



A Multifuncionalidade dos Serviços Ecosistêmicos no bioma Caatinga: conservação e sustentabilidade

Elpida Andréia de Queiroz Niko Kavouras¹
Antonio Jeovah de Andrade Meireles²

Recebido em: 15-10-2023

Aceito em: 27-08-2024

Resumo

Este artigo investiga a importância dos Serviços Ecosistêmicos (SE) fornecidos pelo bioma Caatinga. Este bioma apresenta uma rica biodiversidade e é essencial para a subsistência de diversas comunidades, mas enfrenta crescentes desafios devido ao aumento da degradação ambiental, causados pela exploração insustentável de seus recursos e os efeitos das mudanças climáticas. A preservação da Caatinga emerge como estratégica para a resiliência dos ecossistemas locais, com isso, torna-se essencial compreender os SE fornecidos por esse bioma. Diante disso, o objetivo geral desta pesquisa é realizar uma revisão bibliográfica detalhada para identificar e categorizar os Serviços Ecosistêmicos conhecidos e relatados na Caatinga, avaliando sua importância na conservação e no desenvolvimento sustentável do bioma. Utilizando uma Revisão Integrativa como metodologia, o estudo selecionou 18 pesquisas relevantes, aplicando critérios rigorosos de inclusão e exclusão. Os resultados demonstram a existência de uma ampla gama de SE na Caatinga, incluindo serviços de provisão, regulação e culturais, enfatizando a multifuncionalidade do bioma e seu papel vital no apoio às comunidades locais e na conservação do equilíbrio ecológico. Esta análise contribui para o entendimento dos SE em regiões semiáridas e aponta para estratégias de conservação sustentáveis.

Palavras-chave: Caatinga – Serviços Ecosistêmicos – Conservação – Sustentabilidade

The Multifunctionality of Ecosystem Services in the Caatinga Biome: Conservation and Sustainability

Abstract

This article investigates the importance of Ecosystem Services (ES) provided by Caatinga biome. This biome has rich biodiversity and is essential for the subsistence of several communities, but faces increasing challenges due to increased environmental degradation, caused by the unsustainable exploitation of its resources and the effects of climate change. The preservation of the Caatinga emerges as strategic for the resilience of local ecosystems, therefore, it is essential to understand the ES provided by this biome. Therefore, the general objective of this research is to carry out a detailed bibliographic review to identify and categorize the known and reported Ecosystem Services in the Caatinga, evaluating their importance in the conservation and sustainable development of the biome. Using an Integrative Review as a methodology, the study selected 18 relevant studies, applying strict inclusion and exclusion criteria. The results demonstrate the existence of a wide range of ES in the Caatinga, including provision, regulation and cultural services, emphasizing the multifunctionality of the biome and its vital role in supporting local communities and conserving ecological balance. This analysis contributes to the understanding of ES in semi-arid regions and points to sustainable conservation strategies.

Keywords: Caatinga – Ecosystem Services – Conservation – Sustainability

¹ Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: andrea.queiroz@ifce.edu.br <https://orcid.org/0009-0004-6578-6590>

² Doutor em Geografia (Universidade de Barcelona). Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGeo) e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: jeovahmeireles@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-0464-2863>

1 Introdução

Todas as sociedades dependem, de alguma maneira, do meio ambiente para assegurar seu bem-estar e crescimento econômico. Elas usufruem tanto de benefícios diretos, como água e alimentos, como de benefícios indiretos, como recreação e valores culturais. Esses benefícios essenciais, resultantes das complexas interações dos ecossistemas, são denominados de Serviços Ecossistêmicos (SE) e são fundamentais para garantir a qualidade de vida e promover a sustentabilidade (Costanza *et al.*, 1997; MEA, 2005). No entanto, à medida que a pressão sobre os recursos naturais aumenta, a degradação dos SE ameaça a saúde dos ecossistemas, a economia e a própria sobrevivência humana (Díaz *et al.*, 2019; Leviston *et al.*, 2018).

Entre os biomas sob ameaça, a Caatinga, exclusiva do Brasil, representa um ecossistema de singular importância. Caracterizado por sua vegetação xerófila e condições climáticas áridas, ela abriga uma rica biodiversidade adaptada às suas condições únicas. Este bioma enfrenta desafios significativos decorrentes da exploração insustentável de recursos e efeitos das mudanças climáticas. Portanto, a compreensão dos SE oferecidos pela Caatinga é fundamental para promover sua conservação e uso sustentável, beneficiando tanto a biodiversidade local como as comunidades que dependem desses recursos (Moura *et al.*, 2019; MMA, 2022; Moura *et al.*, 2023).

Diante disso, o objetivo geral desta pesquisa é realizar uma revisão bibliográfica detalhada para identificar e categorizar os Serviços Ecossistêmicos conhecidos e relatados na Caatinga, avaliando sua importância na conservação e no desenvolvimento sustentável do bioma. Para isso, três objetivos específicos foram estabelecidos: 1. Delinear as principais definições e classificações dos Serviços Ecossistêmicos (SE); 2. Identificar as metodologias mais eficientes para o estudo dos Serviços Ecossistêmicos na Caatinga; e, 3. Catalogar os SE fornecidos pela Caatinga.

A preservação dos Serviços Ecossistêmicos (SE) é fundamental para o bem-estar da sociedade e para a manutenção da biodiversidade, constituindo a base para a saúde dos ecossistemas e o desenvolvimento sustentável (MEA, 2005). Pesquisas visando a identificação dos SE é de suma importância, visto que a descrição e categorização precisa desses serviços são fundamentais para o mapeamento, mensuração e avaliação efetiva dos ecossistemas, aspectos essenciais para gestão e formulação de políticas de sustentabilidade ambiental e de desenvolvimento regional (Czúcz *et al.*, 2018; Maes *et al.*, 2012; Torrez; Tiwari; Atkinson, 2021).

Esta pesquisa se torna ainda mais relevante no âmbito da Caatinga, devido ao aumento de sua degradação. Entretanto, apesar do crescente número de estudos na Caatinga, ainda há

uma lacuna significativa em pesquisas dedicadas aos SE deste bioma, destacando a urgência dessa abordagem como estratégia de preservação deste bioma único (Niemeyer; Vale, 2022; Cunha *et al.*, 2014). Portanto, este estudo visa contribuir para uma melhor compreensão dos SE na Caatinga, fornecendo uma base de dados detalhada que poderá servir para orientar futuras ações de conservação e formulação políticas ambientais sustentáveis.

A metodologia adotada neste artigo foi a Revisão Integrativa (RI), uma abordagem que permite a síntese abrangente e sistemática de estudos e literatura científica. Esta metodologia foi escolhida devido à sua eficácia em compilar e analisar dados de múltiplas fontes, proporcionando uma visão abrangente sobre os SE providos pela Caatinga (Souza *et al.*, 2022).

Para cumprir com o objetivo proposto, este estudo foi organizado em cinco seções principais. A primeira seção corresponde a esta introdução, que estabelece o contexto e os propósitos da pesquisa. Segue-se a segunda seção, dedicada à exploração dos aspectos teóricos relacionados aos serviços ecossistêmicos, abrangendo definições, classificações e as metodologias mais comuns para sua identificação. A terceira seção traz informações sobre a Caatinga, bioma objeto deste estudo, introduzindo suas características principais e importância social, econômica e ambiental. A quarta seção detalha os procedimentos metodológicos adotados para desenvolver a pesquisa, incluindo os critérios utilizados para inclusão ou exclusão dos estudos. Por fim, a quinta seção apresenta os resultados e as discussões derivadas da análise, com ênfase nos serviços ecossistêmicos específicos da Caatinga, destacando a classificação utilizada, as metodologias empregadas na sua identificação e os SE que o bioma proporciona.

2 Aspectos teóricos e metodológicos dos Serviços Ecossistêmicos (SE)

2.1 Definições de Serviços Ecossistêmicos

As interações entre os elementos estruturais dos ecossistemas, tais o fluxo de energia, a ciclagem de matéria, a regulação climática e o ciclo hídrico, que ocorrem independentemente de qualquer benefício para os humanos, são denominadas Funções Ecossistêmicas. Quando as Funções Ecossistêmicas proporcionam benefícios potenciais para uso humano, seja direto ou indireto, consciente ou não consciente, elas são denominadas de Serviços Ecossistêmicos (SE). Embora as funções contribuam para os SE, estes não são sinônimos (Daly e Farley, 2004; Costanza *et al.*, 1997; Andrade e Romeiro, 2011).

