



REVISTA
Casa da

ISSN 2316-8056

GEOGRAFIA
de Sobral

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA PLANÍCIE FLUVIOMARINHA DO RIO JAGUARIBE, CEARÁ - BRASIL

Ecosystem services and identification of environmental impacts resulting from shrimp farming in the fluvio-marine plain of the Jaguaribe river, Ceará – Brazil

Servicios ecosistémicos y gestión costera: desafíos e impactos del cultivo de camarón en la llanura fluvio-marina del río Jaguaribe-CE

 <https://doi.org/10.35701/rcgs.v27.1115>

Danilo Vieira dos Santos¹

Fábio Perdigão Vasconcelos²

Adely Pereira Silveira³

Gustavo Amorim Studart Gurgel⁴

Histórico do Artigo:

Recebido em 28 de março de 2025

Aceito em 23 de outubro de 2025

Publicado em 20 de novembro de 2025


RESUMO

Este estudo analisa a relação entre sociedade e natureza na planície fluvio-marinha do rio Jaguaribe, Ceará, destacando os serviços ecossistêmicos dos manguezais e os impactos da atividade humana. Utilizou abordagem quali-quantitativa com levantamento bibliográfico, geoprocessamento, trabalho de campo e análises laboratoriais. Os resultados indicam que a carcinicultura e a urbanização desordenada elevam a salinidade e os nutrientes, reduzindo a vegetação de mangue. A comunidade identificou poluição e desmatamento como principais problemas, afetando a pesca e a coleta de mariscos. Conclui-se que a gestão integrada da planície, aliada à participação social e à recuperação de áreas degradadas, é essencial para a conservação dos manguezais e a sustentabilidade regional. **Palavras-chave:** Planície fluvio-marinha; Gerenciamento costeiro; Serviços ecossistêmicos; Manguezais; Sustentabilidade.

¹ Mestre em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Email: professordaniloge@gmail.com.

 <https://orcid.org/0000-0001-5956-7456>

² Professor Associado da Universidade Estadual do Ceará (UECE). Email: Fabio.perdigao@uece.br

 <https://orcid.org/0000-0002-0388-4628>

³ Doutora em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Email: delysilveira@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-3709-0591>

⁴ Doutor em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Email: gustavogurgel2012@gmail.com.

 <https://orcid.org/0000-0003-4383-1448>

ABSTRACT

This study analyzes the relationship between society and nature in the fluvio-marine plain of the Jaguaribe River, Ceará, highlighting the ecosystem services provided by mangroves and the impacts of human activity. A quali-quantitative approach was used, including literature review, geoprocessing, fieldwork, and laboratory analyses. Results show that shrimp farming and unplanned urbanization increase salinity and nutrient levels, reducing mangrove vegetation. The community identifies pollution and deforestation as major issues, affecting fishing and shellfish collection. Integrated management and restoration of degraded areas are essential for mangrove conservation and regional sustainability.

Keywords: Fluvio-marine plain; Ecosystem services; Mangroves; Sustainability.

RESUMEN

La gestión costera es fundamental para la sostenibilidad de los ecosistemas y el mantenimiento del bienestar de las comunidades que dependen de ellos. Este artículo analiza la relación entre la sociedad y la naturaleza en la llanura fluvio-marina del río Jaguaribe, enfatizando los servicios ecosistémicos de provisión ofrecidos por los manglares del municipio de Fortim, Ceará. La investigación empleó geoprocésamiento, aplicación de cuestionarios y análisis de impactos ambientales. Los resultados indican que actividades como la camaricultura y la urbanización desordenada son los principales vectores de degradación ambiental. El estudio refuerza la necesidad de implementar políticas públicas eficaces para promover la conservación de los manglares y la gestión integrada de los recursos naturales.

Palabras clave: Gestión Costera, Servicios Ecosistémicos, Manglares. ⁵

INTRODUÇÃO

Os serviços ecossistêmicos formam um ciclo onde o bem-estar humano, tanto social, quanto econômico, se baseia na relação saudável entre sociedade e natureza frente a seus usos em uma perspectiva de preservação para as gerações futuras, sendo cada vez mais reconhecido pelos governos mundiais, com ênfase na preservação dos ecossistemas. A importância desses serviços foi discutida com base científica a partir da avaliação ecossistêmica do milênio (2003-2005), tendo como suporte várias nações pelo mundo. Esse esforço demonstra a preocupação internacional de urgência sobre como são tratados os assuntos relacionados ao bem-estar dos ecossistemas e em busca de medidas com o intuito da proteção desses ambientes (ANDRADE; FASIABEN, 2009)

O intuito dos debates em torno dos serviços ecossistêmicos teve como alvo o interesse público e privado sobre a conscientização e preservação da biodiversidade, como apresentado por Ehrlich e Erlich (1981) na Universidade de Stanford. Outros autores como Ehrlich e Mooney (1983) e De Groot (1987) partiram de abordagem semelhante para reforçar que uma redução na biodiversidade afeta as funções ecossistêmicas (FERRAZ et al. 2019). Para Daily et al. (1997), bens como frutos do mar, forragem, combustíveis provenientes da biomassa, fibra natural, produtos farmacêuticos, industriais e seus derivados, entre outros, seja para uso próprio ou utilizados para comercialização, representam parte importante da economia humana.

