

Estado da arte dos serviços ecossistêmicos na Amazônia Costeira Brasileira

State of the art of ecosystem services in the Brazilian Coastal Amazon

Carla Braga Pereira

Universidade Federal do Pará

Pará, Brasil

carlabpereira10@gmail.com

 ORCID: 0000-0002-1550-4637

Milena Marília Andrade de Nogueira

Universidade Federal Rural da Amazônia

Pará, Brasil

milenamaria.andrade@gmail.com

 ORCID: 0000-0001-5799-7321

Informações do artigo

Recibido: 27/03/2024

Revisado: 17/02/2025

Aceptado: 03/03/2025

Online: 30/09/2025

Publicado: 10/01/2026

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.29.8770

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España)

RESUMO

A zona costeira abriga ambientes como praias e manguezais que proveem serviços ecossistêmicos (SE) particulares como alimentos, matéria-prima e proteção costeira, constituindo benefícios para a sociedade. O artigo visa realizar uma análise sistemática da produção acadêmica sobre os SE na Amazônia Costeira Brasileira. A metodologia consiste em uma revisão bibliográfica, evoluindo para análises alusivas a distribuição espacial dos trabalhos e categorização dos tipos de SE: regulação, provisão, suporte e cultural. Foram analisados 24 produções: o estado do Maranhão registrou o maior número de trabalhos, com 8 publicações; o principal tema analisado condiz ao serviço de regulação sobre proteção costeira. Os resultados trazem contribuições para entender de que forma os estudos sobre SE costeiros têm sido realizados e onde, colaborando para novas perspectivas sobre o tema.

PALAVRAS-CHAVE: Serviços ecossistêmicos, Ambientes Costeiros, Amazônia brasileira, Zona costeira, Pesquisa científica.

ABSTRACT

The coastal zone is home to environments such as beaches and mangroves that provide particular ecosystem services (ES) such as food, raw material and coastal protection, constituting benefits for society. The article aims to carry out a systematic analysis of academic production on ES in the Brazilian Coastal Amazon. The methodology consists of a bibliographical review, evolving into analyzes alluding to the spatial distribution of work and categorization of the types of ES: regulation, provision, support and cultural. 24 productions were analyzed; the state of Maranhão recorded the highest number of works, with 8 publications; The main theme analyzed is related to the regulatory service on coastal protection. The results contribute to understanding how studies on ES have been carried out and where, contributing to new perspectives on the topic.

KEYWORDS: Ecosystem services, Coastal environments, Brazilian Amazon, Coastal zone, Scientific research.

Estado del arte de los servicios ecosistémicos en la Amazonia Costera Brasileña

RESUMEN

La zona costera alberga ambientes como playas y manglares que brindan servicios ecosistémicos (SE) particulares como alimento, materia prima y protección costera, constituyendo beneficios para la sociedad. El artículo tiene como objetivo realizar un análisis sistemático de la producción académica sobre ES en la Costa Amazónica brasileña. La metodología consiste en una revisión bibliográfica, evolucionando hacia análisis alusivos a la distribución espacial del trabajo y categorización de los tipos de SE: regulatorios, provisionativos, de apoyo y culturales. Se analizaron 24 producciones; el estado de Maranhão registró el mayor número de obras, con 8 publicaciones; El principal tema analizado está relacionado con el servicio regulatorio en materia de protección costera. Los resultados contribuyen a comprender cómo y dónde se han realizado estudios sobre SE, contribuyendo a nuevas perspectivas sobre el tema.

PALABRAS CLAVE: Servicios ecosistémicos, Ambientes costeros, Amazonía brasileña, Zona costera, Investigación científica.

État de l'art des services écosystémiques dans l'Amazonie Côtière Brésilienne

RÉSUMÉ

La zone côtière abrite des environnements tels que des plages et des mangroves qui fournissent des services écosystémiques (SE) particuliers tels que la nourriture, les matières premières et la protection côtière, constituant des bénéfices pour la société. L'article vise à réaliser une analyse systématique de la production académique sur les ES dans l'Amazonie côtière brésilienne. La méthodologie consiste en une revue bibliographique, évoluant vers des analyses faisant allusion à la répartition spatiale des œuvres et à la

catégorisation des types d'ES: régulation, prestation, soutien et culture. 24 productions ont été analysées; l'État du Maranhão a enregistré le plus grand nombre d'ouvrages, avec 8 publications; le thème principal analysé concerne le service de régulation de la protection du littoral. Les résultats contribuent à comprendre comment les études sur le SE côtier ont été menées et où, contribuant ainsi à de nouvelles perspectives sur le sujet.

MOTS-CLÉ: Services écosystémiques, Environnements côtiers, Amazonie brésilienne, Zone côtière, Recherche scientifique.

Stato dell'arte dei servizi ecosistemici nell'Amazzonia costiera brasiliana

RIASSUNTO

La zona costiera ospita ambienti come spiagge e mangrovie che forniscono particolari servizi ecosistemici (SE), come cibo, materie prime e protezione costiera, costituendo benefici per la società. L'articolo si propone di realizzare un'analisi sistematica della produzione accademica sui servizi educativi nell'Amazzonia costiera brasiliana. La metodologia consiste in una revisione bibliografica, che si evolve in analisi che alludono alla distribuzione spaziale delle opere e alla categorizzazione delle tipologie di SE: regolamentazione, fornitura, supporto e culturale. Sono state analizzate 24 produzioni; lo stato del Maranhão ha registrato il maggior numero di opere, con 8 pubblicazioni; il tema principale analizzato riguarda il servizio di regolamentazione della tutela costiera. I risultati contribuiscono a comprendere come e dove sono stati condotti gli studi sul SE costiero, contribuendo a nuove prospettive sull'argomento.

PAROLE CHIAVE: Servizi ecosistemici, Ambienti costieri, Amazzonia brasiliana, Zona costiera, Ricerca scientifica.

Introdução

O conceito de Serviços Ecossistêmicos (SE) condiz ao meio que a sociedade obtém bens e benefícios produzidos pelos ecossistemas, vide fornecimento de alimentos, suporte abiótico para a diversidade biótica, além de inúmeros aspectos da vida¹.

O interesse pelos ecossistemas e por seus serviços aumentou exponencialmente após a Avaliação Ecossistêmica do Milênio, realizada entre 2001 e 2005, a qual centralizou as discussões sobre as consequências das mudanças climáticas nos ecossistemas e suas contribuições ao bem-estar humano². Nesse projeto os serviços ecossistêmicos foram segmentados em quatro categorias: provisão (alimentos, água potável, combustível, madeira), suporte (ciclagem de nutrientes, formação do solo), regulação (ciclo do carbono e regulação climática) e cultural (recreação, educacional, espiritual)³.

Na zona costeira, a ideia de SE tem recebido maior atenção desde o ano 2000⁴. Diferenciando das demais áreas nos quesitos de prover alimentação de peixes e mariscos, proteção costeira, habitats de pântanos salgados, inspiração artística de paisagens oceânicas e animais marinhos⁵.

A zona costeira caracteriza-se pela diversidade biótica e abiótica, extrema produtividade, importância ecológica à escala global e uma gama de SE que fornecem aos seres humanos⁶. Comporta a maioria da população mundial⁷, essa densidade representa quase três vezes a mais quando comparado com a ocupação continental e em médio prazo de tempo crescerá exponencialmente⁸. As expressivas atividades antrópicas (residencial, lazer ou comercial) exercem uma pressão significativa sobre os ambientes costeiros e consequentemente sobre os SE, que são os mais ameaçados mundialmente. Assim, a sustentabilidade ao longo prazo das populações depende da condição qualitativa e quantitativa destes serviços⁹, validando, uma razão expressiva para conservação e averiguação de novas maneiras para proteger os recursos naturais¹⁰.

No quesito economia, tem-se a alta dependência dos serviços ecossistêmicos¹¹ essa notoriedade se traduz no valor financeiro global dos SE marinhos e costeiros estimado em US\$ 29,5 trilhões por ano, acima do Produto Interno Bruto (PIB) dos Estados Unidos em 2015¹². Por outro lado, em 2000 a 2010, as perdas globais de ecossistemas costeiros foram contabilizadas em aproximadamente 1 a 2 % a cada ano¹³. A subtração dos elementos naturais do ambiente costeiro reduz o fluxo e disponibilidade dos SE, cujo valor de curto, médio e longo prazo limita e/ou extingue os benefícios monetários utilizados pela sociedade¹⁴.

No geral, a conexão envolvendo o bem-estar costeiro e os ecossistemas está tornando-se mais perceptível através das aplicações *in situ*, como em parceria com as organizações governamentais e não-governamentais e da visibilidade de publicações científicas¹⁵. A nível global pesquisas dessa profundidades são vistas em produções sobre o avanço do conhecimento dos SE¹⁶, sinalizando o aumento exponencial de artigos relacionados ao tema entre os anos de 2004 a 2013, contabilizando de 100 para 6.330, respectivamente. Ao especificar os SE costeiros, mais de 50 serviços ecossistêmicos foram notificados, sendo “alimentos” e “valores recreativos” os serviços mais estudados no período de 2014 e 2018 e os Estados Unidos lidera as pesquisas mundiais, abarcando 40 % dos estudos¹⁷. Europa foi a região mais produtiva e o Brasil está inserido entre os 10 países de maior produção científica, registrando 59 documentos até o ano de 2022, com áreas de estudos concentradas na região sudeste¹⁸. Na esfera brasileira não foram encontrados estudos bibliométricos, contudo vale ressaltar a pesquisa sobre o risco de perda de serviços ecossistêmicos devido às mudanças climáticas, na costa sul¹⁹.

O prestígio da produção acadêmica atraiu diferentes áreas o interesse de agências nacionais e organizações internacionais centralizadas em ciência e tecnologia²⁰. No Brasil, as esferas governamentais empregam os indicadores quantitativos na definição de diretrizes, alocação de recursos e investimentos, entre outras atividades²¹, tornando-se essenciais para o desenvolvimento

¹ Costanza et al., 2014. Jayaraju; Sreenivasulu; Madakka, 2023.

² Andrade; Romeiro, 2009. Cavalcante, 2020.

³ MEA, 2005.

⁴ Turner, 2000.

⁵ Culhane et al., 2019.

⁶ Magalhães Filho et al., 2022.

⁷ Prates; Gonçalves; Rosa, 2012.

⁸ Barbier, 2013.

⁹ Barbier, 2013.

¹⁰ Jayaraju; Sreenivasulu; Madakka, 2023.

¹¹ Andrade; Romeiro, 2009.

¹² Saraswathi et al., 2023.

¹³ Pendleton et al., 2013. Goldeberg et al., 2020.

¹⁴ Saraswathi et al., 2023.

¹⁵ Blythe et al., 2020.

¹⁶ Prado, 2021.

¹⁷ De Souza et al., 2024.

¹⁸ Yetein et al., 2024.

¹⁹ Asmus et al., 2019.

²⁰ Souza; Santin; Schardong, 2012.

²¹ Mugnaini; Jannuzzi; Quonian, 2004.

de políticas públicas neste setor²², entretanto a inserção dessa temática ainda é carente na região norte.

A costa amazônica brasileira detém ambientes e ecossistemas diversificados em planícies de maré e salina, praias, dunas, florestas tropicais, assim como contém as maiores faixas contínuas de manguezal do mundo²³. Esse conjunto integra a Amazônia em sua totalidade, onde os serviços ecossistêmicos gerados é um dos maiores do mundo²⁴ provendo biodiversidade, ciclagem da água e estoque de carbono, os quais servem de alicerce para sustentação da população rural da região amazônica, com fluxos monetários lapidados no valor desses serviços provenientes de uma floresta preservada²⁵.

Para gerenciar com maior eficiência esses bens e benefícios ofertados para a sociedade, é necessário conhecer os serviços ofertados pelo espaço costeiro. Trabalhos que caracterizam a natureza e a tipologia dos SE são primordiais para a tomada de decisão no intuito de preservação, conservação e direcionamento econômico e social que esses ambientes podem proporcionar. Em tempo de aquecimento global, projeção de elevação do nível do mar e ocorrência de eventos climáticos extremos o fluxo e a inter-relação de serviços essenciais necessitam de gestão pública ativa para serem ofertados sob condição adversa para o bem-estar na esfera financeira e de subsistência.