As definições de Serviços Ecosistêmicos mais frequentemente citadas na literatura são a de Costanza *et al.* (1997), que os descrevem como “os benefícios que as pessoas obtêm, direta ou indiretamente, das funções dos ecossistemas”, e a da *Millennium Ecosystem Assessment* (2005), que os caracteriza como “os benefícios que as pessoas recebem dos ecossistemas”. Embora haja uma centralidade na ideia geral sobre o termo, não há um consenso definitivo para essa definição e algumas diferenças podem ser constatadas, decorrente da complexidade inerente aos SE, que exige uma abordagem multidisciplinar e a consideração da percepção dos diferentes atores sociais (Ferraz *et al.*, 2019; Hein *et al.*, 2006; Nahlik *et al.*, 2012).

Ademais, é importante ressaltar que Serviços Ecosistêmicos (SE) e Serviços Ambientais (SA) são termos que, apesar de frequentemente utilizados como sinônimos, apresentam distinções conceituais. Os Serviços Ecosistêmicos (SE) dizem respeito aos benefícios diretos e indiretos que os seres humanos recebem dos ecossistemas, benefícios estes que são providos passivamente pela natureza (MEA, 2005). Por outro lado, os Serviços Ambientais (SA) são um conceito mais amplo que além de incluir os SE, também considera as intervenções antrópicas de manejo e conservação para manutenção e restauração das funções dos ecossistemas (Gómez-Baggethun *et al.*, 2010; Boyd e Banzhaf, 2007).

2.2 Classificações e tipos de Serviços Ecosistêmicos

Semelhante às definições de "Serviços Ecosistêmicos", diversas classificações foram desenvolvidas, refletindo a evolução do campo (Gómez-Baggethun *et al.*, 2010). Essas classificações tornam o conceito dos SE mais compreensíveis e demonstram sua importância para o bem-estar humano, dessa forma, são fundamentais para o avanço acadêmico, além de apoiar avaliações econômicas e formulação de políticas públicas (De Groot *et al.*, 2010; Haines-Young *et al.*, 2012).

As principais classificações de Serviços Ecosistêmicos identificadas na literatura incluem a Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA, 2005), o Projeto de Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade (TEEB, 2010), a Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos – IPBES (Diaz *et al.*, 2015), o estudo de Costanza *et al.* (2017) e a Classificação Internacional Comum de Serviços Ecosistêmicos – CICES (Haines-Young *et al.*, 2018), as quais são detalhadas no quadro 1. Esse quadro compara as categorias e os Serviços Ecosistêmicos (SE) listados em cada classificação.

Quadro 1 – Comparativo das principais classificações de Serviços Ecossistêmicos (SE)

MEA (2005)	TEEB (2010)	IPBES (2012)	Costanza <i>et al.</i> (2017)	CICES (2018)
PROVISÃO	PROVISÃO	CONTRIBUIÇÕES	PROVISÃO	PROVISÃO
1. Alimentos	1. Alimentos	MATERIAIS	1. Produção de alimento	1. Biomassa (nutrição)
2. Fibras	2. Água	1. Energia	2. Abastecimento de água	2. Biomassa (material)
3. Combustível	3. Matéria-prima	2. Alimentos e rações	3. Matérias-primas	3. Biomassa (energia)
4. Recursos genéticos	4. Recursos genéticos	3. Materiais e assistências	4. Recursos genéticos	4. Água
5. Produtos bioquímicos, remédios naturais, produtos farmacêuticos	5. Recursos medicinais	4. Recursos medicinais e genéticos	REGULAÇÃO E HABITAT	REGULAÇÃO E MANUTENÇÃO
6. Recursos ornamentais	6. Recursos ornamentais	5. Criação e manutenção de habitat	5. Regulação de gases	5. Mediação de fluxos de ar e gases
7. Água fresca	REGULAÇÃO E MANUTENÇÃO	CONTRIBUIÇÕES DE REGULAÇÃO E MANUTENÇÃO	6. Regulação climática	6. Regulação climática e da composição atmosférica
REGULAÇÃO	7. Regulação da qualidade do ar	6. Polinização e dispersão de sementes	7. Regulação de perturbações (tempestades e controle de inundação)	7. Mediação de vazão de ar e líquidos
8. Regulação da qualidade do ar	8. Regulação climática	Regulação da qualidade do 7. ar	8. Regulação da água (irrigação natural e prevenção da seca)	8. Mediação de vazão de líquidos
9. Regulação climática	9. Moderação de eventos extremos	8. Regulação do clima	9. Tratamento de resíduos	9. Mediação de resíduos e tóxicos
10. Regulação hídrica	10. Regulação do fluxo de água	9. Regulação da acidificação dos oceanos	10. Controle de erosão e retenção de sedimentos	10. Mediação de fluxos de massa
11. Regulação da erosão	11. Tratamento de efluentes	10. Regulação da quantidade de água doce	11. Formação de solo	11. Manutenção da formação e composição do solo
12. Purificação da água e tratamento de resíduos	12. Prevenção de erosão	11. Formação e proteção de solos	12. Polinização	12. Manutenção do ciclo de vida (incluindo polinização)
13. Regulação de doenças	13. Manutenção da fertilidade do solo	12. Regulação de perigos e eventos extremos	13. Controle biológico	13. Manutenção do controle de pragas e doenças
14. Regulação de pragas	14. Polinização	13. Regulação de organismos prejudiciais	14. Ciclagem de nutrientes	14. Manutenção do ciclo de vida, habitat e proteção do banco genético
15. Polinização	15. Controle biológico	CONTRIBUIÇÕES IMATERIAIS	15. Refúgio (berçários e habitat de migração)	CULTURAL
16. Regulação de ameaças naturais	CULTURAL	14. Aprendizagem e inspiração	SUORTE E HABITAT	15. Interações físicas e experienciais
SUORTE	16. Informação estética	15. Experiências	16. Recreação (incluindo ecoturismo e atividades ao ar livre)	16. Interações espirituais e / ou emblemáticas
17. Formação do solo	17. Oportunidades para recreação e turismo	16. Identidades de apoio	CULTURAL	17. Interações intelectuais e representativas
18. Fotossíntese	18. Inspiração para cultura, arte e design	17. Manutenção de opções	17. Cultural (incluindo estético, artístico, espiritual, educacional e científico)	
19. Produção primária	19. Experiência espiritual			
20. Ciclagem de nutrientes	20. Informação para desenvolvimento cognitivo			
21. Ciclagem da água	HABITAT			
CULTURAL	21. Manutenção dos ciclos de vida de espécies migrat.			
22. Diversidade cultural	22. Manutenção da diversidade genética			
23. Valores espirituais e religiosos				
24. Sistemas de conhecimento				
25. Valores educacionais				
26. Inspiração				
27. Valores estéticos				
28. Relações sociais				
29. Senso de lugar				
30. Valores do patrimônio cultural				
31. Recreação e ecoturismo				

Fonte: Elaborada pela própria autora, baseado em MEA (2005), TEEB (2010), Dias *et al.* (2015), Costanza *et al.* (2017), Haines-Young e Potschin (2018)

2.3 Metodologias para identificação de Serviços Ecossistêmicos

Diversas metodologias têm sido utilizadas para a identificação dos Serviços Ecossistêmicos (SE), que vão desde a análise de dados secundários até a coleta de dados primários. Entre as abordagens utilizadas estão o levantamento bibliográfico, análise de dados espaciais, e entrevistas com especialistas e/ou comunidade local. Essas técnicas podem ser utilizadas separadamente ou combinadas, a depender do objetivo do estudo, dos recursos disponíveis e do contexto específico da área protegida em questão (Wendland, 2010; O'Garra, 2012; Barkmann *et al.*, 2008; Martín-López *et al.*, 2009; Martín-López *et al.*, 2014; Rosa *et al.*, 2020; Sannigrahi *et al.*, 2018).

A pesquisa bibliográfica é fundamental para a identificação de SE, permitindo análise eficiente de dados secundários sem coleta de campo, que é mais custosa e demorada. Este método facilita o reconhecimento de padrões, tendências e lacunas na literatura, além de prover uma visão histórica sobre os SE. É especialmente vantajoso sob limitações orçamentárias, viabilizando avaliações rápidas e meta-análises que sintetizam informações de diversas fontes (Mengist; Soromessa; Legese, 2020; Deeksha e Shukla, 2022).

A análise espacial utiliza Sistemas de Informação Geográfica (SIG), sensoriamento remoto e tecnologias de mapeamento, para analisar como os ecossistemas fornecem esses serviços. Essa abordagem permite visualizar, quantificar e avaliar SE em várias escalas, auxiliando tomadores de decisão na criação de estratégias de conservação eficazes e na manutenção de benefícios ecossistêmicos a longo prazo (Turner *et al.*, 2015; Manhães *et al.*, 2016; Bagstad *et al.*, 2014).