Os serviços prestados pelos ecossistemas funcionam de modo complexo, gerados a partir de ciclos e trocas impulsionados pela energia solar, o que propicia o desenvolvimento da biosfera. Esses ciclos operam em diferentes escalas. Os ciclos biogeoquímicos, como o movimento do elemento auricular através do ambiente vivo e físico, são verdadeiramente globais e alcançam desde o topo da atmosfera até as profundezas dos solos e sedimentos destruídos pelo oceano. [...] Os ciclos também operam em taxas muito diferentes. O ciclo biogeoquímico do carbono, por exemplo, ocorre em ordens de magnitude mais rápida do que o do fósforo. Assim como os ciclos de vida dos microrganismos podem ser ordens de magnitude mais rápidas do que os das árvores. (DAILY et al., 1997).

Os serviços de provisão englobam os bens fornecidos pelos ecossistemas, como alimentos, fibras, madeira usada como combustível, fontes de energia, recursos genéticos, substâncias bioquímicas, medicamentos, produtos farmacêuticos, materiais ornamentais e água. A sustentabilidade desses serviços não deve ser avaliada apenas pela quantidade produzida em determinado período, mas também pela qualidade e conservação do capital natural que os sustenta. É essencial considerar os limites ecológicos, ou seja, a capacidade de suporte do meio ambiente em seus aspectos físicos, químicos e biológicos, garantindo que a ação humana não cause danos irreversíveis à integridade e ao funcionamento dos processos naturais. (ANDRADE; ROMEIRO, 2009)

Os manguezais, que se desenvolvem em ambientes flúvio marinhos, destacam-se como estratégicos para a manutenção da biodiversidade e o fornecimento de serviços ecossistêmicos de provisão, tais como regulação climática, proteção contra a erosão costeira, suporte à pesca e fornecimento de recursos naturais utilizados por comunidades tradicionais. No entanto, esses ecossistemas enfrentam pressões crescentes derivadas de fatores antrópicos, como expansão urbana desordenada, turismo intensivo, poluição e, principalmente, a carcinicultura (VASCONCELOS, 2005). A complexidade desse ecossistema advém de uma série de fatores externos ou abióticos incidindo sobre o sistema e realizando sua regulação. Os manguezais são resultado de uma gama de fatores atmosféricos, hidrográficos, oceanográficos e geológicos o que propicia o seu desenvolvimento (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2015)

A análise dos serviços ecossistêmicos de provisão em áreas costeiras exige uma abordagem integrada, capaz de relacionar as funções ecológicas dos ecossistemas à sua importância socioeconômica. Segundo Costanza et al. (1997), os ecossistemas costeiros — incluindo estuários, manguezais e marismas — estão entre os mais produtivos do planeta, fornecendo bens e serviços essenciais à manutenção da vida humana, como pesca, proteção costeira e sequestro de carbono. No entanto, esses ambientes estão entre os mais ameaçados pela conversão de uso do solo e pela expansão das atividades econômicas intensivas. Assim, compreender a dinâmica dos serviços

ecossistêmicos na planície fluviomarinha do rio Jaguaribe é fundamental para subsidiar políticas públicas de conservação e manejo sustentável que conciliem desenvolvimento econômico e preservação ambiental.

No Ceará, a planície fluviomarinha do rio Jaguaribe é um exemplo representativo dos desafios enfrentados pelos ambientes costeiros no Brasil. Esse espaço é caracterizado por uma intensa interação entre fatores naturais e sociais, o que exige abordagens integradas de gestão para sua conservação. A pesca artesanal e a coleta de mariscos constituem atividades essenciais para a subsistência de diversas famílias locais, ao passo que o crescimento da aquicultura e do turismo e urbanização têm gerado impactos significativos sobre os ecossistemas costeiros (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2015).

Na região onde a pesquisa foi desenvolvida, é presente e intensa a atividade de carcinicultura, que causa impactos diretos aos ambientes de apicum, sendo estes essenciais para a manutenção e regulação da biota local e além disso gera conflitos entre a população local que reclama do avanço dessas atividades que está provocando danos ao ambiente e transtornos aos residentes que se utilizam dos serviços providos pelos manguezais como a exemplo da comunidade quilombola do Cumbe, ali situada. A figura a seguir traz um recorte, sendo possível visualizar a ocupação territorial com tanques de carcinicultura junto a comunidade do Cumbe.

Essa situação exemplifica a crescente tensão entre o desenvolvimento econômico, impulsionado pela aquicultura, e a preservação dos ecossistemas fundamentais para a qualidade de vida das comunidades locais. As atividades de carcinicultura não só alteram a dinâmica natural dos manguezais, mas também geram efeitos adversos sobre os recursos pesqueiros e a biodiversidade, essenciais para a subsistência de muitas famílias. Além disso, o processo de urbanização e a intensificação do turismo na região também têm agravado o problema, uma vez que essas atividades frequentemente resultam em poluição e degradação dos habitats naturais. Assim, a convivência equilibrada entre o uso sustentável dos recursos naturais e a proteção dos ecossistemas locais torna-se um desafio cada vez mais urgente. A implementação de políticas públicas eficazes que conciliem conservação ambiental e desenvolvimento socioeconômico é crucial para garantir a sustentabilidade dos serviços ecossistêmicos e a sobrevivência das comunidades que dependem desses serviços.