O objetivo desse artigo é apresentar uma visão analítica e abrangente do estado atual da produção científica sobre os serviços ecossistêmicos no recorte da Amazônia Costeira Brasileira.

Procedimentos Metodológicos

Área de estudo

A Amazônia Costeira Brasileira localiza-se na região norte do Brasil, composta por 90 municípios e integra parcialmente os estados do Amapá, Maranhão e Pará (Figura 1). Limita-se espacialmente, entre o Cabo Orange (Amapá) e a Baía de São Marcos (Maranhão)²⁶, mede em torno de 2.250 km de extensão territorial, sem contabilizar as reentrâncias e as ilhas costeiras²⁷.

Em relação aos ambientes e ecossistemas, essa faixa costeira abriga praias, planícies de marés, pântanos salinos e doces, estuários, floresta de várzea, florestas tropicais, ilhas, deltas, dunas e manguezais²⁸. Estes últimos dominam na zona costeira amazônica, estendendo-se ao longo de todo o litoral e respondem por 70 % dos manguezais do Brasil, cobrindo uma área aproximada de 9.000 km²²⁹.

Os ecossistemas costeiros amazônicos resultam da energia de interação entre os processos atmosféricos (movimento da Zona de Convergência Intertropical-ZCIT, norteador do regime dos ventos alísios e precipitação anual), oceanográficos (circulação oceânica geral e a Corrente Costeira Norte do Brasil-CCNB) e continentais (transporte das águas e sedimentos finos do rio Amazonas)³⁰.

As características meteorológicas e oceanográficas são bastante peculiares quando comparadas a outras regiões costeiras do país, em virtude da elevada precipitação anual (até 3.300 mm), altas temperaturas (>20 °C) com baixa variação térmica anual, ampla plataforma continental (~330 km), regime de macromarés (com valores máximos de 8 m no Maranhão, 6 m no Pará e 12 m no Amapá), descarga de dezenas de estuários e do maior rio do mundo, o rio Amazonas, que representa 16 % de água doce descarregada nos oceanos, elevado *runoff* de sedimentos, nutrientes e matéria orgânica³¹.

Metodologia

Conforme decreto nacional nº 5.300 de 07/12/2004, os municípios costeiros seguiram alguns critérios para a sua delimitação: serem defrontes com o mar; os que não forem de frente oceânica devem estar inclusos nas regiões metropolitanas costeiras; municípios estuarinos-lagunares relevantes para a dinâmica marítimo-litorânea³².

Para a distribuição geográfica dos 90 municípios costeiros, buscou-se documentos públicos oficiais: na esfera amapaense o Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro sob a Lei Estadual nº 1089/2007; para a divisa costeira maranhense sobrepôs o limite da Amazônia Legal norteadada pela Lei complementar nº 31/1977 (derivada da Lei nº 5173/1966); e no âmbito do estado do Pará coletou-se dados do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro, coordenado pela secretaria de meio ambiente e

²² Berti et al., 2010.

²³ Pereira, 2007. Souza Filho, 2005.

²⁴ Prado, 2021.

²⁵ Fearnside, 2009; 2015.

²⁶ Borges et al., 2016.

²⁷ Souza Filho, 2005.

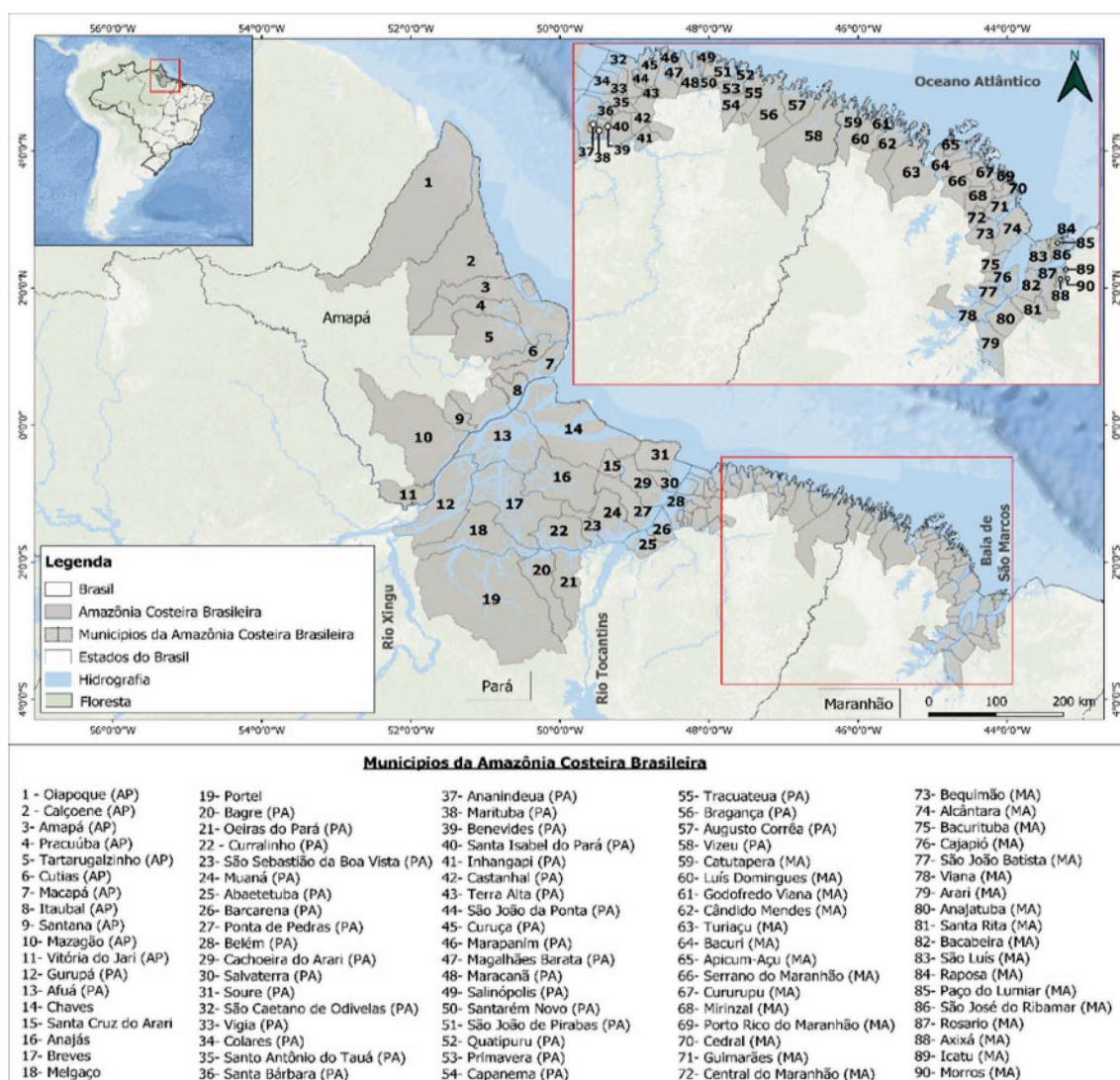
²⁸ Pereira, 2007

²⁹ Menezes; Mehlig, 2009.

³⁰ Almeida, 2020. Prost; Mendes, 2011.

³¹ Pereira, 2007.

³² IBGE, 2022.

Figura 1. Recorte espacial da Amazônia Costeira Brasileira e seus respectivos municípios

Fonte: Elaborado pelas autoras.

sustentabilidade, instituindo a delimitação de acordo com a Lei Estadual nº 9604/2020. Essa segmentação de informações sucedeu uma vez que após rastreamento digital não se encontrou um arquivo formal que unificasse todos os municípios que constituem a Amazônia costeira brasileira.

A coleta de dados centralizou na relação dos serviços ecossistêmicos com os ambientes costeiros da Amazônia costeira brasileira e baseou-se nas seguintes palavras-chave principais: serviços ecossistêmicos, ambientes costeiros, serviços ecossistêmicos costeiros, serviços da geodiversidade e serviços ambientais.

Apesar do rastreamento ostensivo, pode ocorrer de algumas referências que abordam as temáticas em estudo deixarem de ser catalogadas por não conterem as “palavras-chaves” que rastrearam tal coleta. Ressalva semelhantes foram feitas em outros trabalhos de revisão³³.

Para fins de publicação, contou-se com o território da Amazônia em sua totalidade, uma vez que a Amazônia costeira brasileira integra essa região, portanto trabalhos de cunho em geral foram integrados.

A busca pelas produções científicas ocorreu no período de julho de 2022 a novembro de 2023 em documentos nacionais e internacionais, publicadas em ambientes digitais: Google Scholar, Research.com, Scielo, Periódicos CAPES, repositórios de universidade. A seleção das fontes em que foram realizados o levantamento literário é primordial, pois oferece confiabilidade científica ao presente trabalho.

A construção do banco de dados bibliográficos considerou as publicações dos seguintes tipos: artigos nacionais e internacionais, capítulos de livros, dissertações e teses. Outros documentos sobre a temática em questão foram avistados, como trabalho de conclusão de curso, documentos governamentais, relatórios, trabalhos

³³ Andrade et al., 2021. Deeksha; Shukla, 2022. Lima et al., 2023.

publicados em eventos locais, estaduais e nacionais, entretanto não se somaram aos trabalhos utilizados como referências nesse artigo.

Posteriormente, canalizou-se em uma leitura exploratória e seletiva, os artigos que não eram relevantes para os objetivos da pesquisa ou não articulavam com os propósitos mencionados foram excluídos das seguintes etapas. Em seguida, realizou-se uma inspeção analítica, a qual permitiu categorizar os trabalhos em “tipos de serviços ecossistêmicos”, “distribuição geográfica” e “estruturação temporal”.

A base de dados para análise qualitativa e quantitativa e posterior construção dos gráficos foi organizada no *Microsoft Excel*. Adicionalmente manuseou-se o *software Qgis 3.16 ‘Hannover’* no intuito de espacializar os dados, a fim de gerar diferentes produtos cartográficos.

Resultados

A compilação dos dados resultou em 24 trabalhos publicados na Amazônia Costeira Brasileira (Figura 2), ramificados em 17 publicações nacionais (2 capítulos de livro, 3 dissertações, 10 artigos e 2 teses) e 7 internacionais (Figura 3). Ao categorizar por estado, o Amapá contabiliza 5 produções, Maranhão detém 8 trabalhos, Pará reúne 6 estudos e no contexto da totalidade territorial da Amazônia foram avistadas 5 pesquisas (Figura 4).

Apreciação das publicações científicas

As produções científicas sobre os serviços ecossistêmicos foram catalogadas pela ordem alfabética dos estados (Tabela 1). No Amapá, os SE foram registrados na Floresta Nacional do Amapá por meio dos processos do ciclo hidrológico nas florestas tropicais, como produtor de vapor d’água para resfriar o ar localmente e outras regiões do Brasil³⁴. Ao considerar as florestas tropicais de alta cobertura realizou-se uma abordagem da avaliação de SE, em uma região densamente vegetada com dados e informações relativamente limitados³⁵. Diagnosticando múltiplas e várias interações espaciais significativa na oferta de SE (biodiversidade, regulação climática regional, patrimônio indígena e extração de produtos florestais não madeireiros), incluindo as terras agrícolas e florestas como maiores provedores de SE.

No serviço cultural destaca-se o roteiro geoturístico fluvial no rio Amazonas entre as cidades de Macapá e Santana (Amapá), enaltecendo a geodiversidade a partir dos serviços ecossistêmicos abióticos³⁶. Tal itinerário tem potencial de fomentar a atividade econômica do turismo proporcionando renda e empregos para a população, espelhando uma percepção sustentável da natureza para os visitantes e habitantes. Paralelamente detectou-se os valores econômico, estético, cultural, científico/educativo e funcional e os serviços ecossistêmicos de provisão, suporte, regulação e conhecimento.

A questão monetária sobre o serviço de provisão de água da bacia do Rio Cassiporé foi abordada pelas técnicas de valoração econômica por meio dos Métodos de Custo de Reposição e de Custos Evitados. Exibindo um panorama acerca do levantamento de preço dos bens e serviços necessários para reparação e manutenção do SE ameaçado de extinção pelas atividades de garimpo artesanal³⁷.