A utilização de entrevistas com especialistas e comunidades locais é uma abordagem qualitativa essencial na identificação de SE, enriquecendo a análise com conhecimentos, percepções e valores muitas vezes omitidos por métodos quantitativos. Essa técnica é particularmente valiosa quando faltam dados prévios ou quando os existentes são inadequados, adaptando-se bem a estudos em escalas locais e regionais. Enquanto as entrevistas com especialistas buscam compreender os aspectos técnicos e científicos dos SE, capturando conhecimento especializado sobre as complexidades ambientais, as entrevistas com comunidades locais valorizam suas percepções únicas, fundamentais para a gestão eficaz e inclusiva dos ecossistemas (Messina; Figueira; Santos, 2023; Carrilho e Sinisgalli, 2018; Martin-Lopes *et al.*, 2014; O'Garra, 2012; Barkmann *et al.*, 2008).

3 A Caatinga

A Caatinga (do tupi, *caa* – mata e *tinga* – branca), único bioma com extensão territorial exclusivamente brasileira, possui aproximadamente 862.818km² e se estende pelos nove estados da região Nordeste e norte de Minas Gerais, representando cerca de 10,1% do território nacional. Esse bioma está localizado em uma zona tropical semiárida, caracterizada por altas temperaturas, precipitações abaixo de 700mm/ano e de forma irregular, além disso, possui solos rasos e pedregosos, com grande potencial de erosão e desertificação (Miccolis *et al.*, 2016; IBGE, 2019; Moura *et al.*, 2019).

A Caatinga apresenta uma grande variedade paisagística, com distintas formações fitofisionômicas, cada uma com características únicas. Entre elas, destacam-se: a Caatinga Arbórea, caracterizada por árvores com copas densas ou distribuídas de maneira esparsa; a Caatinga Arbustiva, marcada por espécies espinhosas, que podem formar aglomerados densos ou mais dispersos; a Mata Seca, encontrada nos topos de serras e chapadas, bem como nas encostas; e o Carrasco, com arbustos de caules finos e tortuosos que formam um emaranhado típico dessa região. Essas formações refletem a adaptação das plantas às condições semiáridas do bioma, contribuindo para a rica biodiversidade do bioma (Moro *et al.*, 2015; Sena, 2011).

O bioma também se destaca por sua rica biodiversidade, abrigando aproximadamente 4.963 espécies de plantas e 1.182 espécies animais. Essa rica variedade biológica é essencial tanto para a manutenção de SE quanto para o suporte de uma gama de atividades econômicas, incluindo as agrosilvopastoris e as indústrias. Além disso, sua vegetação contribui significativamente para a economia regional, fornecendo recursos como lenha e carvão para a matriz energética, produtos florestais não madeireiros, pastagens para pecuária extensiva e uma variedade de outros serviços sociais e ambientais (MMA, 2022; IBGE, 2019).

Atualmente, 80% dos ecossistemas originais da Caatinga sofreram alterações, principalmente devido a desmatamento e queimadas causados pela agricultura e pecuária, bem como pela caça predatória e corte ilegal de madeira (Silva, *et al.*, 2021; Freire *et al.*, 2018). Em 2023, a degradação deste bioma aumentou de 33% para 40%, segundo dados do MapBiomas (2023). O que pode ser agravado pelas mudanças climáticas, que já impactam o bioma, e tem estimativas de que até 2060, 99% das comunidades vegetais podem sofrer perdas de espécies, alterando 40% da composição vegetal. Essa transformação, que inclui a substituição de espécies arbóreas por não arbóreas, afeta serviços ecossistêmicos como o armazenamento de carbono e tem repercussões nas atividades econômicas e no bem-estar social (Moura *et al.*, 2023).

4 Metodologia

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi adaptada de Camacam e Messias (2022) e consiste na análise de dados secundários, através de uma Revisão Integrativa (RI). A RI é reconhecida por sua eficácia em consolidar dados de diferentes estudos, permitindo uma compreensão abrangente do tema abordado. Essa técnica é particularmente útil para identificar, avaliar e sintetizar as evidências existentes, fornecendo uma base sólida para a análise e interpretação de um determinado tema (Souza *et al.*, 2022). Nessa perspectiva, este trabalho tem a finalidade de coletar e sintetizar resultados de pesquisas sobre os Serviços Ecosistêmicos (SE) fornecidos pelo bioma Caatinga, abordando as classificações destes serviços e as metodologias mais empregadas para sua identificação.

Os trabalhos passaram por duas etapas de análise. Na fase 1, foi feito um levantamento eletrônico nas plataformas de pesquisa acadêmica SciELO, Portal de Periódicos da CAPES, *Scopus* e Google Acadêmico, utilizando as palavras-chave "Serviços Ecosistêmicos" e "Caatinga". A partir da combinação dos descritores foram obtidos 4.303 estudos, sendo 7 no SciELO, 12 no Portal de Periódico da CAPES, 64 no Scopus e 4.220 no Google Acadêmico.

Para a fase 2, foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão: artigos, anais de congresso, teses, dissertações e monografias que abordassem a temática e tenham sido realizados exclusivamente na Caatinga, no período de 2014 a 2023, estando disponíveis eletronicamente e de forma gratuita em sua totalidade. Em relação aos critérios de exclusão, foram desconsiderados trabalhos que não especificam o local de realização ou que não incluem pelo menos dois dos seguintes aspectos: descrição dos SE fornecidos pela Caatinga, classificação dos SE utilizada e metodologia adotada para a identificação desses serviços. Excluíram-se também relatórios, manuais, editoriais e artigos que apresentassem duplicidade nas diferentes bases de dados consultadas.

Após estabelecer os critérios de inclusão e exclusão, iniciou-se a triagem dos trabalhos. Esta seleção foi realizada em duas etapas: primeiramente, os trabalhos foram escolhidos com base nos títulos e, posteriormente, através da análise dos resumos. Como resultado desse processo, 18 estudos foram selecionados: 1 da SciELO, 1 do Portal de Periódicos da Capes e 16 via Google Acadêmico. Vale destacar que, durante esta fase, nenhum estudo disponível na Scopus atendeu aos critérios estabelecidos para inclusão.

5 Resultados e discussões

Para melhorar a apresentação e a discussão dos dados, esta seção foi estruturada em duas partes principais. A primeira parte se dedica à sistematização dos dados oriundos dos dezoito estudos selecionados, detalhando as classificações de SE utilizada, as metodologias de levantamento empregadas e os locais de estudo correspondentes. A segunda parte, por sua vez, concentra-se especificamente nos Serviços Ecosistêmicos fornecidos pelo bioma Caatinga, explorando tanto a natureza quanto o impacto desses serviços no contexto local e regional.

5.1 Serviços Ecosistêmicos da Caatinga: classificações, metodologias e abrangência

As informações dos estudos selecionados para a RI foram sistematizadas na tabela 1, com destaque para o tipo de estudo realizado, o título, autoria e o ano de publicação, as classificações dos SE utilizadas em cada pesquisa, as metodologias empregadas para a identificação desses serviços e os estados onde os estudos foram conduzidos. Este arranjo de informações oferece uma visão clara e organizada, facilitando a compreensão da abordagem e do escopo dos estudos sobre os SE do bioma Caatinga.

Conforme os dados apresentados na tabela 1, foram analisados 18 estudos, incluindo nove artigos, dois trabalhos completos em anais de congresso, uma tese de doutorado, duas dissertações de mestrado e quatro TCCs de graduação. A inclusão de trabalhos acadêmicos em diferentes níveis de formação reflete uma atenção contínua da comunidade científica, tanto de pesquisadores estabelecidos quanto de estudantes e acadêmicos no início de suas carreiras, o que pode contribuir para uma compreensão mais abrangente e detalhada da Caatinga e a integração desses serviços em estratégias de gestão ambiental e políticas de desenvolvimento econômico, conforme apontado por Costanza *et al.* (2017) e Ferraz *et al.* (2019).

Quanto ao objetivo dos estudos analisados, a maioria, englobando doze trabalhos (66,67%), focou na identificação dos SE fornecidos pela Caatinga; três estudos, representando 16,67%, dedicaram-se à valoração desses serviços; enquanto dois estudos, que correspondem a 11,11%, concentraram-se na distribuição geográfica dos SE; e um estudo, representando 5,55%, realizou uma análise temporal. A maior predominância dos estudos para identificação dos SE reforça a importância dessa abordagem, visto que é fundamental para entender a variedade e a função desses serviços, particularmente em áreas onde as informações são limitadas. A identificação dos SE é um passo crucial inicial para qualquer avaliação de SE, essencial para a

gestão e formulação de políticas de sustentabilidade ambiental, conforme destacado por Torres, Tiwari e Atkinson (2023).