Figura 1: Área ocupada pela comunidade do Cumbe junto aos tanques de carcinicultura.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A problemática da degradação dos manguezais do baixo Jaguaribe insere-se em um contexto mais amplo de discussão sob a necessidade de estratégias eficazes para o gerenciamento dos recursos locais. A gestão integrada da zona costeira (GIZC) surge como uma abordagem essencial para equilibrar a conservação dos recursos naturais com o desenvolvimento socioeconômico das comunidades locais. A GIZC visa a integração entre sociedade, conhecimento científico e poder público, realizando trabalhos de pesquisa conjuntos que favoreçam e deem subsídio à estudos que protejam os ambientes litorâneos e garantam melhor qualidade de vida para as populações costeiras. No entanto, a implementação da GIZC ainda encontra desafios consideráveis, como a falta de fiscalização ambiental, a ausência de um planejamento territorial eficiente e a limitada participação da sociedade nas decisões sobre o uso dos recursos naturais (MMA, 2018).

Neste cenário, este artigo busca analisar a relação entre os serviços ecossistêmicos de provisão oferecidos pelos manguezais da planície fluviomarina do rio Jaguaribe e a população local. A pesquisa investiga os principais impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas e discute possíveis medidas para a conservação e uso sustentável desses ecossistemas. A hipótese central do estudo é que a implementação de políticas públicas mais efetivas e a maior participação comunitária na gestão dos recursos naturais podem contribuir para a mitigação dos impactos negativos sobre os manguezais e para a promoção de um modelo de desenvolvimento mais sustentável para a zona costeira cearense.

O artigo está estruturado da seguinte forma: além desta introdução, a seção 2 apresenta a metodologia empregada no estudo, detalhando as abordagens qualitativas e quantitativas utilizadas na análise dos impactos ambientais e na percepção das comunidades locais. A seção 3 traz a caracterização ambiental da área de estudo, destacando os principais aspectos físicos, climáticos e socioeconômicos que influenciam a dinâmica dos manguezais do baixo Jaguaribe. Em seguida, a seção 4 discute os resultados obtidos, abordando os principais vetores de degradação ambiental e as implicações para a gestão dos recursos naturais. Por fim, a seção 5 apresenta as conclusões e recomendações, enfatizando a necessidade de políticas públicas voltadas para a conservação dos manguezais e para o fortalecimento da governança ambiental na região.

A relevância deste estudo está na contribuição para o debate sobre a importância dos serviços ecossistêmicos para a manutenção da qualidade de vida das populações que dependem desses ambientes. Ao fornecer um diagnóstico detalhado da situação dos manguezais do baixo Jaguaribe, espera-se que os resultados possam subsidiar ações de conservação e planejamento territorial mais eficazes, contribuindo para a construção de um modelo de gestão que harmonize o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia adotada neste estudo combinou abordagens qualitativas e quantitativas para compreender a dinâmica dos manguezais da planície fluviomarinha do rio Jaguaribe e sua relação com as atividades humanas in loco. O estudo foi desenvolvido em quatro etapas principais: levantamento bibliográfico, análise espacial e geoprocessamento, trabalho de campo e análise dos dados coletados.

O levantamento bibliográfico foi conduzido a partir de artigos científicos, dissertações, teses e documentos governamentais relacionados à gestão costeira, serviços ecossistêmicos e impactos ambientais sobre os manguezais. Fontes como o Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) foram consultadas para embasar a contextualização da pesquisa.

O trabalho de campo foi realizado entre março e julho de 2023, abrangendo diferentes pontos dos manguezais do baixo Jaguaribe, como o município de Fortim, a comunidade do Cumbe e pequenas comunidades locais. Durante esse período, foram conduzidas diversas atividades para coletar informações sobre a dinâmica socioambiental da região. Uma das principais ações foi o registro fotográfico dos manguezais e das atividades econômicas desenvolvidas na área estudada, incluindo a pesca artesanal, a coleta de mariscos e a criação de camarões em cativeiro. Esse material visual permitiu

documentar o estado de conservação do ecossistema e os principais impactos antrópicos presentes no local.

Além disso, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com pescadores, marisqueiras e outros membros da comunidade local, visando compreender suas percepções sobre os serviços ecossistêmicos dos manguezais e os efeitos das atividades econômicas sobre o meio ambiente. As entrevistas seguiram um roteiro pré-definido com perguntas abertas e fechadas, abordando tópicos como a dependência dos recursos naturais, as mudanças percebidas nos últimos anos e sugestões para a gestão sustentável dos manguezais. Esse levantamento permitiu identificar os desafios enfrentados pelas populações locais e fornecer subsídios para o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo sustentável do ecossistema costeiro.

A análise dos impactos ambientais foi realizada com base nos dados coletados em campo e na literatura revisada. O processo de desenvolvimento da pesquisa separou e analisou os resultados em impactos químicos: poluição hídrica devido ao uso de insumos na carcinicultura e acúmulo de matéria orgânica nos sedimentos. Impactos biológicos: redução da biodiversidade de espécies nativas, degradação da vegetação de mangue e perda de habitats para a fauna local.