As Unidades de Conservação são potencialmente provedoras e garantia de SE essenciais ao bem-estar humano ao longo, médio e curto prazo. A Área de Proteção Ambiental da Fazendinha (Amapá) abriga resquícios de floresta de várzea em área urbana, servindo como celeiro para identificar a importância dos SE prioritários para as cadeias de valor do turismo, açaí e óleo de andiroba, disponibilizando oportunidades de investimento para o desenvolvimento da gestão e suas cadeias de valor³⁸.

Em relação as publicações do estado do Maranhão, caracterizou-se o potencial da provisão de serviços ambientais de uma área de restinga na Praia da Guia, São Luís. Detectaram que as restingas são detentoras de alto potencial medicinal, ornamental e ecológico, sendo essencial também para a regulação climática, polinização e alimentação³⁹.

A geodiversidade da zona costeira de São Luís é bastante usufruída pela população local e turística. A geomorfologia foi o elemento abiótico de mais destaque nas áreas de interesses⁴⁰. Os principais SE relacionados ao desenvolvimento socioeconômico do município de Raposa demonstraram grande potencial para a implementação de turismo ecológico, fortalecimento da economia local por meio da coleta de marisco, comercialização do pescado, fabricação manual e comercialização da renda

³⁴ De Oliveira et al., 2020.

³⁵ Milheiros; Mace, 2019.

³⁶ De Lima; De Lima; De Avelar, 2020.

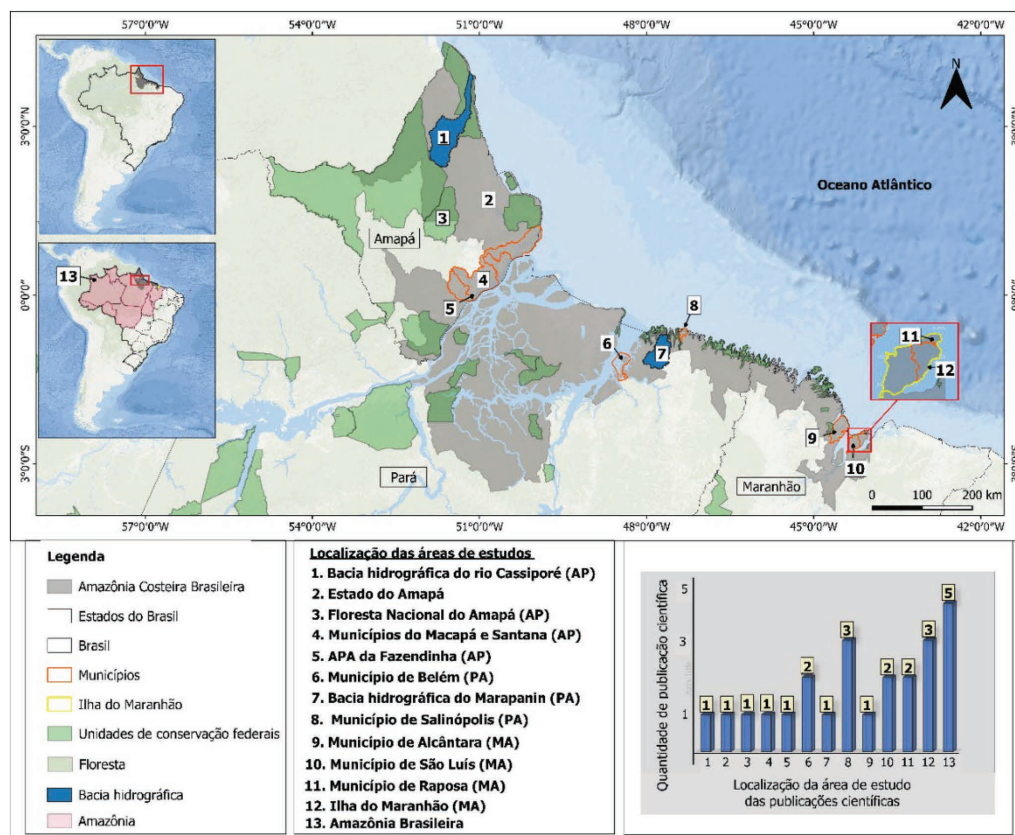
³⁷ Costa; Nogueira; Guadalupe, 2021.

³⁸ De almeida; Euler, 2022.

³⁹ De Paiva; De Almeida, 2020.

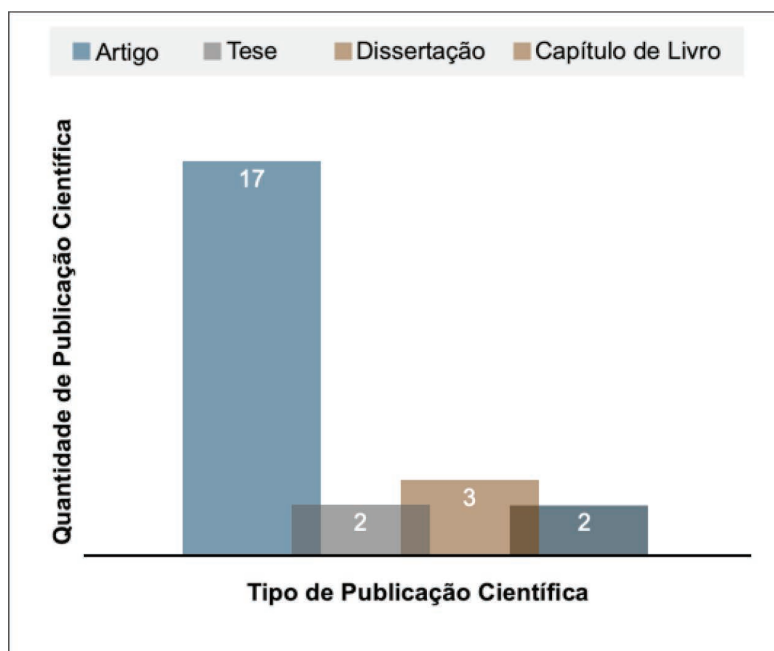
⁴⁰ Ribeiro, 2020.

Figura 2. Espacialização das áreas de estudos das produções científicas sobre serviços ecossistêmicos relacionados aos ambientes costeiros da Amazônia brasileira



Fonte: elaborado pelas autoras.

Figura 3. Gráfico exibindo o número total de cada tipo de produção científica



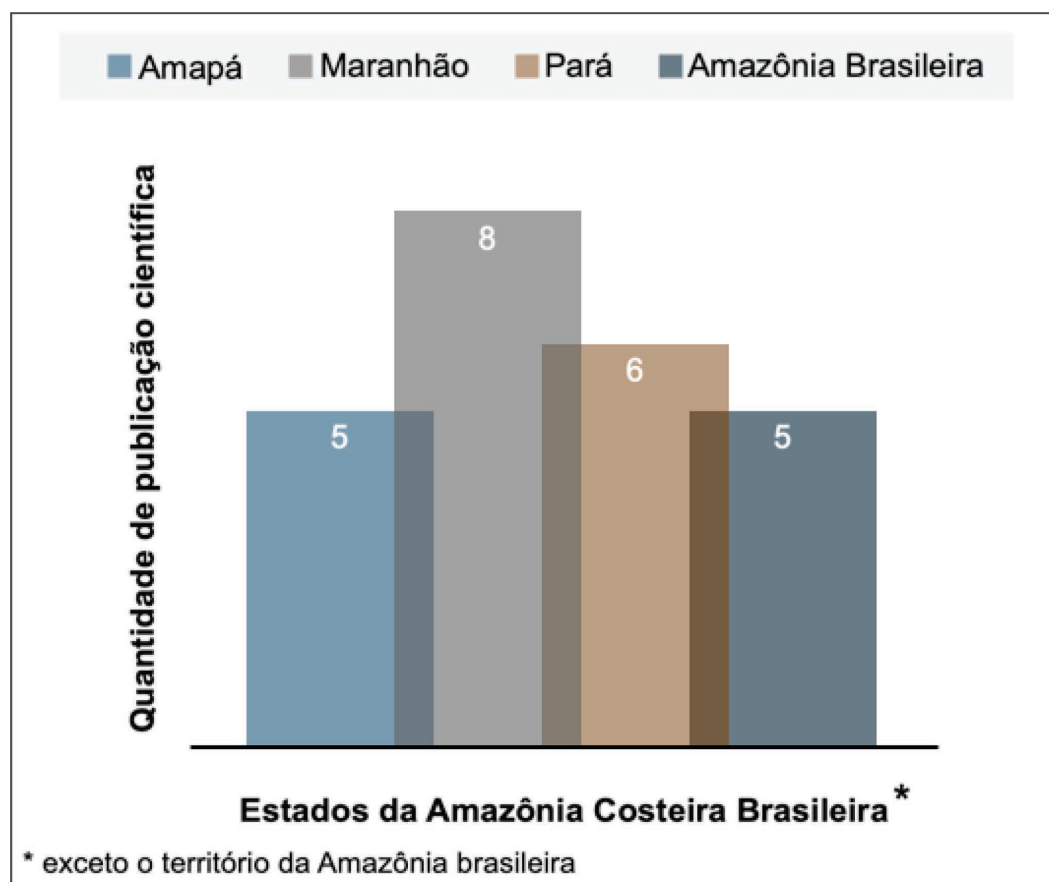
Fonte: Elaborado pelas autoras.

de bilro e confecção de biojóias a partir de sementes, conchas de moluscos e partes de crustáceos⁴¹.

O manguezal do rio Tijupá consiste em uma das áreas de maior faixa contínua na porção sudeste da Ilha do Maranhão. A pesca é o SE amplamente mais utilizado pela comunidade local, por fazer parte da subsistência e recurso para

⁴¹ Paiva, 2020.

Figura 4. Gráfico contabilizando o número total de publicação por estado e pelo território da Amazônia



Fonte: Elaborado pelas autoras.

obtenção de renda financeira⁴². Vetores como distribuição, intensidade e demanda dos serviços são termômetros que indicam áreas vulneráveis às intervenções antrópicas e os malefícios e benefícios diante da oferta dos SE.

Para poder evidenciar os serviços de provisão, regulação/manutenção e cultural prestados pelo manguezal na ilha do Maranhão analisou-se a alimentação e sustento econômico de muitas comunidades, a inspiração para composição de músicas e poemas e o ambiente para coleta de materiais para áreas do conhecimento como história, geografia e biologia⁴³.

A geodiversidade representa um elemento imprescindível para a produtividade dos SE prestados pelo manguezal, visto que depende do aporte de sedimentos fluviais e marinhos, oscilações da maré, redução da energia de ondas, relevo plano, influenciando os recursos abióticos na dinâmica de provimento de serviços pelos manguezais, como fonte de alimento e renda para as populações ribeirinhas⁴⁴.

A cidade de Alcântara serviu de berçário para o entendimento das florestas ripárias na função de disponibilização de serviços ecossistêmicos, pois uma vez conservadas armazenam vultuosas quantidades de carbono, principalmente às árvores de grande porte, entretanto, área em degradação afeta a redução desses serviços. Assim, a restauração das florestas ripárias deve ser prioridade em virtude dos benefícios para a proteção dos recursos hídricos⁴⁵.

A influência da geodiversidade local na oferta de serviços foi observada a partir do uso de modelos estatísticos (correlação de Pearson) em áreas segmentadas no manguezal do município de Raposa, Maranhão. Em junção com os parâmetros físico-químicos (pH, condutividade elétrica, densidade, umidade, carbono) identificou-se os elementos abióticos que apresentaram maior relação com cada região em questão⁴⁶.

No estado do Pará, o mapeamento dos SE na zona costeira visou compreender a potencialidade da geodiversidade do ambiente costeiro no município de

⁴² Santos, 2018.

⁴³ Santos et al., 2018.

⁴⁴ Rabelo et al., 2018.

⁴⁵ Zelarayán et al., 2015.

⁴⁶ Santos, 2022.