Tabela 1 – Resumo dos estudos sobre SE na Caatinga: Classificação, Metodologia e Localização

Título (autores, ano)	Classificação dos SE	Metodologia para identificação dos SE	Estado
Artigos			
Serviços ecossistêmicos (SE) de provisão promovidos pelo parque municipal Professor Maurício de Oliveira, Mossoró/RN (Oliveira e Medeiros, 2023)	CICES	Pesquisa bibliográfica Pesquisa de campo	RN
Serviços Ecossistêmicos de Regulação em uma Bacia Hidrográfica no Semiárido do Brasil (Oliveira; Guedes; Costa, 2022)	CICES	Mapa de uso e ocupação do solo Modelagem em SIG	RN, PB
Valoração dos Serviços Ecossistêmicos do Uso da Terra na Sub-bacia do Rio Jacaré, Sergipe (Fernandes <i>et al.</i> , 2021)	Costanza	Mapa de uso e ocupação do solo Pesquisa bibliográfica	SE
Análise dos Serviços Ecossistêmicos na paisagem semiárida na Bacia do Riacho São José, Pernambuco (Chaves <i>et al.</i> , 2021)	CICES	Painel de especialista (mapa de uso e ocupação do solo e pesquisa de campo)	PE
Serviços Ecossistêmicos de provisão prestados pelo entorno da Estação Ecológica do Seridó Serra Negra do Norte-RN/NE, Brasil (Monteiro-Júnior <i>et al.</i> , 2019)	CICES	Pesquisa bibliográfica Pesquisa de campo Entrevista informal com comunidade local	RN
Identificação dos Serviços Ecossistêmicos de Provisão prestados pela caatinga na microrregião do Seridó Ocidental, Rio Grande do Norte, Brasil (Da Silva Filho <i>et al.</i> , 2019)	CICES	Pesquisa bibliográfica Entrevista informal com comunidade local	RN
Mudanças espaço temporal da disponibilidade de serviços ecossistêmicos em uma microbacia hidrográfica do nordeste brasileiro (Ferreira <i>et al.</i> , 2019)	TEEB	Mapa de uso e ocupação do solo	PB
Análise dos serviços ecossistêmicos em reservatórios da Região Nordeste Semiárida do Brasil (Oliveira <i>et al.</i> , 2016)	TEEB	Pesquisa de campo Pesquisa bibliográfica	CE, RN, PB, PE, BA, AL e SE
Valoração econômica de serviços ecossistêmicos no território Bacia do Jacuípe, Bahia (Cunha <i>et al.</i> , 2014)	Costanza	Mapa de uso e ocupação do solo Pesquisa bibliográfica Pesquisa de campo	BA
Trabalho completo em anais de congresso			
Avaliação da distribuição dos Serviços Ecossistêmicos de Manutenção e Regulação Prestados pela Depressão Sertaneja no Município de Caicó/RN (Saldanha; Mendes; Oliveira, 2021)	CICES	Pesquisa bibliográfica Mapa de uso e ocupação do solo Pesquisa de campo	RN
Serviços ecossistêmicos culturais prestados pelo entorno da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN/NE, Brasil (Monteiro-Júnior e Oliveira, 2019)	CICES	Pesquisa bibliográfica Entrevista com a comunidade local	RN

Tese			
Serviços Ecosistêmicos em Áreas Verdes Urbanas no Semiárido Paraibano (Oliveira, 2022)	CICES	Pesquisa bibliográfica Pesquisa de campo Questionário com a comunidade	PB
Dissertações de mestrado			
Mapeamento e Valoração de Bens e Serviços Ecosistêmicos no Semiárido (Gomes, 2019)	CICES	Mapeamento participativo (especialistas e comunidade em geral)	PB
Serviços Ecosistêmicos prestados pela cobertura vegetal na Serra de João do Vale, RN/PB (Oliveira, 2019)	CICES	Aplicação de questionários com informante-chave, com a técnica bola de neve	RN, PB
Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) de graduação			
Arranjo de componentes em sistemas agroflorestais e o potencial na oferta de Serviços Ecosistêmicos para a Caatinga (Santos, 2022a)	MEA	Pesquisa bibliográfica	CE
Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo da área Suscetível à Desertificação do Médio Jaguaribe: Identificação do Potencial de Serviços Ecosistêmicos (Santos, 2022b)	MEA	Mapa de uso e ocupação do solo	CE
Serviços ecosistêmicos culturais no semiárido potiguar: estudo de caso na comunidade Inês Velha, zona rural de Caicó, RN (Meneses, 2022)	CICES	Pesquisa bibliográfica Pesquisa de campo Entrevistas com a comunidade local	RN
Serviços Ecosistêmicos Prestados pelo Reservatório Ministro João Alves, Parelha/RN (Félix, 2017)	CICES	Pesquisa bibliográfica Entrevista com a comunidade local	RN

Fonte: elaborada pelos autores

No que se refere à delimitação da área de estudo, a maioria dos estudos analisados, correspondendo a dez (55,55%) do total, investigou os SE fornecidos pelo bioma Caatinga como um todo. Os outros estudos distribuíram-se da seguinte forma: três (16,67%) em Unidades de Conservação e seus entornos, dois (11,11%) em reservatórios, um (5,5%) em áreas verdes urbanas, um em Sistemas Agroflorestais e um (5,5%) em áreas desertificadas. Isso reflete a diversidade e riqueza dos ecossistemas do semiárido brasileiro e a importância de estudá-los sob diferentes perspectivas, abrangendo desde suas características gerais até aspectos mais específicos, como sugerido por Parron *et al.* (2019).

Com relação à distribuição geográfica, o Rio Grande do Norte se destaca como o estado com a maior quantidade de pesquisas, com sete estudos exclusivamente nele e dois conduzidos simultaneamente na Paraíba, o que totaliza 50% dos estudos analisados. A Paraíba segue em segundo lugar, com três estudos próprios e esses dois compartilhados com o Rio Grande do Norte, totalizando 27,8%. O Ceará contribui com dois (11,11%) estudos, enquanto Sergipe, Pernambuco e Bahia cada um apresenta um estudo (5,55% cada). Além disso, houve um (5,5%) estudo mais

abrangente que englobou seis estados do Nordeste: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Alagoas e Sergipe.

A presença de estudos em diferentes níveis acadêmicos, abrangendo variados escopos e realizados em diversos estados e em áreas distintas, evidencia um reconhecimento crescente da importância de compreender e valorizar os serviços oferecidos por ecossistemas como a Caatinga. Isso é essencial na busca por soluções para os desafios ambientais específicos enfrentados por este bioma único, sendo necessário diferentes abordagens para compreender sua complexidade, como apontado por Mello *et al.* (2021) e Silvino (2019).

Com relação à classificação dos SE, a Tabela 1 demonstrou que a maioria dos estudos adotou a CICES, presente em 12 estudos analisados, correspondendo a aproximadamente 66,67% do total. Outras classificações utilizadas, incluem a da TEEB, de Costanza e da MEA, cada uma utilizada em 2 estudos, representando 11,11% cada, sendo a MEA empregada apenas nos estudos realizados no Ceará. A CICES tem se estabelecido como uma ferramenta fundamental no cenário internacional de pesquisa em SE, devido à sua capacidade de facilitar comparações e análises entre diferentes estudos e regiões. Isso a torna essencial para pesquisas que visam alinhar resultados, conforme destacado por Haines-Young e Potschin (2018). A tendência de uso da CICES, observada nos estudos sobre a Caatinga, está em consonância com as práticas globais na área de SE, demonstrando sua aplicabilidade e relevância em diversos contextos de pesquisas ambientais.

Quanto às metodologias empregadas para identificação dos SE, os dados apresentados na tabela 1 revelam uma diversidade de abordagens, que incluem pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo, análise de mapas de uso e ocupação do solo, modelagem em SIG, bem como entrevistas com comunidades locais, especialistas e/ou informantes-chaves, aplicadas tanto de maneira isolada quanto em combinação. Dos estudos revisados, cinco, que correspondem a 27,8%, utilizaram apenas métodos de coleta de dados primários, tais como pesquisa bibliográfica e/ou análise de mapas. Por outro lado, 13 estudos, representando 72,22% do total, adotaram técnicas para a coleta de dados secundários, evidenciando uma tendência para abordagens mais integrativas e abrangentes na pesquisa de SE.