As coletas de água foram realizadas em pontos previamente definidos na área de estudo, considerando locais representativos das zonas afetadas pela carcinicultura. As amostras foram coletadas em frascos de polietileno esterilizados, acondicionados sob refrigeração e encaminhadas ao laboratório para análise dentro de um período máximo de 24 horas, conforme as recomendações do CONAMA nº357/2005 e do Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017)

Os parâmetros físico-químicos analisados incluíram nitrogênio total, fósforo total, salinidade e matéria orgânica. O nitrogênio total foi determinado por meio de digestão ácida e leitura espectrofotométrica, enquanto o fósforo total foi quantificado pelo método do ácido ascórbico após digestão com persulfato. A salinidade foi mensurada utilizando condutivímetro digital, e a matéria orgânica foi estimada indiretamente pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), avaliada em incubação de cinco dias a 20°

Os resultados das análises de solo e água foram comparados com os parâmetros estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), permitindo uma avaliação objetiva da degradação ambiental na área de estudo. Com base nos dados coletados e analisados, foi possível gerar um diagnóstico detalhado da situação ambiental dos manguezais da planície fluviomarinha do rio Jaguaribe, subsidiando a formulação de recomendações para a gestão desses ecossistemas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados deste estudo apresentam um panorama da relação das comunidades presentes na área de estudo e da situação dos manguezais da planície fluvio-marinha do rio Jaguaribe, abordando os impactos ambientais, bem como as vulnerabilidades identificadas durante o trabalho de campo. Os impactos físicos observados nos manguezais estudados incluem alterações na morfologia do solo, assoreamento dos canais e processos erosivos na linha de costa. O levantamento bibliográfico e a análise espacial indicaram que a expansão da carcinicultura e a construção de infraestruturas turísticas vêm acelerando esses processos. O uso inadequado do solo tem resultado no desmatamento de áreas de mangue, comprometendo a estabilidade da vegetação e agravando a erosão costeira.

A análise dos Modelos Digitais de Elevação (MDE) revelou que certas áreas da planície fluvio-marinha estão mais vulneráveis à elevação do nível do mar e à intensificação dos eventos climáticos extremos. Essas áreas coincidem com locais onde a urbanização se expandiu sobre os ecossistemas naturais, tornando a população mais exposta a riscos ambientais. A figura a seguir destaca presença de casas de veraneio às margens do rio Jaguaribe.

Figura 1: Presença de ocupação urbana às margens do rio Jaguaribe – Ceará.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Como resultado de análises de água realizadas nas áreas afetadas pela carcinicultura indicaram níveis elevados de salinidade e presença de matéria orgânica em decomposição, sugerindo contaminação por resíduos provenientes das fazendas de camarão. Além disso, foram detectadas concentrações acima dos limites recomendados pelo CONAMA para nutrientes como nitrogênio e fósforo, o que pode contribuir para o processo de eutrofização dos corpos d'água locais.

De acordo com a resolução do CONAMA, nº 357, de 17 de março de 2005, os limites para nitrogênio total e fósforo total em águas doces, estão organizados na seguinte tabela:

Tabela 1: Limites de Qualidade da Água segundo CONAMA 357/2005.

| Parâmetro | Classe da Água | Limite Estabelecido |
|--------------------------------------|---|---------------------|
| Nitrogênio Total | Águas doces (classe 1 e 2) - Ambientes lênticos | 1,27 mg/L |
| Nitrogênio Total | Águas doces (classe 1 e 2) - Ambientes lóticos | 2,18 mg/L |
| Fósforo Total | Águas doces (classe 1 e 2) | 0,025 mg/L |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) | Águas doces - Classe 1 | Até 3 mg/L |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) | Águas doces - Classe 2 | Até 5 mg/L |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) | Águas doces - Classe 3 | Até 10 mg/L |

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A partir dos dados disponibilizados na tabela anterior, os resultados da pesquisa com base na análise da qualidade da água na área de estudo foram organizados na tabela a seguir;

Tabela 2: Resultados das análises de qualidade da água em áreas afetadas pela carcinicultura.

| Parâmetro | Valor Detectado | Limite CONAMA 357/2005 |
|------------------|-----------------------|--|
| Nitrogênio Total | Acima de 3,52 mg/L | 2,18 mg/L (águas lóticas) |
| Fósforo Total | Superior a 0,123 mg/L | 0,025 mg/L |
| Salinidade | Elevada | Não especificado para águas doces |
| Matéria Orgânica | Significativa | Indicada pela DBO, até 3 mg/L (classe 1) |

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

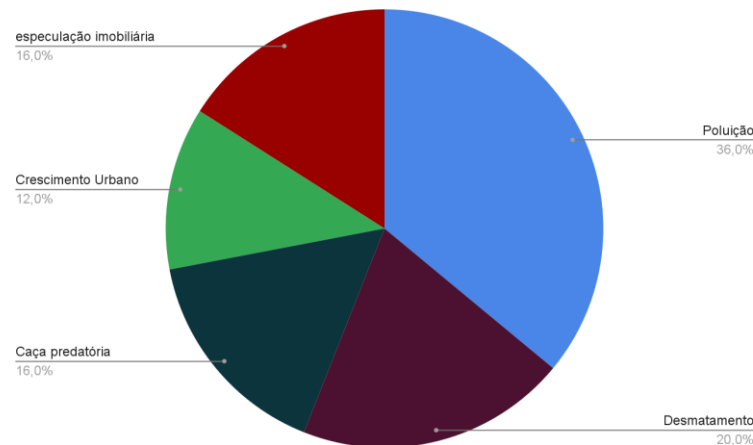
A análise dos parâmetros de qualidade da água apresentada na tabela 2 evidencia alterações significativas nas áreas afetadas pela carcinicultura. Observa-se que os teores de nitrogênio total (acima de 3,52 mg/L) e fósforo total (superior a 0,123 mg/L) ultrapassam os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº357/2005, indicando enriquecimento por nutrientes e possível processo de eutrofização. Além disso, a salinidade elevada sugere interferência de efluentes salinos provenientes dos viveiros de camarão, o que compromete a integridade das águas doces locais. A presença significativa de matéria orgânica reforça esse quadro de degradação, apontando para o acúmulo de resíduos orgânicos e consequente redução da qualidade ambiental da água. Esses resultados demonstram que a atividade de carcinicultura exerce forte influência sobre o equilíbrio ecológico das áreas analisadas.

