



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
BACHARELADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

LUCAS BARRETO BATISTA

ATIVIDADES ANTRÓPICAS E A OFERTA DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS
NO ESTUÁRIO DO RIO CURU (ESTADO DO CEARÁ)

FORTALEZA

2025

LUCAS BARRETO BATISTA

ATIVIDADES ANTRÓPICAS E A OFERTA DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NO
ESTUÁRIO DO RIO CURU (ESTADO DO CEARÁ)

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Ambientais, do Instituto de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Orientadora: Prof.^a Dra. Danielle Sequeira Garcez.

Coorientador: Me. Matheus Campos da Silva.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- B337a Batista, Lucas Barreto.
 Atividades antrópicas e a oferta de serviços ecossistêmicos no estuário do rio Curu (Estado do Ceará) /
 Lucas Barreto Batista. – 2025.
 61 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do
 Mar, Curso de Ciências Ambientais, Fortaleza, 2025.
 Orientação: Profa. Dra. Danielle Sequeira Garcez.
 Coorientação: Me. Matheus Campos da Silva.
1. Unidade de conservação. 2. Zona costeira. 3. Alterações ambientais. I. Título.

CDD 333.7

LUCAS BARRETO BATISTA

ATIVIDADES ANTRÓPICAS E A OFERTA DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NO
ESTUÁRIO DO RIO CURU (ESTADO DO CEARÁ)

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Ambientais, do Instituto de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Aprovado em: 27/02/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Danielle Sequeira Garcez (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. Matheus Campos da Silva (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Leonardo Mesquita Pinto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ma. Gabriela Alves Valentim
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ma. Silmara Costa Loiola
Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Parambu (SEMARH/CE)

AGRADECIMENTOS

À minha família, especialmente aos meus pais, Mironeide Barreto e Benedito Batista, ao meu irmão, Daniel Barreto, ao meu sobrinho, Felipe Barreto, ao meu avô, Felipe Barreto (*in memoriam*), à minha tia, Damaris Queiroz, e à minha prima, Marluce Freitas, por ser o meu alicerce e o meu norte.

Aos colegas de graduação, Ana Thamires, Douglas Melo, Kaio César, Gisely Holanda, Maria Isadora, Rayssa Oliveira, Vitória Bernardo e Vitória Cavalcante, que compartilharam e tornaram essa jornada leve e alegre.

À minha orientadora, professora Danielle Garcez, por toda contribuição e orientação durante a minha formação acadêmica, sendo uma referência como profissional e pesquisadora.

Ao meu coorientador, Matheus Campos, pela paciência, disponibilidade e interesse em me ajudar a desenvolver este estudo.

Aos membros da banca examinadora, Leonardo Mesquita, Silmara Loiola e Gabriela Alves, por terem aceitado o convite de participação e por terem contribuído com considerações que aperfeiçoaram este estudo.

À Universidade Federal do Ceará, em especial o Instituto de Ciências do Mar, por proporcionar a formação de cientistas.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Ceará (FUNCAP) pela concessão de bolsa de estudo durante a execução desta pesquisa, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Federal do Ceará.

Ao projeto “Abordagem ecossistêmica e projeção de cenários frente a alterações ambientais em estuários da costa semiárida no Nordeste Brasileiro” (Edital CNPq/MCTI/FNDCT Hidro N°63/2002 Gestão Integrada de Recursos Hídricos e Zona Costeira no contexto das Mudanças Climáticas), ao Laboratório de Ecologia Pesqueira e Estudos Socioambientais e ao Laboratório de Ecologia Aquática e Conservação, pelo apoio durante o desenvolvimento deste estudo.

A todos, meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

No estuário do rio Curu, localizado na divisa dos municípios de Paracuru e Paraipaba (litoral noroeste do Estado do Ceará), encontra-se uma Área de Proteção Ambiental com 881,94 hectares, que proporciona diversos benefícios à sociedade. Esses benefícios, conhecidos como Serviços Ecossistêmicos (SE), podem ser classificados em culturais, de provisão ou de regulação. Na localidade, atividades antrópicas conflitantes, como a carcinicultura e o turismo, contribuem para alterações ambientais que comprometem o fornecimento de SE. O objetivo deste estudo foi identificar os SE ofertados pelo estuário do rio Curu, bem como avaliar a influência de alterações ambientais derivadas de atividades antrópicas sobre os SE oferecidos. A identificação das atividades antrópicas e dos SE deu-se por revisão bibliográfica e uso de imagens de satélite. Além disso, a classificação dos SE baseou-se na metodologia *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES). A oferta de serviços ecossistêmicos do estuário do rio Curu é caracterizada pela disponibilidade de habitats para a biodiversidade local e manutenção das condicionantes ambientais (SE de regulação), uso de recursos pesqueiros, hídricos e eólicos (SE de provisão), atividades de lazer recreativo e representatividade cultural de comunidades locais (SE culturais). Nas últimas duas décadas, a expansão da carcinicultura sobre áreas de mangue e carnaúba, que passou a ocupar 726,44 hectares, juntamente com o crescimento de atividades turísticas, têm comprometido a oferta de serviços ecossistêmicos no estuário do rio Curu, tendo em vista os efeitos sobre os ecossistemas, poluição ambiental e conflitos sociais, apesar de colaborarem para a captação de renda e emprego nos municípios de Paracuru e Paraipaba. É esperado que este estudo contribua para a construção de ações de conservação e gestão do estuário do rio Curu, garantindo que esse ecossistema continue a beneficiar as comunidades ao redor como fonte essencial de recursos alimentares, de renda e outros usos socioculturais.

Palavras-chave: unidade de conservação; zona costeira; alterações ambientais.

ABSTRACT

In the estuary of the Curu River, located on the border of the municipalities of Paracuru and Paraipaba (northwest coast of the State of Ceará), there is an Environmental Protection Area with 881.94 hectares, which provides several benefits to society. These benefits, known as Ecosystem Services (ES), can be classified as cultural, provisioning or regulatory. In the region, conflicting human activities, such as shrimp farming and tourism, contribute to environmental changes that compromise the supply of ES. The objective of this study was to identify the ES offered by the Curu River estuary, as well as evaluate the influence of environmental changes derived from human activities on the ES offered. The identification of anthropogenic activities and ES was conducted out through a bibliographic review and the use of satellite images. Furthermore, the ES classification was based on the Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) methodology. The provision of ecosystem services in the Curu River estuary is characterized by the availability of habitats for local biodiversity and the maintenance of environmental conditions (regulatory ES), use of fishing, water and wind resources (provisioning ES), recreational leisure activities and cultural representation of local communities (cultural SE). In the last two decades, the expansion of shrimp farming over mangrove and carnauba areas, which now occupies 726.44 hectares, together with the growth of tourist activities, have compromised the supply of ecosystem services in the Curu River estuary, given the effects on ecosystems, environmental pollution and social conflicts, despite contributing to the income generation and employment in the municipalities of Paracuru and Paraipaba. It is expected that this study will development to the construction of conservation and management actions for the Curu River estuary, ensuring that this ecosystem continues to benefit the surrounding communities as an essential source of food resources, income and other socio-cultural uses.

Keyword: conservation unit; coastal zone; environmental changes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Estrutura hierárquica da Classificação Internacional Comum de Serviços Ecosistêmicos	18
Figura 2	- Estuário do rio Curu, entre os municípios de Paracuru e Paraipaba, Estado do Ceará, e delimitação da área de estudo	22
Figura 3	- Ocupação de áreas pela carcinicultura no estuário do rio Curu (CE), entre os anos 2003 e 2024	31
Figura 4	- Impactos da carcinicultura no estuário do rio Curu (CE) sobre os serviços ecosistêmicos, conforme análise do presente estudo	32
Figura 5	- Representação temporal dos efeitos da carcinicultura sobre os serviços ecosistêmicos no estuário do rio Curu (CE), conforme análise do presente estudo	33
Figura 6	- Impactos do turismo identificados no estuário do rio Curu (CE), conforme análise do presente estudo	34
Figura 7	- Representação temporal dos efeitos do turismo sobre os serviços ecosistêmicos no estuário do rio Curu (CE), conforme análise do presente estudo	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	- Classificação de serviços ecossistêmicos	17
Quadro 2	- Definição e classificação sobre as três seções de serviços ecossistêmicos, conforme a CICES	31
Quadro 3	- Definições de impacto ambiental	19
Quadro 4	- Categorização de serviços ecossistêmicos culturais classificados neste estudo, a partir do levantamento bibliográfico para o estuário do rio Curu (CE)	27
Quadro 5	- Categorização de serviços ecossistêmicos de provisão classificados neste estudo, a partir do levantamento bibliográfico para o estuário do rio Curu (CE)	28
Quadro 6	- Categorização de serviços ecossistêmicos de regulação classificados neste estudo, a partir do levantamento bibliográfico para o estuário do rio Curu (CE)	29
Quadro 7	- Atividades turísticas identificadas por meio de levantamento bibliográfico no estuário do rio Curu (CE)	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Quantificação do material científico sobre serviços ecossistêmicos na área deste estudo, por palavras-chaves	26
Tabela 2	- Sistematização de serviços ecossistêmicos classificados por este estudo, por seção	26
Tabela 3	- Evolução da área ocupada pela carcinicultura no estuário do rio Curu (Estado do Ceará), entre os anos de 2003 e 2024, com base nas análises do presente estudo	30

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
APRECE	Associação dos Municípios do Estado do Ceará
CICES	<i>Common International Classification of Ecosystem Services</i>
FUNCAP	Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Ceará
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Estado do Ceará
MEA	<i>Millennium Ecosystem Assessment</i>
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONG	Organização Não Governamental
PIBIC	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica
QGIS	<i>Quantum Geographical Information System</i>
SE	Serviços Ecossistêmicos
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima do Estado do Ceará
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UC	Unidade de Conservação
UFC	Universidade Federal do Ceará

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo geral	16
2.2	Objetivos específicos	16
3.	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1	Serviços ecossistêmicos	17
3.2	Alterações Ambientais	19
3.3	Unidade de Conservação	20
4.	MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1	Área de estudo	22
4.2	Levantamento de dados	23
4.3	Análise de dados	24
5.	RESULTADOS	26
5.1	Serviços ecossistêmicos	26
5.2	Carcinicultura	30
5.3	Turismo	33
6.	DISCUSSÃO.....	36
6.1	Serviços ecossistêmicos em estuários	36
6.2	Serviços ecossistêmicos promovidos pelo estuário do rio Curu	36
6.3	Carcinicultura e serviços ecossistêmicos no estuário do rio Curu	39
6.4	Turismo e serviços ecossistêmicos no estuário do rio Curu	41

6.5	APA do estuário do rio Curu e a manutenção de serviços ecossistêmicos ...	43
7.	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS	46
	ANEXO A	60
	ANEXO B	61

1. INTRODUÇÃO

A percepção de que a sociedade se beneficia dos recursos naturais de muitas maneiras não é recente. Desde a Grécia Antiga, observa-se que comunidades humanas se constituíram às margens de corpos hídricos para a prática da agricultura e da pesca, retirando da natureza os elementos essenciais para sua existência, pois ela é a fonte primordial de recursos (Morimoto; Salvi, 2009). Por outro lado, o desenvolvimento conceitual e a discussão em torno da ideia de que a natureza é imprescindível para o homem é recente na cultura ocidental (Fleury; Almeida; Premebida, 2014).

Um marco importante foi a Revolução Industrial, em meados do século XVIII, que transformou a relação do ser humano com o meio ambiente, ao intensificar as atividades produtivas. Como consequências dessas transformações, décadas mais tarde, desastres ambientais que causaram milhares de mortes passaram a chamar a atenção para a causa ambiental, como o *smog* em Londres, na Inglaterra, conhecido como “A Névoa Matadora” em 1952, e a contaminação de água por mercúrio da Baía de Minamata no Japão em 1956. Esses eventos evidenciaram os impactos das atividades antrópicas sobre a natureza e despertaram a reflexão da sociedade em relação à necessidade da proteção dos ecossistemas diante de suas ações (Ferraz *et al.*, 2019; Pott; Estrela, 2017).

O ecossistema é uma unidade funcional básica que inclui os meios biótico e abiótico, cada um interagindo e influenciando as propriedades um do outro (Odum, 2001). As funções do ecossistema referem-se aos processos ecológicos do ambiente, que podem propiciar serviços ecossistêmicos, ou seja, os benefícios ofertados pela natureza que melhoram o bem-estar social (Costanza *et al.*, 1997). No entanto, considera-se que a atual oferta de serviços ecossistêmicos tenha sido drasticamente reduzida em comparação a qualquer outro período da história da humanidade, sendo resultado de atividades antrópicas que contribuem para a redução de áreas naturais (MEA, 2005).

Estuários são ecossistemas aquáticos costeiros inseridos na zona de interface entre o ambiente marinho, terrestre e a atmosfera, caracterizados pela mistura da água doce e da água marinha, apresentando conexão com o mar aberto (Miranda; Castro Filho; Kjerfve, 2002). Desempenham importantes funções e serviços ecossistêmicos, porém, nas últimas duas décadas, as pressões antrópicas intensificaram-se nas zonas estuarinas, pondo em risco a estrutura e o funcionamento desses sistemas, mediante ocupações irregulares e o manejo inadequado dos componentes da paisagem (Soares, 2016).

No estuário do rio Curu, localizado no limite dos municípios de Paracuru e Paraipaba, litoral noroeste do Estado do Ceará, destaca-se que as condições naturais locais sofreram alterações ambientais relacionadas à progressiva supressão de vegetação nativa para a instalação de carcinicultura e ao crescente turismo desordenado (Benevides, 2024; Benevides *et al.*, 2023; Ceará, 2021). Contudo, na localidade é encontrada uma unidade de conservação estadual de uso sustentável, a Área de Proteção Ambiental (APA) do estuário do rio Curu (Ceará, 2021), da qual famílias se beneficiam pela coleta de mariscos, pesca, agricultura de subsistência e mantém referências históricas e culturais (Basílio; Garcez, 2014; Martins *et al.*, 2024).

Nesse contexto, são necessários estudos que visem identificar os serviços ecossistêmicos oferecidos pelo estuário do rio Curu, assim como os fatores que implicam na alteração dessas ofertas. É esperado que este estudo contribua para a construção de ações de conservação e gestão desse ecossistema, para que o estuário do rio Curu continue a promover serviços ecossistêmicos que beneficiem a sociedade, e permitam a manutenção de suas práticas culturais.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Identificar serviços ecossistêmicos fornecidos pelo estuário do rio Curu (municípios de Paracuru e Paraipaba, Estado do Ceará), no passado e atualmente.

2.2 Objetivos específicos

- Categorizar os serviços ecossistêmicos oferecidos pelo estuário do rio Curu, em regulação, provisão ou culturais;
- Identificar e descrever alterações ambientais decorrentes da carcinicultura e do turismo ocorridas nas duas últimas décadas, associadas à oferta de serviços ecossistêmicos no estuário do rio Curu;
- Analisar a importância dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelo estuário do rio Curu para moradores dos municípios de Paracuru e Paraipaba, Estado do Ceará.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Serviços Ecossistêmicos

O conceito de Serviços Ecossistêmicos (SE) foi desenvolvido no contexto de estudo das formas de interação entre os seres vivos e o ambiente em que vivem (Westman, 1997). A partir de 1990, esse termo foi amplamente desenvolvido pela Biologia da Conservação (Costanza *et al.*, 1997), como estratégia de proteger a biodiversidade e os ecossistemas. SE são as características, funções ou processos ecológicos que diretamente ou indiretamente beneficiam o bem-estar humano (Costanza *et al.*, 1997).