Embora a pesquisa bibliográfica tenha sido a metodologia mais utilizada, estando presente em 12 dos 18 estudos analisados (66,67%), ela foi empregada de forma isolada em apenas um estudo. Nos 11 estudos restantes, essa metodologia foi combinada com outras técnicas. Em um estudo, a pesquisa bibliográfica foi aliada à análise de uso e ocupação do solo, que é outra técnica de levantamento de dados secundários. Nos dez estudos restantes, a pesquisa

bibliográfica foi combinada com métodos de levantamento de dados primários. Em quatro desses estudos, a pesquisa bibliográfica foi integrada tanto à pesquisa de campo quanto a entrevistas. Por sua vez, somente pesquisa de campo, a combinação de pesquisa de campo com análise de mapas de uso e ocupação do solo, e somente entrevistas, foram utilizadas em dois estudos cada.

Entre os estudos analisados, entrevistas foram utilizadas em 9 deles, o que representa 50% do total. Seis desses estudos realizaram entrevistas com comunidades locais, representando 33,33%. Três estudos, equivalendo a 16,67%, conduziram entrevistas com especialistas e/ou informantes-chave. Além disso, em um estudo, correspondendo a 5,5%, foi realizada entrevistas tanto com comunidades locais quanto com especialistas e informantes-chave, evidenciando a relevância dessa técnica para o levantamento de SE.

Essa diversidade de metodologias adotadas reflete a complexidade dos SE, que exige uma abordagem interdisciplinar e levando em consideração a percepção de diferentes atores sociais, conforme enfatizado pela MEA (2005) e Costanza *et al.* (2017). A variedade nas metodologias adotadas é também uma consequência da realização dos estudos analisados em diferentes áreas e com objetivos variados, pois como Martín-López *et al.* (2014) salientam, a escolha metodológica é influenciada por fatores como o contexto específico de cada áreas de estudo, seus objetivos, e ainda, os recursos disponíveis, sendo necessário adaptar as abordagens de pesquisa à natureza única de cada investigação sobre SE.

5.2 Os Serviços Ecosistêmicos (SE) do Bioma Caatinga

Dos 18 estudos analisados, a maioria, dez (55,55%), explorou todas as categorias de Serviços Ecosistêmicos (SE); três estudos (16,67%) focaram especificamente na categoria de provisão; especificamente em regulação e manutenção, e em serviços culturais, foram dois (11,11%) estudos em cada; e um (5,55%) estudo, investigou os serviços de provisão e regulação e manutenção.

Essa abordagem diversificada nos estudos sobre SE do bioma Caatinga com relação às categorias de SE analisadas, ressalta a complexidade e a multifuncionalidade deste ecossistema único. A concentração de estudos que abordam todas as categorias de SE reflete a percepção crescente de que a sustentabilidade dos ecossistemas depende de uma compreensão integrada de seus múltiplos serviços. Essa visão é reforçada por Lele *et al.* (2013), que argumentam que uma abordagem holística, abarcando provisão, regulação, manutenção e aspectos culturais, é

fundamental para a avaliação efetiva da contribuição dos ecossistemas para o bem-estar humano.

Com relação ao foco exclusivo em categorias específicas de SE, como observado nos estudos restantes, pode ser visto como um reflexo da necessidade de aprofundamento em aspectos particulares do ecossistema. Por exemplo, a ênfase em SE de provisão alinha-se com a pesquisa de Fisher *et al.* (2009), que destaca a importância de compreender detalhadamente os benefícios tangíveis, como alimentos e recursos materiais, que os ecossistemas fornecem. Da mesma forma, a atenção dada aos SE culturais é consistente com as descobertas de Plieninger *et al.* (2015), que enfatizam o papel vital dos valores culturais e espirituais dos ecossistemas na formação das relações humanas com a natureza.

A análise dos 18 estudos selecionados revelou uma gama diversificada de SE providos pelo bioma Caatinga. Para facilitar a compreensão e análise desses serviços, foi elaborada a Tabela 2. Esta tabela organiza os SE em três categorias essenciais: Provisão, Regulação e Manutenção, e Cultural, conforme estabelecido pela classificação da CICES (Haines-Young e Potschin, 2018), que emergiu como a abordagem mais adotada nos estudos analisados. A intenção dessa tabela é oferecer uma visão clara e estruturada da riqueza e diversidade dos serviços que o bioma Caatinga proporciona, refletindo sua importância.

Conforme indicado pela análise da tabela 2, o bioma Caatinga fornece Serviços Ecosistêmicos (SE) nas três seções da CICES: Provisão, Regulação e Manutenção, e Cultural. A seção de Provisão, subdividida em biomassa para nutrição, biomassa material, biomassa energia e água, é marcada pela oferta diversificada de recursos naturais essenciais que são fundamentais para a sustentabilidade das comunidades locais e para a economia regional. A seção de Regulação e Manutenção, destaca o papel dos ecossistemas na manutenção dos equilíbrios ecológicos e climáticos, cruciais para a saúde do próprio ecossistema e para a qualidade de vida e bem-estar das populações locais e das áreas circundantes.

A Caatinga desempenha um papel crucial no fornecimento de Serviços Ecosistêmicos (SE), especialmente na categoria de Provisão. Este bioma é uma fonte rica de biomassa para nutrição, oferecendo uma ampla variedade de plantas silvestres e cultivadas usadas na alimentação humana e do gado; diversidade de animais silvestres, cuja caça e pesca são essenciais para a subsistência das comunidades locais; e, a criação de animais domésticos contribui significativamente para a produção de leite, ovos e carne. E, ainda, a aquicultura, a piscicultura e a produção pesqueira também aumentam a disponibilidade de alimentos neste bioma.

Tabela 2 – Serviços Ecosistêmicos (SE) fornecidos pela Caatinga

Seção	Divisão	Grupo e classes de Serviços Ecosistêmicos
Provisão	Biomassa nutrição	<p>Uso de plantas nativas/silvestres para alimentação humana e do gado</p> <p>Uso de plantas cultivadas/naturalizadas para alimentação</p> <p>Animais silvestres e suas saídas (caça e pesca)</p> <p>Criação de animais domésticos e suas saídas (produção de leite, ovos e carnes)</p> <p>Aquicultura, piscicultura e produção pesqueira</p> <p>Uso de material genético para aplicações farmacêuticas, bioquímicas e em bioengenharia</p>
	Biomassa material	<p>Madeira, forragem, fibra e outras matérias-primas</p> <p>Materiais derivados de plantas e animais para uso direto ou transformação (madeira, forragem, fibras e outras matérias-primas)</p> <p>Uso de materiais de plantas, algas e animais para fins ornamentais, agrícolas, de construção e não metálicos</p>
	Biomassa energia	<p>Produção de energia a partir da biomassa de plantas (lenha e carvão) e algas</p> <p>Energia mecânica proveniente de animais</p>
	Água	<p>Fornecimento de água potável superficial para dessedentação humana e animal, uso doméstico e agricultura irrigada familiar e de subsistência</p> <p>Fornecimento de água potável subterrânea para dessedentação humana e animal, uso doméstico e agricultura irrigada familiar e de subsistência</p>
Cultural	Interações físicas e experienciais	<p>Eventos, socialização, recreação, lazer, turismo</p> <p>Melhoria da qualidade de vida</p> <p>Atividades físicas em ambientes naturais</p> <p>Conexão com a natureza, experiências com espécies e paisagens, Beleza cênica, conservação da paisagem, estética ambiental</p>
	Interações espirituais e /ou emblemáticas	<p>Uso de plantas por rezadeira e benzedadeiras</p> <p>Criação de produções artísticas como poesia, música e pintura</p> <p>Identidade espiritual e religiosa</p> <p>Ritos religiosos ou não</p> <p>Crenças populares</p> <p>Disposição de preservar para as futuras gerações</p>
	Interações intelectuais e representativas	<p>Estímulo para a produção de conhecimento, pesquisa científica</p> <p>Atividade educacionais</p> <p>Saberes tradicionais, profetas do clima</p> <p>Pinturas rupestres</p> <p>Registros históricos e fotográficos</p>
Regulação e Manutenção		<p>Mediação de fluxos de ar e gases (melhoria da qualidade de ar)</p> <p>Regulação da composição atmosférica (liberação de O₂, regulação do carbono orgânico)</p> <p>Regulação climática (global e microclima, fornecimento de sombras, proteção contra o vento)</p> <p>Mediação de vazão de ar e líquidos</p> <p>Mediação de resíduos e tóxicos</p> <p>Manutenção da formação e composição do solo (controle e redução da erosão)</p> <p>Manutenção do ciclo de vida (incluindo polinização e dispersão de sementes)</p> <p>Manutenção do controle de pragas e doenças</p> <p>Manutenção das populações, habitat, refúgio, berçário e proteção do banco genético</p> <p>Preservação da biodiversidade</p> <p>Diluição por ecossistemas atmosféricos, aquáticos e marinhos</p> <p>Mediação de odores, ruídos e impactos visuais</p> <p>Manutenção do ciclo hidrológico e dos fluxos de águas</p> <p>Manutenção do ciclo hidrológico, dos fluxos de águas e qualidade da água</p> <p>Regulação de distúrbios (mitigação dos efeitos de inundações e estiagens)</p> <p>Ciclagem de nutrientes</p> <p>Processos ecológicos e suporte ecossistêmico para ictiofauna, comunidades planctônicas e comunidades de herbáceas e macrófitas</p>