A poluição hídrica, além do desmatamento, caça predatória e o crescimento urbano desordenado, foram evidenciados pelos relatos da comunidade local, que apontaram mudanças na qualidade da água e redução da disponibilidade de peixes em certas áreas. Esses dados sugerem que

o manejo inadequado dos rejeitos da carcinicultura tem impactos diretos sobre a fauna aquática e os recursos pesqueiros da região.

A constatação dos relatos foi organizada de acordo com os dados no gráfico a seguir, coletados em entrevista de campo;

Gráfico 1: Principais problemas enfrentados no ecossistema de Manguezal presente na área de estudo, a partir da percepção social.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

De acordo com os dados coletados em pesquisa de campo, ouvindo a população, foi apontada a poluição como a maior agressão ocorrida na região, somando 36% das respostas, seguida do desmatamento 20%, a caça predatória e especulação imobiliária ambas pontuando 16%, seguidas do crescimento urbano pontuando em 20% das entrevistas. A degradação da vegetação de mangue foi uma das principais preocupações identificadas durante o trabalho de campo. O desmatamento, associado à ocupação desordenada e à extração de madeira para fins comerciais, compromete a biodiversidade local. Espécies de peixes, crustáceos e moluscos que dependem dos manguezais para alimentação e reprodução vêm sofrendo com a redução de seus habitats naturais.

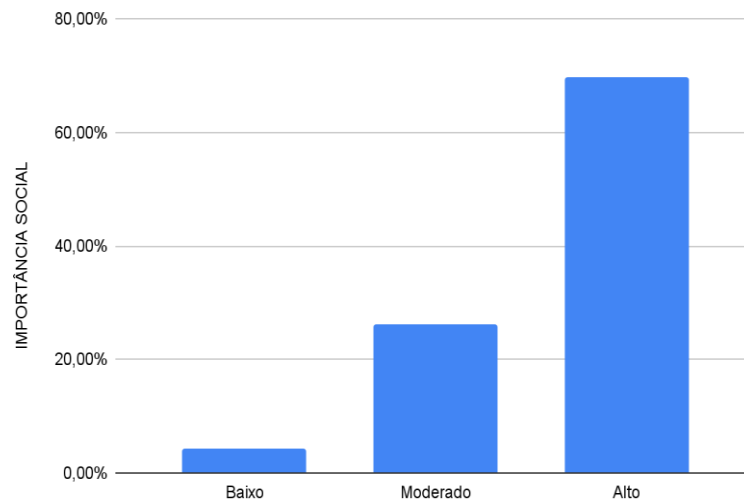
Observou-se também um declínio populacional de algumas espécies-chave para a manutenção do equilíbrio ecológico do estuário, como o caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) e o camarão-rosa (*Farfantepenaeus subtilis*). A pressão pesqueira excessiva, aliada à degradação dos manguezais, tem impactado negativamente esses organismos, comprometendo sua sustentabilidade a longo prazo.

As entrevistas semi-estruturadas realizadas com pescadores, marisqueiras e outros moradores da região permitiram compreender melhor a relação entre a população e os manguezais. Os entrevistados demonstraram conhecimento sobre a importância ecológica desses ecossistemas, mas

muitos relataram dificuldades em se adaptar às mudanças ambientais e às restrições impostas por regulamentações ambientais.

O gráfico a seguir organiza os níveis de importância social para os manguezais da área de estudo:

Gráfico 2: Importância social dos manguezais de acordo com a percepção dos atores da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Os resultados das entrevistas indicaram que a maior parte da população reconhece que a degradação ambiental afeta diretamente sua fonte de renda e seu modo de vida. No entanto, um número significativo de entrevistados expressou descontentamento com a falta de fiscalização e apoio governamental para a gestão sustentável dos recursos naturais. Além disso, muitos pescadores e marisqueiras relataram dificuldades para acessar programas de compensação ambiental e políticas de incentivo à pesca sustentável.

A análise geoespacial, durante a pesquisa, evidenciou que a carcinicultura é o principal vetor de degradação ambiental nos manguezais do baixo Jaguaribe. Os tanques de carcinicultura têm impactado diretamente a qualidade da água, além de contribuir para o desmatamento de manguezais e a alteração da paisagem natural. Como citado, a atividade causa danos diretos aos ambientes de apicum, que são essenciais para a sobrevivência do ecossistema de manguezal. Apicum é um termo indígena, mas recebe variadas classificações por diversos pesquisadores.

