

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DA CAATINGA: IDENTIFICAÇÃO, IMPORTÂNCIA E IMPLICAÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE - UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

¹EPÍDA ANDRÉIA DE QUEIROZ NIKOKAVOURAS, ²ANTONIO JEOVAH DE ANDRADE MEIRELES

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), ²Universidade Federal do Ceará (UFC)
<andrea.queiroz@ifce.edu.br>, <jeovahmeireles@gmail.com>
DOI: 10.21439/conexoes.v19.3742

Resumo. Este artigo investiga a importância dos Serviços Ecossistêmicos (SE) fornecidos pela Caatinga, um bioma que apresenta rica biodiversidade e é fundamental para a subsistência de diversas comunidades. Contudo, enfrenta desafios crescentes devido à degradação ambiental, resultante da exploração insustentável de seus recursos e dos efeitos das mudanças climáticas. É, portanto, imprescindível adotar estratégias eficazes para a preservação dessas áreas. Uma abordagem que tem se destacado é o estudo dos SE, que facilita a compreensão da importância das áreas naturais, promove a aproximação das comunidades e reforça a necessidade de preservá-las. Diante disso, o objetivo desta pesquisa é realizar uma revisão bibliográfica detalhada para identificar e categorizar os SE conhecidos e relatados na Caatinga. Utilizando a Revisão Integrativa como metodologia, o estudo selecionou 18 pesquisas relevantes, aplicando critérios rigorosos de inclusão e exclusão. Os resultados demonstram uma variedade significativa de SE na Caatinga, incluindo serviços de provisão, regulação e culturais, destacando a importância do bioma para as comunidades locais e sua contribuição para a manutenção do equilíbrio ecológico.

Palavras-chave: semiárido; nordeste; benefícios ambientais; gestão ambiental.

CAATINGA ECOSYSTEM SERVICES: IDENTIFICATION, IMPORTANCE AND IMPLICATIONS FOR SUSTAINABILITY - A BIBLIOGRAPHIC REVIEW

Abstract. This article investigates the importance of Ecosystem Services (ES) provided by the Caatinga, a biome that presents rich biodiversity and is fundamental for the subsistence of several communities. However, it faces increasing challenges due to environmental degradation, resulting from the unsustainable exploitation of its resources and the effects of climate change. It is, therefore, essential to adopt effective strategies to preserve these areas. One approach that has stood out is the study of ES, which facilitates understanding of the importance of natural areas, promotes closer ties between communities and reinforces the need to preserve them. Therefore, the objective of this research is to carry out a detailed literature review to identify and categorize the known and reported ES in the Caatinga. Using the Integrative Review as a methodology, the study selected 18 relevant studies, applying strict inclusion and exclusion criteria. The results demonstrate a significant variety of ES in the Caatinga, including provision, regulation and cultural services, highlighting the importance of the biome for local communities and its contribution to maintaining ecological balance.

Keywords: semi-arid; northeast; environmental benefits; environmental management.

1 INTRODUÇÃO

As sociedades dependem do meio ambiente para assegurar seu bem-estar e crescimento econômico, usufruindo tanto de seus benefícios diretos, como água e alimentos, quanto dos indiretos, como recreação e valores culturais. Esses benefícios fornecidos pelos ecossistemas são denominados Serviços Ecossistêmicos – SE (MEA, 2005). No entanto, a crescente pressão sobre os recursos naturais tem aumentado a degradação dos SE, o que ameaça a saúde dos ecossistemas, a economia e a própria sobrevivência humana (Leviston *et al.*, 2018; Díaz *et al.*, 2019).

Entre os ecossistemas ameaçados, a Caatinga enfrenta desafios significativos decorrentes da exploração insustentável de recursos e dos efeitos das mudanças climáticas. Portanto, compreender os SE oferecidos por este bioma é fundamental para promover sua conservação e uso sustentável, assegurando a biodiversidade local e o sustento das comunidades que dependem desses recursos (Moura *et al.*, 2019; Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2022; Moura *et al.*, 2023).

Diante disso, o objetivo geral desta pesquisa é realizar uma revisão bibliográfica detalhada para identificar e categorizar os SE conhecidos e relatados na Caatinga. Para isso, dois objetivos específicos foram estabelecidos: (1) identificar as metodologias mais eficientes para o estudo dos Serviços Ecossistêmicos na Caatinga; e, (2) catalogar os SE fornecidos pela Caatinga.