Fonte: Elaborada pelos autores, utilizando a classificação da CICES Haines-Young e Potschin, 2018

Além disso, a Caatinga é uma fonte valiosa de material genético, utilizado em aplicações farmacêuticas e bioquímicas, demonstrando sua importância além da provisão direta de alimentos. Em termos de biomassa material, a Caatinga fornece madeira, forragem, fibra e outras matérias-primas, usadas diretamente ou transformadas para diversos fins, incluindo ornamentação e construção. A energia derivada da biomassa, principalmente na forma de lenha e carvão, juntamente com a energia mecânica gerada por animais, acrescenta-se à diversidade dos serviços ecossistêmicos providos pela Caatinga.

Ainda dentro dos serviços de Provisão, a Caatinga desempenha um papel essencial no fornecimento de água potável. Esta água é obtida tanto superficialmente, por meio da captação de água da chuva, quanto subterraneamente, através de poços artesianos. Essencial para o consumo humano e animal e para a agricultura irrigada de subsistência. Portanto, a Caatinga se destaca como um ecossistema crucial, não só na provisão de recursos básicos, mas também na sustentação da segurança alimentar e hídrica das comunidades que dela dependem, conforme destacado por Oliveira e Medeiros (2023), Camacam e Messias (2022) e Oliveira *et al.* (2016).

Com relação aos serviços de Regulação e Manutenção, a Caatinga contribui para a regulação climática, fornecendo sombras e proteção contra o vento; para a melhoria da qualidade do ar e regulação da composição atmosférica, incluindo a liberação de oxigênio e regulação do carbono orgânico; para a manutenção da formação e composição do solo, especialmente no controle da erosão; além da manutenção do ciclo hidrológico e dos fluxos de águas, que influenciam na qualidade da água e mitigação dos efeitos de inundações e estiagens.

Além disso, a Caatinga é fundamental para a manutenção do ciclo de vida, através da polinização e dispersão de sementes; no controle de pragas e doenças; na manutenção de populações e habitats e na preservação da biodiversidade, incluindo o suporte ecossistêmico para a ictiofauna e comunidades de plantas aquáticas e terrestres, como a ciclagem de nutrientes, por exemplo. Este bioma também é essencial na mediação de fluxos de ar e líquidos, na diluição de ecossistemas atmosféricos, aquáticos e marinhos, e na mediação de odores, ruídos e impactos visuais, reforçando sua importância na manutenção do equilíbrio ambiental. Entretanto, para o fornecimento desses serviços, a preservação do bioma é fundamental, visto que a cobertura vegetal tem influência direta na provisão de serviços de Regulação e Manutenção, conforme destacado por Oliveira; Guedes; Costa, 2022 e Ferreira *et al.*, 2019.

A Caatinga oferece uma rica gama de serviços culturais que são essenciais para as comunidades locais e visitantes. Estes serviços vão além dos benefícios materiais, tocando aspectos profundos da experiência humana, desde interações sociais até a conexão espiritual.

Nas interações físicas e experienciais foram identificadas várias atividades que contribuem para a melhoria da qualidade de vida das pessoas como socialização, eventos sociais, recreação, lazer e atividades físicas em ambientes naturais. Além disso, oferece oportunidades de turismo, atraindo visitantes interessados em explorar suas paisagens e biodiversidade.

Nas interações espirituais e emblemáticas, foi identificado o uso de plantas por rezadeiras e benzedoras, que reflete a profunda conexão entre a natureza e as tradições espirituais da região; produções artísticas, como poesia, música e pintura, que são expressões vitais da identidade cultural local; ritos religiosos e crenças populares, muitas vezes centrados na natureza. Outro aspecto a ser destacado, é a disposição das comunidades locais e da sociedade em geral para preservar esse bioma para as futuras gerações. Essa consciência reflete um reconhecimento do valor intrínseco do bioma, não apenas em termos de recursos materiais, mas também como um legado cultural e espiritual.

E nas interações intelectuais e representativas, a Caatinga oferece um laboratório natural para o estudo de ecossistemas semiáridos, estimulando a produção de conhecimento em diversas áreas e, também, para utilização em práticas educativas. Além disso, é rica em saberes tradicionais, como os profetas do clima, que são guardiões de um conhecimento ambiental valioso; e possuem pinturas rupestres e registros históricos e fotográficos, que trazem informações sobre a história e as práticas ancestrais.

A compreensão e valorização dos serviços culturais fornecidos pela Caatinga são fundamentais para sua conservação e manejo sustentável, garantindo não só a preservação deste bioma único, mas também o sustento e a qualidade de vida das comunidades que dela dependem. O enfoque nesses serviços é importante, pois além de enriquecer as culturas locais para responderem aos desafios da competição pelo uso da terra, também evidencia a conexão intrínseca entre o bem-estar humano e a saúde dos ecossistemas, reforçando a necessidade de estratégias de conservação que harmonizem as demandas ambientais e sociais, conforme destacado por Monteiro-Júnior e Oliveira (2019).

6 Considerações finais

A Caatinga é um bioma que se destaca pela oferta de uma ampla gama de Serviços Ecossistêmicos (SE) em todas as categorias: provisão, regulação e manutenção, e serviços culturais. Esta diversidade evidencia a importância fundamental da Caatinga não somente na conservação da biodiversidade e na integridade dos ecossistemas, mas também no apoio e no

bem-estar das comunidades que nele baseiam sua subsistência. Ademais, a preservação efetiva da Caatinga desempenha um papel estratégico no enfrentamento às mudanças climáticas, sendo essencial para a resiliência dos ecossistemas locais e para a manutenção contínua dos SE que fornece.

A riqueza e a multifuncionalidade dos SE, especialmente na Caatinga, destacam a necessidade de estratégias de conservação interdisciplinares e baseadas em evidências. Para isso, é necessário a realização de mais estudos sobre os SE fornecidos pela Caatinga, para destacar o valor inestimável deste bioma único. Pesquisas nesta área são fundamentais para aumentar a conscientização sobre a importância ecológica e cultural da Caatinga e para fornecer dados essenciais que podem orientar políticas públicas eficazes, garantindo assim a continuidade de seus inúmeros benefícios para as gerações presentes e futuras.

Este estudo, apesar de seus avanços, enfrenta limitações, como a dependência de dados secundários que podem não capturar completamente a complexidade e dinâmica atual dos SE na Caatinga. Futuras pesquisas devem priorizar coletas de dados primários e explorar tecnologias emergentes para uma análise mais precisa. Este trabalho serve como base para a formulação de políticas de conservação, incentivando a integração entre pesquisa científica e gestão prática dos recursos naturais, além de fomentar a educação ambiental e o engajamento comunitário na preservação da Caatinga.

Referências

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Degradação ambiental e teoria econômica: algumas reflexões sobre uma "economia dos ecossistemas". **Economia**, Brasília, v. 12, 3-26, 2011. Disponível em: https://www.anpec.org.br/revista/vol12/vol12n1p3_26.pdf. Acesso em: 5 out. 2023.

BAGSTAD, Kenneth et al. From theoretical to actual ecosystem services: Mapping beneficiaries and spatial flows in ecosystem service assessments. **Ecology and Society**, v. 19, n. 2, jun. 2014. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/publication/70112919>. Acesso em: 8 out. 2023.

BARKMANN, J. et al. Confronting unfamiliarity with ecosystem functions: The case for an ecosystem service approach to environmental valuation with stated preference methods. **Ecological Economic**, v.65, 2008. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800907006003>. Acesso em: 7 out. 2023.

BOYD, J.; BANZHAF, S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. **Ecological Economics**, v. 63, n. 2–3, p. 616–626, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800907000341>. Acesso em: 7 out. 2023.