A partir dos anos 2000, o estudo de SE foi intensificado globalmente, tendo em vista que a Organização das Nações Unidas (ONU) desenvolveu o *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA). Essa pesquisa avaliativa analisou como as ações antrópicas afetam o bem-estar humano e a saúde dos ecossistemas. O MEA (2005) define serviços ecossistêmicos como o resultado das interações ocorrentes em ecossistemas que beneficiam o homem e classifica em SE culturais, SE de provisão, SE de regulação e SE de suporte (Quadro 1).

Quadro 1 - Classificação de serviços ecossistêmicos.

Culturais	Benefícios de caráter não natural provenientes dos ecossistemas, como valor histórico/cultural, valor espiritual, valor estético e formas de lazer, entre outros.
Provisão	Benefícios obtidos dos ecossistemas como: comida, água, combustível, madeira e fibras, entre outros.
Regulação	Benefícios obtidos a partir da regulação dos processos dos ecossistemas como regulação climática, regulação de inundações, regulação de doenças, entre outros.
Suporte	Serviços necessários para manter todos os outros serviços, como produção primária, ciclagem de nutrientes, transferência de energia, entre outros.

Fonte: Adaptado de *Millennium Ecosystem Assessment* (2005).

O avanço da linha de pesquisa de serviços ecossistêmicos promoveu o desenvolvimento de formas distintas de agrupar e nomear os serviços, de modo que dificultava tanto a comparação entre estudos e avaliações quanto a integração com outros dados, como a descrição de uma atividade econômica ou produtos decorrentes. A *Common*

International Classification for Ecosystem Services (CICES) surgiu como uma nova classificação padrão de serviços ecossistêmicos consistente com categorizações pré-estabelecidas, como De Groot, MEA e TEEB, permitindo a avaliação dos serviços com o uso de diferentes tipos de dados (Potschin-Young; Haines-Young, 2011). A CICES é amplamente utilizada no mapeamento, avaliação de ecossistemas e contabilidade de ecossistemas, de capital natural, e define serviços ecossistêmicos como as contribuições que os ecossistemas fazem para o bem-estar humano, além de categorizá-los nas seções de provisão, cultural e regulação (Haines-Young; Potschin-Young, 2018) (Quadro 2).

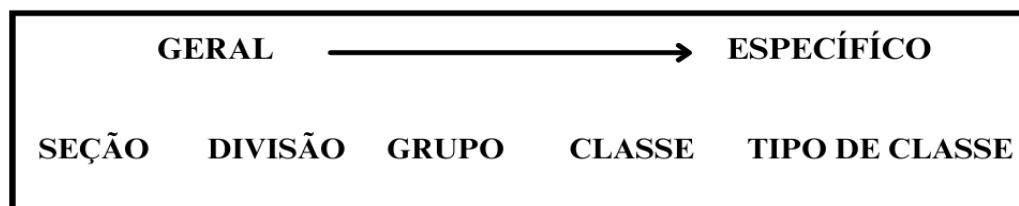
Quadro 2 - Definição e classificação sobre as três seções de serviços ecossistêmicos, conforme a CICES.

Culturais	Todos os produtos não materiais, e normalmente não rivais e não consumistas, de ecossistemas (bióticos e abióticos) que afetam os estados físicos e mentais das pessoas.
Provisão	Todos os produtos nutricionais e não nutricionais e energéticos provenientes de sistemas vivos, bem como de resultados abióticos (incluindo água).
Regulação e Manutenção	Todas as maneiras pelas quais os organismos vivos podem mediar ou moderar o ambiente que afeta a saúde, a segurança ou o conforto humano, juntamente com equivalentes abióticos.

Fonte: Adaptado de Haines-Young e Potschin-Young (2018).

A classificação da CICES segue a divisão dos serviços ecossistêmicos em uma estrutura hierárquica (Figura 1) que dividiu sucessivamente as seções de provisão, regulação e cultural em divisões, grupos e classes, a fim de que os usuários pudessem ter a possibilidade de atingir o detalhamento pretendido sobre serviços ecossistêmicos (Czucz *et al.*, 2018).

Figura 1 - Estrutura hierárquica da Classificação Internacional Comum de Serviços Ecossistêmicos.



Fonte: Haines-Young e Potschin-Young (2018).

Cada seção mencionada apresenta determinadas divisões e grupos para os fatores bióticos (Anexo A) e abióticos (Anexo B). A hierarquia proposta colabora tanto para a identificação quanto para a classificação específica de serviços ecossistêmicos, já que exemplifica e determina os serviços ecossistêmicos, conforme as seções.

3.2 Alterações Ambientais

Alterações ambientais são reflexos da interação dinâmica dos ecossistemas, que influenciam as condições e o funcionamento do ambiente (Yoso Sakamoto; Bacani, 2012). As modificações nas características de uma localidade podem ser de origem antrópica ou natural. Entende-se que a alteração ambiental oriunda da ação do homem é compreendida como um impacto ambiental que, pela Resolução CONAMA nº 01/1986, p. 1, é definido como:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.

O impacto ambiental pode ser considerado como positivo ou negativo, a depender da análise que será realizada, bem como o ambiente e setores de influência. Na literatura técnica, encontram-se diversas definições de impacto ambiental, que coincidem em relação à semântica do conceito (Quadro 3).

Quadro 3 - Definições de impacto ambiental.

Autor	Definição
Westman, 1985	Consequências de uma ação antrópica sobre um ecossistema.
Wathern, 1988	Alteração de um parâmetro ambiental, com recorte temporal e espacial em uma determinada localidade, oriunda de uma dada atividade, de modo a avaliar a situação que ocorreria se essa atividade não tivesse sido iniciada.
Moreira, 1992	Qualquer alteração da natureza provocada por uma ação humana.

Fonte: Adaptado de Sánchez (2013).

Neste estudo, alterações ambientais serão tratadas como impactos ambientais que se constituem de mudanças nas características naturais de uma área promovidas pelo homem. Entre as atividades antrópicas que ocasionam alterações ambientais na zona costeira, destacam-se a carcinicultura e o turismo (Rodrigues, 2007; Souza; Vieira Filho, 2011).

A carcinicultura é o ramo da aquicultura que consiste no cultivo de camarões em cativeiro, organismos cujo ciclo de vida se dá totalmente ou parcialmente em meio aquático em condições naturais (FAO, 2014). O crescimento da atividade da carcinicultura causou a perda de grande parte da vegetação de mangue e carnaúba para a instalação das unidades produtoras (fazendas de camarão) no litoral cearense, causando impactos econômicos (geração de emprego e renda) e ambientais (alterações na composição e no funcionamento de ecossistemas) (Meireles *et al.*, 2007; Ribeiro *et al.*, 2014).

O turismo é um fenômeno que corresponde ao fluxo de pessoas e ao atendimento de suas necessidades promovido pela troca de uma residência fixa para uma residência temporária, avaliando a interação com o núcleo receptor e de todas as atividades decorrentes dessa interação (Barreto, 1991). Atividades turísticas na zona costeira impulsionam o desenvolvimento econômico local, apesar de promover alterações ambientais voltadas à modificação da vegetação (construção de empreendimentos), potencialização de riscos à biodiversidade em ecossistemas frágeis (trânsito de veículos em praias e dunas, além do descarte incorreto de resíduos sólidos), bem como estimula conflitos sociais locais por uso do espaço (Lanzer; Ramos; Marchett, 2013; Vieira; Benevides; Sá, 2022).

3.3 Unidade de Conservação

Instituído pela Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) tem como finalidade estabelecer critérios e normas para a criação, implementação e gestão de unidades de conservação, definindo unidades de conservação como (Brasil, 2000, p. 1):

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

O Sistema Estadual de Unidades de Conservação do Ceará (SEUC), instituído pela Lei Estadual nº14.950, de 27 de junho de 2011, estabelece diretrizes para a gestão e a regulamentação de unidades de conservação no Estado, baseadas na Lei Federal nº 9.985, de

modo garantir a integridade dos ecossistemas, proteção biodiversidade e o manejo adequado dos recursos naturais.

As unidades de conservação são divididas em dois grupos com características especiais, sendo Unidade de Proteção Integral ou Unidade de Uso Sustentável. O objetivo da Unidade de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, sendo exemplos dessa categoria: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural, Refúgio de Vida Silvestre. Por outro lado, a Unidade de Uso Sustentável busca compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais, tendo como representantes: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Particular do Patrimônio Natural (Brasil, 2000).

A APA é uma área com ocupação humana, dotada de ecossistemas com atributos biológicos, estéticos ou culturais que contribuem para o bem-estar do homem, e tem como objetivo a proteção da biodiversidade, regular os usos do ambiente, e assegurar a proteção dos recursos naturais (Brasil, 2000).

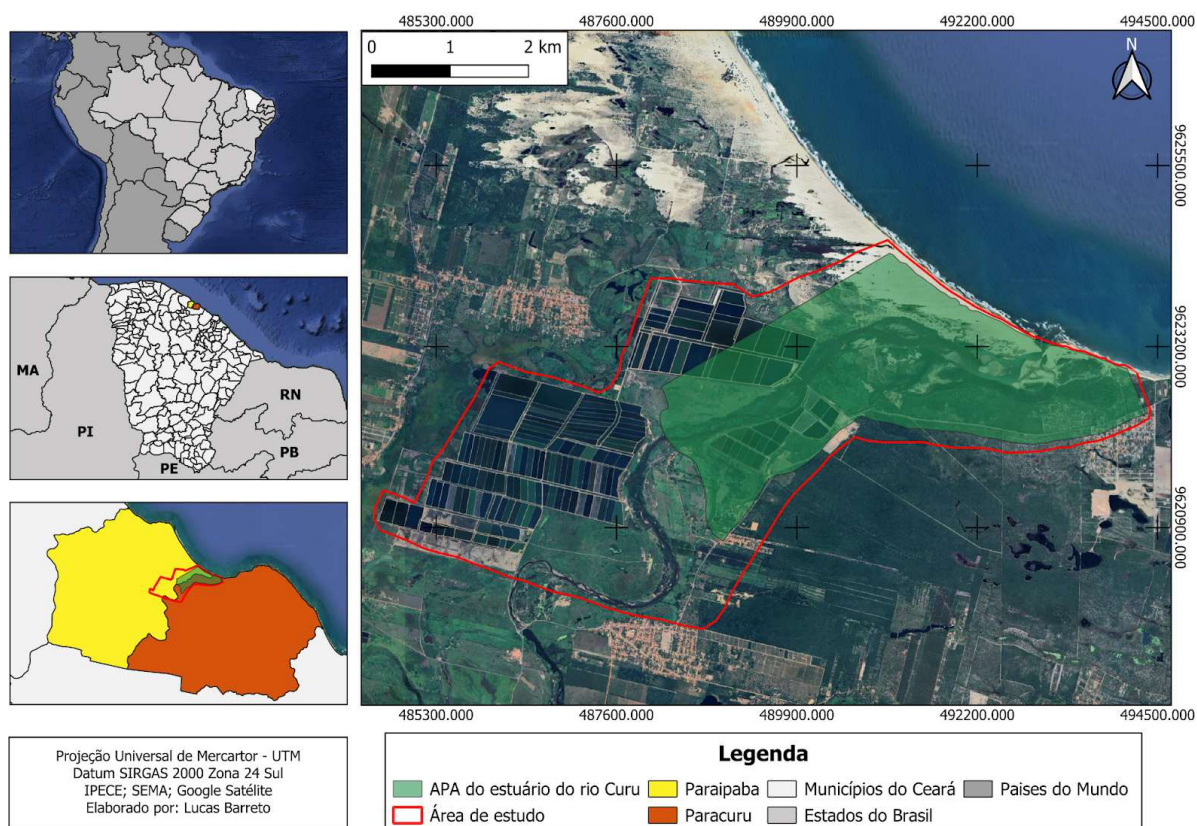
A APA do estuário do rio Curu é uma área de relevante interesse para os municípios de Paracuru e de Paraipaba, tendo em vista a diversidade e a riqueza da fauna e da flora da localidade, bem como os ecossistemas associados, como manguezais e praias. No âmbito de gestão, a APA do estuário do rio Curu é dotada de plano de manejo, documento técnico que define normas de uso e ocupação da área, aprovado em 2022 pela Portaria nº14/2022, e conselho consultivo, responsável por discutir a gestão da unidade de conservação (Ceará, 2021; Ceará, 2022).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A presente pesquisa foi realizada na zona estuarina do rio Curu (Figura 2), inserida na bacia hidrográfica do Curu, localizada na porção noroeste do Estado do Ceará (Landim Neto *et al.*, 2013). Na área de estudo, encontra-se a APA do estuário do rio Curu com 881,94 hectares, criada em 29 de março de 1999, por meio do Decreto Estadual nº 25.416, que abrange dois municípios, Paracuru e Paraipaba. A população do município de Paracuru é de 38.980 habitantes, com densidade demográfica de 127,91 habitantes por km² (IBGE, 2022). Já a população do município de Paraipaba é de 32.216 habitantes com densidade demográfica de 111,39 habitantes por km² (IBGE, 2022).

Figura 2 - Estuário do rio Curu, entre os municípios de Paracuru e Paraipaba, Estado do Ceará, e delimitação da área de estudo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

As formações geológicas ocorrentes na região costeira são extremamente diversas, tendo em vista a constante interação entre o meio terrestre e o meio marinho. Assim, é possível observar a formação de uma flora composta por espécies de diferentes biomas e domínios fitogeográficos (Moro *et al.*, 2015).

A fitofisionomia do estuário do rio Curu é composta por Campo Praiano, Floresta/Arbustal de Tabuleiro, Mangue, Mata Ciliar/Carnaúba e vegetação incipiente, sendo caracterizada pela presença de espécies dos biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, que apresentam adaptações específicas a condições ambientais estressantes, como o regime de maré (Ceará, 2021; Costa; Rocha; Cestaro, 2014). Áreas de mata ciliar e de manguezal encontram-se alteradas por perturbações antrópicas oriundas de atividades econômicas, como a carcinicultura (Ceará, 2021).

4.2 Levantamento de dados

Este estudo foi desenvolvido durante a execução do projeto de pesquisa “Serviços Ecosistêmicos do estuário do rio Curu, Estado do Ceará”, no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade Federal do Ceará, com bolsa de estudo da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Ceará (FUNCAP), entre os anos 2023 e 2025. Contou também com apoio do Projeto “Abordagem ecossistêmica e projeção de cenários frente a alterações ambientais em estuários da costa semiárida no Nordeste brasileiro” (Edital CNPq/MCTI/FNDCT/-CT Hidro N°63/2002 Gestão Integrada de Recursos Hídricos e Zona Costeira no contexto das Mudanças Climáticas).

Este estudo adotou uma abordagem quali-quantitativa para identificar e classificar o fornecimento de serviços ecossistêmicos no estuário do rio Curu, associados às interferências antrópicas, como a carcinicultura e o turismo. A metodologia foi baseada em revisão bibliográfica para fundamentação teórica, associada a técnicas de geoprocessamento para mapeamento das áreas de carcinicultura.

