca da sucessão em manguezais disponíveis na base da *Web of Science* apresentaram baixa quantificação, em relação ao período de estudo realizado com 53 publicações, inclusive no Brasil que apresentou sete. Os números de publicados variaram ao longo do tempo, onde 2021 apresentou maior número com nove artigos publicados. Foram identificados mais de seis métodos nas pesquisas em análises: SIG, Fitossociologia, Cronosequência, Datação por radiocarbono, Pesquisas Experimentais e dentre outros.

A evolução da sucessão ecológica em manguezais é desencadeada através do estabelecimento de espécies pioneiras sucessionais, conforme fatores físico-químicos dos sedimentos. As espécies de mangue pioneiras existentes no Brasil são diferentes de outros países e que espécies herbáceas se estabelecem nas áreas não ocupadas favorecendo o surgimento das espécies dominante de mangue.

A dominância da espécie *Laguncularia racemosa* em ambientes de sucessão é típica no Brasil, enquanto que na China apareceu a *Avicennia marina*, como espécie pioneira, no sul do Vietnã é a *Aegiceras corniculatum* que disputa espaço com a *Avicennia marina*, enquanto na Tailândia a espécie *Sonneratia caseolaris* é dominante em áreas de sucessão nessa região.

Diante da referida pesquisa pode-se compreender, que a revisão bibliográfica é essencial para aprimorar o conhecimento e a compreensão da dinâmica dos estudos sobre o tema. Desta forma sugere-se que mais estudo sejam realizados sobre a sucessão ecológica em manguezais.

Referências

- Aguiar, M. M. B. de. (2016). Sucessão Florestal em cronosequência na Floresta Atlântica: capacidade de resiliência e influência do meio. (*Dissertação de Mestrado*). p.62.
- Alongi, D. M. (2011). Carbon payments for mangrove conservation: ecosystem constraints and uncertainties of sequestration potential. *Environmental Science & Policy*, 14 (4), 462–470
- Azoulay, A.(2022). Manguezais são aliados no combate às mudanças climáticas. *Consuma Consciência*. <https://www.ecycle.com.br/manguezais-sao-aliados-no-combate-as-mudancas-climaticas/>.
- Balke, T., Bauma, T. J., Horstaman, E. M., Webb, E. L., Erfemeijer, P. L. A., & Herman, P. M. J.. (2011). Windows of opportunity: thresholds to mangrove seedling establishment on tidal flats. *Marine Ecology Progress Series*, 440, 1-9.
- Beck, M. W., Heck, N., Narayan, S., et al. (2022). Return on investment for mangrove and reef flood protection. *Ecosystem Services*, (56), 101-440.
- Barreto, A. D., Paiva, A. F., Nunes, D. B., Mello, S. C. R. P., & Seixas Filho, J. T. de. (2020). Relações socioambientais nas áreas de manguezais na cidade de Magé no estado do Rio de Janeiro. *Revista Augustus*, 25 (50), 92-110.
- Barros, a. B., Azevedo, J. A. M., Bastos, A. L., & Nascimento, V. X. (2021). Caracterização e biodisponibilidade de metais no mangue da Foz do Rio Meirim, Maceió-AL. *Brazilian Journal of Development*. v.7(2), 20133-20147.