CAMACAM, B. L.M; MESSIAS, C. M. B. O. Potencial alimentar de frutas e plantas da caatinga: revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31997>. Acesso em: 20 out. 2023.

CARRILHO, C. D., SINISGALLI, P. A. A. Contribution to Araçá Bay management: The identification and valuation of ecosystem services. **Ocean and Coastal Management** 164, pp. 128–135, 2018. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569117306580>>. Acesso em: 02/09/2020

CHAVES, A. M. S. *et al.* Análise dos Serviços Ecossistêmicos na Paisagem Semiárida da Bacia do Riacho São José, Pernambuco. **Geosaberes: Revista de Estudos Geoeducacionais**, Universidade Federal do Ceará, Brasil, v. 12, n. 1, 2021. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5528/552866526011/552866526011.pdf>. Acesso em: 31 out. 2023.

COSTANZA, R., *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, 387 pp. 253-260, 1997. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/387253a0>. Acesso em: 28. jul. 2023.

COSTANZA, R.; DE GROOT, R.; BRAAT, L.; KUBISZEWSKI, I.; FIORAMONTI, L.; SUTTON, P.; FARBER, S.; GRASSO, M. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? **Ecosystem Services**, v. 28, p. 1-16, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041617304060>. Acesso em: 8 ago. 2023.

CUNHA, J. U. C. P.; ANDRADE, D. C.; UEZU, A.; ALENCAR, C.M. Valoração econômica de serviços ecossistêmicos no território Bacia do Jacuípe (Bahia). **Revista Debate Econômico**, v. 2, n. 2, p. 5-30, jul./dez. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/inter/a/89DcHP4CdyTnVY4QPddkWwz/>. Acesso em: 5 out. 2023.

CZÚCZ, B., ARANY, I., POTSCHIN-YOUNG, M., BERCZKI, K., KERTÉSZ, M., KISS, M., ASZALÓS, R., & HAINES-YOUNG, R. Where concepts meet the real world: A systematic review of ecosystem service indicators and their classification using CICES. **Ecosystem Services**, 29, 145-157, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041617303078>. Acesso em: 3 out. 2023.

DA SILVA FILHO, C. R.; SANTOS, N. M.; GUEDES, J. C. F.; COSTA, D. F. D. S. Identificação dos Serviços Ecossistêmicos de Provisão Prestados pela Caatinga na Microrregião do Seridó Ocidental, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 477–490, 2019. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/568>. Acesso em: 31 out. 2023.

DALY, H. E.; FARLEY, J. **Ecological economics: principles and applications**. Washington, DC: Island Press, 2004.

DE GROOT, R. S.; ALKEMADE, R.; BRAAT, L.; HEIN, L.; WILLEMEN, L. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. **Ecological Complexity**, v. 7, n. 3, p. 260–272, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1476945X09000968>. Acesso em: 31 out. 2023.

DEEKSHA; SHUKLA, Anoop Kumar. Ecosystem Services: A Systematic Literature Review and Future Dimension in Freshwater Ecosystems. **Applied Sciences**, v. 12, n. 17, 8518, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/17/8518>. Acesso em: 6 out. 2023.

DÍAZ, S. *et al.* Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. **Science**, v. 366, n. 6471, 2019. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aax3100>. Acesso em: 2 out. 2023.

DÍAZ, Sandra *et al.* The IPBES Conceptual Framework — connecting nature and people. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 14, p. 1-16, jun. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187734351400116X>. Acesso em: 5 out. 2023.

FÉLIX, Débora Raquel Silva. **Serviços Ecosistêmicos prestados pelo reservatório Ministro João Alves (Parelhas/RN)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.

FERNANDES, Milton Marques *et al.* Valoração dos Serviços Ecosistêmicos do Uso da Terra na Sub-Bacia do Rio Jacaré, Sergipe. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 15, n. 1, abr. 2021. Disponível em: <https://revistas3.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/6477>. Acesso em: 31/10/2023.

FERRAZ, R. P. D. *et al.* (Ed.). **Marco referencial em serviços ecossistêmicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 160. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1110948/marco-referencial-em-servicos-ecossisticos>. Acesso em: 3 out. 2023.

FERREIRA, L. M. R. *et al.* Mudanças espaço temporal da disponibilidade de serviços ecossistêmicos em uma microbacia hidrográfica do nordeste brasileiro. **Desenvolv. Meio Ambiente**, v. 52, p. 155-174, dez. 2019. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/57716>. Acesso em: 31 out. 2023.

FISHER, B.; TURNER, R.K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological Economics**, v. 68, p. 643-653, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800908004424>. Acesso em: 3 out. 2023.

FREIRE, N. C. F. *et al.* **Atlas das caatingas** - o único bioma exclusivamente brasileiro. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2018.

GOMES, Aldair dos Santos. **Mapeamento e Valoração de Bens e Serviços Ecosistêmicos no Semiárido Brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2019. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/3734>. Acesso em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/3734>

GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; DE GROOT, R.; LOMAS, P. L.; MONTES, C. The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. **Ecological Economics**, v. 69, n. 6, p. 1209-1218, Apr. 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092180090900456X>. Acesso em: Acesso em: 5 out. 2023.

HAINES-YOUNG, R., M.B. POTSCHIN. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure**, 2018. Disponível em: <<https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf>> Acesso em: 5 out. 2023.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. **Common international classification of ecosystem services (CICES, Version 4.1)**. European Environment Agency, v. 33, p. 107, 2012.

HEIN, L. *et al.* Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. **Ecological Economics**, v. 57, p. 209-228, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800905002028>. Acesso em: 5 out. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Caatinga**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

LELE, S.; SPRINGATE-BAGINSKI, O.; LAKERVELD, R.; DEB, D.; DASH, P. Ecosystem services: origins, contributions, pitfalls and alternatives. **Conservation and Society**, London, v. 11, p. 343–358, 2013. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/26393131>. Acesso em: 5 out. 2023.

LEVISTON, Z.; WALKER, I.; GREEN, M.; PRICE, J. Linkages between ecosystem services and human wellbeing: A Nexus Webs approach. **Ecological Indicators**, v. 93, p. 658-668, out. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X18303935>. Acesso em 2 out. 2023.

MAES, J. *et al.* **A spatial assessment of ecosystem services in Europe: Methods, case studies and policy analysis - phase 2.** PEER Report. Partnership for European Environmental Research, 2012, p. 44. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266373864>. Acesso em: 5 out. 2023

MANHÃES, A. P.; MAZZOCHINI, G. G.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; GANADE, G.; CARVALHO, A. R. Spatial associations of ecosystem services and biodiversity as a baseline for systematic conservation planning. **Diversity and Distributions**, v. 22, p. 932-943, 2016. Disponível: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/ddi.12459>. Acesso em: 28. jul. 2023.

MARTÍN-LOPES, B. *Et al.* What drives policy decision-making related to species conservation? **Biological Conservation**, v. 142, n. 7, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000632070900069X>. Acesso em: 7 out. 2023.

MARTÍN-LÓPEZ, B. *et al.* Trade-offs across value-domains in ecosystem services assessment. **Ecological Indicators**, v. 37, n. PART A, p. 220–228, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X1300109X>. Acesso em: 7 out. 2023.

MELO, F.P. *et al.* Adding forests to the water–energy–food nexus. **Nature Sustainability**, v. 4, n. 2, p. 85-92, 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41893-020-00608-z>. Acesso em: 31 out. 2023.

MENEZES, E. H. S. **Serviços ecossistêmicos culturais no semiárido potiguar: estudo de caso na comunidade Inês Velha, zona rural de Caicó (RN)**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

MENGIST, W.; SOROMESSA, T.; LEGESE, G. Ecosystem services research in mountainous regions: A systematic literature review on current knowledge and research gaps. **Science of The Total Environment**, v. 702, 1 fev. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719345723>. Acesso em: 5 out. 2023.

MESSINA, T.; FIGUEIRA, R.; SANTOS, J. M.L. Integrating local and ecological knowledge to assess the benefits of trees for ecosystem services: A holistic process-based methodology. **Ecosystem Services**, v. 63, out. 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041623000499>. Acesso em: 10 out. 2023.

MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R.; VIEIRA, D. L. M., ARCO-VERDE, M. F.; HOFFMANN, M. R., REHDER, T.; PEREIRA, A. V. B. **Restauração ecológica com sistemas**

agroflorestais: como conciliar conservação com produção - opções para Cerrado e Caatinga (266 p.). Brasília: ICRAF, 2016.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. Island Press, Washington, DC, 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>. Acesso em: 28. jul. 2023.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. **Caatinga**. Publicado em 28/01/2022. Atualizado em 08/04/2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/caatinga>. Acesso em: 2 out. 2023.