O levantamento de dados baseou-se em uma revisão bibliográfica com o objetivo de identificar os serviços ecossistêmicos oferecidos pelo estuário do rio Curu, com base na CICES. Para tanto, foi realizada uma busca entre os meses de março e novembro de 2024, sem recorte temporal, na ferramenta de busca Google Acadêmico e nas bases de dados Scopus e Scielo, frequentemente empregadas para a publicação científica. A pesquisa foi realizada por intermédio de palavras-chaves, com o fito de direcionar o conteúdo para a área

de estudo, sendo elas: “Curu”, “Paracuru” e “Paraipaba”. Após a realização da busca, foram filtradas referências bibliográficas que evidenciam os benefícios ao bem-estar humano promovido pelo estuário do rio Curu.

Foram considerados artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses. Destaca-se que uma referência pode permitir a identificação de mais de um tipo de serviço ecossistêmico e que materiais repetidos foram contabilizados no resultado bruto, mas separados na classificação dos serviços ecossistêmicos. Esse material foi disposto em planilha, de modo a organizar a identificação do serviço ecossistêmico associado à referência bibliográfica filtrada.

Nesta pesquisa, foram avaliadas alterações ambientais promovidas pela carcinicultura e pelo turismo, atividades que exercem modificações na dinâmica do estuário do rio Curu. A metodologia incluiu revisão bibliográfica de artigos científicos, livros, dissertações, teses, normativos jurídicos, repositórios institucionais e anais de eventos científicos. O uso de imagens de satélite de livre acesso disponibilizadas pelo programa Google Earth Pro (<https://earth.google.com/web/>), *shapefiles* da base de dados do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Estado do Ceará (IPECE) e da Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima do Estado do Ceará (SEMA), possibilitaram, por meio do software livre de código aberto *Quantum Geographical Information System* (QGIS), versão 3.38.2, a construção de um mapa de ocupação das áreas pela carcinicultura no estuário do rio Curu, com escala de 2 km.

4.3 Análise de dados

Para a classificação das publicações, foram considerados serviços de regulação: manutenção do ciclo da vida, manutenção física, química ou das condições abióticas, condição da água, regulação da qualidade do solo, mediação de resíduos, tóxicos ou outros distúrbios por processos não vivos; de provisão: recursos hídricos, recursos eólicos, pesca artesanal, aquicultura, agricultura e extração vegetal ou mineral; e culturais: lazer recreativo, apreciação paisagística ou paisagística ou de natureza, pesquisa científica, atividades educacionais, manifestações culturais, espirituais e/ou religiosas e esportes náuticos.

O uso de imagens de satélite permitiu a identificação das áreas de carcinicultura no estuário do rio Curu nos anos de 2003, 2004, 2014, 2021 e 2024. O ano de 2003 foi selecionado por ser o último em que não há registro da carcinicultura na área de estudo. A partir de 2004, surgiram os primeiros tanques de cultivo de camarão, o que estabelece esse

ano como marco temporal. Além disso, os anos de 2014, 2021 e de 2024 foram os demais períodos analisados, dado o avanço da atividade. O cálculo de área (hectares) consistiu na delimitação dos tanques de carcinicultura, por intermédio da ferramenta “Medir Régua” disponibilizada pelo Google Earth, que permite traçar linhas, formar polígonos e determinar a área da marcação feita.

Fluxogramas foram construídos para organizar como a disponibilidade dos serviços ecossistêmicos oferecidos pelo estuário do rio Curu identificados por este estudo, pode estar sendo influenciada pelas atividades da carcinicultura e do turismo na região. Além disso, ilustrações de representação temporal dessas atividades antrópicas foram desenvolvidas para ressaltar as alterações ambientais promovidas, associadas à oferta de serviços ecossistêmicos no estuário do rio Curu.

5. RESULTADOS

5.1 Serviços ecossistêmicos

A busca por palavras-chaves identificou 53 materiais científicos que permitiram a identificação de serviços ecossistêmicos oferecidos pelo estuário do rio Curu. Após a filtragem de textos repetidos, obteve-se os seguintes resultados: 34 referências pelo Google Acadêmico, uma referência pela SciELO e cinco referências pela Scopus, totalizando 40 referências (Tabela 1).

Tabela 1 - Quantificação do material científico sobre serviços ecossistêmicos na área deste estudo, por palavras-chaves.

Palavra-chave	Google Acadêmico	SciELO	Scopus
Curu	26	0	1
Paracuru	6	1	2
Paraipaba	2	0	2
Total	34	1	5

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os 40 materiais permitiram a identificação de 51 serviços ecossistêmicos, baseados na classificação feita pela CICES, resultando em: seis serviços ecossistêmicos culturais, 13 serviços ecossistêmicos de provisão e 32 serviços ecossistêmicos de regulação (Tabela 2).

Tabela 2 - Sistematização de serviços ecossistêmicos classificados por este estudo, por seção.

Seção	Total
Culturais	6
Provisão	13
Regulação	32

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os serviços ecossistêmicos culturais do estuário do rio Curu, conforme os materiais selecionados por este estudo, são representados por atividades de lazer recreativo, voltadas às áreas de banho, prática de esportes náuticos, apreciação paisagística, observação de avifauna e conhecimento tradicional local de pescadores acerca da ocorrência de aves migratórias (Quadro 4).

Quadro 4 - Categorização de serviços ecossistêmicos culturais classificados neste estudo, a partir do levantamento bibliográfico para o estuário do rio Curu (CE).

Divisão	Grupo	Descrição	Referência
Interações diretas, sucessivas e externas com o sistema físico natural que dependem da presença no ambiente	Interação física e experimental com o ambiente natural	Lazer recreativo	Luna; Rodrigues; Sousa, 2022; Sampaio, 2007; Sousa; Carvalho; Pinheiro, 2008
Interações diretas, sucessivas e externas com o sistema físico natural que dependem da presença no ambiente	Interação intelectual e representativa com componentes bióticos naturais do meio ambiente	Conhecimento tradicional	Basílio; Garcez, 2014; Rocha, 2021; Sousa, 2016

Fonte: Organizado pelo autor.

Os serviços ecossistêmicos de provisão do estuário do rio Curu, conforme os materiais selecionados por este estudo, são direcionados às formas de uso das águas superficiais (atividade agrícola) e águas subterrâneas (poços para dessedentação de animais, abastecimento humano, entre outras utilizações), potencial de captação de recursos eólicos, bem como formas distintas de obtenção de recursos pesqueiros, como a pesca artesanal e a carcinicultura (Quadro 5).

Quadro 5 - Categorização de serviços ecossistêmicos de provisão classificados neste estudo, a partir do levantamento bibliográfico para o estuário do rio Curu (CE).

Divisão	Grupo	Descrição	Referência
Água	Água usada para nutrição, materiais ou energia	Água superficial	Sousa; Matos, 2023
Água	Água usada para nutrição, materiais ou energia	Água subterrânea	Cavalcante <i>et al.</i> , 2022; Peixoto <i>et al.</i> , 2017; Pessoa; Oliveira, 2016
Biomassa	Animais selvagens para nutrição, materiais ou energia	Pesca artesanal	Basílio; Garcez, 2014; Garcez; Botero, 2022; Menezes, 1979; Parada, 2019; Sousa, 2016
Biomassa	Animais aquáticos criados (terrestres e aquáticos) para nutrição, materiais ou energia	Carcinicultura	Sampaio, 2004; Viana, 2023
Resultados do ecossistema abiótico natural não aquoso	Substâncias não minerais ou propriedades ecossistêmicas utilizadas para nutrição, materiais ou energia	Recurso eólico	Bianchi, 2014; Lira; Silva; Alves, 2011

Fonte: Organizado pelo autor.

Os serviços ecossistêmicos de regulação do estuário do rio Curu, conforme os materiais selecionados por este estudo, são indicados pela oferta de habitats para a biodiversidade, manutenção de condições ambientais relacionadas a processos geológicos, geomorfológicos, atmosférico, hidrológicos, estruturação e funcionamento da paisagem (Quadro 6).

Quadro 6 - Categorização de serviços ecossistêmicos de regulação classificados neste estudo, a partir do levantamento bibliográfico para o estuário do rio Curu (CE).

Divisão	Grupo	Descrição	Referência
Regulação das condições físicas, químicas e biológicas	Manutenção do ciclo da vida, Habitat e proteção do <i>pool</i> genético	Ocorrência de ictiofauna	Basílio; Faria; Furtado Neto, 2008; Basílio <i>et al.</i> , 2009; Basílio; Garcez, 2014; Carlos, 2022; Garcez; Botero, 2022; Lourenço, 2016; Lourenço, 2023; Lourenço <i>et al.</i> , 2024; Menezes, 1979; Nascimento, 2024; Parada, 2019; Sousa, 2016
Regulação das condições físicas, químicas e biológicas	Manutenção do ciclo da vida, habitat e proteção do <i>pool</i> genético	Ocorrência de avifauna	Luna; Rodrigues; Sousa, 2022; Rocha, 2021
Regulação das condições físicas, químicas e biológicas	Manutenção do ciclo da vida, habitat e proteção do <i>pool</i> genético	Ocorrência de plâncton	Klein; Franca, 1980; Klein; Moreira, 1977; Moreira, 1977
Regulação das condições físicas, químicas e biológicas	Manutenção do ciclo da vida, habitat e proteção do <i>pool</i> genético	Ocorrência de malacofauna	Lima <i>et al.</i> , 2009; Maia; Coutinho, 2013; Melo; Maia; Rocha-Barreira, 2012
Regulação das condições físicas, químicas e biológicas	Manutenção do ciclo da vida, habitat e proteção do <i>pool</i> genético	Estrutura vegetacional	Benevides, 2024; Benevides <i>et al.</i> , 2023
Regulação das condições físicas, químicas e biológicas	Manutenção física, química ou das condições abióticas	Estrutura e funcionamento da paisagem	Neto <i>et al.</i> , 2013; Rêgo, 2013; Vidal <i>et al.</i> , 2014; Vidal; Mascarenhas, 2019; Vidal; Mascarenhas, 2021

Regulação das condições físicas, químicas e biológicas	Manutenção física, química ou das condições abióticas	Proteção da linha de costa	Silva <i>et al.</i> , 2023
Regulação das condições físicas, químicas e biológicas	Manutenção física, química ou das condições abióticas	Descarga fluvial	Molisani; Cruz; Maia, 2006
Regulação das condições físicas, químicas e biológicas	Condição da água	Formação de aquíferos	Cavalcante <i>et al.</i> , 2022; Peixoto <i>et al.</i> , 2017; Pessoa; Oliveira, 2016

Fonte: Organizado pelo autor

5.2 Carcinicultura

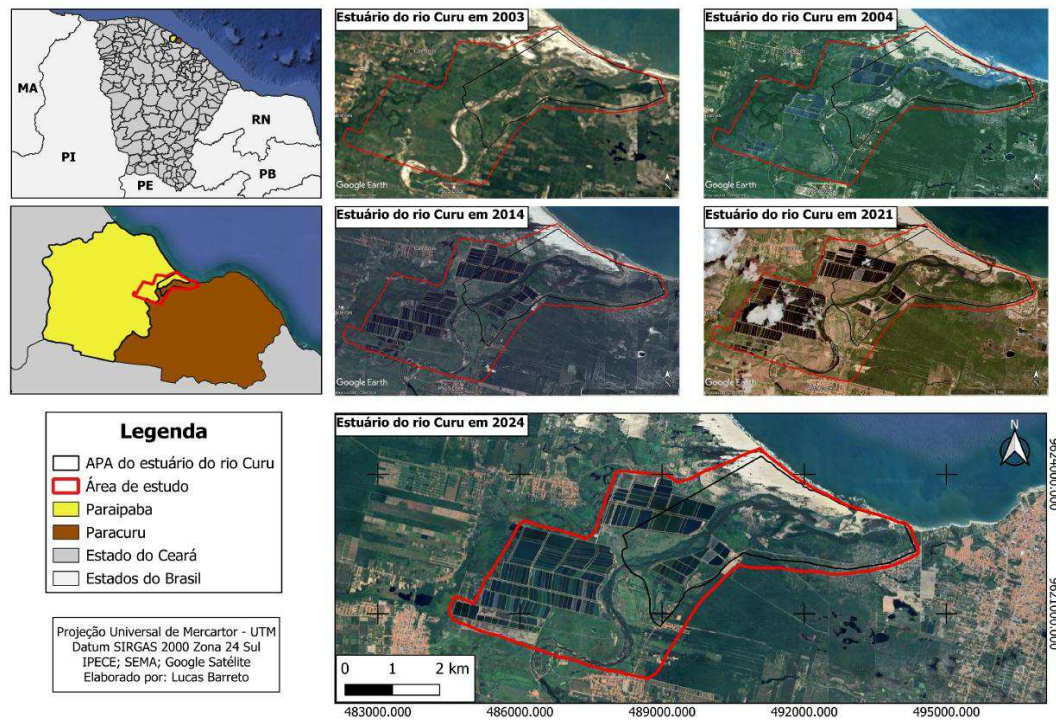
O uso de imagens de satélite permitiu identificar a ocupação das áreas de carcinicultura no estuário do rio Curu, entre os anos 2004 e 2024 (Figura 3). Em 2004, é possível identificar as primeiras instalações da atividade, de modo a ocupar uma área de 227,8 hectares. Em 2014, a área de carcinicultura correspondeu a 550,08 hectares, o que representa um aumento de 141,4% em relação ao ano de 2004. Em 2021, a ocupação da carcinicultura estendeu-se para 692,8 hectares, equivalente a um aumento de 25,94% em relação ao ano de 2014. Até julho de 2024, foi observado um aumento de 33,64 hectares, ou seja, 4,86% em relação ao ano de 2021. Entre 2004 e 2024, a área de carcinicultura no estuário do rio Curu aumentou 498,64 hectares, cerca de 218,3% (Tabela 3).

Tabela 3 - Evolução da área ocupada pela carcinicultura no estuário do rio Curu (Estado do Ceará), entre os anos de 2003 e 2024, com base nas análises do presente estudo.

Ano	2003	2004	2014	2021	2024
Área (hectares)	0	227,8	550,08	692,8	726,44
Aumento da área em relação ao ano anterior (%)	-	-	141,4	25,94	4,86

Fonte: Elaborada pelo autor.