Tabela 1. Produção científica sobre os serviços ecossistêmicos, via ambiente costeiros, na Amazônia costeira brasileira

ESTADOS	AUTOR/(ES)	CATEGORIA DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	AMBIENTES / ECOSISTEMAS COSTEIROS	ÁREA DE ESTUDO	TIPO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA
Amapá	Milheiras; Mace (2019)	Provisão, regulação e cultural	Amapá	Amapá	Artigo
	De Lima; De Lima; De Avelar (2020)	Provisão, regulação, suporte e cultural	Rocha, solo, relevo	Macapá e Santana	
	De Oliveira et al. (2020)	Regulação	Floresta	Floresta Nacional do Amapá	
	Costa et al. (2021)	Provisão	Bacia hidrográfica	Bacia hidrográfica do rio Cassiporé	
	Almeida; Euler (2022)	Cultural	Floresta tropical	APA da Fazendinha	Capítulo de livro
Amazônia	Machado; Pacheco (2010)	Regulação e cultural	Bacia hidrográfica	Bacia hidrográfica	Artigo
	Félix; Fontgalland (2021)	Regulação	Unidades de conservação	Amazônia	
	Brouwer et al. (2022)	Provisão, regulação e cultural	Floresta	Amazônia	
	Banerjee et al. (2022)	Provisão e cultural	Floresta	Amazônia	
	Cardozo et al. (2023)	Regulação	Bacia hidrográfica	Amazônia	
Maranhão	Zelarayan et al. (2015)	Regulação	Floresta Riparia	Alcântara	
	Rabelo et al. (2018)	Regulação	Manguezal	Ilha do Maranhão	
	Santos et al. (2018)	provisão, regulação e cultural	Manguezal	Ilha do Maranhão	Artigo
	Paiva; Almeida (2020)	Provisão e Regulação	Restinga	São Luís Praia do Guia	
	Santos (2018)	provisão	Manguezal	Ilha do Maranhão	Dissertação
	Ribeiro (2020)	Provisão, regulação, suporte e cultural	Falésia, praias e dunas	São Luís	
	Paiva (2020)	Provisão e cultural	Manguezal e restinga	Raposa	
	Santos (2022)	Provisão, regulação, suporte e cultural	Manguezal	Raposa	Tese
Pará	Rodríguez et al. (2020)	Provisão e regulação	Manguezal	Salinópolis	Artigo
	Da Silva et al. (2020)	Provisão, regulação e cultural	Corpos hídricos	Belém	
	Da Silva; Beltrão; Gomes (2023)	Regulação	Bacia Hidrográfica	Pará	
	De Santana et al. (2022)	Regulação	Floresta	Parque Zoobotânico de Belém	
	Freire (2018)	Provisão, regulação e cultural	Manguezal	Salinópolis	Tese
	Pereira; Andrade (2023)	Provisão, regulação, suporte e cultural	Falésia, praias, dunas e manguezal	Salinópolis	Capítulo de livro

Fonte: elaborado pelas autoras.

Salinópolis. O valor cultural é vista em paisagens exuberantes das praias do Atalaia, Maçarico, Corvina, Farol Velho e Espadarte, manguezais, dunas e restingas; serviço de regulação evidenciado pela duna ao servir de anteparo à erosão e inundação durante tempestades e marés intensas. A pesquisa aponta para a importância do aprofundamento do conhecimento da geodiversidade para caracterizar as aptidões e limitações do uso do meio físico⁴⁷.

A vila de Cuiarana, em Salinópolis, foi base de estudo para a investigação de fluxos turbulentos de CO₂, energia e a percepção da comunidade sob a ótica dos SE gerados pela floresta de mangue. Detectando a valorização dos serviços fundamentais para subsistência e renda econômica, além de práticas e conhecimentos empíricos transmitidos pelos marisqueiros e pescadores mais experientes, transcendendo para gerações mais jovens, mantendo os saberes culturais da comunidade⁴⁸.

⁴⁷ Pereira; Andrade, 2023.

⁴⁸ Freire, 2018.

Nos mananciais água Preta e Bolonha, responsáveis pelo abastecimento de água potável de 65 % da população da Região Metropolitana de Belém, foram abordados os serviços de abastecimento e regulação de água, fins recreativos, educacionais e de ecoturismo. Entretanto, estes estão sendo ameaçados pela ação antrópica em virtude do despejo de esgoto sanitário sem tratamento, sedimentação nos lagos engendrando o aparecimento de macrófitas⁴⁹.

O valor econômico sazonal dos SE de carbono atmosférico e orgânico tornou-se centro de estudo na faixa de manguezal da comunidade de Cuiarana, em Salinópolis. A medida de créditos de carbono forneceu os valores brutos, as quantidades extraídas a preços de mercado e o valor dos serviços. Constatou-se que no período mais chuvoso a precipitação favorece o aumento na quantidade de carbono⁵⁰.

O Parque Zoobotânico de Belém (PZB) serviu de base para estimar o valor dos SE produzidos pelo ecossistema preservado, considerando as relações socioeconômicas e ambientais ao Método Integrado de Valoração Contingente. Esse método utiliza Disposição a pagar para manutenção do benefício da PZB e Disposição a aceitar para obter benefício em outro lugar⁵¹.

Os padrões e processos dos serviços ecossistêmicos da bacia hidrográfica do rio Marapanim estão alterados em virtude da dinâmica do uso e cobertura do solo. Uma vez que é uma área bastante impactada e apresentam uma gama de SE que dão suporte para o consumo humano e animal. Mapeamento e quantificação do desmatamento, via dados PRODES e MAPBIOMAS, constatou-se a conversão da floresta para pastagem e áreas urbanas, culminando na alteração negativa da umidade da floresta e do solo, evapotranspiração, sequestro de carbono e aumento da temperatura⁵².

Em termos de Amazônia, a bacia hidrográfica amazônica foi contemplada em duas publicações: sobre aos serviços ecossistêmicos provenientes dos recursos hídricos, na temática “Bens públicos globais”, detectando a extensão espacial dos benefícios ecossistêmicos e seus beneficiários como os países parceiros comerciais do Brasil⁵³.

O ciclo hidrológico na Amazônia e os serviços ecossistêmicos de regulação estão sendo interferidos pela

supressão vegetação, principalmente, em setores sensíveis como as faixas marginais e nascentes. Tal ação excluem oportunidades para o uso sustentável da floresta, interferindo negativamente na base econômica da família que advém dos SE.

A caracterização dos custos econômicos proveniente da limitação da capacidade da floresta amazônica foram avaliados em virtude das atividades de desflorestamento do ano de 2018. Nas Unidades de Conservação do território brasileiro as perdas florestais contabilizaram a cifra de centenas de milhões, as supressões nas reservas biológicas são responsáveis por 50 % desses valores⁵⁴.

Avaliações sobre os SE em função dos impactos econômicos do capital natural apontam cenários de desequilíbrio ambiental na Amazônia, para evitá-los foi empregado a Plataforma Integrada de Modelagem Econômico-Ambiental via mudança espacial de uso e cobertura da terra e modelagem de serviços ecossistêmicos. Sob panorama irreversível as perdas econômicas somariam 256,6 milhões de dólares em PIB acumulado até 2050⁵⁵.

A valoração dos SE da Amazônia brasileira tomou como base a mensuração dos valores locais, uma referência primordial para validar a magnitude da preservação da floresta amazônica brasileira. A contabilização média estimada da provisão de habitat para espécies, sequestro de carbono, regulação da água, recreação e ecoturismo às populações locais rendeu a ordem de 410 USD/ha/ano, para autenticar esse montante aplicaram-se modelos de meta-regressão estimados que diminuiria os erros⁵⁶.

Discussão

Ao dissertar sobre o conjunto das publicações, o estado da arte revelou as diferentes escalas de estudos e ambientes costeiros que serviram de base para as produções científicas. Os recortes geográficos variam significativamente em quantificação de área, desde a Área de Proteção Ambiental da Fazendinha (Amapá) em 1.37 km² ⁵⁷ à bacia hidrográfica amazônica totalizando em torno 6.000.000 km² ⁵⁸. Nesse ensejo, os serviços ecossistêmicos proporcionam

⁴⁹ Da Silva et al., 2020.

⁵⁰ Rodríguez et al., 2020.

⁵¹ De Santana et al., 2022.

⁵² Da Silva; Beltrão; Gomes, 2023.

⁵³ Cardozo; Diniz; Szlaszstein, 2023.

⁵⁴ Félix; Fontgalland, 2021.

⁵⁵ Banerjee et al., 2022.

⁵⁶ Brouwer et al., 2022.

⁵⁷ De Almeida; Euler, 2022.

⁵⁸ ANA, 2015.

seus benefícios à sociedade “independente” da sua quantificação territorial, entretanto sua frequência e magnitude podem limitar a disponibilidade do uso dos recursos naturais.

Há uma relação desproporcional ao contabilizar as publicações analisadas para o presente estudo e a extensão espacial da Amazônia costeira brasileira. Fato este ratificado pelos números baixos de teses, dissertações, artigos e capítulos de livros, somando 24 trabalhos científicos, dispersos em aproximadamente 2.250 km compartimentado em 90 municípios costeiros que abrigam um mosaico de ambientes costeiros que potencializam os SE. Certo que é impraticável distribuir de forma igualitária a implementação da pesquisa sobre um país enorme e diverso como o Brasil⁵⁹ e mais especificamente na Amazônia pela forte complexidade e expressão territorial, face as grandes distâncias geográficas que vem acompanhadas pela dificuldade de acesso.

A capital Belém, Salinópolis, a Ilha do Maranhão (São Luís e Raposa) centralizam a maioria dos estudos. Existem regiões que concentram as investigações científicas, seja em função da proximidade de polos econômicos e centros de pesquisa ou aproveitamento das estruturas logísticas já conhecidas e estabelecidas⁶⁰. Nessa condição, de precária mobilidade ou afastamento de centros urbanos, as áreas “remotas” não são exploradas para fins de conhecimento científico e políticos. Estímulo à pesquisa na forma de edital e linhas de financiamento poderiam amenizar esse hiato recorrentes no cenário acadêmico.

O vínculo entre a geodiversidade e os serviços ecossistêmicos vem obtendo notoriedade nas pesquisas contemporâneas, embasadas pela importância dos elementos abióticos para as sociedades, que recentemente eram figurinistas diante da hegemonia dos estudos da bióticos⁶¹.

Cerca de 60 % dos estudos representam o estado qualitativo, substanciado pelo envolvimento das quatro categorias de SE. O serviço de provisão reflete o quadro majoritário, justificado por constituir o meio vital para subsistência e renda financeira individual ou coletiva, concomitante com o fornecimento de matéria-prima que alimenta o mercado nas suas diferentes esferas⁶².

Em distintos debates teóricos e cenários metodológicos, centralizados na questão monetária sobre o serviço

de provisão de água e carbono⁶³, uso de modelos estatísticos para análise da geodiversidade⁶⁴ e no valor econômico sazonal de bens e SE de carbono⁶⁵, as publicações sob a ótica quantitativa dos SE enfatizam a temática da valorização econômica. As atividades econômicas, as sociedades e o bem-estar humano são profunda e irremediavelmente dependentes dos serviços ecossistêmicos⁶⁶.

Para o viés de gerenciamento, o diagnóstico social de custo-benefício alicerçada pela valoração ambiental oferece indicadores que amparam o gestor público na condução do processo político direcionando mais objetividade nas decisões⁶⁷. A valoração de ativos ambientais busca sinalizar o preço que esse recurso possui, tornando possível conciliar a manutenção e conservação do meio ambiente com o desenvolvimento sustentável⁶⁸. Não obstante, a mensuração dos SE e a coexistência do uso e preservação dos bens dispostos pela natureza são resultados poucos explorados na revisão sistemática dos trabalhos analisados.

Os problemas ambientais limitam qualitativamente e quantitativamente os serviços ecossistêmicos, como a mudança de uso da terra⁶⁹, assoreamento e despejo de dejetos sem tratamento específico⁷⁰, subtração gradativa da vegetação⁷¹, garimpo ilegal⁷² e doenças de dengue e febre amarela⁷³, pois interferem no equilíbrio dos ecossistemas, diminuindo a capacidade e a potencialidade destes em oferecer os serviços. Essa condição é exemplificada no caso de poluição de um corpo hídrico, usado constantemente pela população local, a improbidade de consumo de água potável influencia diretamente na qualidade de vida, afetando negativamente os benefícios derivados do ecossistema⁷⁴.