- Bezerra, F. G., Ferreira, R. A., & Mello, A. A. (2020). Composição e estrutura de uma área de manguezal da Floresta Nacional do Ibura, estado de Sergipe. *Acta Biológica Catarinense*, 7 (1), 103-112.
- Borges, T. C., & Alves, A. O. (2020). O trabalho de campo em bacia hidrográfica no ensino de geografia e os componentes físico-naturais. *Revista Brasileira de Educação em Geografia*, 10 (19), 525–547.
- BRASIL. Código Florestal. 2012. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm.
- Cater, J. (1959). Mangrove succession and coastal change in southwest Malaya. *Transactions and Papers*, (26) 79-88.
- Chang, C. C., & Turner, B. L. (2019). Ecological succession in a changing world. *Journal of Ecology*... p.503-509.
- Chen, Q., Li, J., Zhang, L., Lu, H., Ren, H., & Jian, S. (2015). Changes in the Macrobenthic Faunal Community during Succession of a Mangrove Forest at Zhanjiang, South China. *Journal of Coastal Research*, 31(2), 315-325.
- Chen, Q., Zhao, Q., Jian, S., & Chen, P. (2018). Changes in the functional feeding groups of macrobenthic fauna during mangrove forest succession in Zhanjiang, China. *Ecological Research*, 33 (5), 961-970.
- Chen, Q., Zhao, Q., Jian, J. S., & Ren, H. (2016). Mangrove succession enriches the sediment microbial community in South China. *Scientific Reports*, 6 (27468), 1-9.
- Chen, Q., Li, J., Zhao, Q., Jian, S., & Ren, H. (2018). Changes in the benthic protozoan community during succession of a mangrove ecosystem in Zhanjiang, China. *Ecosphere*, 9 (4)1-13.
- Chen, Q., Zhao, Q., Chen, P., Lu, H., & Jian, S. (2018). Eco-exergy based self-organization of the macrobenthic faunal assemblage during mangrove succession in Zhanjiang, China. *Ecological Indicators*, 95 (1) 887-894.
- Cohen, M. C. L., Camargo, P. M. P., Pessenda, L. C. R., Lorente, F. L., et al. (2021). Effects of the middle Holocene high sea-level stand and climate on Amazonian mangroves. *Journal of Quaternary Science*, 36(6), 1013–1027.
- Cordeiro, G. N. Fitossociologia: definição, como calcular e sua importância. *Mata Nativa*. <https://www.matanativa.com.br/fitossociologia/>.
- Coutinho, C. H. O., Cruz, H. O., Cruz, H. da., Carneiro, F. da., Souza, C. B. G., & Viana, J. da S. (2021). Geotecnologia aplicada na avaliação de parâmetros fitossociológicos da espécie *Handroanthus sp.*, no Estado do Pará, Brasil. *Research, Society and Development*, 10 (6),1-20.
- Cunha-Lignon, M., Mohiques, M. M., Schaeffer-Novelli, Y., Rodrigues, M., & Klein, D. (2009). Analysis of mangrove forest succession, using sediment cores: a Case study in the Cananéia–Iguape coastal system São Paulo-Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 57(3), 161-174.
- Decker, V., Falkenroth, M., Lindauer, S., Landgraf, J., Al-Lawati, Z., Al-Rahbi, H., & Hoffmann, G. (2021). Collapse of Holocene mangrove ecosystems along the coastline of Oman. *Quaternary Research*.n. 100, 52-76.
- Donato, H., & Donato, M. (2019). Etapas na Condução de uma Revisão Sistemática. *Revista Científica dos Médicos* 32 (3), 227-235.
- Englong, A., Punwong, P., Selby, K., Marchant, R., Traiperm, P., & Pumijumnong, N. (2019) Mangrove dynamics and environmental changes on Koh Chang, Thailand during the last millennium. *Quaternary International*. 500, 128-138.
- Farias, R. C de. (2019). O trabalho de campo na perspectiva de ensino de geografia: uma revisão crítica a partir do cenário internacional. *Revista Brasileira de Educação em Geografia*, 9 (17),181-198.
- França, M. C., Pessenda, L. C., Cohen, M. C., de Azevedo, A. Q., Fontes, N. A., Silva, F. B., de Melo, J. C., Piccolo, M. de C., Bendassoli, J. A., & Macario, K. (2019). Late-Holocene subtropical mangrove dynamics in response to climate change during the last millennium. *The Holocene*, 29(3), 445–456.
- Galvão, M. C. B. Ricarte, L. M. Revisão Sistemática da Literatura: conceituação, produção e publicação. *Filosofia da Informação* 6(1), 57-73.
- Gouveia, S. E. M., Pessenda, L. C. R., Bendassoli, J. A., Aravena, R., Ribeiro, A. S., Saia, S. E. M. G., & Vedoveto, M. (2019). Reconstrução paleoambiental (vegetação e clima) no nordeste do Brasil através dos isótopos do carbono da matéria orgânica dos solos e fragmentos de carvão. p.1-9. https://www.abequa.org.br/trabalhos/0241_gouveia_et_al.pdf.
- Guedes, J. C. F., & Silva, S. M.P da. (2018). Sensoriamento remoto no estudo da vegetação: princípios físicos, sensores e métodos. *Acta. Geográfica*, 12 (29), 127-144.
- Guimarães, J. T. F., Cohen, M. C. L., Pessenda, L. C. R., França, M. C., Smith, C. B., & Nogueira, A. C. R. (2011). Mid- and late-Holocene sedimentary process and palaeovegetation changes near the mouth of the Amazon River. *The Holocene*, 22 (3), 359–370.
- Huang, X., Feng, J., Dong, J., Zhang, J., Yang, Q., Yu, C., Wu, M., Zhang, W., & Ling, J. (2022). *Spartina alterniflora* invasion and mangrove restoration alter diversity and composition of sediment diazotrophic community. *Applied Soil Ecology*, 177 (104519), 1-12.
- Jansen, J. R. *Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos Terrestres*. (2009).São Paulo: Parêntese.
- Jiang, Z., Guan, W., Xiong, Y., Li, M., Xiong, Y., Li, M., Chen, Y., & Liao, B. (2019). Interactive Effects of Intertidal Elevation and Light Level on Early Growth of Five Mangrove Species under *Sonneratia apetala* Buch. Hamplantation Canopy: Turning Monocultures to Mixed Forests. *Forest*, 10(83), 2-13.
- Kozenieski, É. de M., Lindo, P. V. de F., & Souza, R. J. de. (2021). O trabalho de campo como produção de conhecimento: contribuições metodológicas à práxis geográfica. *Revista Brasileira de Educação em Geografia*, 11(21), 05–22.

- ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.(2018). *Atlas dos manguezais no Brasil*. Brasília: ICMBio. https://ava.icmbio.gov.br/pluginfile.php/4592/mod_data/content/14085/atlas%20dos_manguezais_do_brasil.pdf. Acesso em: 02 ago. 2022.
- Lacoste, Y. (1977). Pesquisa e Trabalho de Campo: um problema político para pesquisadores, estudantes e cidadãos. *In: Revista Heródote*. p. 3 - 20.
- Li, Z., Saito, Y., Mao, L., Tamura, T., Li, Z., Song, B., & Li, J. (2012). Mid-Holocene mangrove succession and its response to sea-level change in the upper Mekong River delta, Cambodia. *Quaternary Research*, 78 (2). 386-399.
- MATA NATIVA. 2022. <https://matanativa.com.br/>.
- Mai, Z., Ye, M., Wang, Y., Foong, S. Y., Wang, L., Sun, F., & Cheng, H. (2021). Characteristics of Microbial Community and Function With the Succession of Mangroves. *Frontiers Microbiology*, 12(764974), 1-11.
- Medeiros, A. S. de., Costa, J. G., & Araújo, K. D. (2020). Anthropogenic interference in mangrove areas of the Mundaú-Manguaba estuarine lagoon complex (CELMM), Alagoas (Brazil) as case study. *Revista Ciência Rural*, 50 (10), 1-10.
- Medeiros, D. H. M de. Influência da salinidade na heterogeneidade de paisagens estuarinas do domínio morfoclimático do semiárido brasileiro. (2020). *Tese (Doutorado)*. Disponível:<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/55009>.
- Melo, L. S. A., & Barbosa, M. F. N. (2020). Turismo sustentável e objetivos de desenvolvimento sustentável: perspectiva bibliométrica avaliativa e relacional no período 2015-2020. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 11 (4), 371-385.
- Ministério do Meio Ambiente. *Zona Costeira e Marinha*. <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/ecossistemas-costeiros-marinhos>.
- Ministério do Meio Ambiente. *A convenção de Ramsar*. <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/areas-umidas/a-convencao-de-ramsar-1>.
- Oliveira, M. M., & Barbosa, E. M. (2020). Produção de pesquisa acadêmica internacional sobre gestão de recursos hídricos. *Revista Ibero- Americana de Ciências Ambientais*, 11 (4), 300-315.
- Osland, M. J., Spivak, A. C., & Nestlerode, J. A. (2012). Ecosystem Development After Mangrove Wetland Creation: Plant–Soil Change Across a 20-Year Chronosequence. *Ecosystems*, 15, 848–866.
- Osland, M. J., Feher, L. C., Spivak, A. C., Nestlerode, J. A., Almario, A. E., Cormier, N., & Stagg, C. L. (2020). Rapid peat development beneath created, maturing mangrove forests: ecosystem changes across a 25-yr chronosequence. *Ecological Applications*, 30 (4), 1-12.
- Patias, N. D., & Hohendorff, J. V.(2019). Critérios de qualidade para artigos e pesquisa qualitativa. *Psicologia de estudo*, 24, 1-14.
- Pitanga, Â. F. (2020). Pesquisa qualitativa ou pesquisa quantitativa: refletindo sobre as decisões na seleção de determinada abordagem. *Revista Pesquisa Qualitativa*, 8 (17) 184–201.
- Proteção de Manguezais e Restingas e o Ministro do Meio Ambiente. *Mata Nativa*. 2020. <https://www.matanativa.com.br/protacao-de-manguezais-e-restingas/>.
- Salmo, S. G., Tibbetts, I. R., & Duke, N. C. (2019). Recolonization of mollusc assemblages in mangrove plantations damaged by Typhoon Chan-hom in the Philippines. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 228 (106365), 1-10.
- Silva, A. P. da., Silva, J. B. da., & Araújo, E. D. (2020). Marisma, Manguezal (Mangue E Apicum): Ecossistemas De Transição Terra-Mar Do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13 (02), 727-742.
- Silva, J. B. da., & Torres, M. F. A. (2021). Assinatura Energética dos Manguezais no Domínio Costeiro Brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 14 (4), 2286-2303.
- Silva Jr, G. C., Pita, R. C. dos S., Cunha, F. de M. B., & Silva, T. A. da. (2021). Aplicação do isótopo radioativo de carbono (14c) na determinação de tempos de residência em aquíferos. *Derbyana*, 42 (743), 01-21.
- Silva, C. V. de J., Santos, J. R. dos., Galvão, L. S., Silva, R. D. da., & Moura, Y. M. (2016). Floristic and structure of an Amazonian primary forest and a chronosequence of secondary succession. *Acta Amazonica*, 46 (2), 133-150.
- Silva, R. J. R., & Maia, R. C. (2022). Herbivoria foliar em um bosque de mangue no Ceará, Brasil. *Revista Ciência Florestal*, 32 (1).122-140.
- Silva, C. V. S., Silva, J. L. B. da., Moura, G. B. de A., Nascimento, C. R., & Silva, L. C. da. (2019). Monitoramento da cobertura vegetal por sensoriamento remoto no semiárido brasileiro através de índices de vegetação. *Nativa*, 7 (6), 708-717.
- Sousa, A. S. de., Oliveira, G. S. de., & Alves, L. H. (2021). A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. *Cadernos da Fucamp*, 20 (43), 64-83.
- Souza, C. A., Duarte, L. F. A., João, M. C. A., & Pinheiro, M. A. A. (2018). Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica, Cap. 1: p. 16-56. *In: Pinheiro, M. A. A., Talamoni, A. C. B. (Org.). Educação Ambiental sobre Manguezais*. São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Campus do Litoral Paulista. p.165
- Sreelekshmi, S., Nandan, S. B., Kaimal, S. V., Radhakrishnan, C. K., & Suresh, V. R. (2020). 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*, .35, 101-111.
- Ramos, L. P., Andrade, A. C. da S., Nascimento, P. S. de R., & Santos, J. P. da S. (2021). Mapeamento geomorfológico da zona costeira sul de Sergipe. *Pesquisas em Geociências*, 48 (3), 01-29.