A descrição e categorização precisa desses serviços são fundamentais para o mapeamento, mensuração e avaliação efetiva dos ecossistemas, aspectos essenciais para a gestão e formulação de políticas ambientais e de desenvolvimento regional (Czúcz *et al.*, 2018; Torres; Tiwari; Atkinson, 2021). Na Caatinga, esse estudo é ainda mais relevante, devido à crescente degradação do bioma e à falta de pesquisas específicas sobre seus SE (Cunha *et al.*, 2014; Niemeyer; Vale, 2022). Assim, este estudo visa preencher essa lacuna, fornecendo uma base de dados que poderá orientar futuras ações de conservação e 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 (Souza; Silva; Carvalho, 2022). Este estudo está organizado em seis seções: introdução, fundamentação teórica, metodologia, resultados e discussões e considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Aspectos teóricos e metodológicos dos Serviços Ecossistêmicos

As definições mais citadas de SE incluem as de Costanza *et al.* (1997) e da Millennium Ecosystem Assessment (2005), que se referem aos benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas. Embora haja uma centralidade na ideia geral sobre o termo, não há um consenso definitivo para essa definição, decorrentes da complexidade inerente aos SE, que requer uma abordagem multidisciplinar e a consideração da percepção de diferentes atores sociais (Hein *et al.*, 2006; Nahlik *et al.*, 2012; Ferraz *et al.*, 2019).

Assim como acontece com as definições, várias classificações foram desenvolvidas ao longo do tempo, refletindo o progresso no estudo dos SE. Essas classificações ajudam a tornar o conceito mais acessível e evidenciam sua relevância para o bem-estar humano, sendo, portanto, fundamentais para o avanço acadêmico e para subsidiar a formulação de políticas públicas (Groot *et al.*, 2010; Haines-Young; Potschin, 2018). As principais classificações dos SE são da Millennium Ecosystem Assessment (2005), do TEEB (2010), da Díaz *et al.* (2015), do estudo de Costanza *et al.* (2017) e da Haines-Young e Potschin (2018).

Quanto às metodologias utilizadas para a identificação dos SE, utiliza-se análise de dados secundários e/ou coleta de dados primários. Entre as abordagens mais utilizadas estão o levantamento bibliográfico, a análise de dados espaciais e as entrevistas com especialistas e/ou a comunidade local. Essas técnicas podem ser utilizadas separadamente ou combinadas, dependendo do objetivo do estudo, dos recursos disponíveis e do contexto específico da área protegida em questão (Martín-López *et al.*, 2014; Rosa; Souza; Sánchez, 2020).

2.2 A Caatinga

A Caatinga, único bioma com extensão territorial exclusivamente brasileira, possui aproximadamente 862.818km² e se estende pela 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), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2019), Moura *et al.* (2019).

O bioma se destaca por sua rica biodiversidade, abrigando aproximadamente 4.963 espécies de plantas e 1.182 espécies animais. Essa rica variedade biológica é essencial para a manutenção de SE e para o suporte de diversas 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 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2019; Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2022).

O bioma apresenta rica biodiversidade, com cerca de 4.963 espécies de plantas e 1.182 espécies animais. Na flora, destacam-se plantas como o umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), a catingueira (*Poincianella pyramidalis*), o mandacaru (*Cereus jamacaru*) e a aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva*). Na fauna, sobressaem-se o teiú (*Salvator merianae*), o tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), o sagui-do-nordeste (*Callithrix jacchus*) e o cassaco (*Didelphis albiventris*). A Caatinga também abriga aves endêmicas e ameaçadas, como o soldadinho-do-araripe (*Antilophia bokermanni*) e o periquito-da-cara-suja (*Pyrrhura griseipectus*). Essa diversidade biológica é fundamental para a manutenção dos SE e para o suporte de diversas atividades econômicas, incluindo as agrosilvopastoris e as indústrias (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2019; Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2022).