De acordo com Soares (2006), na linguagem internacional essa zona de transição é denominada salt flat, e em geral, no Brasil, é classificada por alguns pesquisadores como planície hipersalina. Essa

alta salinidade se deve aos altos índices de evaporação e concentração de sais deixados após as preamares de sizígia. Mesmo com a diversidade de opiniões quanto à classificação desses ambientes, é consenso no meio científico que os apicuns fazem parte integrante do ecossistema manguezal e ressaltam sua importância ecológica. Uma das principais funções dessas feições se configura no impedimento da redução de área ocupada dos manguezais frente ao aumento relativo do nível do mar. Para Soares (2006), a função dos apicuns consiste em proteger as florestas de mangue das mudanças geomorfológicas e hidrológicas. A figura a seguir destaca a presença desses tanques na área de estudo:

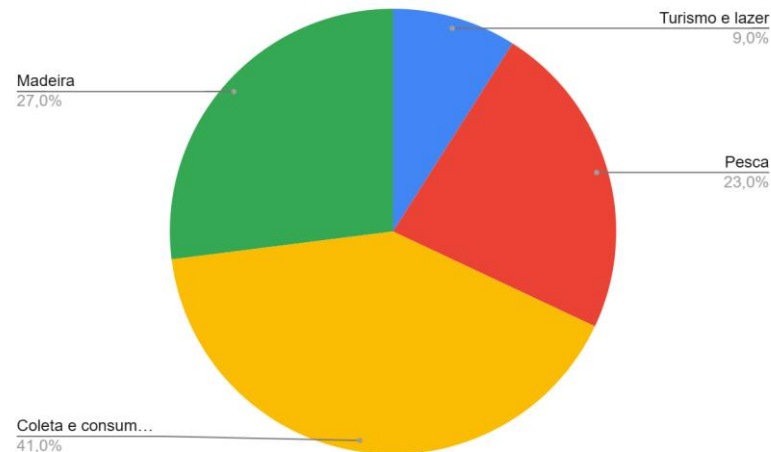
Figura 2: Tanques de carcinicultura presentes na área da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Toda a ação de desgastes ambientais na região, afeta o ecossistema impactando diretamente na provisão de serviços essenciais à população local, como a pesca, comércio, alimentação e entre outras atividades associadas. Os serviços ecossistêmicos de provisão desempenham um papel fundamental na manutenção da vida humana e da economia global, pois fornecem bens essenciais como alimentos, água, fibras, medicamentos e materiais para construção. Segundo a Economia de Ecossistemas e Biodiversidade (TEEB, 2011), esses serviços representam saídas de materiais que podem ser consumidos diretamente ou utilizados na fabricação de produtos e geração de energia. No caso dos manguezais, a provisão de recursos pesqueiros é um exemplo clássico desse serviço, pois sustenta comunidades ribeirinhas que dependem da coleta de mariscos e da pesca artesanal para sua subsistência. Além disso, a biomassa vegetal dos manguezais contribui para a exportação de matéria orgânica para ecossistemas adjacentes, promovendo a produtividade da zona costeira e garantindo a estabilidade das cadeias alimentares locais. O gráfico a seguir destaca os principais produtos utilizados pela comunidade da área de estudo.

Gráfico 3: Serviços ecossistêmicos prestados pelo manguezal para as comunidades locais.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O gráfico 3 demonstra a relevância dos serviços ecossistêmicos de provisão ofertados pelos manguezais às comunidades locais, evidenciando sua função estratégica na manutenção das atividades socioeconômicas e na garantia da subsistência dessas populações. Verifica-se que a coleta e consumo de crustáceos representam a maior proporção de uso (41%), seguidos pela extração de madeira (27%) e pela pesca (23%), indicando uma expressiva dependência dos bens materiais diretamente fornecidos por esse ecossistema. O turismo e lazer correspondem a uma fração menor (9%), o que revela uma valorização predominantemente utilitária do manguezal, em detrimento dos serviços culturais e recreativos.

Esses resultados corroboram a literatura que reconhece os manguezais como sistemas de alta produtividade biológica e fundamentais para o sustento econômico, alimentar e energético das comunidades costeiras, ressaltando a necessidade de políticas de conservação que assegurem o uso sustentável de seus recursos.

A degradação dos serviços ecossistêmicos de provisão tem sido uma preocupação crescente na comunidade científica e entre gestores ambientais. O Millennium Ecosystem Assessment já alertava que o uso insustentável dos recursos naturais está diretamente associado à perda de biodiversidade e à redução da resiliência dos ecossistemas. No contexto da carcinicultura, essa preocupação se intensifica, pois a conversão de áreas naturais para a criação de camarões pode levar ao desmatamento dos manguezais, ao aumento da salinidade da água e à contaminação por resíduos orgânicos, comprometendo a oferta de recursos naturais essenciais para as comunidades locais. Dessa forma,

torna-se imperativo o desenvolvimento de estratégias de manejo sustentável que conciliam a exploração econômica com a preservação dos serviços ecossistêmicos.