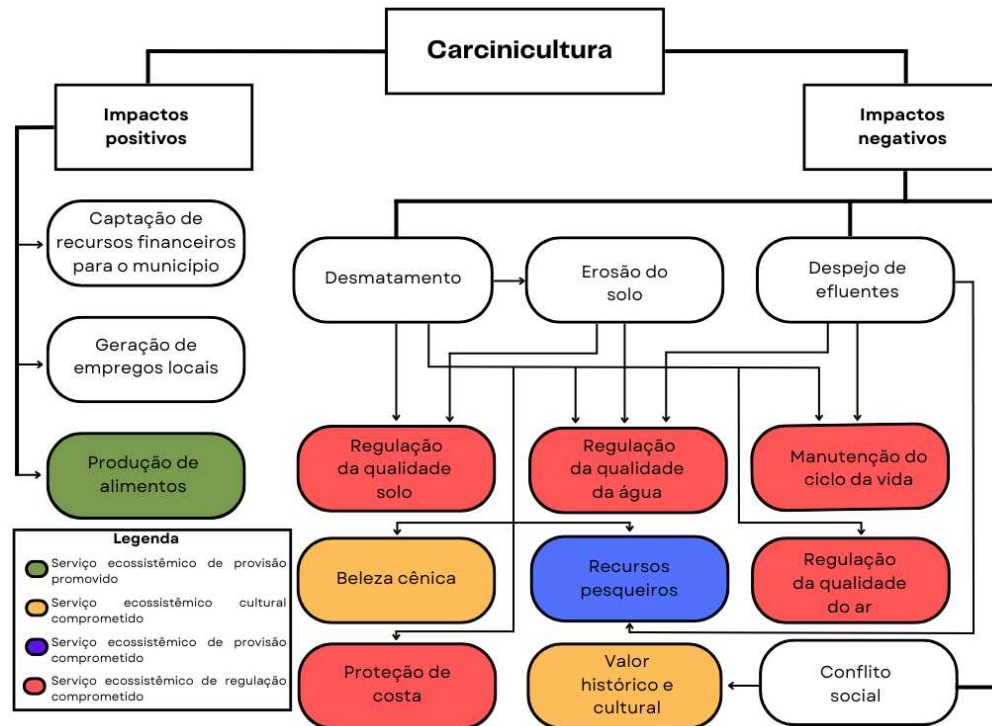
Figura 3 - Ocupação de áreas pela carcinicultura no estuário do rio Curu (CE), entre os anos 2003 e 2024.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A alteração ambiental promovida pela carcinicultura no estuário do rio Curu estimula, sob o contexto socioambiental, impactos considerados positivos, tais como fornecimento de alimento e geração de renda, e negativos, como o desmatamento de mangue, despejo inadequado de efluente e conflitos de uso e ocupação com comunidades tradicionais. Estes impactos comprometem a oferta de serviços ecossistêmicos direcionada à regulação das condições do meio físico, oferta de habitats, beleza cênica e valor histórico (Figura 4).

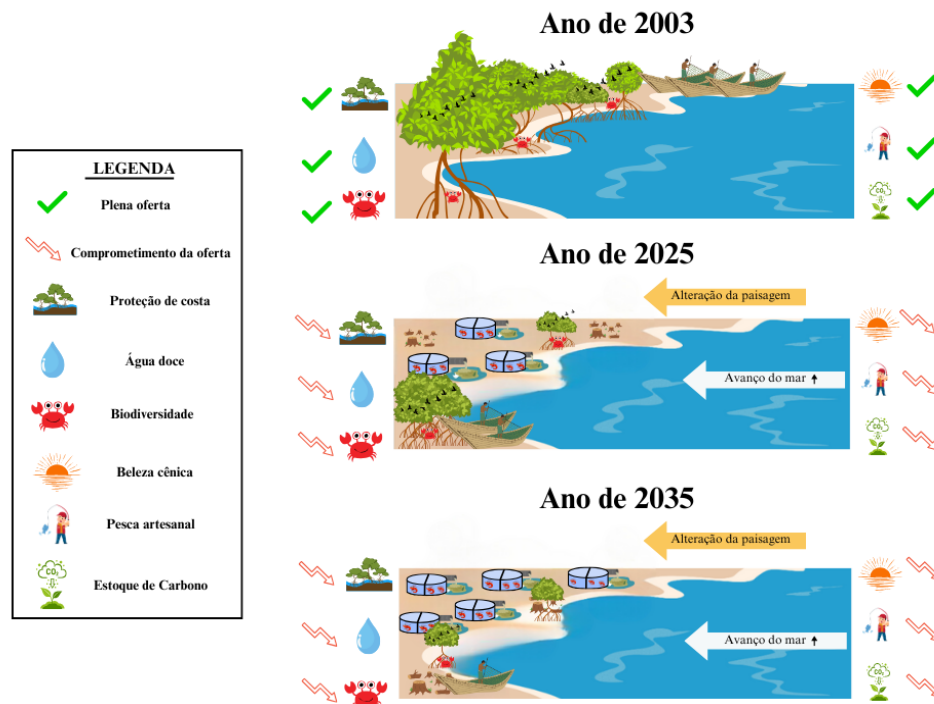
Figura 4 - Impactos da carcinicultura no estuário do rio Curu (CE) sobre os serviços ecossistêmicos, conforme análise do presente estudo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Esses impactos, ao longo do tempo, decresce a capacidade de sistemas ambientais de fornecer serviços ecossistêmicos. Comparando o estado do estuário do rio Curu antes do início da carcinicultura, nota-se que benefícios associados ao ecossistema eram promovidos sem interferência nos processos ecológicos locais. Entretanto, a progressiva prática da carcinicultura, ao promover desmatamento de vegetação nativa e despejo de efluentes não tratados, compromete a estrutura e o funcionamento ambiente, interferindo continuamente em processos de retenção de carbono, proteção da linha de costa, oferta de habitats, qualidade da água e na saúde da biota associada, projetando-se, assim, que a região estuarina do rio Curu tenha perdas progressivas dos serviços ecossistêmicos (Figura 5).

Figura 5 - Representação temporal dos efeitos da carcinicultura sobre os serviços ecossistêmicos no estuário do rio Curu (CE), conforme análise do presente estudo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

5.3 Turismo

O estuário do rio Curu é composto por um complexo de ecossistemas, como praias e manguezais, que impulsionam a prática do turismo voltada às diversas formas de lazer recreativo, contemplação paisagística e esportes náuticos, haja vista a diversificação estrutural da paisagem (Luna; Rodrigues; Sousa, 2022; Sampaio, 2007; Sousa; Carvalho; Pinheiro, 2008) (Quadro 7).

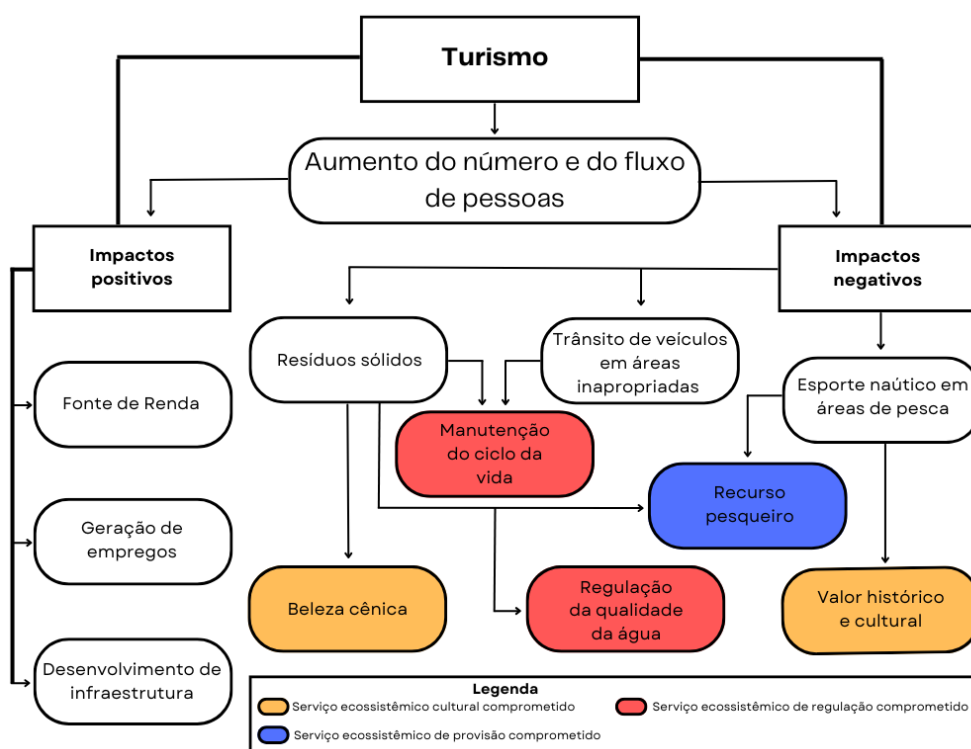
Quadro 7 - Atividades turísticas identificadas por meio de levantamento bibliográfico no estuário do rio Curu (CE).

Atividades turísticas no estuário do rio Curu	
Circulação de veículos em praias	Contemplação do pôr do sol
Atividades náuticas	Observação de aves
Trilha no manguezal	Áreas de banho

Fonte: Elaborado pelo autor.

As atividades turísticas do estuário do rio Curu exercem impactos positivos na localidade, como o desenvolvimento de infraestrutura local, geração de emprego e renda; e impactos negativos associados aos esportes náuticos em área de pesca, de modo a ocasionar conflitos de uso e ocupação com comunidades tradicionais, além do descarte incorreto de resíduos sólidos e trânsito de veículos em áreas inapropriadas, como observado em praias. Esse cenário corrobora o comprometimento da oferta de serviços ecossistêmicos associados a manutenção do ciclo da vida, beleza cênica, regulação da qualidade da água e embates com o valor histórico e cultural local (Figura 6).

Figura 6 - Impactos do turismo identificados no estuário do rio Curu (CE), conforme análise do presente estudo.

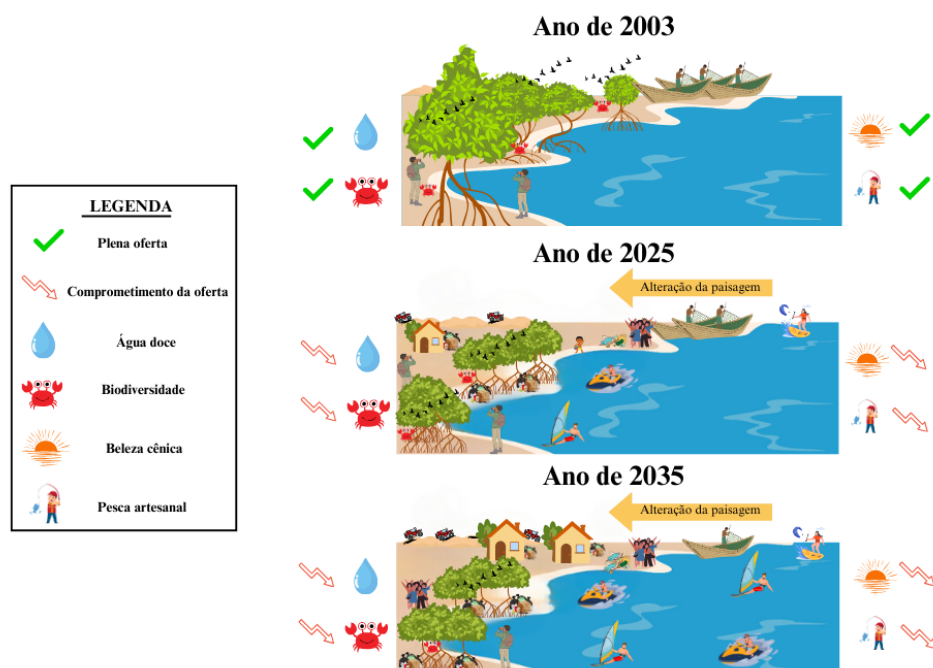


Fonte: Elaborada pelo autor.

As alterações antrópicas causadas pelo turismo, refletidas em mudanças ambientais, resultam, ao decorrer do tempo, em modificações na estrutura e funcionamento dos ecossistemas. O turismo, quando não ordenado pelo poder público, pode comprometer áreas naturais, como visto em atividades esportivas ou de lazer em ambientes de forma inadequada (como em praias, nas áreas de transição entre o rio, estuário e o mar adjacente) as quais, podem inclusive comprometer a capacidade gerencial do próprio município. E de fato,

ressalta-se o crescimento do turismo em Paracuru nas duas últimas décadas, com ampliação da estrada de ligação com a capital Fortaleza, e os atrativos gerados pela beleza paisagística da região, somadas a um calendário de festividades locais. Considerando períodos distintos - passado, atual e futuro - com base nesta atividade crescente, cenários foram projetados em relação ao fornecimento de serviços ecossistêmicos no estuário do rio Curu, caso as atividades turísticas continuem a ocorrer sem o manejo adequado (Figura 7).

Figura 7 - Representação temporal dos efeitos do turismo sobre os serviços ecossistêmicos no estuário do rio Curu (CE), conforme análise do presente estudo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

6. DISCUSSÃO

6.1 Serviços ecossistêmicos em estuários

Por estar inserido na transição entre o ambiente continental e marinho, o estuário sofre influências de condicionantes ambientais, como salinidade, temperatura, regime de maré e correntes de vento, que formam diferentes ecossistemas associados (manguezais, apicuns, praias e dunas). Essas particularidades tornam os estuários uma das áreas mais dinâmicas e únicas do planeta que prestam importantes serviços ecossistêmicos (Odum, 2001).

Caracterizados pela elevada produtividade biológica e pela diversidade de habitats associados, os estuários são conhecidos como berçários da vida, pois são ambientes que propiciam a reprodução, a alimentação e o desenvolvimento de diversas espécies de animais (Joaquim *et al.*, 2011). A exploração da biodiversidade estuarina garante a subsistência de comunidades tradicionais, que utilizam esses ambientes como fonte de alimento e de renda, por meio da pesca artesanal e do extrativismo vegetal (Bastos *et al.*, 2023; Oliveira; Frédou, 2007; Piña-Rodrigues; Mota, 2000).

Ademais, o manguezal contribui para o controle de erosão costeira, tendo em vista a capacidade de estabilizar sedimentos e amortecer a ação das ondas, protegendo a linha de costa contra possíveis enchentes ou tempestades (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2016). Os manguezais ainda desempenham um papel crucial na regulação climática, pois atuam como sumidouros de dióxido de carbono, conhecido como carbono azul. No Brasil, estima-se que esse ecossistema armazena aproximadamente 709,36 megagramas de carbono por hectare (Mariano Neto; Silva, 2023).

O uso de estuários para lazer recreativo (disponibilidade de áreas para banho, contemplação paisagística e observação da biodiversidade) representa uma eficaz estratégia de melhoria da saúde física e mental do homem, contribuindo para uma sensação de bem-estar e redução de estresse e ansiedade (Louv, 2005; Saldanha; Costa, 2019). Ainda, atividades de educação ambiental desenvolvidas em zonas estuarinas são ferramentas valiosas voltadas à sensibilização da sociedade em relação à proteção dos ecossistemas costeiros, corroborando o potencial científico e educacional dessas áreas (Moraes; Portela; Costa, 2015; Ribeiro, 2021).

6.2 Serviços ecossistêmicos promovidos pelo estuário do rio Curu

Os serviços ecossistêmicos, predominantemente identificados por este estudo no estuário do rio Curu, foram de regulação. Esse resultado evidencia que as pesquisas realizadas na área estão comumente direcionadas ao entendimento das maneiras pelas quais as condicionantes bióticas e abióticas atuam na manutenção do ecossistema e do bem-estar humano. Em menor medida, os estudos abordam as formas de obtenção de recursos e as interações de caráter não material com o estuário, aspectos relacionados aos serviços ecossistêmicos de provisão e culturais.