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 (Freire *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2021). Em 2023, a degradação deste bioma aumentou de 33% para 40%, segundo dados do MapBiomias(2023). Essa degradação afeta o fornecimento de SE e tem repercussões nas atividades econômicas e no bem-estar das comunidades locais (Moura *et al.*, 2023).

3 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; Silva; Carvalho, 2022).

A pesquisa foi dividida em duas fases. Na fase 1, foi realizado um levantamento eletrônico nas plataformas SciELO, Portal de Periódicos da CAPES, Scopus e Google Acadêmico, com as palavras-chave "Serviços Ecológicos" e "Caatinga", resultando em 4.303 estudos (7 no SciELO, 12 no Portal de Periódicos da CAPES, 64 no Scopus e 4.220 no Google Acadêmico). Na fase 2, aplicaram-se critérios de inclusão, considerando apenas estudos realizados na Caatinga entre 2014 e 2023, disponíveis gratuitamente, e que abordassem a descrição dos SE, classificação e metodologia de identificação. Foram excluídos trabalhos que não incluíam ao menos dois desses aspectos e artigos duplicados entre as bases de dados. A triagem foi feita em duas etapas: seleção por títulos e análise dos resumos. Ao final, foram selecionados 18 estudos (1 do SciELO, 1 do Portal de Periódicos da CAPES e 16 do Google Acadêmico), sem resultados relevantes na Scopus.

Os dados foram submetidos a análises estatísticas descritivas e comparações entre variáveis usando o teste do Qui-quadrado de Pearson, realizadas no software SPSS, para garantir rigor na interpretação dos resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

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 e as metodologias empregadas.

A Tabela 1 analisou 18 estudos, incluindo nove artigos, dois trabalhos em anais de congresso, uma tese, duas dissertações e quatro TCCs de graduação. A diversidade dos trabalhos reflete o envolvimento de pesquisadores experientes e estudantes, destacando a importância de múltiplas abordagens para compreender a complexidade do bioma, como apontado por Silvino (2019) e Mello *et al.* (2021).

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DA CAATINGA: IDENTIFICAÇÃO, IMPORTÂNCIA E IMPLICAÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE - UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quadro 1: Resumo dos estudos sobre SE na Caatinga: Classificação, tipo de estudo e Metodologia

Título (autores, ano)	Tipo de estudo	Classificação	Metodologia utilizada
Serviços ecossistêmicos de provisão promovidos pelo parque municipal Professor Maurício de Oliveira, Mossoró/RN (Oliveira e Medeiros, 2023)	Artigo	CICES	Pesquisa bibliográfica e Pesquisa de campo
Serviços Ecossistêmicos de Regulação em uma Bacia Hidrográfica no Semiárido do Brasil (Oliveira; Guedes; Costa, 2022)	Artigo	CICES	Mapa, Modelagem em SIG
Valoração dos Serviços Ecossistêmicos do Uso da Terra na Sub-bacia do Rio Jacaré, Sergipe (Fernandes et al., 2021)	Artigo	Costanza	Mapa, Pesquisa bibliográfica
Análise dos Serviços Ecossistêmicos na paisagem semiárida na Bacia do Riacho São José, Pernambuco (Chaves et al., 2021)	Artigo	CICES	Painel de especialista (mapa e pesquisa de campo)
Serviços Ecossistêmicos de provisão prestados pelo entorno da Estação Ecológica do Seridó Serra Negra do Norte-RN/NE, Brasil (Monteiro-Júnior et al., 2019)	Artigo	CICES	Pesquisa bibliográfica, Pesquisa de campo, Entrevista informal
Identificação dos Serviços Ecossistêmicos de Provisão prestados pela caatinga na microrregião do Seridó Ocidental, Rio Grande do Norte, Brasil (Da Silva Filho et al., 2019)	Artigo	CICES	Pesquisa bibliográfica, Entrevista informal
Mudanças espaço temporal da disponibilidade de serviços ecossistêmicos em uma microbacia hidrográfica do nordeste brasileiro (Ferreira et al., 2019)	Artigo	TEEB	Mapa
Análise dos serviços ecossistêmicos em reservatórios da Região Nordeste Semiárida do Brasil (Oliveira et al., 2016)	Artigo	TEEB	Pesquisa de campo, Pesquisa bibliográfica
Valoração econômica de serviços ecossistêmicos no território Bacia do Jacuípe, Bahia (Cunha et al., 2014)	Artigo	Costanza	Mapa, Pesquisa bibliográfica, Pesquisa de campo
Avaliação da distribuição dos Serviços Ecossistêmicos de Manutenção e Regulação Prestados pela Depressão Sertaneja no Município de Caicó/RN (Saldanha; Mendes; Oliveira, 2021)	Anais de congresso	CICES	Pesquisa bibliográfica, Mapa, Pesquisa de campo
Serviços ecossistêmicos culturais prestados pelo entorno da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN/NE, Brasil (Monteiro-Júnior e Oliveira, 2019)	Anais de congresso	CICES	Pesquisa bibliográfica, Entrevista com a comunidade local
Serviços Ecossistêmicos em Áreas Verdes Urbanas no Semiárido Paraibano (Oliveira, 2022)	Tese	CICES	Pesquisa bibliográfica, Pesquisa de campo, Questionário
Mapeamento e Valoração de Bens e Serviços Ecossistêmicos no Semiárido (Gomes, 2019)	Dissertação	CICES	Mapeamento participativo (especialistas e comunidade em geral)