Resque, D. B., & Da Silva Pimentel, M. A. (2021). Dinâmica sazonal da vegetação de manguezal na resex de tracueteua (pa): um estudo comparativo, através de sensoriamento remoto. *Caminhos no Campo e na Cidade*. p. 57.

Rodrigues, L. (2019). Aprenda para que serve e como calcular a ANOVA. <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/anova>.

Rovai, A. S., Twilley, R. R., Worthinaton, T. A., & Riul, P. (2022). Brazilian Mangroves: Blue Carbon Hotspots of National and Global Relevance to Natural Climate Solutions. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4. (787533) .1-11.

Takashima, T. T. G. (2018). Assembleia briofítica em uma cronossequência de florestas secundárias e primárias na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil. (*Dissertação de Mestrado*). https://paginas.uepa.br/pcambientais/dissertacao_tassia_takashima_turma_2016.pdf.

Tognella, M. M. P., Leopoldo, R. V. dos S., & Oliveira, C. P. de. (2020). Diversidade estrutural das florestas de mangue da costa central e norte do Espírito Santo: contribuições para entendimento de funções ecossistêmicas. *Enciclopédia Biosfera-Centro Científico Conhecer*, 17(33), 178.

Umnouysin, S., Sangtjean, T., & Pongparn, S. (2017). Zonal distribution of coarse woody debris and its contribution to net primary production in a secondary mangrove forest. *Ecological Research*, 1 (32), 51–60.