O estuário do rio Curu é um ambiente com significativa importância biológica, tendo em vista a biodiversidade associada. Foram registrados 35 gêneros de fitoplâncton, 99 espécies vegetais pertencentes a 46 famílias, sendo marcada por espécies, como o cajueiro (*Anacardium occidentale*), juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), carnaúba (*Copernicia prunifera*), e espécies de mangue (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* e *Avicennia schaueriana*) (Benevides, 2024; Ceará, 2021; Klein; Moreira, 1977). Essa vegetação é promotora de serviços ecossistêmicos voltados à ciclagem de nutrientes, controle do balanço sedimentar, regulação hídrica, manutenção da biodiversidade, contemplação paisagística, formação de solos e extrativismo vegetal (Oliveira; Medeiros, 2023; Santos *et al.*, 2018).

As características anóxicas e salinas do solo do manguezal, aliada a alta produtividade primária, colaboram para que esse ecossistema detenha uma significativa capacidade de acumular carbono (Beloto, 2024). Um estudo realizado na APA do rio Pacoti, localizada na região metropolitana de Fortaleza, destaca que o manguezal é capaz de armazenar 101,77 toneladas de dióxido de carbono (CO₂) por hectare, sendo um referencial do estoque de carbono do manguezal em zonas estuarinas da costa cearense (Braga *et al.*, 2024).

No que tange à fauna, foram registradas 85 espécies de peixes (Botero; Lourenço; Pinto, 2023), 91 espécies de aves, 56 espécies de répteis e sete espécies de mamíferos terrestres no estuário do rio Curu (Ceará, 2021). A identificação de moluscos e crustáceos está direcionada ao levantamento de espécies consumidas ou a estudos de distribuição populacional de determinadas espécies, sendo possível identificar parcialmente cerca de seis espécies de molusco e cinco espécies de crustáceos com ocorrência no estuário do rio Curu (Lima *et al.*, 2009; Loiola *et al.*, 2024; Maia; Coutinho, 2013; Melo; Maia; Rocha-Barreira, 2012).

Recursos pesqueiros são utilizados pelas comunidades do entorno do estuário do rio Curu, como garantia de subsistência; Loiola e colaboradores (2024) relatam que a mariscagem é composta pela coleta de búzio (*Anomalocardia flexuosa*), ostra (*Crassostrea*

spp.), sururu (*Mytella guyanensis* e *M. strigata*), caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), caranguejo aratu (*Goniopsis cruentata*) e siri (*Callinectes spp.*), sendo uma importante fonte alimentar e/ou fonte de renda. A Câmara Municipal de Paracuru promulgou a Lei nº (2.182/2024) que institui o dia da marisqueira, salvaguardando a importância histórica, social, cultural e econômica de coletivos locais direcionados à atividade, como o grupo “Guerreira das Águas” (Martins *et al.*, 2024).

Basílio e Garcez (2014) e Sousa e colaboradores (2022) identificaram que são consumidas localmente pelo menos 21 espécies de peixes de um total de 41 espécies de peixe com o potencial de fornecer recurso para consumo humano no estuário do rio Curu (Botero; Lourenço; Pinto, 2023). Estão distribuídas em nove famílias: Mugilidae (Tainha/Saúna), Gerreidae (Carapeba e Carapicu), Arridae (Bagre), Scianidae (Pescada), Centropomidae (Camurim), Engraulidae (Arenque), Haemulidae (Salema) Haemulidae (Coró) e Clupeidae. Assim, a pesca artesanal é uma estratégia de garantia de segurança alimentar em comunidades costeiras, como visto nas comunidades de Crôa dos Pinhões, Poço Doce, Salgado, Riacho Doce, Nova Esperança e Barro Preto, próximas ao estuário do rio Curu (Ceará, 2021; Garcez; Botero, 2022; Martins *et al.*, 2024).

Além da pesca artesanal, também é identificada no estuário do rio Curu a obtenção de recursos pesqueiros por meio da carcinicultura. A criação do camarão do Pacífico (*Penaeus vannamei*) ocorre nesse ambiente devido às condições climáticas favoráveis, tendo se tornado uma importante atividade econômica na região nas últimas duas décadas (Sampaio, 2004; Viana, 2023). Apesar da carcinicultura alterar o ambiente e não corresponder a um sistema natural, é importante ressaltar seu papel no fornecimento de recurso alimentar.

Recursos hídricos do estuário do rio Curu são compostos por águas superficiais (barragens, lagoas e rios) com aporte fluvial que varia de 1 m³, na estação seca, a 21 m³, na estação chuvosa, e águas subterrâneas (aquíferos) (Molisani; Cruz; Maia, 2006; Silveira, 2014; Sousa; Matos, 2023). A oferta de recursos hídricos colabora para o desenvolvimento de atividades, como a agricultura (particularmente plantios de feijão, milho e mandioca), e a pecuária (criação de bovinos), que são extremamente importantes para a subsistência de cerca de 100 famílias tradicionais residentes na APA do estuário do rio Curu (Ceará, 2021).

A posição geográfica do estuário do rio Curu é privilegiada para a geração de energia eólica, já que recebe ventos alísios constantes com velocidade média diária de aproximadamente 10,0 m/s, valor superior a velocidade de entrada de geradores eólicos, corroborando as condições favoráveis de transição para uma matriz energética limpa, haja vista o aproveitamento desse recurso renovável (Bianchi, 2014; Lira; Silva; Alves, 2011). No

entanto, há de serem avaliados os potenciais impactos que podem causar aos acessos de territórios pesqueiros, e a implementação deve ser previamente discutida e planejada com participação popular.

O estuário do rio Curu apresenta praias associadas, como a Praia da Barra do rio Curu, além de manguezais, que atraem público para o lazer recreativo em suas diversas formas, haja vista a beleza da região, a partir da diversificação da paisagem. Os estudos identificados ressaltaram particularmente as trilhas ecológicas de importância histórica e cultural da “Bota Preta” e “Dos Anjinhos”, disponibilidade de áreas para banho e atividades náuticas, além da apreciação paisagística e da biodiversidade (Ceará, 2021; Sousa; Carvalho; Pinheiro, 2008).

O projeto “Vem passarinhar CE”, evento mensal de observação de aves em unidades de conservação promovido pela Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima do Estado do Ceará (SEMA), desenvolve atividades voltadas ao reconhecimento da importância da avifauna. A edição com maior registro de espécies de aves ocorreu em fevereiro de 2022 no estuário do rio Curu, com 52 espécies identificadas (Luna; Rodrigues; Sousa, 2022). A observação de aves é comum entre os pescadores artesanais e as marisqueiras locais, que detêm conhecimento empírico acerca da ocorrência de aves migratórias e sua relação com as atividades pesqueiras (Rocha, 2021).

Em Paracuru há ainda diversos coletivos sociais, que valorizam o conhecimento local e promovem ações culturais. O evento anual “Pescando Informação”, promovido pela Organização Não Governamental (ONG) EcoAção e Associação de Pescadores e Pescadoras da Barra do rio Curu, incentiva o diálogo acerca da gestão participativa de recursos pesqueiros locais e valorização histórica e cultural da pesca artesanal (Ceará, 2021).

6.3 Carcinicultura e serviços ecossistêmicos no estuário do rio Curu

O desenvolvimento da carcinicultura mundial relacionou-se com a crescente demanda e valor econômico agregado internacionalmente à produção de camarão na década de 70, haja vista o declínio dos estoques pesqueiros dos oceanos. No Brasil, em meados de 1970, o início da produção da atividade ocorreu no Estado do Rio Grande do Norte com o “Projeto Camarão”, iniciativa pública do Governo Estadual como tentativa de amenizar a crise oriunda das salinas. A progressiva expansão do cultivo do camarão do Pacífico e o avanço do conhecimento técnico-científico direcionado a estratégias de alimentação e reprodução

colaboraram para que a carcinicultura brasileira fosse reconhecida globalmente a partir dos anos 2000 (ABBC, 2011; Natori *et al.*, 2011; Tahim; Damaceno; Araújo, 2019).

A Associação dos Municípios do Estado do Ceará (APRECE, 2022) aponta que o Estado do Ceará se consolidou como o maior produtor de camarão do Brasil, já que, em 2021, contribuiu com 47,17% (56.600 toneladas) da produção total (120.000 toneladas), enquanto em segundo lugar, o Estado do Rio Grande do Norte produziu 21,67% (26.000 toneladas). Os municípios de Paracuru e Paraipaba contribuíram para a produção da carcinicultura do Estado do Ceará, respectivamente, com 114,75 toneladas e 1.794,92 toneladas no ano de 2021, correspondendo a cerca de 3,41% da produção total (APRECE, 2022).

Apesar do Ceará se destacar como o maior produtor de camarão do Brasil, alterações ambientais associadas à atividade em zonas estuarinas são evidenciadas no Estado. Estudos realizados no estuário do rio Jaguaribe (Santos, 2006), estuário do rio Acaraú (Amorim, 2009) e estuário do rio Pirangi (Mesquita; Frota; Soares, 2012) apontam que a carcinicultura promove o desmatamento de carnaúba e de mangue para ocupação de área, lançamento de efluentes não tratados, além de interferir diretamente na obtenção de recursos pesqueiros de comunidades tradicionais.

É importante ressaltar que o Decreto Estadual nº 27.413, de 30 de março de 2004, estabelece a carnaúba como árvore símbolo do Ceará, assegurando sua proteção legal e destacando seu valor histórico, cultural e paisagístico (Ceará, 2004). O Código Florestal, instituído pela Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, define que Áreas de Preservação Permanente (APP) são espaços dotados de recursos naturais que garantem a proteção legal da vegetação nativa e o bem-estar das populações humanas. Exemplos disso incluem os manguezais e a mata ciliar, que, em zonas estuarinas, são compostos por mangue e carnaúba (Brasil, 2012; Ceará, 2021). A remoção do APP é permitida apenas em casos de utilidade pública, interesse social ou quando o impacto ambiental for minimizado, sem alterar significativamente as condições locais (Brasil, 2012). Além disso, a Resolução CONAMA nº 312, de 10 de outubro de 2002, veda a prática da carcinicultura em áreas de manguezal, devido ao papel fundamental desses ecossistemas na regulação da biodiversidade.

Entretanto, apesar desses amparos jurídicos, o manguezal e a carnaúba continuam sendo ameaçados, principalmente pela conversão para atividades antrópicas. Por ser um sumidouro de carbono, a conservação e a proteção do manguezal são estratégias de mitigação às alterações climáticas. Contudo, o desmatamento de mangue, como visto no estuário do rio

Curu oriundo da carcinicultura, contribui para o aumento de CO₂ na atmosfera, tendo em vista a liberação do carbono armazenado (Duarte *et al.*, 2013).

O desmatamento ainda influencia no comprometimento das áreas de berçários e habitats associados ao estuário do rio Curu, tendo em vista a alteração das condições bióticas (desestruturação de áreas de mangue e de carnaúba) e das condições abióticas (aporte de água e assoreamento), de modo a influenciar o fluxo hídrico, aumento da turbidez da água e a limitação da entrada de luz no meio aquático, o que gera a diminuição da produtividade primária (Benevides, 2024; Gorayeb, 2004). Além disso, o despejo de efluentes não tratados das fazendas de camarão é um fator de contaminação do estuário do rio Curu, já que apresentam compostos químicos tóxicos, como o metabissulfito de sódio (Ceará, 2021). A emissão contínua de efluentes de carcinicultura contribui para o aumento do pH, turbidez, fósforo e amônia, podendo influenciar em processos de eutrofização e danos à saúde da biota (Figueiredo *et al.*, 2005).

Nesse contexto, recursos pesqueiros, que favorecem a segurança alimentar e a renda de comunidades do entorno do estuário do rio Curu, são diretamente comprometidos pelas alterações ambientais promovidas pela carcinicultura, especialmente no que se refere à limitação da disponibilidade de habitats e a contaminação ambiental da biota associada. Ademais, é possível identificar conflitos voltados, por exemplo, ao cercamento causado por uma apropriação da atividade no espaço que modifica o modo de vida das comunidades pesqueiras, reorganizando a ocupação e uso do estuário do rio Curu (Ceará, 2021; Poersch *et al.*, 2004).

Em 2022, o projeto “Aquaclara Aquacultura Santa Clara” obteve aprovação do estudo de impacto ambiental para construção do empreendimento de carcinicultura no município de Paraipaba, mediante autorização da Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), porém sua execução ainda não foi totalmente concluída (SEMACE, 2022). Dessa maneira, espera-se o aumento da carcinicultura em áreas associadas ao estuário do rio Curu nos próximos anos.

6.4 Turismo e serviços ecossistêmicos no estuário do rio Curu

A efetiva ocupação da zona costeira do Estado do Ceará deu-se a partir do século 20, particularmente como locais de segunda moradia de pessoas de centro urbanos atraídas pelas belezas naturais e as terras com baixo valor agregado (Silva, 2005). A partir de 1980, a expansão das malhas rodoviárias e ferroviárias contribuiu para a intensificação do fluxo e do

número de pessoas direcionadas ao turismo litorâneo (Abreu; Vasconcelos; Albuquerque, 2017).

Atualmente, o Ceará se destaca como um dos principais destinos turísticos do Nordeste. Entre 2010 e 2023, os principais motivos que levaram os turistas a visitarem o Estado foram: atrativos naturais (59,2%), esportes e aventura (23,8%), compras (12,6%), ecoturismo (2,1%) e outros (2,3%) (SETUR/CE, 2025). Em 2023, o setor turístico gerou 181.677 mil empregos diretos ou indiretos, movimentando cerca de R\$ 220,735 milhões, o que representa um impacto de 9,4% no PIB estadual, com projeção de crescimento para os próximos anos (SETUR/CE, 2025).

Os estudos identificados nesta pesquisa destacaram especialmente o ecoturismo, uma atividade turística comprometida com a proteção dos recursos naturais, a integridade das comunidades locais e o desenvolvimento socioeconômico. No estuário do rio Curu, essa prática se manifesta por meio da observação de aves, das trilhas ecológicas e da contemplação paisagística (Layrargues, 2004; Luna; Rodrigues; Sousa, 2022; Sousa; Carvalho; Pinheiro, 2008).

Entretanto, no estuário do rio Curu é possível identificar atividades turísticas não sustentáveis, como o trânsito de veículos em praias, que afetam a biodiversidade associada e a proteção de costa. Essa prática colabora para ação erosiva e compactação do sedimento, ocasionando a desestruturação das áreas de nidificação, forrageio e descanso, especialmente de tartarugas marinhas (tartaruga-verde) e de aves (batuíra-bicuda, maçarico-rasteirinho e trinta-réis), além de prejudicar na locomoção de organismos bentônicos (Rocha, 2021; Schlacher; Richardson; McLean, 2008; Vieira; Calliari; Oliveira, 2004).

A biodiversidade do estuário do rio Curu, assim como sua função estética, podem ser diretamente impactadas pelo descarte inadequado de resíduos sólidos, originados, em parte, de atividades turísticas (Ceará, 2021). A função estética de um espaço está direcionada à beleza cênica do local em que os ecossistemas estão associados, compondo um resultado visual harmonioso. No entanto, a presença de resíduos sólidos compromete essa harmonia, degradando a paisagem e diminuindo a atratividade do ambiente (Guzzo; Cavalheiro, 2000).

No que se refere à biota, ressalta-se que a ingestão desses materiais por animais, a curto prazo, ocasiona asfixia e, a longo prazo, detritos menores, como o microplástico, acumulam-se no trato gastrointestinal (Fagundes; Missio, 2019). A contaminação por microplástico afeta, especialmente a ictiofauna e moluscos, ocasionando intoxicação, infertilidade e desregulação hormonal (Alharbi *et al.*, 2018; Aquino, 2021; Bruzaca, 2021). Flores (2021) destaca a presença de microplástico no molusco *Aplysia dactylomela* na Praia

da Rachada, localizada no município de Paracuru, distante cerca de 8 km do estuário do rio Curu.