Fonte: Elaboração da própria autora.

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DA CAATINGA: IDENTIFICAÇÃO, IMPORTÂNCIA E IMPLICAÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE - UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quadro 1 (continuação): Estudos selecionados sobre SE na Caatinga

Título (autores, ano)	Tipo de estudo	Classificação	Metodologia utilizada
Serviços Ecosistêmicos prestados pela cobertura vegetal na Serra de João do Vale, RN/PB (Oliveira, 2019)	Dissertação	CICES	Aplicação de questionários com informante-chave, com a técnica bola de neve
Arranjo de componentes em sistemas agroflorestais e o potencial na oferta de Serviços Ecosistêmicos para a Caatinga (Santos, 2022a)	TCC	MEA	Pesquisa bibliográfica
Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo da área Suscetível à Desertificação do Médio Jaguaribe: Identificação do Potencial de Serviços Ecosistêmicos (Santos, 2022b)	TCC	MEA	Mapa de uso e ocupação do solo
Serviços ecosistêmicos culturais no semiárido potiguar: estudo de caso na comunidade Inês Velha, zona rural de Caicó, RN (Meneses, 2022)	TCC	CICES	Pesquisa bibliográfica, Pesquisa de campo, Entrevistas
Serviços Ecosistêmicos Prestados pelo Reservatório Ministro João Alves, Parrelha/RN (Félix, 2017)	TCC	CICES	Pesquisa bibliográfica, Entrevista

Fonte: Elaboração da própria autora.

A maioria dos estudos analisados, 12 (66,67%), focou na identificação dos SE da Caatinga, 3 (16,67%) abordaram a valoração desses serviços, 2 (11,11%) trataram da distribuição geográfica, e 1 (5,55%) realizaram análises temporais. A predominância dos estudos voltados à identificação dos SE reforça a importância dessa abordagem, pois é o passo inicial para qualquer avaliação, essencial para a gestão e a formulação de políticas ambientais, conforme destacado por Torres, Tiwari e Atkinson (2021).

A Tabela 1 mostra que a maioria dos estudos analisados, 12 (66,67%), adotou a classificação da *CICES*. Outras classificações, como a do *TEEB* (2010) e do *Costanza et al.* (2017), bem como da *MEA*, foram utilizadas em 2 estudos cada (11,11%). A *CICES* consolidou-se como uma importante ferramenta na pesquisa internacional sobre Serviços Ecosistêmicos (SE), facilitando comparações e análises entre estudos e regiões, conforme destacam Haines-Young e Potschin (2018). O uso predominante da *CICES* nos estudos sobre a Caatinga reflete essa tendência global, evidenciando sua aplicabilidade e relevância em diferentes contextos de pesquisa ambiental.