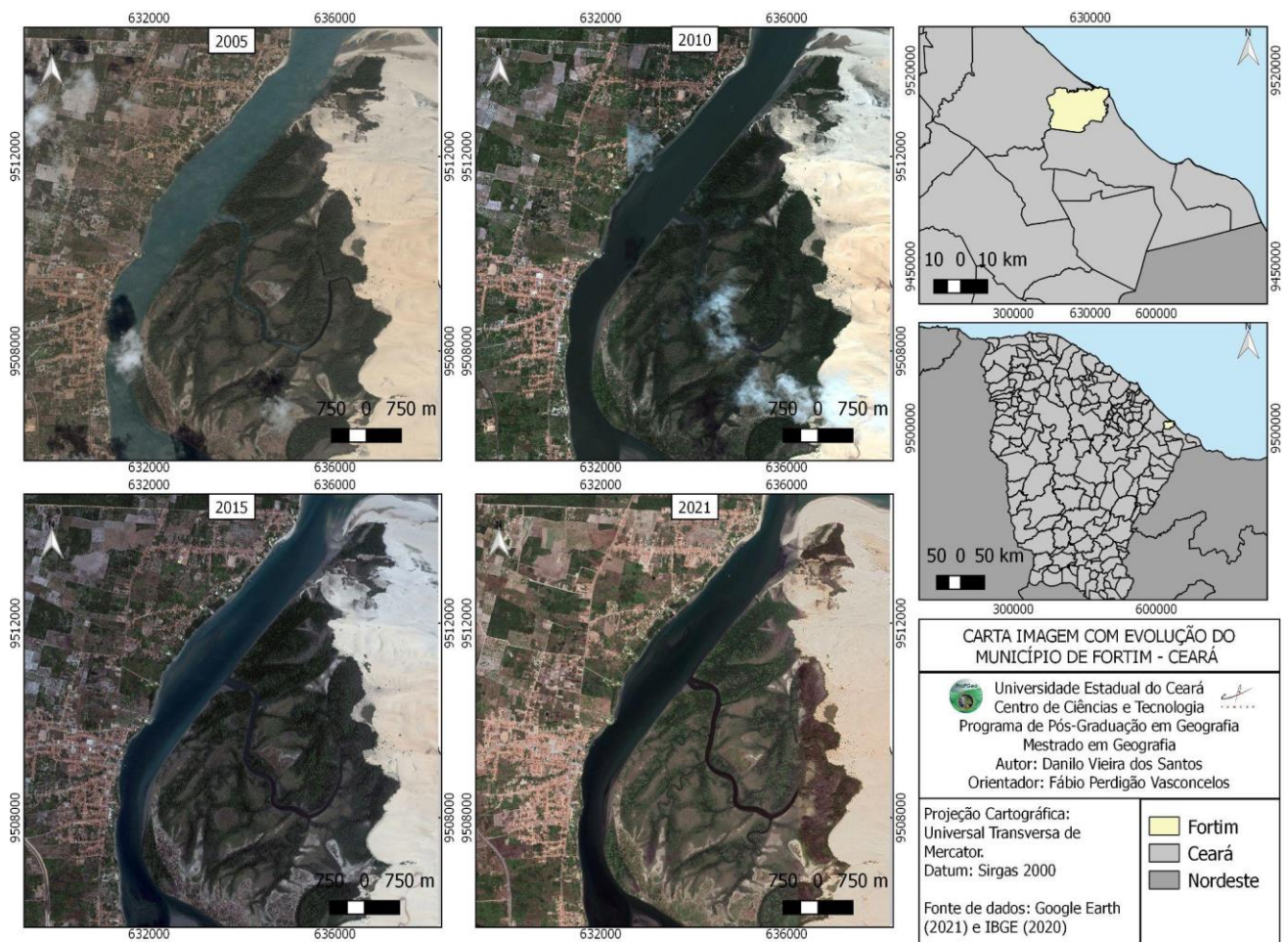
A valorização dos serviços ecossistêmicos de provisão é um passo essencial para a formulação de políticas ambientais mais eficazes. Estudos demonstram que a precificação desses serviços pode auxiliar na tomada de decisões sobre o uso do solo e na implementação de programas de compensação ambiental. A criação de unidades de conservação, o incentivo à pesca sustentável e o desenvolvimento de práticas agrícolas de baixo impacto são algumas das estratégias que podem ser adotadas para minimizar os impactos negativos sobre os ecossistemas costeiros. Além disso, o engajamento das comunidades locais na gestão desses recursos é crucial para garantir que os benefícios dos serviços ecossistêmicos sejam distribuídos de forma justa e sustentável.

A comparação entre imagens de satélite de anos anteriores e as mais recentes revelou uma expansão do sítio urbano na região estudada, correspondente ao município de Fortim. Essa tendência levanta preocupações sobre a sustentabilidade e a necessidade de planos de manejo e gestão das áreas circunvizinhas aos manguezais presentes no estuário, bem como o que desperta preocupação a crescente e densa atividade de carcinicultura presente na região.

Essa expansão desordenada pode intensificar os impactos ambientais, resultando na degradação dos ecossistemas de manguezal, na alteração dos cursos d'água e na redução da biodiversidade local. Além disso, o crescimento urbano sem um planejamento adequado pode aumentar a pressão sobre os recursos naturais, agravando problemas como a poluição hídrica, o desmatamento e a ocupação irregular de áreas ambientalmente sensíveis. Diante desse cenário, torna-se essencial a implementação de políticas públicas voltadas para o ordenamento territorial e a adoção de práticas sustentáveis que conciliam o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental, garantindo a resiliência dos manguezais e a manutenção dos serviços ecossistêmicos essenciais para as comunidades locais.