Apesar de estudos acerca da contaminação por microplástico não terem sido desenvolvidos no estuário do rio Curu, o estudo de Flores (2021) é um alerta da problemática na região. Desse modo, a segurança alimentar de comunidades locais pode vir a ser afetada, tendo em vista que o consumo de peixes ou moluscos com presença de microplástico, podendo ocasionar danos à saúde humana (Carvalho, 2024; Oliveira, 2023).

A subsistência de pescadores do estuário do rio Curu é comprometida por usos conflitantes do espaço de pesca com os esportes náuticos (kitesurf, wakeboard e ski-aquático), além do uso de moto aquática e lanchas (Ceará, 2021). Essas atividades alteram o padrão de distribuição da ictiofauna, haja vista a agitação da água e o barulho associado à prática que dispersa os peixes de áreas comumente utilizadas para a prática da pesca, dificultando as capturas (Braga; Rodrigues; Silva Filho, 2019; Dutra; Rosa, 2024).

Como medida de solução do conflito de uso e ocupação entre pescadores e praticantes de esportes náuticos conflitantes, a Câmara Municipal de Paracuru promulgou a Lei (1.102/2007) que veta as atividades náuticas supracitadas com o fito de resguardar a integridade física de banhistas, bem como garantir a continuidade da pesca artesanal (Ceará, 2021). Contudo, a fiscalização dessa norma pelo ente responsável é imprescindível para a sua efetividade (Schmitt, 2015).

6.5 APA do estuário do rio Curu e a manutenção de serviços ecossistêmicos

Unidades de conservação contribuem efetivamente para a oferta de serviços ecossistêmicos, resguardando atributos biológicos, geológicos e culturais na zona litorânea (Gatto, 2020). O fornecimento de SE em ecossistemas costeiros e marinhos assegura que os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os ODS 13 (combate às alterações climáticas), ODS 14 (vida debaixo da água) e ODS 15 (vida sobre a terra), sejam atingidos, haja vista o sequestro de carbono e a manutenção da vida na água e na terra promovidos por esses espaços (Costa, 2023).

Apesar da significativa importância das unidades de conservação costeiras e marinhas na oferta de SE e na contribuição para atingir a sustentabilidade, atividades antrópicas exercem pressão sobre essas áreas protegidas. O Relatório Anual do Desmatamento do Brasil (2023) aponta que, nos últimos cinco anos, 58,6% (481.220 hectares) de toda a perda de

vegetação nativa em unidades de conservação ocorreu em unidades de conservação estaduais de uso sustentável, sendo importante ressaltar que 85,4% (411.146 hectares) ocorreu em APAs (MapBiomass, 2023).

Infer-se que apenas a criação da unidade de conservação não garante a proteção do ambiente, sendo necessário avaliar a efetividade da gestão em relação ao manejo de recursos. Araruna (2015) concluiu que, com base na percepção das gestoras da UC, a APA do estuário do rio Curu apresenta fragilidades na fiscalização e na punição de atividades incompatíveis com o desenvolvimento sustentável e a proteção da biodiversidade, sendo classificada como medianamente satisfatória (54%).

Assim, este estudo, ao identificar que a carcinicultura e o turismo impactam a capacidade da APA do estuário do rio Curu em fornecer efetivamente diversos serviços ecossistêmicos nas três categorias, destaca o desafio que a gestão enfrenta em conciliar os diferentes tipos de uso do território, visando garantir o desenvolvimento sustentável e a conservação dos recursos naturais da área. Desse modo, pesquisas avaliativas do comprometimento da oferta de serviços ecossistêmicos são importantes para alertar a sociedade e as entidades responsáveis em relação à proteção desse ecossistema, e dos demais associados. A construção de ações de gestão integrada e participativa, que valorize os SE da unidade para o bem-estar coletivo na região, é uma estratégia indicada para o manejo adequado dos recursos (Joly *et al.*, 2019; Ostrom, 1990).

7. CONCLUSÃO

O estuário do rio Curu contribui diretamente para o bem-estar social local, já que é um importante promotor de serviços ecossistêmicos de regulação, principalmente no fornecimento de habitats para a biodiversidade e a disponibilidade de água. Além disso, também fornece serviços de provisão, com destaque para a pesca artesanal e o uso de recursos hídricos. Apesar da menor incidência de estudos, os serviços ecossistêmicos culturais são extremamente importantes para a promoção de lazer recreativo, valor histórico e cultural da localidade, tornando-se necessário o desenvolvimento de estudos quantitativos sobre a dinâmica desses benefícios para a localidade e para a região. Contudo, apesar de promoverem emprego e renda para os municípios de Paracuru e Paraipaba, a carcinicultura e o turismo configuram-se como atividades antrópicas que comprometem os serviços ecossistêmicos no estuário do rio Curu, especialmente serviços relacionados a manutenção do ciclo da vida, regulação da qualidade do ar, da água e do solo, práticas culturais e oferta de alimentos. E o crescimento de ambas as atividades, se mantidas e/ou desenvolvidas sem o manejo adequado, projetará, em um futuro próximo, um cenário de perdas contínuas dos serviços ecossistêmicos promovidos pelo estuário do rio Curu, que são fundamentais para a manutenção da cultura, segurança alimentar e bem-estar das comunidades em seu entorno.

REFERÊNCIAS

ABBC – Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **História da Carcinicultura no Brasil**. [S. I.], 2011. Disponível em:

<https://abccam.com.br/2011/02/historia-da-carcinicultura-no-brasil/>. Acesso em: 13 dez. 2024.

ABREU, F. L.; VASCONCELOS, F. P.; ALBUQUERQUE, M. F. C. A Diversidade no Uso e Ocupação da Zona Costeira do Brasil: A Sustentabilidade como Necessidade. **Conexões - Ciência e Tecnologia**, [s. I.], v. 11, n. 5, p. 8-16, 2017. Disponível em:

10.21439/conexoes.v11i5.1277. Acesso em: 19 jan. 2025.

ALHARBI, O. M. *et al.* Health and environmental effects of persistent organic pollutants.

Journal of Molecular Liquids, [s. I.], v. 263, p. 442-453, 2018. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.molliq.2018.05.029>. Acesso em: 02 fev. 2025.

AMORIM, D. M. C. M. **Diagnóstico dos impactos socioambientais no manguezal do rio Acaraú (Ceará-Brasil) devido a carcinicultura**. 2009. Dissertação (Ciências do Mar – Recursos Marinhos), Universidade do Porto, Porto, 2009. Disponível em:

<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/20015/2/Dissertao%20%20Dbora%20Maria%20Amorim.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2024.

APRECE – Associação dos Municípios do Estado do Ceará. **Censo da Carcinicultura nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí 2021**. 1. ed. Natal: Dezas Editech, 2022. Disponível em:

https://aprece.org.br/wp-content/uploads/2022/11/aprece-associacao-dos-municipios-do-estado-do-ceara_censo-ce-pi-rn-versao-digital.pdf. Acesso em: 28 jan. 2024.

AQUINO, G. G. E. S. **Ingestão de plástico por peixes estuarinos na maior área de manguezais do mundo, Brasil**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca), Universidade Federal do Pará, Belém, 2021. Disponível em:

https://ppgeap.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2021/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Gleyce_Gabrielle_do_Espirito_Santo_Aquino_30_05_2021.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

ARARUNA, R. P. L. **Efetividade de manejo de unidades de conservação costeiras: estudo de caso no litoral do Ceará (NE, Brasil)**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. Disponível em:

<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/17856>. Acesso em: 03 jan. 2025.

BARRETO, M. **Planejamento e Organização em Turismo**. 6. ed. São Paulo: Papirus, 1991.

BASÍLIO, T. H.; FARIA, V. V.; FURTADO NETO, M. A. A. Fauna de elasmobrânquios do Estuário do Rio Curu, Ceará, Brasil. **Arquivo de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 41 n. 2, p. 65-72, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.32360/acmar.v41i2.6065>. Acesso em: 28 ago. 2024.

BASILIO, T. H.; GARCEZ, D. S. A pesca artesanal no estuário do rio Curu, Ceará - Brasil: saber local e implicações para o manejo. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, Sergipe, v. 2, n.1, p. 42-58, 2014. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/59133>. Acesso em: 10 jun. 2024.

BASILIO, T. H. *et al.* Ictiofauna do Estuário do Rio Curu, Ceará, Brasil. **Arquivo de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 81-88, 2009. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/53563>. Acesso em: 20 ago. 2024

BASTOS, M. L. A. *et al.* Benefícios previdenciários de pescadores artesanais e marisqueiras em comunidade quilombola no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, [s. l.], v. 48, p. e9, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2317-6369/20821pt2023v48e9>. Acesso em: 04. jan. 2025.

BELOTO, N. **Bases para a compreensão do potencial de carbono azul em manguezais brasileiros**: um experimento e uma revisão bibliográfica. 2024. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/76970>. Acesso em: 30 dez. 2024.

BENEVIDES, J. A. J. **Análise temporal comparativa da estrutura vegetal do mangue do estuário do rio Curu (Ceará) e o uso de sensoriamento remoto como subsídio para a gestão ambiental**. 2024. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/77611>. Acesso em: 01 mar. 2024.

BENEVIDES, J. A. J. *et al.* Estudo espaço-temporal comparativo da resposta espectral da vegetação da APA do estuário do rio Curu e entornos usando imagens multiespectrais. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 1-20, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v14i0.1318>. Acesso em: 30 set. 2024.

BIANCHI, C. **Estudo dos efeitos das ações antrópicas sobre ambientes costeiros**: o caso da implantação de parques eólicos e empreendimentos imobiliários na zona litorânea do Estado do Ceará-Brasil. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental), Universidade do Porto, Porto, 2014. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/76984>. Acesso em: 04 jan. 2025.

BOTERO, J. I. S.; LOURENÇO, R. C. G.; PINTO, L. M. **Peixes estuarinos da costa semiárida do Brasil**. 1. ed. Fortaleza: [s. n.], 2023. Disponível em: https://ab01a5f1-bad5-43a2-a70a-b09e5fb7fe0b.filesusr.com/ugd/b1791f_d63e468dcdce4c34a53c359c76a16736.pdf. Acesso em: 01 nov. 2024.

BRAGA, M. M. *et al.* Manguezais como estoques de carbono. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 34, n. 77, p. 450-469, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2024v34n77p450>. Acesso em: 01 fev. 2025.

BRAGA, S. DE S.; RODRIGUES, F. S. B.; SILVA FILHO, F. P. Impactos provocados pelo turismo na atividade de pesca artesanal no rio Camurupim em Barra Grande, Cajueiro da Praia, Piauí. **Ateliê do Turismo**, Campo Grande, v. 3, n. 1, p. 55-66, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/adturismo/article/view/9452>. Acesso em: 29 jan. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**, Brasília, 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 20 mar.2024.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a criação do Código Florestal, e dá outras providências, Brasília, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 06 fev. 2025.

BRUZACA, D. N. A. **Incidência de microplásticos em *Anomalocardia brasiliiana* no estuário de itapessoca em Goiana, Pernambuco**. 2021. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2021. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/9556>. Acesso em: 02 fev. 2025.

CARLOS, N. M. **Influência da seca prolongada na variação espacial, densidade e biomassa de tainhas (*Mugil spp.*) em estuários do semiárido brasileiro**. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/69799>. Acesso em: 29 de outubro de 2024.

CARVALHO, A. S. **Avaliação da ictiofauna na região portuária de São Luís caracterização ecológica, pesqueira e contaminação por microplásticos**. 2024. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2024. Disponível em: <https://tede2c.ufma.br/jspui/handle/tede/5293>. Acesso em: 02 fev. 2025.

CAVALCANTE, I. N. *et al.* Aquífero costeiro na região de Paracuru - CEARÁ. **Águas Subterrâneas**, [s. l.], n.1, 2022. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22156>. Acesso em: 14 nov. 2024.

CEARÁ. **Decreto Estadual nº 25.416, de 29 de março de 1999**. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental da APA do Estuário do Rio Curu. Fortaleza: Palácio do Governo do Estado do Ceará, 1999. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/36/2021/09/Rio-Curu.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2024.

CEARÁ. **Decreto Estadual nº 27.413, de 30 de março de 2004**. Dispõe sobre a instituição da carnaúba como árvore símbolo do estado do Ceará. Fortaleza: Palácio do Governo do Estado do Ceará, 2004. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=276905>. Acesso em: 20 fev. 2025.

CEARÁ. **Lei 14.950, de 27 de junho de 2011**. Institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação do Ceará – SEUC, e dá outras providências. Fortaleza: Palácio da Abolição, do Governo do Estado do Ceará, 2011. Disponível em: <https://belt.al.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/meio-ambiente-e-desenvolvimento-do-semiarido/item/1684-lei-n-14-950-de-27-06-11-do-de-05-07-11>. Acesso em: 10 abr. 2024.

CEARÁ. **Portaria nº 14/2022**. Aprova o plano de manejo da unidade de conservação APA do estuário do rio Curu. Fortaleza: SEMA, 2022. Disponível em: https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2022/02/Portaria-no-14-2022_Plano-de-Manejo-da-APA-do-Estuario-do-Rio-Curu.pdf. Acesso em: 15 fev. 2025.

CEARÁ. Secretaria de Meio Ambiente do Ceará. **Plano de manejo da APA do estuário do rio Curu**: Diagnóstico Socioambiental. Fortaleza: SEMA, 2021c. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2022/01/Vol-1-Diagnostico-Socioambiental-APA-do-Estuario-do-Rio-Curu.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2024

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 1986. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745. Acesso em: 01 fev. 2024.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 312, de 10 de outubro de 2002. Dispõe sobre o licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura na zona costeira. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 2002. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=330. Acesso em: 20 fev. 2025.

COSTA, D. F. S.; ROCHA, R. M.; CESTARO, L. A. Análise fitoecológica e zonação de manguezal em estuário hipersalino. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 119-126, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4215/RM2014.1301.0009>. Acesso em: 04 jan. 2025.

COSTANZA, R. *et al.* O valor dos serviços ecossistêmicos e do capital natural do mundo. **Nature**, [s. l.], v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/387253a0>. Acesso em: 24 mar. 2024.

COSTA, W. B. A. **Avaliação dos impactos ambientais e caracterização dos serviços ecossistêmicos do manguezal, estuário do rio Mamanguape**: contribuições aos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS). 2023. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/58053>. Acesso em: 01 fev. 2025.

CZÚCZ, B. *et al.* Where concepts meet the real world: A systematic review of ecosystem service indicators and their classification using CICES. **Ecosystem Services**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 145-157, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.11.018>. Acesso em: 05 jan. 2024.

DUARTE, C. M. *et al.* The role of coastal plant communities for climate change mitigation and adaptation. **Nature Climate Change**, [s. l.], p. 961-968, 2013. Disponível em: [10.1038/nclimate1970](https://doi.org/10.1038/nclimate1970). Acesso em: 30 dez. 2024.