A Tabela 1 revela uma diversidade de metodologias empregadas para a identificação dos SE, abrangendo pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo, análise de mapas de uso e ocupação do solo, modelagem em SIG, e entrevistas com comunidades locais, especialistas e/ou informantes-chave, aplicadas de forma isolada ou combinada. Dos estudos revisados, cinco (27,8%) utilizaram apenas coleta de dados primários, como pesquisa bibliográfica e análise de mapas, enquanto 13 (72,22%) adotaram usaram coleta de dados secundários, indicando uma preferência por abordagens mais integrativas e abrangentes. Essa diversidade metodológica reflete a complexidade dos SE, que demanda uma abordagem interdisciplinar e considera a percepção de diferentes atores sociais, conforme destacado pela *MEA* (2005) e (*Costanza et al.*, 2017). Além disso, essa variação nas metodologias resulta da realização dos estudos em diferentes áreas e com objetivos variados, pois, como salientam (*Martín-López et al.*, 2014), a escolha metodológica é influenciada pelo contexto específico de cada área de estudo, seus objetivos e os recursos disponíveis.

A análise das categorias de SE revelou que a maioria dos estudos, 10 (55,55%), explorou todas as categorias de SE; três (16,67%) focaram exclusivamente na categoria de provisão; dois estudos (11,11%) abordaram especificamente os serviços de regulação e manutenção; outros dois trataram dos serviços culturais; e um estudo (5,55%) analisou conjuntamente os serviços de provisão e regulação e manutenção. A predominância de estudos abrangendo todas as categorias de SE reflete a crescente percepção de que a sustentabilidade dos ecossistemas requer uma compreensão integrada de seus múltiplos serviços, conforme *Lele et al.* (2013). Em contraste, o enfoque em categorias específicas, evidencia a necessidade de aprofundamento em aspectos particulares, alinhando-se com os estudos de (*Fisher; Turner; Morling*, 2009) e (*Plieninger et al.*, 2015), que ressaltam a importância dos serviços de

provisão e dos valores culturais, respectivamente.

Os testes de associação realizados no estudo identificaram duas associações estatisticamente significativas. A primeira foi entre os estudos com o objetivo de valoração dos SE e o uso da classificação proposta por Costanza *et al.* (2017). A segunda foi entre a utilização de metodologias para coleta de dados primários e o uso da classificação CICES. Esses resultados indicam que as variáveis analisadas não são independentes e que as associações observadas possuem relevância estatística, com p-valores menores que 0,05, conforme os dados apresentados na tabela 2.

Quadro 2: Resumo das associações estatisticamente significativas pelo teste de Qui-Quadrado

Associação entre variáveis	X ² (valor)	df	p-valor	Significância
Estudo de valoração de SE x Uso da classificação de Costanza <i>et al.</i> (2017)	11,250	1	0,001	Sim
Coleta de dados primários x Uso da classificação CICES	6,785	1	0,009	Sim

Fonte: Elaborada pela autora, a partir dos dados do *software* SPSS.

A primeira associação pode ser explicada pelo fato de que (Costanza *et al.*, 1997) e (Costanza *et al.*, 2017) foram pioneiros na valoração econômica dos SE, cujos dados ainda são amplamente utilizados para a valoração desses serviços por meio da técnica de transferência de benefícios. A segunda associação pode ser atribuída ao fato de que a classificação CICES é subdividida em diversas subcategorias, facilitando tanto a observação em campo quanto a elaboração de questionários para coleta de dados primários, conforme (Haines-Young; Potschin, 2018).

Os estudos analisados revelaram uma ampla variedade de SE providos pelo bioma Caatinga. A Tabela 3 apresenta os SE identificados, organizados em três categorias principais: Provisão, Regulação e Manutenção, e Cultural, conforme a classificação da CICES (Haines-Young; Potschin, 2018), a mais adotada nos estudos. Foram identificados 13 SE na categoria de Provisão, 17 na de Regulação e Manutenção, e 16 na categoria Cultural.

Na seção de provisão, a Caatinga se destaca pelo fornecimento de biomassa para nutrição, abrangendo plantas e animais utilizados na alimentação humana e animal, além de materiais genéticos com potencial farmacêutico. O bioma também fornece madeira, forragem, fibras e outras matérias-primas para ornamentação e construção, além de energia proveniente da biomassa, como lenha e carvão. A água, obtida tanto de fontes superficiais quanto por captação subterrânea, é fundamental para o consumo humano, animal e para a agricultura irrigada. Dessa forma, a Caatinga desempenha um papel essencial na segurança alimentar e hídrica das comunidades, conforme destacado por Oliveira (2016), Camacam e Messias (2022), Oliveira e Medeiros (2023). Com relação aos serviços de Regulação e Manutenção, a Caatinga contribui para a regulação climática, qualidade do ar, formação do solo e ciclo hidrológico, influenciando diretamente na qualidade da água e mitigação de inundações e estiagens. Além disso, realiza polinização, dispersão de sementes, controle de pragas e manutenção da biodiversidade. 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 Ferreira *et al.* (2019), Oliveira, Guedes e Costa (2022).