Importante mencionar que a aplicabilidade das técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto contribui para uma gama de discussão que envolve os serviços ecossistêmicos. Identificação, estado e extensão espacial dos ambientes costeiros que proveem os SE, por meio de procedimento indireto, estimula os estudos em regiões distantes ou escassas de dados científicos⁷⁵.

⁶³ Costa; Nogueira; Guadalupe, 2021.

⁶⁴ Santos, 2022.

⁶⁵ Rodríguez et al., 2020.

⁶⁶ Andrade; Romeiro, 2009.

⁶⁷ Motta, 1997.

⁶⁸ Fonseca et al., 2013.

⁶⁹ Da Silva; Beltrão; Gomes, 2023.

⁷⁰ Da Silva et al., 2020.

⁷¹ Machado; Pacheco, 2010.

⁷² Costa; Nogueira; Guadalupe, 2021.

⁷³ Paiva, 2020.

⁷⁴ Paiva, 2020.

⁷⁵ Vargas; Willemen; Hein, 2019. Milheiras; Mace, 2019.

⁵⁹ Madeira et al., 2008.

⁶⁰ Madeira et al., 2008.

⁶¹ Da Silva; Mansur; Do Nascimento, 2018.

⁶² Dhyani; Dhyani, 2016. Ahammad et al., 2024.

A mudança climática está em voga diante das catástrofes naturais e antrópicas que moldaram os noticiários atuais que alcançando níveis mundiais. Nesse contexto, a floresta amazônica torna-se tema central em função dos seus bens e benefícios que atendem demandas em escala global, mais ainda no quesito desmatamento que afeta direta e indiretamente tais SE⁷⁶. Publicações que externalizam essas questões ambientais sinalizam o quanto é necessária a discussão e preocupação com os ativos ambientais e as consequências aos serviços naturais oferecidos a sociedade⁷⁷.

Em relação as publicações científicas, o primeiro trabalho foi datado no ano de 2010, mas em 2018 começou a evidenciar o aumento de publicações sobre as diversas categorias dos serviços ecossistêmicos, anos de 2011, 2012, 2013, 2014, 2016 e 2017 não foram encontrados estudos de interesse (Figura 5).

No enredo dos tipos de SE costeiro o serviço de regulação foi o mais mencionado, correspondendo a 34 % dos estudos. Análises sobre proteção costeira (25 %) contabiliza o serviço ecossistêmico mais avaliado, seguido de abastecimento e controle da água (21 %) sequestro e estoque de carbono (21 %) (Figura 6-A). Determinadas pesquisas dimensionam a essencialidade das temáticas na área de estudo⁷⁸. Os manguezais são os maiores retores de carbono em relação as florestas⁷⁹, tornando globalmente significativos nos processos que envolve o carbono, contudo as alterações ambientais estão reduzindo a sua capacidade de prover este serviço⁸⁰. Desde 2020, os estudos sobre os sistemas regulatórios se registram na Amazônia costeira

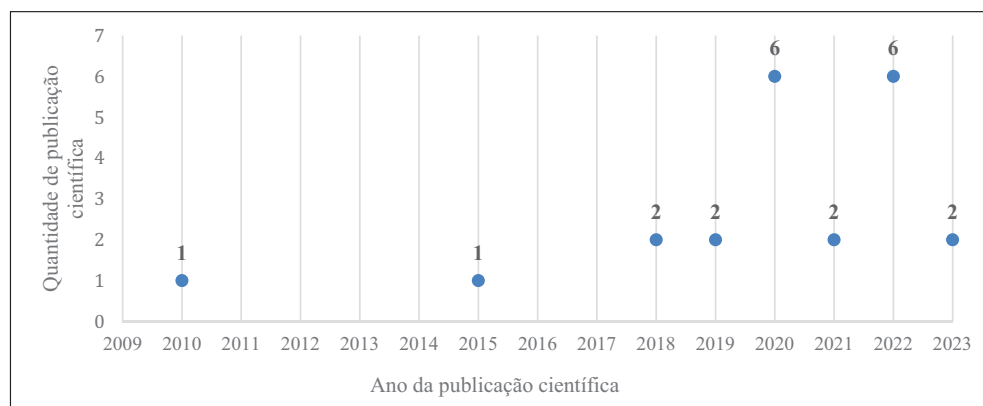
brasileira, devido à crescente consciência global sobre as alterações climáticas e a necessidade de medidas de mitigação climática⁸¹ (Figura 6-B).

As pesquisas relacionadas aos SE de provisão correspondem a 27,90 % das publicações científicas. A disponibilidade de alimento dispõe sobre a categoria mais avaliada (21 %) (Figura 7-A), pois envolve as tradições locais, subsistência e geração de emprego que regem diretamente o bem-estar essencial da sociedade, permeando diferentes esferas de subjetividade do indivíduo ou coletividade. A Amazônia costeira disponibilidade alimentos proteicos como caranguejo, peixe, camarão, mexilhão, turu, ostra, além do provimento de fibras, madeira, produtos medicinais, recursos ornamentais e hídricos⁸² (Figura 7-B).

O SE de suporte é pouco contemplado nas publicações, algo crítico, pois esse serviço serve de alicerce para a existência, funcionalidade e dinamização dos outros serviços e está ramificado em temas como biodiversidade, habitat e atividades físicas (Figura 8-A). Somente o ano de 2020 abarca 97 % dos artigos dessa categoria. Temáticas pedológicas como proteção, fixação, formação e fertilização são minimamente citados no ramo do SE nos trabalhos acadêmicos (Figura 8-B).

Em 2023 foi notificado que a estrada que dá acesso à praia do Goiabal, estado do Amapá, única conexão rodoviária até ao mar está passando pelo intenso processo de erosão⁸³. Essa atividade de deterioração é regida pelo avanço do mar concomitante com o aumento da atuação das marés resultando na entrada das águas

Figura 5. Gráfico mostrando a distribuição da quantidade de publicação científica em relação ao ano da publicação



Fonte: Elaborado pelas autoras.

⁷⁶ Souza et al., 2023.

⁷⁷ Prado, 2021. Medvigy et al., 2013.

⁷⁸ Zelarayán et al., 2015. Freire, 2018. Rabelo et al., 2018. Da Silva et al., 2020.

⁷⁹ Kauffman et al., 2014.

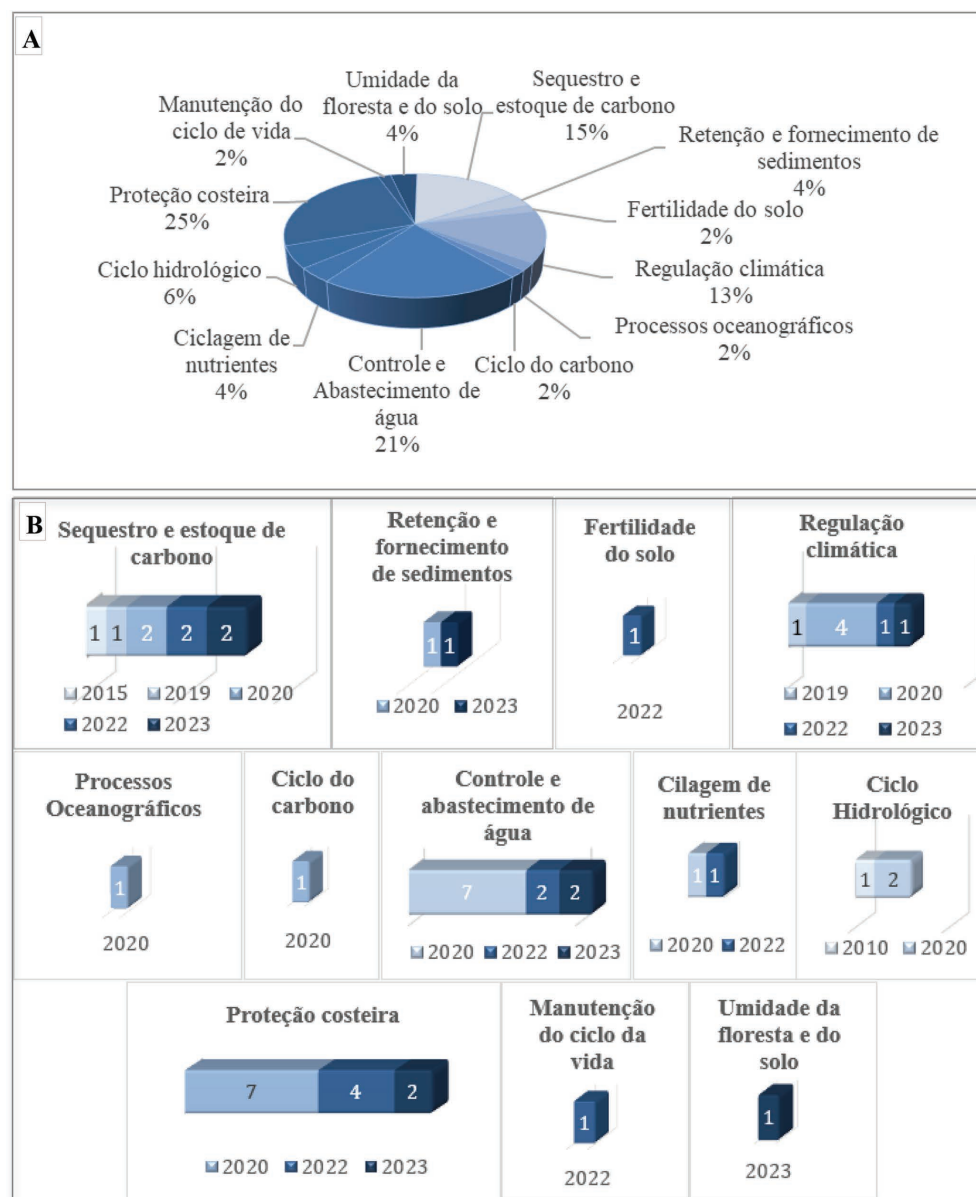
⁸⁰ Beaumont et al., 2014.

⁸¹ Bimrah et al., 2022. Rodrigues-Morgado et al., 2022.

⁸² Prado, 2021.

⁸³ Santos; Fagundes, 2023.

Figura 6. A) Tipos de SE de regulação mencionados nas publicações e suas porcentagens. B) Distribuição temporal da quantidade de menções de cada tipo de SE



Fonte: Elaborado pelas autoras.

oceânicas pelos canais que abrem fendas no solo. Influenciando diretamente na provisão dos demais serviços ofertados a população local e turística, afetando as cadeias socioeconômicas da região.

As pesquisas sobre os serviços culturais englobam recreação e lazer, turismo, educação (Figura 9-A) e os primeiros vestígios sucedem-se de 2018, entretanto o ápice das publicações ocorreu em 2020. Os serviços específicos de recreação e lazer destacam-se entre os demais tipos (Figura 9-B). Primordial para a vitalidade humana, a sensação dos benefícios imateriais reverbera nos aspectos físicos e mentais da sociedade⁸⁴. Apesar da relevância,