DUTRA, A. S.; ROSA, M. C. A prática do kitesurf no Litoral Piauiense e suas implicações sobre este patrimônio natural. **LICERE - Revista do Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Estudos do Lazer**, Belo Horizonte, v. 27, n. 2, p. 1-29, 2024. Disponível em: 10.35699/2447-6218.2024.53474. Acesso em: 8 fev. 2025.

FAGUNDES, L. M.; MISSIO, E. Resíduos plásticos nos oceanos: ameaça à fauna marinha. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 2396–2401, 2019. Disponível em: 10.34117/bjdv5n3-1287. Acesso em: 08 fev. 2025.

FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations. **The state of world fisheries and aquaculture**. 1. ed. Roma: [s. n.], 2012. Disponível em: <https://www.fao.org/4/i2727e/i2727e.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2024.

FERRAZ, R. P. D. *et al.* **Marco referencial em serviços ecossistêmicos**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2019. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1110948/1/MarcoReferencialEmServicosEcossistemicos2019.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2024.

FIGUEIREDO, M. C. B. *et al.* Impactos ambientais do lançamento de efluentes da carcinicultura em águas interiores. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 167-174, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522005000200011>. Acesso em: 02 jan. 2025.

FLEURY, L. C.; ALMEIDA, J.; PREMEBIDA, A. O ambiente como questão sociológica: conflitos ambientais em perspectiva. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 16, n. 35, p. 34–82, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/soc/a/jyXLbgZPFZH6d8hNYpyZhNz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 dez. 2024.

FLORES, G. L. L. **Avaliação da ocorrência de microplásticos em moluscos heterobrânquios marinhos da Costa Atlântica Nordestina do Brasil e da Costa do Pacífico Central de El Salvador**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/64028>. Acesso em: 02 fev. 2025.

GARCEZ, D. S.; BOTERO, J. I. S. **Conhecimento local e o manejo de recursos pesqueiros de uso comum: experiências nos litorais do Maranhão, Ceará e Pernambuco**. 1. ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/66019>. Acesso em: 01 nov. 2024.

GATTO, D. B. Áreas protegidas na zona costeira do Brasil: uma revisão a partir das categorias de manejo. In: SOUTO, R. D. **Gestão Ambiental e Sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas**. Rio de Janeiro: Ivides, 2020. Cap 11, p. 225-243. Disponível em: <https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/items/ae47ccdc-3969-4339-a9ee-0af649817ea3/full>. Acesso em: 16 fev. 2025.

GOOGLE. Google Earth Pro. **Imagens de satélite**. 2024. Disponível em: <https://earth.google.com/web/>. Acesso: 20 jun. 2024.

GORAYEB, A. **Análise geoambiental e dos impactos na bacia hidrográfica do rio Curu-Ceará-Brasil**. 2004. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual do Ceará, 2004. Disponível em: <https://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=28149>. Acesso em: 2 jan. 2025.

GUZZO, P.; CAVALHEIRO, F. Disponibilidade de espaços livres de uso público em Ribeirão Preto/SP. **Sociedade de Ecologia do Brasil**, [s. l.], 2000. Disponível em: <http://seb-ecologia.org.br/revistas/indexar/anais/2000/art21.htm>. Acesso em: 08 fev. 2025.

HAINESS-YOUNG, R.; POTSCHIN-YOUNG, M. B. Revisão da Classificação Internacional Comum para Serviços Ecossistêmicos (CICES V5.1): Um Resumo de Política. **One Ecosystem**, [s. l.], 2018. Disponível em: 10.3897/oneeco.3.e27108. Acesso em: 19 jun. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em 30 nov. 2024

JOLY, C.A. *et al.* **1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos**. 1 ed. São Carlos: Editora Cubo, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/978-85-60064-88-5>. Acesso em: 11 fev. 2025.

KLEIN, V. L. M.; FRANCA, M. A. M. Estudo sobre a produtividade primária de uma estação fundeada no estuário do Rio Curú (Ceará-Brasil), no período de setembro de 1977 a maio de 1978. **Boletim Do Instituto Oceanográfico**, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 209-215, 1980. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0373-55241980000200044>. Acesso em: 10 ago. 2024.

KLEIN, V. L. M.; MOREIRA, I. C. P. Algumas observações sobre o plâncton da região costeira de Paracuru (Ceará-Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 17, n. 2, p. 127-135, 1977. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/1602> . Acesso em: 10 ago. 2024.

LANDIM NETO. *et al.* Diagnóstico ambiental e zoneamento funcional do estuário do rio Curu: Subsídios para a gestão local e regional. **Geoaraguaia**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 97-113, 2013. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/4828>. Acesso em: 1 dez. 2024.

LANZER, R. M.; RAMOS, B. V. C.; MARCHETT, C. A. Impactos ambientais do turismo em lagoas costeiras do Rio Grande do Sul. **Caderno Virtual de Turismo**, [s. l.], v. 13, n.1, p. 134-149, 2013. Disponível em: <https://cvt.emnuvens.com.br/caderno/article/view/747>. Acesso em: 7 dez. 2024.

LAYRARGUES, P. P. A função social do ecoturismo. **Boletim Técnico do Senac**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 38-45, 2004. Disponível em: 10.26849/bts.v30i1.508. Acesso em: 26 jan. 2025.

LIMA, M. A. *et al.* Osmorregulação em moluscos: o caso do bivalve estuarino tropical *Anomalocardia Brasiliiana* (mollusca: bivalvia). **Conexões Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 3, n. 1, p. 79-84, 2009. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/63237>. Acesso em: 13 abr. 2024.

LEI Nº (2.182/2024), de 10 de outubro de 2024. Institui o dia das marisqueiras do município de Paracuru e dá outras providências, Paracuru, 2024. Disponível em: https://www.paracuru.ce.gov.br/arquivos/2110/LEI%20MUNICIPAL_2182_2024_0000001.pdf. Acesso em: 14 fev. 2025.

LIRA, M. A. T.; SILVA, E. M.; ALVES, J. M. B. Estimativa dos recursos eólicos no litoral cearense usando a teoria da regressão linear. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [s. l.], v. 26, n. 3, p. 349-366, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-77862011000300003>. Acesso em: 20 out. 2024.

LOIOLA, C. L. *et al.* Conhecimento local das marisqueiras de Paracuru (Estado do Ceará, Brasil) e importância dos recursos pesqueiros estuarinos para a segurança alimentar comunitária. In: MARTINS, I. S. *et al.* **Agora vão saber que a gente existe: Contribuições teórico-metodológicas para o reconhecimento de mulheres marisqueiras e pescadoras dos municípios de Paracuru**. 1. ed. Paracuru: Taipa Editorial, 2024. Cap 3, p. 10-33. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1OdeoXKJwlSRKZihHw_B-rYvuuXxg20-l/view. Acesso em: 20 jan. 2025.

LOURENÇO, R. C. G. **Assembleia de peixes de estuários negativos do Nordeste brasileiro: atualização taxonômica, padrões espaço-temporais e aspectos funcionais**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/19273>. Acesso em: 20 abr. 2024.

LOURENÇO, R. C. G. *et al.* First records of *Microdesmus longipinnis* (Weymouth, 1910) (Actinopteri, Gobiiformes, Microdesmidae) for the Brazilian semiarid coast. **Papéis Avulsos De Zoologia**, [s. l.], v. 64, n. 1, p. e2024640112024. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2024.64.011>. Acesso em: 09 abr. 2024.

LOURENÇO, R. C. G. **Ictiofauna de estuários da região semiárida do Brasil: inventário de espécies, aspectos funcionais e influência de evento climático**. 2023. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/71113>. Acesso em: 21 ago. 2024.

LOUV, R. **Last Child in the Woods: Saving our children from nature-deficit disorder**. 1. ed. Chapel Hill: Algonquin Press, 2005.

LUNA, C. L. B.; RODRIGUES, G. S.; SOUSA, S. A. "Vem passarinhar CE": a observação de aves e o papel na conservação de áreas protegidas no estado do Ceará. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 469-486, 2022. Disponível em: [10.34024/rbecotur.2022.v15.13613](https://doi.org/10.34024/rbecotur.2022.v15.13613). Acesso: 19 abr. 2024.

- MAIA, R. C.; COUTINHO, R. The influence of mangrove structure on the spatial distribution of *Melampus coffeus* (Gastropoda: Ellobiidae) in Brazilian estuaries. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, [s. l.], v. 1, p. 21-29, 2013. Disponível em: [https://panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_8\(1\)_21-29.pdf](https://panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_8(1)_21-29.pdf). Acesso em: 21 ago. 2024.
- MAPBIOMAS. **Relatório Anual do Desmatamento no Brasil (RAD) 2023**, São Paulo, p. 1-154, 2024. Disponível em: https://alerta.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/17/2024/10/RAD2023_COMPLETO_15-10-24_PORTUGUES.pdf. Acesso em: 07 dez. 2024.
- MARIANO NETO, M.; SILVA, J. B. Estimativa dos estoques de carbono em ecossistema de manguezal no Brasil: Uma revisão. **Geoambiente On-line**, Goiânia, n. 45, p. 206-228, 2023. Disponível em: <https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/75044>. Acesso em: 4 jan. 2025.
- MARTINS, I. S. *et al.* **Agora vão saber que a gente existe**: Contribuições teórico-metodológicas para o reconhecimento de mulheres marisqueiras e pescadoras dos municípios de Paracuru. 1. ed. Paracuru: Taipa Editorial, 2024. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1OdeoXKJw1SRKZihHw_B-rYvuuXxg20-l/view. Acesso em: 20 jan. 2025.
- MEA. MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human WellBeing**: Wetlands and water synthesis. 1. ed. Washington: Island Press, 2005b. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.358.aspx.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2024.
- MEIRELES, A. J. A. *et al.* Impactos ambientais decorrentes das atividades da carcinicultura ao longo do litoral cearense, nordeste do Brasil. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, v. 6, n. 12, p. 83-106, 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273620805008>. Acesso em: 05 dez. 2024.
- MELO, C. G. B.; MAIA, R. C.; ROCHA-BARREIRA, C. A. Variação morfológica da concha e densidade populacional de *Littoraria angulifera* (Mollusca: Gastropoda) em manguezais do Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 68-76, 2012. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/8535>. Acesso em: 04 jan. 2025.
- MENEZES, J. M. R. **Considerações sobre a pesca marítima do município de Paracuru (Ceará - Brasil)**. 1979. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Pesca), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1979. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/47989>. Acesso: 02 de out de 2024
- MESQUITA, E. A.; FROTA, P. V.; SOARES, V. L. Carcinicultura no litoral do Ceará: Análise das modificações impressas no estuário do rio Pirangi - CE. **Revista Geonorte**, [s. l.], v. 3, n. 4, p. 540-551, 2012. Disponível em: <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1854>. Acesso em: 21 dez. 2024.
- MIRANDA, L. B.; CASTRO FILHO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2002.

MOLISANI, M. M.; CRUZ, A. L. V.; MAIA, L. P. Estimativa da descarga fluvial para os estuários do estado do Ceará, Brasil. **Arquivo de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 39. n. 1, p. 53-60. 2006. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/53938>. Acesso em: 12 mai. 2024.

MORAES, M. V. A.; PORTELA, J. P.; COSTA, S. S. L. A educação ambiental como ferramenta didática na proteção ambiental da APA do estuário do rio Ceará (CE). **Revista Equador**, Teresina, v. 4, n. 2, p. 36-55, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.26694/equador.v4i02.3339>. Acesso em: 26 jul. 2024.

MOREIRA, I. C. P. **Estudo quanto-qualitativo do plâncton da zona pesqueira de Paracuru (Ceará-Brasil)**. 1977. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Pesca), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1977. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/48655>. Acesso em: 20 mar. 2024.

MOREIRA, I. V. D. **Vocabulário básico de meio ambiente**. 4. ed. Rio de Janeiro: PETROBRAS, Serviço de Comunicação Social, 1992.

MORIMOTO, C.; SALVI, R. F. As percepções do homem sobre a natureza. **Encontros de Geógrafos da América Latina**, Montevidéu, p. 1-10, 2009. Disponível em: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Teoriaymetodo/Pensamientogeografico/15.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2024.

MORO, M. F. *et al.* Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do Estado do Ceará. **Rodriguésia**, [s. l.], v. 66, n. 3, p. 717-743, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566305>. Acesso em: 01 abr. 2024.

NASCIMENTO, A. F. **Influência da seca prolongada na função berçário de estuários do estado do Ceará**: efeitos sobre características populacionais de Mugil curema (Mugiliformes: Mugilidae). 2024. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/77106>. Acesso em: 01 dez. 2024.

NATORI, M. M. *et al.* Desenvolvimento da carcinicultura marinha no Brasil e no mundo: avanços tecnológicos e desafios. **Informações Econômicas**, [s. l.], v. fe 2011, n. 2, p. 61-73, 2011. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/publicacoes/ie/2011/tec6-0211.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2024.

NETO, F. O. L. *et al.* Diagnóstico ambiental e zoneamento funcional do estuário do rio Curu: Subsídios para a gestão local e regional. **Revista Geoaraguaia**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 97-113, 2013. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/4828>. Acesso em: 1 nov. 2024.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. 6. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

OLIVEIRA, D. M.; FRÉDOU, T. A pesca no Estuário Amazônico: uma análise uni e multivariada. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, Belém, v. 2, n. 2, p. 11-21, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v2i2.700>. Acesso em: 03 jan. 2025.

OLIVEIRA, P. D.; MEDEIROS, W. D. A. Serviços ecossistêmicos de provisão promovidos pelo Parque Municipal Professor Maurício de Oliveira, Mossoró/RN. **Revista GeoInterações**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 78-95, 2023. Disponível em: 10.59776/2526-3889.2023.4811. Acesso em: 8 jan. 2025.

OLIVEIRA, R. C. M. **Microplásticos em *Crassostrea sp.* (mollusca: bivalvia) do estuário do rio Cocó, Fortaleza, Ceará**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ecologia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/af679706-65e1-4ead-b725-00588f007014/content>. Acesso em: 05 fev. 2025.

OSTROM, E. **Governing the Commons**: the evolution of institutions for collective action. 1 ed. Cambridge: Syndicate of the University of Cambridge, 1990. Disponível em: https://www.actu-environnement.com/media/pdf/ostrom_1990.pdf. Acesso em: 11 fev. 2025.

PARADA, C. G. L. **Análise da pesca de pequena escala dos elasmobrânquios desembarcados em Paracuru, Ceará**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/52952>. Acesso em: 11 abr. 2024.

PEIXOTO, F. S. *et al.* As águas subterrâneas na gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Curu - CE. **Conexões: Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 11, n. 1, p. 16-21, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/64452>. Acesso em: 22 jul. 2024.

PESSOA, L. A. N.; OLIVEIRA, E. F. **Características hidrogeológicas e uso das águas do aquífero dunas/paleodunas na região de Paracuru-CE**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geologia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/41664>. Acesso em: 29 jun. 2024.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; MOTA, C. G. D. Análise da atividade extrativista de virola (*Virola surinamensis* (ROL.) WARB.) no estuário amazônico. **Floresta e Ambiente**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 40-53, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/floram/a/mRffRZNL8KDbSHWvLpntkvq/?lang=pt>. Acesso em: 04 jan. 2025.