Nos serviços culturais, a Caatinga oferece benefícios essenciais para as comunidades locais e visitantes. Nas interações físicas e experienciais, destacam-se atividades de socialização, recreação, lazer e turismo em ambientes naturais. Espiritualmente, o uso de plantas por rezadeiras e benzedadeiras, bem como produções artísticas e ritos religiosos, refletem a conexão profunda com a natureza. Intelectualmente, a Caatinga é um laboratório natural para estudos sobre ecossistemas semiáridos e práticas educativas, além de preservar saberes tradicionais e registros históricos que enriquecem a compreensão da história e das práticas ancestrais. Ademais, a preservação do bioma para futuras gerações demonstra o reconhecimento de seu valor cultural e espiritual.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Caatinga se destaca pela oferta de uma ampla variedade de SE, essenciais para a conservação da biodiversidade e o sustento das comunidades locais. Compreender e valorizar esses serviços é fundamental para o manejo sustentável do bioma, garantindo sua preservação e o bem-estar das populações dependentes. Essa abordagem reforça a necessidade de estratégias de conservação que equilibrem demandas ambientais e sociais.

Quadro 3: Serviços ecossistêmicos fornecidos pela Caatinga classificados de acordo com a CICES

Seção	Divisão	Grupo e classes de Serviços Ecossistêmicos
Provisão	Biomassa nutrição	Uso de plantas nativas/silvestres para alimentação humana e do gado; uso de plantas cultivadas/naturalizadas para alimentação; animais silvestres e suas saídas (caça e pesca); criação de animais domésticos e suas saídas (produção de leite, ovos e carnes); aquicultura, piscicultura e produção pesqueira; uso de material genético para aplicações farmacêuticas, bioquímicas e em bioengenharia.
	Biomassa material	Madeira, forragem, fibra e outras matérias-primas; materiais derivados de plantas e animais para uso direto ou transformação; uso de materiais de plantas, algas e animais para fins ornamentais, agrícolas, de construção e não metálicos.
	Biomassa energia	Produção de energia a partir da biomassa de plantas (lenha e carvão) e algas; energia mecânica proveniente de animais.
	Água	Fornecimento de água potável superficial e subterrânea para dessedentação humana e animal, uso doméstico e agricultura irrigada familiar e de subsistência.
Cultural	Interações físicas e experienciáveis	Eventos, socialização, recreação, lazer, turismo; melhoria da qualidade de vida; atividades físicas em ambientes naturais; conexão com a natureza, experiências com espécies e paisagens; beleza cênica, conservação da paisagem, estética ambiental.
	Interações espirituais e/ou emblemáticas	Uso de plantas por rezadeiras e benzedeiras; criação de produções artísticas como poesia, música e pintura; identidade espiritual e religiosa; ritos religiosos ou não; crenças populares; disposição de preservar para as futuras gerações.
	Interações intelectuais e representativas	Estímulo para a produção de conhecimento, pesquisa científica; atividades educacionais; saberes tradicionais, profetas do clima; pinturas rupestres; registros históricos e fotográficos.
Regulação e Manutenção		Mediação de fluxos de ar e gases; regulação da composição atmosférica; regulação climática; mediação de vazão de ar e líquidos; mediação de resíduos e tóxicos; manutenção da formação e composição do solo; controle e redução da erosão; manutenção do ciclo de vida (incluindo polinização e dispersão de sementes); controle de pragas e doenças; habitat e refúgio; proteção do banco genético; preservação da biodiversidade; diluição de odores, ruídos e impactos visuais; manutenção do ciclo hidrológico e da qualidade da água; regulação de distúrbios; ciclagem de nutrientes; suporte ecossistêmico para ictiofauna, comunidades planctônicas, herbáceas e macrófitas.