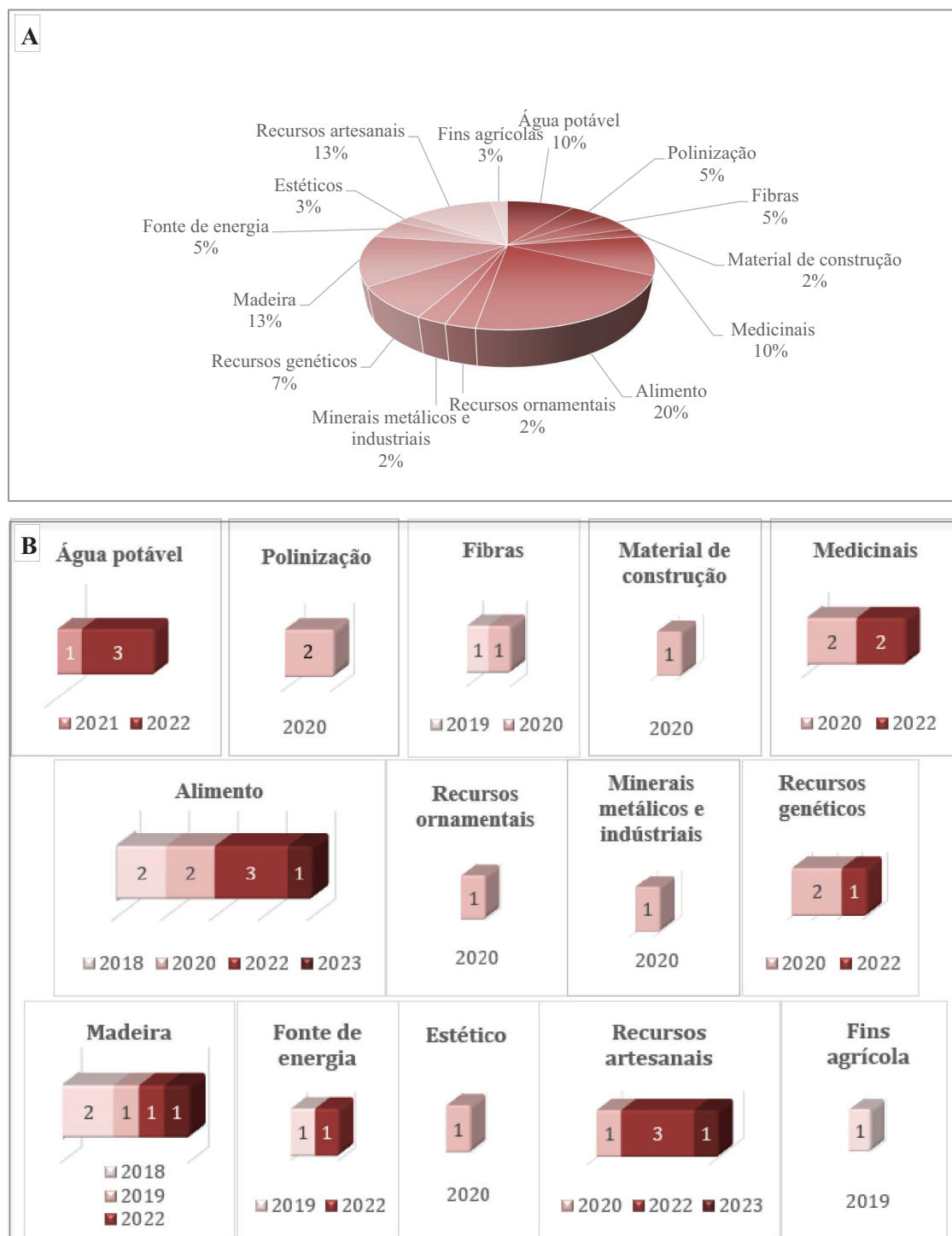
essa temática é pouco trabalhada pela academia no viés de mensuração e valorização de tais serviços⁸⁵. Atrações cênicas e fins educacionais estão presentes de forma corriqueira nos estudos, pois as paisagens dos ambientes costeiros na Amazônia são dignas de apreciação, aprendizado e de pesquisas científicas. O município de Viseu, estado do Pará, abriga praias, grutas, serra, lugares místicos e os rios Gurupi e Piriá são potencialmente aproveitáveis para pesca comercial e turística, como as corredeiras de pedras e a cachoeira de Santo Antônio⁸⁶.

⁸⁴ Booi; Mishi; Andersen, 2022.

⁸⁵ Pivoto et al., 2022.

⁸⁶ Rezende, 2023.

Figura 7. A) Tipos de SE de provisão mencionados nas publicações e suas porcentagens, respectivamente. B) Distribuição temporal da quantidade de menções de cada tipo de SE



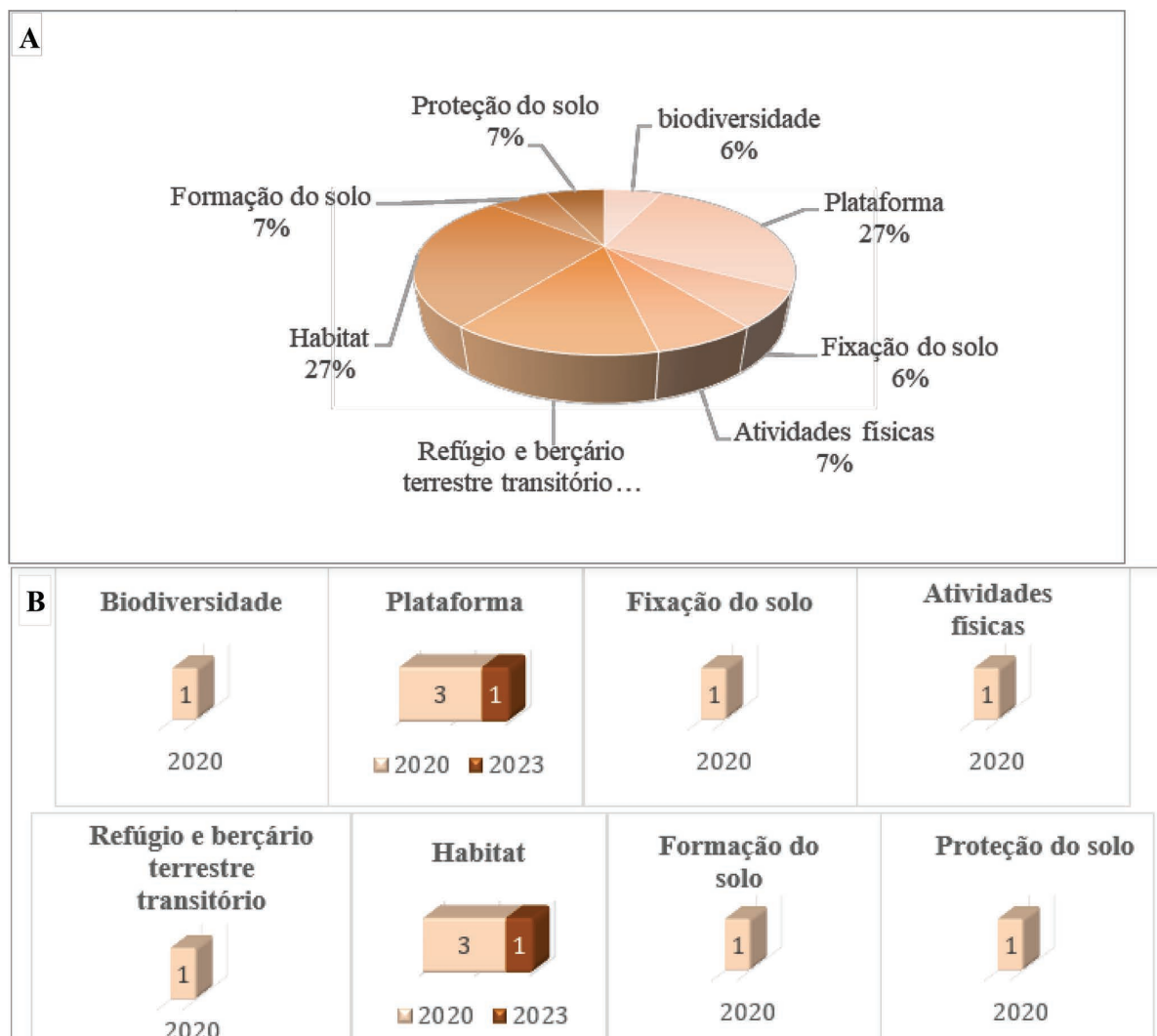
Fonte: Elaborado pelas autoras.

Conclusões

Os trabalhos publicados contemplam uma gama de estudos diversificados, de concepções expositivas, valorativas, quantitativas e qualitativas que exprimem os bens e benefícios materiais e imateriais que circundam o bem-estar humano de quem usufrui da Amazônia costeira brasileira.

Realizações de pesquisas sobre os serviços ecossistêmicos são essenciais para o entendimento da demanda em escala local, regional e global. Para isso é primordial incentivo pelos órgãos formadores de estudos, edital de pesquisa, recurso financeiro, divulgação e inserção na esfera política, tencionando mais conhecimento e preservação dos recursos naturais *in situ*.

Figura 8. A) Tipos de SE de suporte mencionados nas publicações e suas porcentagens, respectivamente. B) Distribuição temporal da quantidade de menções de cada tipo de SE



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Estudos sobre valoração econômica são escassos, assim como o ponto de vista dos usufruintes, catalogação dos lugares potenciais, manifestações culturais e espirituais. Essas ramificações influenciam a economia nas suas diferentes esferas e importante para a gestão pública, pois tais informações são essenciais para alocar recursos humanos e financeiros para um direcionamento ativo e eficaz.

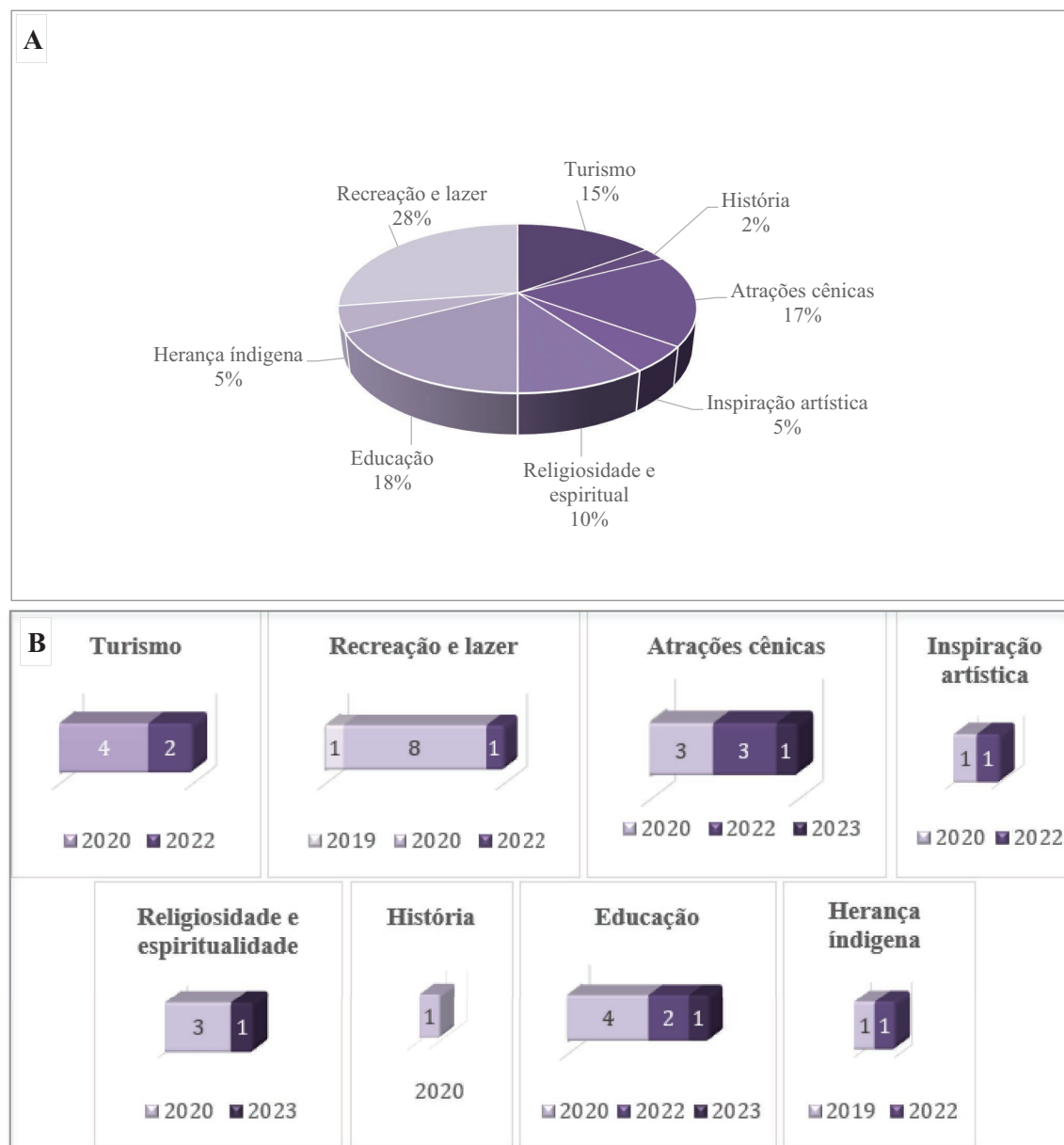
Importante dar mais protagonismo ao SE de suporte, pois, por exemplo, a estabilidade do solo afeta diretamente a visitação de lugares e a sustentação da produção agrícola, que por sua vez interfere na demanda alimentar. Valorizar a base fundamental para a ocorrência dos demais SE propicia o ser humano a usufruir dos benefícios provenientes da natureza.