POERSCH, L. H. *et al.* Use of a mathematical model to estimate the impact of shrimp pen culture at Patos Lagoon estuary, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [s. l.], v. 86, n. 3, p. 1063-1076, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420130111>. Acesso em: 03 jan. 2025.

POTSCHIN-YOUNG, M. B.; HAINESS-YOUNG, R. Ecosystem services: Exploring a geographical perspective. **Progress in Physical Geography**, [s. l.], v. 35, n. 5, p. 575-594, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/03091333114231>. Acesso em: 03 fev. 2025.

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 31, n. 89, p. 271–283, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890021>. Acesso em: 19 fev. 2024.

RÊGO, I. S. **Zoneamento ambiental da APA do estuário do Rio Curu (Ceará Nordeste do Brasil)**. 2013. Monografia (Graduação em Oceanografia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/30891>. Acesso em: 21 jul. 2024.

RIBEIRO, I. T. P. **Levantamento de avifauna para elaboração de material de observação de aves como ferramenta de educação ambiental na Trilha Ecológica do Estuário do Rio Pacoti**. 2021. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/60406>. Acesso em: 20 jul. 2024.

RIBEIRO, L. F. *et al.* Desafios da carcinicultura: aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras. **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 365-383, 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3883/388340108002.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2024.

ROCHA, O. C. A. **Flutuações populacionais de *Sterna dougallii* Montagu, 1813 (Aves: Charadriiformes) por meio do olhar de pescadores artesanais de Paracuru (Estado do Ceará)**. 2021. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/60379>. Acesso em: 21 jul. 2024.

RODRIGUES, F. G. S. **O agronegócio da carcinicultura marinha e os conflitos sociais e ambientais de uso e ocupação do estuário do Rio Jaguaribe no município de Aracati-CE**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/7833>. Acesso em: 04 de jan de 2025

SCHMITT, J. **Crime sem castigo: a efetividade da fiscalização ambiental para o controle do desmatamento ilegal na Amazônia**. 2015. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável), Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.realp.unb.br/jspui/handle/10482/19914>. Acesso em: 10 fev. 2025.

SCHLACHER, T. A.; RICHARDSON, D.; MCLEAN, I. Impactos de veículos off-road (ORVs) em conjuntos macrobentônicos em praias arenosas. **Environmental Management**, [s. l.], v. 41, p. 878-892, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00267-008-9071-0>. Acesso em: 08 fev. 2025.

SALDANHA, D. S.; COSTA, D. F. da S. Classificação dos serviços ecossistêmicos prestados pelas áreas úmidas na zona estuarina do Rio Piancó-Piranhas-Açu (Nordeste, Brasil). **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 13, n. 3, p. 263-282, 2019. Disponível em: 10.5216/ag.v13i3.54443. Acesso em: 5 jan. 2025.

SAMPAIO, H. S. **Análise Integrada de modelo de proteção ambiental e gestão das unidades de conservação do município de Paraipaba**. 2007. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/16342>. Acesso em: 01 jun. 2024.

SAMPAIO, P. F. **Acompanhamento técnico da produção de camarão marinho *Litopennaeus vannamei*, em viveiros de águas oligohalinas na fazenda Cemar no município de Paraipaba - Ceará**. 2004. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Pesca), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/43339>. Acesso em: 11 mai. 2024.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANTOS, J. E. **A carcinicultura no Ceará: Principais impactos ambientais em uma fazenda no Cumbe - Estuário do Rio Jaguaribe**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/18426>. Acesso em: 21 dez. 2024.

SANTOS, N. E. *et al.* Identificação dos Serviços Ecossistêmicos prestados pelo manguezal da Ilha do Maranhão - MA, Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, [s. l.], v. 4, p. 250-268, 2018. Disponível em: 10.21680/2447-3359.2018v4n0ID16108. Acesso em: 1 fev. 2025.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *et al.* Climate changes in mangrove forests and salt marshes. **Brazilian Journal of Oceanography**, [s. l.], v. 64, n. spe2, p. 37-52, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1679-875920160919064sp2>. Acesso em: 04. jan. 2025.

SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente. **Estudo de impacto ambiental Aquaclara**. [S. l.], 2022. Disponível em: https://drive.google.com/drive/folders/1Km_TKsLejDWg0gJGpVIGBYEWbcncGbka?usp=s_haring. Acesso em: 17 fev. 2025.

SETUR/CE - Secretaria de Turismo do Estado do Ceará. **Indicadores Turísticos do Estado do Ceará: 2015 – 2023**. Fortaleza, 2023. Disponível em: <https://www.setur.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/59/2025/02/Indicadores-2010-2023-Jan-eiro-2025.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2025.

SILVA, M. T. *et al.* Dinâmica da linha de costa no trecho de praia entre os municípios de Fortaleza e Paraipaba, Estado do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [s. l.], v. 24, n. 2, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.20502/rbg.v24i2.2250>. Acesso em: 07 set. 2024.

SILVA, N. M. **Nos meandros do Pacoti: os impactos socioambientais da atividade imobiliária nas comunidades do entorno da planície flúvio-marinha do rio Pacoti-Ceará**. 2005. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/16164>. Acesso em: 02 jan. 2025.

- SILVEIRA, R. N. C. M. **Aquífero Aluvionar como suporte à irrigação na bacia hidrográfica do Rio Curu, Ceará**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/18082>. Acesso em: 05 nov. 2024.
- SOARES, M. S. **Análise do estado de conservação do manguezal do rio Sergipe**. 2016. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/8676>. Acesso em: 01 nov. 2024.
- SOUSA, K. P.; MATOS, F. O. Gestão territorial de unidades de conservação litorâneas frente a proteção de recursos hídricos: estudo de caso no litoral oeste do Ceará. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Territorial Sustentável**, Matinhos, v. 9, n.1, p. 243-267, 2023. Disponível em: 10.5380/guaju.v9i0.90284. Acesso em: 01 mar. 2024.
- SOUSA, P. H. G. O.; CARVALHO, D. A. P.; PINHEIRO, L. S. A costa de Paracuru: turismo, ocupação e perfil do usuário. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, Lisboa, v. 8, n. 2, p. 247-258, 2008. Acesso em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/58362>. Acesso em: 03 abr. 2024.
- SOUSA, W. A. **Condicionantes ambientais e sua relação com a pesca artesanal nos estuários dos rios Choró e Curu, estado do Ceará**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Oceanografia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/25567>. Acesso: 27 abr. 2024.
- SOUSA, W. A. *et al.* Condicionantes ambientais e sua relação com a pesca artesanal nos estuários dos rios Choró e Curu (CE). In: GARCEZ, D. S.; BOTERO, J. I. S. **Conhecimento local e o manejo de recursos pesqueiros de uso comum: experiências nos litorais do Maranhão, Ceará e Pernambuco**. 1. ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022. Cap 3, p. 85-115.
- SOUZA, G. M. R.; VIEIRA FILHO, N. A. Q. Impactos socioculturais do turismo em comunidades insulares: um estudo de caso no arquipélago de Fernando de Noronha-PE. **Revista Acadêmica Observatório de Inovação do Turismo**, [s. l.], v. 6, n. 4, 2011. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/oit/article/view/5805/4517>. Acesso em: 05 dez. 2024.
- TAHIM, E. F.; DAMACENO, M. N.; ARAÚJO, I. F. Trajetória Tecnológica e Sustentabilidade Ambiental na Cadeia de Produção da Carcinicultura no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [s. l.], v. 57, n. 1, p. 93-108, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790570106>. Acesso em: 27 dez. 2024.
- VIANA, M. L. **Cultivo de *Penaus vannamei* em sistema semi-intensivo, numa fazenda do Estado do Ceará**. 2023. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Pesca), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/75945>. Acesso em: 08 abr. 2024.

VIDAL, M. R. *et al.* Análise de modelos funcionais em paisagens litorâneas. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará**, Belém, v. 1, n. 1, p. 103-116, 2014b. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/272397724_Analise_de_Modelos_Funcionais_em_Paisagens_Litoraneas. Acesso em: 23 set. 2024.

VIDAL, M. R.; MASCARENHAS, A. L. S. Estrutura e funcionamento das paisagens da área de proteção ambiental do estuário do rio Curu/CE. **Revista franco-brasileira de Geografia**, [s. l.], n. 43, p. 1-12, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4000/confins.24800>. Acesso em: 28 de out de 2024.

VIDAL, M. R.; MASCARENHAS, A. L. S. Estrutura e funcionamento das paisagens litorâneas cearenses à luz da Geoecologia das Paisagens. **GEOUSP Espaço e Tempo**, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 600-615, 2021. Disponível em: [10.11606/issn.2179-0892.geousp.2020.121030](https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2020.121030). Acesso em: 28 out. 2024.

VIERIA, H.; CALLIARI, L. J.; OLIVEIRA, G. P. O estudo do impacto da circulação de veículos em praias arenosas através de parâmetros físicos: um estudo de caso. **Engevista**, Niterói, v. 6, n. 3, p. 54-63, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.22409/engevista.v6i3.144>. Acesso em: 08 fev. 2025.

VIEIRA, S.; BENEVIDES, C. M. J.; SÁ, N. S. C. Turismo em comunidades tradicionais da Bahia: desafios e perspectivas. **Turismo e Sociedade**, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 42-62, 2022. Disponível em: [10.5380/ts.v14i3.80364](https://doi.org/10.5380/ts.v14i3.80364). Acesso em: 07 dez. 2024.

WATHERN, P. **Environmental impact assessment: theory and practice**. 1. ed. London: Unwin Hyman, 1988.

WESTMAN, W. E. **Ecology, Impact Assessment and environmental planning**. 1. ed. New York: Wiley, 1985.

WESTMAN W. E. How Much Are Nature's Services Worth?. **Science**, [s. l.], v. 197, n. 4307, p. 960-964, 1997. Disponível em: [10.1126/science.197.4307.960](https://doi.org/10.1126/science.197.4307.960). Acesso em: 01 nov. 2024

YOSO SAKAMOTO, A.; BACANI, V. M. Desmatamento e alterações ambientais no pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil. **Revista Geonorte**, [s. l.], v. 3, n. 6, p. 827-839, 2012. Disponível em: [//periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1991](http://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1991). Acesso em: 4 jan. 2025.

ANEXO A - ESTRUTURA REVISADA DO CICES (V5.1) PARA SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS BIÓTICOS (APENAS TRÊS NÍVEIS SUPERIORES NA CLASSIFICAÇÃO)

BIOTIC ecosystem outputs		
Section	Division	Group
Provisioning (Biotic)	Biomass	Cultivated terrestrial plants for nutrition, materials or energy
Provisioning (Biotic)	Biomass	Cultivated aquatic plants for nutrition, materials or energy
Provisioning (Biotic)	Biomass	Reared animals for nutrition, materials or energy
Provisioning (Biotic)	Biomass	Reared aquatic animals for nutrition, materials or energy
Provisioning (Biotic)	Biomass	Wild plants (terrestrial and aquatic) for nutrition, materials or energy
Provisioning (Biotic)	Biomass	Wild animals (terrestrial and aquatic) for nutrition, materials or energy
Provisioning (Biotic)	Genetic material from all biota (including seed, spore or gamete production)	Genetic material from plants, algae or fungi
Provisioning (Biotic)	Genetic material from all biota (including seed, spore or gamete production)	Genetic material from animals
Provisioning (Biotic)	Other types of provisioning service from biotic sources	Other
Provisioning (Abiotic)	Water	Surface water used for nutrition, materials or energy
Provisioning (Abiotic)	Water	Ground water for used for nutrition, materials or energy
Provisioning (Abiotic)	Water	Other aqueous ecosystem outputs
Regulation & Maintenance (Biotic)	Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems	Mediation of wastes or toxic substances of anthropogenic origin by living processes
Regulation & Maintenance (Biotic)	Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems	Mediation of nuisances of anthropogenic origin
Regulation & Maintenance (Biotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Regulation of baseline flows and extreme events
Regulation & Maintenance (Biotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Lifecycle maintenance, habitat and gene pool protection
Regulation & Maintenance (Biotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Pest and disease control
Regulation & Maintenance (Biotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Regulation of soil quality
Regulation & Maintenance (Biotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Water conditions
Regulation & Maintenance (Biotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Atmospheric composition and conditions
Regulation & Maintenance (Biotic)	Other types of regulation and maintenance service by living processes	Other
Cultural (Biotic)	Direct, in-situ and outdoor interactions with living systems that depend on presence in the environmental setting	Physical and experiential interactions with natural environment
Cultural (Biotic)	Direct, in-situ and outdoor interactions with living systems that depend on presence in the environmental setting	Intellectual and representative interactions with natural environment
Cultural (Biotic)	Indirect, remote, often indoor interactions with living systems that do not require presence in the environmental setting	Spiritual, symbolic and other interactions with natural environment
Cultural (Biotic)	Indirect, remote, often indoor interactions with living systems that do not require presence in the environmental setting	Other biotic characteristics that have a non-use value
Cultural (Biotic)	Other characteristics of living systems that have cultural significance	Other

Fonte: Haines-Young e Potschin-Young (2018).

**ANEXO B - ESTRUTURA REVISADA DO CICES (V5.1) PARA SERVIÇOS
ECOSSISTÊMICOS ABIÓTICOS (APENAS TRÊS NÍVEIS SUPERIORES NA
CLASSIFICAÇÃO)**

ABIOTIC ecosystem outputs		
Section	Division	Group
Provisioning (Abiotic)	Water	Surface water used for nutrition, materials or energy
Provisioning (Abiotic)	Water	Ground water for used for nutrition, materials or energy
Provisioning (Abiotic)	Water	Other aqueous ecosystem outputs
Provisioning (Abiotic)	Non-aqueous natural abiotic ecosystem outputs	Mineral substances used for nutrition, materials or energy
Provisioning (Abiotic)	Non-aqueous natural abiotic ecosystem outputs	Non-mineral substances or ecosystem properties used for nutrition, materials or energy
Provisioning (Abiotic)	Non-aqueous natural abiotic ecosystem outputs	Other mineral or non-mineral substances or ecosystem properties used for nutrition, materials or energy
Regulation & Maintenance (Abiotic)	Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems	Mediation of waste, toxics and other nuisances by non-living processes
Regulation & Maintenance (Abiotic)	Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems	Mediation of nuisances of anthropogenic origin
Regulation & Maintenance (Abiotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Regulation of baseline flows and extreme events
Regulation & Maintenance (Abiotic)	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Maintenance of physical, chemical, abiotic conditions
Regulation & Maintenance (Abiotic)	Other type of regulation and maintenance service by abiotic processes	Other
Cultural (Abiotic)	Direct, in-situ and outdoor interactions with natural physical systems that depend on presence in the environmental setting	Physical and experiential interactions with natural abiotic components of the environment
Cultural (Abiotic)	Direct, in-situ and outdoor interactions with natural physical systems that depend on presence in the environmental setting	Intellectual and representative interactions with abiotic components of the natural environment
Cultural (Abiotic)	Indirect, remote, often indoor interactions with physical systems that do not require presence in the environmental setting	Spiritual, symbolic and other interactions with the abiotic components of the natural environment
Cultural (Abiotic)	Indirect, remote, often indoor interactions with physical systems that do not require presence in the environmental setting	Other abiotic characteristics that have a non-use value
Cultural (Abiotic)	Other abiotic characteristics of nature that have cultural significance	Other

Fonte: Haines-Young e Potschin-Young (2018).