Fonte: Elaborada pela própria autora, utilizando a classificação da CICES (Haines-Young; Potschin, 2018).

A diversidade e a multifuncionalidade dos SE fornecidos pela Caatinga ressaltam a importância de estratégias de conservação interdisciplinares, com a participação de diversos atores sociais. Para isso, é necessário a realização de mais estudos sobre os SE fornecidos pela Caatinga, para destacar a importância 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 enfrenta limitações, como a dependência de dados secundários que podem não capturar completamente a complexidade dos SE na Caatinga. Futuras pesquisas devem priorizar a coleta de dados primários e explorar tecnologias emergentes para análises mais precisas. 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

- 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.
- COSTANZA, R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253–260, 1997. Disponível em: <https://www.nature.com/articles>. Acesso em: 28 jul. 2023.
- COSTANZA, R. *et al.* 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/>. 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, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/inter/a/>. Acesso em: 5 out. 2023.
- CZÚCZ, B. *et al.* Where concepts meet the real world: A systematic review of ecosystem service indicators and their classification using cices. **Ecosystem Services**, v. 29, p. 145–157, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article>. Acesso em: 3 out. 2023.
- DÍAZ, S. *et al.* The ipbes conceptual framework — connecting nature and people. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 14, p. 1–16, 2015.
- 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.
- FÉLIX, D. R. S. **Serviços Ecossistêmicos prestados pelo reservatório**. Trabalho de Conclusão de Curso (Geografia) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.
- FERNANDES, M. M. *et al.* Valoração dos serviços ecossistêmicos 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/>. Acesso em: 31 out. 2023.
- FERRAZ, R. P. D. *et al.* (Ed.). **Marco referencial em serviços ecossistêmicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 160 p.
- FERREIRA, L. M. R. *et al.* Mudanças espaço temporal da disponibilidade de serviços ecossistêmicos em uma microbacia hidrográfica do nordeste brasileiro. **Desenvolvimento e 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/>. 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.
- GROOT, R. S. D.; 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, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/>. Acesso em: 31 out. 2023.
- HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. B. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)**. V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. 2018.
- 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>. 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/>. 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>. Acesso em: 2 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>. Acesso em: 7 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**. Brasília: ICRAF, 2016. 266 p.

Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents>. Acesso em: 28 jul. 2023.

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Caatinga**. 2022. Publicado em 28/01/2022. Atualizado em 08/04/2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/>. Acesso em: 2 out. 2023.

MOURA, M. R. *et al.* Pervasive impacts of climate change on the woodiness and ecological generalism of dry forest plant assemblages. **Journal of Ecology**, jun. 2023. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/>. Acesso em: 5 out. 2023.

MOURA, M. S. B. *et al.* Aspectos meteorológicos do semiárido brasileiro. In: **Tecnologias de convivência com o semiárido brasileiro**. 1. ed. 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>. Acesso em: 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>. Acesso em: 5 out. 2023.

OLIVEIRA, A. M. Análise dos serviços ecossistêmicos em reservatórios da região nordeste semiárida do Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, out. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication>. Acesso em: 31 out. 2023.

OLIVEIRA, P. D.; MEDEIROS, W. D. A. Serviços ecossistêmicos de provisão promovidos pelo parque municipal professor Maurício de Oliveira, Mossoró/RN. **Geointerações**, v. 7, 2023. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php>. 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/>. Acesso em: 30 out. 2023.

PLIENINGER, T. *et al.* The role of cultural ecosystem services in landscape management and planning. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 14, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/>. 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, jun. 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/>. Acesso em: 8 out. 2023.

SILVA, A. P. *et al.* Manejo e conservação do solo em agrossistemas familiares do bioma caatinga. In: Editores Técnicos Embrapa (Ed.). **Solos sustentáveis para a agricultura no Nordeste**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. p. 315–374.

SILVINO, A. **A conservação da caatinga entre arenas políticas do semiárido brasileiro**. Tese (Tese (Doutorado em Filosofia e Ciências Humanas) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2019.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102–106, 2022. Disponível em: <https://journal.einstein.br/pt-br/article/>. 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. Brasil: TEEB, 2010.

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/>. Acesso em: 5 out. 2023.