Mais pesquisas sobre soluções baseadas na natureza para mitigar as ações das mudanças climáticas

sinalizam um papel essencial para resguardar as populações de menor poder aquisitivo e mais vulneráveis (mulheres, idosos e crianças). Dependendo do estado de conservação, os manguezais, as florestas, dunas, falésias e restinga são elementos que atendem essa demanda natural, amenização às erosões costeiras, controle na inundação e proteção à linha de costa.

No recorte da Amazônia costeira brasileira a degradação dos ambientes costeiros e terrestre em virtude das atividades antrópicas é contínua e dinâmica, culminando na interferência da frequência e magnitude da oferta de SE. Assegurar medidas significativas para abrandar e deter a modificação desses espaços proporcionam benefícios primordiais para o desenvolvimento sustentável. O reconhecimento da sociedade pelos benefícios proporcionados pelos SE serve de incentivos para o investimento público e/ou privado na oferta de

Figura 9. A) Tipos de SE de cultura mencionados nas publicações e suas porcentagens, respectivamente. B) Distribuição temporal da quantidade de menções de cada tipo de SE



Fonte: Elaborado pelas autoras.

espaços naturais urbanos de lazer, conhecimento, interação e preservação da biodiversidade e geodiversidade amazônica.

Bibliografia

Ahammad, Ronju; Tomscha, Stephanie A.; Gergel, Sarah. E.; Baudron, Frédéric; Duriaux-Chavarría, Jean-Yves; Foli, Samson; Gumbo, Davidson; Rownland, Dominic; Vianen, Josh van; Sunderland, Terry C. H. 2024: Do provisioning ecosystem services change along gradients of increasing agricultural production? *Landscape Ecology*, 39(1), 5. <https://doi.org/10.1007/s10980-024-01794-3>

Almeida, Adrielson Furtado. 2020: Ecossistemas Costeiros Amazônicos: As transformações socioambientais do século XVII ao XXI. *Revista Cadernos do Ceom*, 33(52), 24-37. <https://doi.org/10.22562/2020.52.02>

Amapá. Assembleia Legislativa. Lei nº 1089. De 25 de maio de 2007: Dispõe sobre a revisão do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro. *Diário Oficial do Maranhão* nº 4013, de 25/05/2007.

ANA-Agência Nacional de Águas (Brasil). 2015: *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras*.

Andrade, Daniel Caixeta; Romeiro, Ademar Ribeiro. 2009: *Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano*. Texto para discussão. 155. 1-43.

- Andrade, Milena Marília Nogueira De; Espirito-Santo, Celina Marques De; Lopes, Walmira Ferreira; Bandeira, Íris Celeste Nascimento. 2021: Estado da Arte da Geodiversidade da Amazônia Legal. *Fronteiras. Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 10(1), 380-405. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2021v10i1>
- Asmus, Milton. L.; Nicoldi, João; Anello, Lucia, S.; Gianuca, Kahuam. 2019: The risk to lose ecosystem services due to climate change: A South American case. *Ecological Engineering*, 130, 233-241. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.12.030>
- Banerjee, Onil; Cicowiez, Martin; Macedo, Marcia N.; Malek, Žiga; Verburg, Peter H.; Goodwin, Sean; Vargas, Renato; Rattis, Ludmila; Bagstad, Kenneth J.; Brando, Paulo M.; Coe, Michael T.; Neill, Christopher; Marti, Octavio Damiani; Murillo, Josue Ávila. 2022: Can we avert an Amazon tipping point? The economic and environmental costs. *Environmental Research Letters*, 17(12), 1-12. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aca3b8>
- Barbier, Edward. B. 2013: Valuing ecosystem services for coastal wetland protection and restoration. Progress and challenges. *Resources*, 2(3), 213-230. <https://doi.org/10.3390/resources2030213>
- Beaumont, Nicola J.; Jones, Laurence; Garbutt, Angus; Hansom, James D.; Toberman, Matthew. 2014: The value of carbon sequestration and storage in coastal habitats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 137, 32-40. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.11.022>
- Berti, Luciana Calabró; Oliveira, Diogo L.; Souza, Diogo. O.; Wofchuk, Susana. T. 2010: Produção científica e formação de recursos humanos na área de bioquímica em instituições federais no Rio Grande do Sul: fomento estadual. *Química Nova*, 33(3), 765-771. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000300051>
- Bimrah, Kanika; Dasgupta, Rajarshi; Hashimoto, Shizuka; Saizen, Izuru; Dhyani, Shalini. 2022: Ecosystem services of mangroves: A systematic review and synthesis of contemporary scientific literature. *Sustainability*, 14(19), 1-16. <https://doi.org/10.3390/su141912051>
- Blythe, Jessica; Armitage, Derek; Alonso, Georgina; Campbell, Donovan; Dias, Ana Carolina. Esteves; Epstein, Graham; Marschke, Melissa; Nayak, Prateep. 2020: Frontiers in coastal well-being and ecosystem services research: a systematic review. *Ocean & Coastal Management*, 185, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.105028>
- Booi, Sipesihle; Mishi, Syden; Andersen, Oddgeir. 2022: Ecosystem services: a systematic review of provisioning and cultural ecosystem services in estuaries. *Sustainability*, 14(12), 1-29. <https://doi.org/10.3390/su14127252>
- Borges, Heloísa Vargas; Mendes, Amílcar Carvalho; De Miranda, Artur Gustavo Oliveira; Harada, Ana Yoshi. 2016: Mapping the scientific output of the Coastal Studies Program (PEC) of the Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará, Brazil, as a contribution to coastal ecosystem services. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais*, 11(2), 183-190. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v11i2.426>
- Brasil. 1977: Lei complementar n. 31, de 11 de outubro de 1977. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/Lcp31.htm
- Brouwer, Roy; Pinto, Rute; Dugstad, Anders; Navrud, Stale. 2022: The economic value of the Brazilian Amazon rainforest ecosystem services: A meta-analysis of the Brazilian literature. *PloS one*, 17(5), 1-20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268425>
- Cardozo, Mônica Lizeth; Diniz, Marcelo Bentes; Szlafsztajn, Claudio Fabian. 2023: Os serviços ecossistêmicos dos recursos hídricos da Bacia Amazônica como Bens Públicos Globais. *Água y Territorio / Water and Landscape*, 21, 103-119. <https://doi.org/10.17561/at.21.5609>
- Cavalcante, Juliane da Costa. 2020: Mercado de serviços ambientais e suas repercussões na Amazônia brasileira. em Marília Bonifácio Martins, Mário Augusto G. Jardim, William de Oliveira Sabino e Maria Fabíola Gomes da Silva de Barros (Eds), *Reflexões Biologia da Conservação*, 2. Belém (Brazil), Museu Paraense Emílio Goeldi, 107-127.
- Costa, Milena Leal; Nogueira, Jorge Madeira; Guadalupe, Juan Vicente. 2021: Valoração do serviço de provisão de água da bacia do rio Cassiporé, no estado do Amapá, Brasil. *Novos Cadernos NAEA*, 24(2), 171-194. <https://doi.org/10.5801/ncn.v24i2.7724>
- Costanza, Robert; De Groot, Rudolf; Sutton, Paul; Van der Ploeg, Sander; Anderson, Sharolyn J.; Kubiszewski, Ida; Farber, Stephen; Turner, R. Kerry. 2014: Changes in the global value of ecosystem services. *Global environmental change*, 26, 152-158. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- Culhane, Fiona; Frid, Christopher; Royo-Gelabert, Eva Royo; Robinson, Leonie. 2019: EU policy-based assessment of the capacity of marine ecosystems to supply ecosystem services. ETC/ICM Technical Report 2/2019: European Topic Centre on Inland. *Coastal and Marine Waters*, 1-269.
- Da Silva, Davi Farias; Beltrão, Norma Ely Santos; Gomes, Dennis José Cardoso. 2023: Land use and land cover dynamics and potential consequences on the ecosystem services in the Marapanim river watershed, Pará, Brazil. *Revista Floresta*, 53(3), 342-351. <https://doi.org/10.5380/rf.v53i3.84218>
- Da Silva, Davi Farias; Furtado, Layse Gomes; Beltrão, Norma Ely Santos; Pontes, Altem Nascimento. 2020: Pressões ambientais sobre serviços ecossistêmicos hídricos em um manancial em Belém, Pará, Brasil. *Research, Society and Development*, 9(8), 1-22. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5981>
- Da Silva, Matheus Lisboa Nobre; Mansur, Kátia Leite; Do Nascimento, Marcos Antonio Leite. 2018: Serviços ecossistêmicos da natureza e sua aplicação nos estudos da geodiversidade: uma revisão. *Anuário do Instituto de Geociências*, 41(2), 699-709. https://doi.org/10.11137/2018_2_699_709

- De Almeida, Verena Cristina; Euler, Ana Margarida Castro.** 2022: Integração de serviços ecossistêmicos para o planejamento local e sua influência nas políticas públicas e na comunidade-o caso da APA da Fazendinha, Macapá, Amapá, em Nogueira Junior, L. R.; Tosto, S. G.; Furtado, A. L. dos S.; Pereira, L. C. (ed.). *Serviços ecossistêmicos e pagamento por serviços ambientais: aspectos teóricos e estudo de caso*. Brasília (Brazil), Embrapa.
- De Lima, Eduardo Queiroz; De Lima, Cláudia Valéria; De Avelar, Valter Gama.** 2020: Geoturismo no rio Amazonas: proposta de roteiro para Macapá e Santana (AP). *Caderno de Geografia*, 30(62), 668-668. <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2020v30n62p668>
- De Oliveira, Leidiane Leão; Canani, Luís Gustavo C.; Da Costa Barreto, Naurinete de Jesus; Cunha, Alan.** 2020: Hydric ecosystem services in a non-disturbed rainforest of the Amazon, Amapá, Brazil. *Nature and Conservation*, 13(4), 45-54. <https://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2020.004.0006>
- De Paiva, Brenda Hellen Izidio; De Almeida, Eduardo Bezerra.** 2020: Diversidade, análise estrutural e serviços ecossistêmicos da vegetação lenhosa da restinga da praia da Guia, São Luís, Maranhão, Brasil. *Biodiversidade*, 19(2), 46-60.
- De Santana, Antônio Cordeiro; De Santana, Ádina Lima; De Oliveira, Gilmar Maureline Teles Silva.** 2022: Socioeconomic and Environmental valuation of the Ecosystem Services: A Case Study of from Zoobotanical Park in Belém, Pará, Brazil. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 9(3), 143-155. <https://doi.org/10.22161/ijaers.93.19>
- De Souza, Nivaldo Lemos; Nóbrega, Ranyere Silva; Torres, Maria Fernanda Abrantes; Ferreira, Junior Antonio Vicente.** 2024: A bibliometric review of ecosystem services and coastal zones: diagnoses and trends. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais (RBCIAMB)* 59, 1-10. <https://doi.org/10.5327/Z2176-94781708>
- Deeksha, Nayak; Shukla, Anoop Kumar.** 2022: Ecosystem services: A systematic literature review and future dimension in freshwater ecosystems. *Applied Sciences*, 12(17), 1-19. <https://doi.org/10.3390/app12178518>
- Dhyani, Shalini; Dhyani, Deepak.** 2016: Significance of provisioning ecosystem services from moist temperate forest ecosystems: lessons from upper Kedarnath. *Energy, Ecology and Environment*, 1(2), 109-121. <https://doi.org/10.1007/s40974-016-0008-9>
- Fearnside, Philip Martin.** 2009: *A floresta amazônica nas mudanças globais*. Manaus (Brazil), Editora Inpa.
- Fearnside, Philip Martin.** 2015: Serviços ecossistêmicos na Amazônia brasileira: progresso e desafios. Em *XII Congresso de Ecologia*, 20 a 24 de setembro de 2015. São Lourenço-MG, 1, 1.
- Félix, Augusto César Trigueiro; Fontgalland, Isabel.** 2021: Custos econômicos da diminuição dos serviços ecossistêmicos nas unidades de conservação da Amazônia. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 12(2), 715-724. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.002.0059>
- Fonseca, Reinaldo Aparecida; Lima, Adriana Barreto; Rezende, José Luiz Pereira de; Dos Santos, Anderson Alves; Nazareth, Luiz Gustavo Camarano.** 2013: A validade do método de contingência como valoração de bens e serviços ambientais. *Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*, 10(13) 1-13.
- Freire, Antonio Sérgio Cunha.** 2018: *Análise dos fluxos turbulentos de CO₂ e energia, associada a percepção dos serviços ecossistêmicos em um manguezal amazônico*. 141. Tese de Doutorado em Ciências Ambientais. Universidade Federal do Pará (Brasil)
- Goldberg, Liza; Lagomasino, David; Thomas, Nathan; Fatoyinbo, Temilola.** 2020: Global declines in human-driven mangrove loss. *Glob. Global change biology*, 26, 5844-5855. <https://doi.org/10.1111/gcb.15275>
- IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística.** 2022: Quadro geográfico de referência para produção, análise e disseminação de estatísticas. Rio de Janeiro. IBGE.
- Jayaraju, Nadimikeri; Sreenivasulu, Ganupenta; Madakka, Mekapogu.** 2023: Coasts, Estuaries and Lakes: Implications for Sustainable Development. *Springer*. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-21644-2>
- Kauffman, J. Boone; Heider, Chris; Norfolk, Jennifer; Payton, Frederick.** 2014: Carbon stocks of intact mangroves and carbon emissions arising from their conversion in the Dominican Republic. *Ecological Applications*, 24(3), 518-527. <https://doi.org/10.1890/13-0640.1>
- Lima, Mariana do Amaral Camara; Bergamo, Thaísa. F.; Ward, Raymond D.; Joyce, Chris B.** 2023: A review of seagrass ecosystem services: providing nature-based solutions for a changing world. *Hydrobiologia*, 850, 2655-2670. <https://doi.org/10.1007/s10750-023-05244-0>
- Machado, Ana Lúcia S.; Pacheco, Jesueté Bezerra.** 2010: Serviços ecossistêmicos e o ciclo hidrológico da bacia hidrográfica amazônica-the biotic pump. *Revista Geonorte*, 1(1), 71-89.
- Madeira, João Augusto; Ribeiro, Katia Torres; Oliveira, Marcelo Juliano Rabelo; Nascimento, Jaqueline Serafim; Paiva, Celso do Lago.** 2008: Distribuição espacial do esforço de pesquisa biológica na Serra do Cipó, Minas Gerais: subsídios ao manejo das unidades de conservação da região. *Megadiversidade*, 4(1-2), 255-269.
- Magalhaes Filho, Luiz; Roebeling, Peter; Villasante, Sebastián; Bastos, Maria Isabel.** 2022: Ecosystem services values and changes across the Atlantic coastal zone: Considerations and implications. *Marine Policy*, 145, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105265>
- MEA-Millennium Ecosystem Assessment.** 2005: MA Conceptual Framework, em Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment. Washington (USA), Island Press, 1-25.
- Medvigy, David; Walko, Robert. L.; Otte, Martin J.; Avissar, Roni.** 2013: Simulated changes in northwest US climate in response