MONTEIRO JÚNIOR, I. R.; OLIVEIRA, P. J. L. Serviços ecossistêmicos culturais prestados pelo entorno da Estação Ecológica do Seridó (Serra Negra do Norte-RN/NE, Brasil). In: **XVIII Simpósio de Geografia Física Aplicada: Geografia Física e as Mudanças Globais**, Fortaleza: UFC, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/340162674>. Acesso em: 31 out. 2023.

MONTEIRO JÚNIOR, I. R.; OLIVEIRA, P. J. L.; GUEDES, D. R. C.; COSTA, D. F. S. Serviços Ecossistêmicos de provisão prestados pelo entorno da Estação Ecológica do Seridó (Serra Negra do Rio Grande do Norte - RN/NE, Brasil). **Revista GeoUECE (Online)**, v. 08, n. 14, jan./jun. 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/340162145>. Acesso em: 31 out. 2023.

MORO M.F., ARAÚJO F.S., RODAL M.J.N. & MARTINS F.R. Síntese dos estudos florísticos e fitossociológicos realizados no semiárido brasileiro. In: Eisenlohr P.V., Felfili J.M., Melo M.M.R.F., Andrade L.A., Meira Neto J.A.A., (eds). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso** - Vol II. Editora da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015, pp. 412-51.

MOURA, M. R.; NASCIMENTO, F. A. O.; PAOLUCCI, L. N.; SILVA, D. P.; SANTOS, B. A. Pervasive impacts of climate change on the woodiness and ecological generalism of dry forest plant assemblages. **Journal of Ecology**, [s.l.], 26 jun. 2023. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2745.14139>. Acesso em: 5 out. 2023.

MOURA, M.S.B. et al. Aspectos meteorológicos do Semiárido brasileiro. In: **Tecnologias de convivência com o semiárido brasileiro**. 1ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2019. p. 85-104.

NAHLIK, A. M. *et al.* Where is the consensus? A proposed foundation for moving ecosystem service concepts into practice. **Ecological Economics**, v. 77, p. 27-35, maio 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092180091200002X?via%3Dihub>. Acesso: 5 out. 2023.

NIEMEYER, J.; VALE, M. M. Obstacles and opportunities for implementing a policy-mix for ecosystem-based adaptation to climate change in Brazil's Caatinga. **Land Use Policy**, v. 122, nov. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837722004124>. Acesso em: 5 out. 2023.

O'GARRA, T. Economic valuation of a traditional fishing ground on the coral coast in Fiji. **Ocean and Coastal Management**, v. 56, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569111001529>. Acesso em: 7 out. 2023.

OLIVEIRA, Alisson Medeiros de. Análise dos serviços ecossistêmicos em reservatórios da Região Nordeste Semiárida do Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, p. 1447-1458, out.

2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/356649402>. Acesso em: 31 out. 2023.

OLIVEIRA, Alisson Medeiros de. **Serviços ecossistêmicos prestados pela cobertura vegetal na Serra de João do Vale (RN/PB)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em: https://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/UFRN_a277df65de0ee30a3a_49a7a753cce372. Acesso em: 31 out. 2023.

OLIVEIRA, José Lucas dos Santos. **Serviços Ecossistêmicos em Áreas Verdes Urbanas no Semiárido Paraibano**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/28624>. Acesso em: 31 out. 2023.

OLIVEIRA, P. D.; MEDEIROS, W. D. A. Os serviços ecossistêmicos de provisão promovidos pelo Parque Municipal Professor Maurício de Oliveira, Mossoró/RN. **Geointerações**, v. 7, n. 1, 2023. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RGI/article/view/4811>. Acesso em: 30 out. 2023.

OLIVEIRA, P. J. L.; GUEDES, J. F.; COSTA, D. F. S. Serviços Ecossistêmicos de Regulação em uma Bacia Hidrográfica no Semiárido do Brasil. **Mercator** (Fortaleza), v. 21, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mercator/a/VCKxbRK9mTTpjR7QCx7Vq4f/# ModalTutors>. Acesso em: 30 out. 2023.

PARRON, L. M.; FIDALGO, E. C. C.; LUZ, A. P.; CAMPANHA, M. M.; TURETTA, A. P. D.; PEDREIRA, B. da C. C. G.; PRADO, R. B. Research on ecosystem services in Brazil: a systematic review. **Revista Ambiente & Água**, v. 14, n. 3, e2263, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1110342/research-on-ecosystem-services-in-brazil-a-systematic-review>. Acesso em: 5 out. 2023.

PLIENINGER, T., BIELING, C., FAGERHOLM, N., BYG, A., HARTEL, T., HURLEY, P. & VAN DER HORST, D. The role of cultural ecosystem services in landscape management and planning. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, 14, 28-33, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1877343515000196>. Acesso em: 5 out. 2023.

ROSA, J. C. S., SOUZA, B. A., SÁNCHEZ, L. E. Identificação de serviços ecossistêmicos em áreas de floresta mediante sensoriamento remoto. **Desenvolvimento e Meio Ambiente - DMA**, v. 53, p. 276-295, jan./jun., 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/62669>. Acesso em: 8 out. 2023.

SALDANHA, Denise Santos; MENDES, Débora Leyse Medeiros; OLIVEIRA, Maria Jaqueline Martins de. Avaliação da distribuição dos serviços ecossistêmicos de manutenção e regulação prestados pela depressão sertaneja no município de Caicó/RN. In: **Anais do XIV ENANPEGE**, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/78395>. Acesso em: 23 out. 2023.

SANNIGRAHI, S. BHATT, S. RAHMAT, S.K. PAUL, S. Estimating global ecosystem service values and its response to land surface dynamics during **J. Environ. Manag.**, 223, pp. 115-131, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479718306297>. Acesso em: 8 out. 2023.

SANTOS, Elicamila de Moraes. **Arranjo de Componentes em Sistemas Agroflorestais e o Potencial de Oferta de Serviços Ecossistêmicos para a Caatinga**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão Ambiental) – Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina Central,

2022a. Disponível em: <http://bia.ifpi.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/2213>. Acesso em: 31 out. 2023.

SANTOS, Maria Miriam Barros dos. **Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo da Área Suscetível à Desertificação do Médio Jaguaribe: Identificação do Potencial de Serviços Ecosistêmicos**. Monografia (Bacharelado em Economia Ecológica) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022b. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/74092>. Acesso em: 31 out. 2023.

SENA, L. M. M. **Conheça e Conserve a Caatinga** – O Bioma Caatinga. Fortaleza: Associação Caatinga, v. 01, 2011

SILVA, A. P. *et al.* Manejo e conservação do solo em agrossistemas familiares do bioma caatinga. **In: Solos sustentáveis para a agricultura no Nordeste** – Editores Técnicos Embrapa. p315-374 Brasília, DF: 2021.

SILVINO, S. **A conservação da caatinga entre arenas políticas do semiárido brasileiro**. Tese (Instituto de Filosofia e Ciências Humanas), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2019. 206 p. Disponível em: <https://www.repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1092720?i=1>. Acesso em: 31 out. 2023.

SOUZA, M. T., SILVA, M. D. & CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. *Einstein*, São Paulo, 8(1), 102-106, 2022. Disponível em: Souza, M. T., Silva, M. D. & Carvalho, R. (2022). Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, São Paulo, 8(1), 102-106. Disponível em: <https://journal.einstein.br/pt-br/article/revisao-integrativa-o-que-e-e-como-fazer/>. Acesso em: 5 nov. 2023.

TEEB. A economia dos ecossistemas e da biodiversidade: integrando a economia da natureza. **Uma síntese da abordagem, conclusões e recomendações do TEEB**. 2010. 49 p. Disponível em: <https://www.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Reports/Synthesis%20report/TEEB%20Synthesis%20Report%202010.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2023.

TORRES, A. V; TIWARI, C.; ATKINSON, S. F. Progress in ecosystem services research: A guide for scholars and practitioners. **Ecosystem Services**, v. 49, jun. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041621000255>. Acesso em 5 out. 2023.

TURNER, K. G. *et al.* A review of methods, data, and models to assess changes in the value of ecosystem services from land degradation and restoration. **Ecological Modelling**, v. 319, p. 190–207, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304380015003233>. Acesso em: 7 out. 2023.

WENDLAND, K. J. *et al.* Targeting and implementing payments for ecosystem service: Opportunities for bundling biodiversity conservation with carbon and water service in Madagascar. **Ecological Economics**, v. 69, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800909000044>. Acesso em: 7 out. 2023.