- to Amazon deforestation. *Journal of Climate*, 26(22), 9115-9136. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00775.1>
- Menezes, Moihar Paula Machado; Mehlig, Ulf.** 2009: Manguezais: as florestas da Amazônia costeira. *Revista Ciência Hoje*, 44(264), 34-39.
- Milheiras, Sérgio G.; Mace, Georgina. M.** 2019: Assessing ecosystem service provision in a tropical region with high forest cover: Spatial overlap and the impact of land use change in Amapá, Brazil. *Ecological Indicators*, 99, 12-18. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.12.013>
- Motta, Ronaldo Serôa.** 1997: *Manual para valoração econômica de recursos ambientais*. IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 242.
- Mugnaini, Rogério; Jannuzzi, Paulo de Martino; Quonian, Luc.** 2004: Indicadores bibliométricos da produção científica brasileira: uma análise a partir da base Pascal. *Ciência da Informação* 33(2): 123-131. <https://doi.org/10.1590/S0100-19652004000200013>
- Paiva, Brenda Hellen Izidio de.** 2020: *Mapeamento de serviços ecossistêmicos para o desenvolvimento socioeconômico e bem-estar humano: o caso do município de Raposa, Maranhão*, teses de mestrado, Universidade Federal do Maranhão, São Luís (Brasil)
- Pendleton, Linwood H.; Sutton-Grier, Ariana E.; Gordon, David R.; Murray, Brian C.; Victor, Britta E.; Griffis, Roger B.; Lechuga, Jean A.V.; Giri, Chandra.** 2013: Considering 'Coastal Carbon' in Existing U.S. Federal Statutes and Policies. *Coastal Management*. 41, 439-456. <https://doi.org/10.1080/08920753.2013.822294>
- Pereira, Carla Braga; Andrade, Milena Marília Nogueira.** 2023: Geodiversidade na Zona Costeira Paraense: mapeamento e análise dos serviços ecossistêmicos em Salinópolis - PA, em Giovanni Seabra (Ed), *Paisagens & sociobiodiversidade / Ituiutaba* (Brazil), Editora Barlavento. <https://doi.org/10.54400/978-65-87563-40-4>
- Pereira, Luci C.- Carneiro.** 2007: A zona costeira amazônica brasileira: limite e características. *Simpósio Zona Costeira Amazônica, Belém/PA. Anais da 59ª Reunião Anual da SBPC*.
- Pivoto, Altair Sancho; Raimundo, Sidnei; Lima, Raphaella; Alves, Alexandre Fonseca.** 2022: Serviços Ecossistêmicos Culturais em Áreas Protegidas: uma revisão da literatura. *CULTUR-Revista de Cultura e Turismo*, 16(1), 1-31. <https://doi.org/10.36113/cultur.v16i1.3270>
- Prado, Rachel Bardy.** 2021: Serviços ecossistêmicos: estado atual e desafios para a pesquisa na Amazônia. *Terceira Margem Amazônia*, 6(16), 11-22. <https://doi.org/10.36882/2525-4812.2021v6i16.ed.esp.p11-22>
- Prates, Ana Paula Leite; Gonçalves, Marco Antonio; Rosa, Marcos Reis.** 2012: *Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil*. Brasília (Brazil), Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros.
- Prost, Maria Thereza Ribeiro da Costa; Mendes, Amílcar Carvalho.** 2011: Dinâmica morfosedimentar dos manguezais amazônicos: Guiana Francesa, Amapá e Pará, em Mendes, A.C., Prost, M. T. e Castro, E. (Org), *Ecossistemas amazônicos: dinâmicas, impactos e valorização dos recursos naturais*. Belém (Brazil), Museu Paraense Emílio Goeldi, 436.
- Rabelo, Thiara Oliveira; Santos, Nayara Marques; Da Silva Costa, Diogenes Félix; Do Nascimento, Marcos Antônio Leite; Lima, Zuleide Maria Carvalho.** 2018: A Contribuição da Geodiversidade na prestação dos Serviços Ecossistêmicos do manguezal. *Revista de Geociências do Nordeste*, 4, 281-297. <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2018v4n0ID16110>
- Rezende, Thais.** 2023: Prefeitura de Viseu. Turismo e Lazer. <https://www.viseu.pa.gov.br/turismo-e-lazer/>
- Ribeiro, Naiara dos Reis.** 2020: Análise dos serviços da geodiversidade do litoral norte do município de São Luís-MA, Brasil, teses de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio grande do Norte (Brazil).
- Rodrigues-Morgado, Mariana; Villoslada Peciña, Miguel; Ward, Raymond D.; Bergamo, Thaísa F.; Sepp, Kaleb.** 2022: Carbon and Nitrogen storage in Baltic coastal wetlands. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (EGU22-2913). <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu22-2913>
- Rodríguez, Nelson Castellón; Vitorino, Maria Isabel; Berrêdo, José Francisco; Jardim, Mário Augusto Gonçalves Jardim; Sousa, Adriano Marlison Leão de; Silva, Paulo Vinicius Caldas da.** 2020: Evaluation of mangrove and its role in the economy and strategy to climate change: case study of Cuairana, Pará, in the Brazilian Amazon. *Revista Árvore*, 43, 1-9. <https://doi.org/10.1590/1806-90882019000500003>
- Santos, Naiara Marques.** 2018: Serviços ecossistêmicos em manguezal: identificação e mapeamento dos serviços de provisão no manguezal do rio Tijupá, Ilha do Maranhão-MA, Brasil, teses de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte-Brasil, Rio grande do Norte (Brazil).
- Santos, Naiara Marques.** 2022: *Serviços ecossistêmicos e geodiversidade em áreas de manguezal: um olhar a partir de modelos estatísticos no município de Raposa, Ilha do Maranhão/MA-Brasil*, teses de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal (Brazil).
- Santos, Naiara Marques; Rabelo, Thiara Oliveira; dos Santos Louzeiro, Andreza; da Silva Costa, Diógenes Félix; Cestaro, Luiz Antonio.** 2018: Identificação dos Serviços Ecossistêmicos prestados pelo manguezal da Ilha do Maranhão-MA, Brasil. *Revista de Geociências do Nordeste*, 4, 250-268. <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2018v4n0ID16108>
- Santos, Valdenira Ferreira dos; Facundes, Francinete da Silva.** 2023: *Sobre a inundação, erosão e entrada de águas salinas na via de acesso a praia de goiabal, Município de Calçoene*. Relatório 01/2023. Macapá: IEPA-UNIFAP/PPGDR. 13, 5.
- Saraswathi, Meesa; Bhandari, Sonal; Madakka, Mekapogu; Prakash, R. S.; Misra, Sunil.** 2023: Marine and Coastal Ecosystem

- Services for Sustainable Development. In Coasts, Estuaries and Lakes: Implications for Sustainable Development. *Springer International Publishing*. 405-424. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21644-2_25
- Souza, Antonieta Romano de; Santin, Dirce Maria; Schar-dong, Sedi Ziebert.** 2012: Mapeamento temático da produção científica do Programa de Pós-Graduação em Neurociências da UFRGS: 1998-2010. *Anais do Seminário Nacional de Bibliotecas Públicas Universitárias*, 3, 246-258.
- Souza, Cléber Rodrigo de; Da Silveira Junior, Wanderley Jorge; Mariano, Ravi Fernandes; Sousa Couto-Júnior, Antônio Carlos de; Fontes, Marco Aurélio Leite; Santos, Rubens Manoel dos.** 2023: Non-Brazilian environmental perception on the Amazon rainforest: an approach using text mining from social media. *CERNE*, 29, 1-10. <https://doi.org/10.1590/01047760202329013261>
- Souza Filho, Pedro Walfir Martins.** 2005: Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica*, 23, 4, 427-435. <https://doi.org/10.1590/S0102-261X2005000400006>
- Turner, Kerry R.** 2000: Integrating natural and socio-economic science in coastal management. *Journal of Marine Systems*, 25, 447-460. [https://doi.org/10.1016/S0924-7963\(00\)00033-6](https://doi.org/10.1016/S0924-7963(00)00033-6)
- Vargas, Leonardo; Willemen, Louise; Hein, Lars.** 2019: Assessing the capacity of ecosystems to supply ecosystem services using remote sensing and an ecosystem accounting approach. *Environmental management*, 63, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s00267-018-1110-x>
- Yetein, Marius H.; Houessou, Laurent G.; Gbodja, Gaétan T.; Biaou, Samadori Sorotori Honore.** 2024: Trends in scientific research on coastal lagoon ecosystem services: A bibliometric analysis: Tendances de la recherche scientifique sur les services écosystémiques des lagunes côtières: une analyse bibliométrique. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 7(3), 52-66. <https://doi.org/10.4314/rafea.v7i3.5>
- Zelarayán, Marcelo L. C.; Celentano, Danielle; Oliveira, Elivaldo C.; Triana, Stefanía P.; Sodré, Danilo N.; Muchavisoy, Karold Henry M.; Rousseau, Guillaume X.** 2015: Impacto da degradação sobre o estoque total de carbono de florestas ripárias na Amazônia Oriental, Brasil. *Acta Amazonica*, 45, 271-282. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201500432>