O mapa a seguir destaca o crescimento urbano do município de Fortim, maior município inserido diretamente na área de estudo.

Mapa 1: Percepção do crescimento urbano do município de Fortim - Ceará, ao longo dos últimos 20 anos.



Fonte: SANTOS, D. V. (2023).

Com base nos dados coletados, foi possível estabelecer um diagnóstico ambiental da região estudada e sugerir medidas para minimizar os impactos negativos identificados. Algumas recomendações incluem: Implementação de programas de recuperação de áreas degradadas, incluindo o replantio de espécies nativas de mangue; criação de políticas públicas que incentivem práticas de pesca sustentável e ofereçam suporte técnico e financeiro às comunidades locais; monitoramento contínuo da qualidade da água e do solo, com a aplicação de limites mais rigorosos para a liberação de resíduos da carcinicultura e ampliação da fiscalização ambiental para coibir o desmatamento ilegal e a ocupação irregular de áreas de mangue, junto ao fortalecimento da participação da comunidade local na tomada de decisões sobre o uso dos recursos naturais, promovendo um modelo de gestão compartilhada dos manguezais.

Figura 3: Homens praticando atividade de pesca no baixo Jaguaribe.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Nas imagens, homens realizam atividades voltadas para a pesca na região do baixo curso do rio Jaguaribe, evidenciando a importância dos serviços ecossistêmicos de provisão provenientes dos manguezais para o comércio e a subsistência local. Essa prática representa não apenas uma fonte direta de alimento e renda, mas também um elemento cultural profundamente enraizado no modo de vida das comunidades ribeirinhas. Observa-se que a dependência dos recursos pesqueiros reflete a funcionalidade ecológica dos manguezais, que atuam como berçários naturais para diversas espécies aquáticas de valor econômico. Além disso, tais atividades indicam a relação intrínseca entre os aspectos ambientais e socioeconômicos, mostrando como o equilíbrio ecológico é essencial para a manutenção das práticas tradicionais e da segurança alimentar local. Assim, as imagens ilustram a relevância do uso sustentável desses ecossistemas e reforçam a necessidade de políticas públicas voltadas à conservação e ao manejo responsável dos manguezais, garantindo a continuidade dos benefícios ecológicos e sociais por eles proporcionados.

CONCLUSÕES

A pesquisa realizada sobre a planície fluviomarinha do rio Jaguaribe demonstrou a importância da gestão costeira integrada e da preservação dos manguezais para garantir a sustentabilidade socioambiental da região. Os serviços ecossistêmicos proporcionados pelos manguezais, como a regulação do clima, a proteção contra erosão e o suporte à biodiversidade, são essenciais para as comunidades locais que dependem desses recursos naturais para sua subsistência. No entanto, a intensificação da carcinicultura e a expansão urbana desordenada emergem como os principais vetores de degradação, comprometendo a resiliência desses ecossistemas. Diante desse cenário, torna-se

evidente a necessidade de políticas públicas mais rigorosas e de um modelo de gestão ambiental participativo, que envolva tanto os órgãos governamentais quanto as populações locais.

Os dados levantados por meio de análises geoespaciais, entrevistas e medições de qualidade da água evidenciam a complexidade dos impactos antrópicos sobre os manguezais. A substituição de áreas naturais por empreendimentos aquícolas sem um planejamento adequado tem resultado na alteração da dinâmica hidrossedimentar, aumentando os níveis de salinidade e contribuindo para a contaminação da água com resíduos orgânicos e nutrientes em excesso. Além disso, a redução da vegetação de mangue não apenas prejudica a fauna associada, mas também enfraquece a capacidade desses ecossistemas de atuar como sumidouros de carbono, ampliando os riscos de degradação ambiental a longo prazo. Assim, a conservação dos manguezais deve ser tratada como uma prioridade na agenda de sustentabilidade regional, uma vez que sua degradação compromete diretamente os meios de vida das populações tradicionais.

Outro aspecto relevante identificado na pesquisa foi a percepção da comunidade local sobre os impactos ambientais e a necessidade de estratégias de mitigação. Embora os entrevistados reconheçam a importância da conservação dos manguezais, grande parte apontou a falta de fiscalização e o baixo envolvimento governamental na regulamentação da carcinicultura e do turismo como fatores críticos para a degradação ambiental observada. A ausência de instrumentos eficazes de governança ambiental reforça a necessidade de maior participação comunitária nos processos decisórios, garantindo que as políticas adotadas sejam alinhadas às demandas sociais e ecológicas da região. Nesse sentido, programas de educação ambiental, incentivos à pesca sustentável e apoio a atividades econômicas de baixo impacto podem representar caminhos viáveis para a redução dos conflitos entre conservação e desenvolvimento.

A partir dos resultados obtidos, recomenda-se a implementação de um plano de manejo específico para os manguezais do baixo Jaguaribe, baseado em ações de monitoramento contínuo da qualidade da água, recuperação de áreas degradadas e restrição da carcinicultura em zonas de preservação permanente. Além disso, a ampliação das áreas protegidas e a criação de incentivos financeiros para a adoção de práticas sustentáveis por parte dos produtores aquícolas e do setor turístico podem contribuir para a construção de um modelo de desenvolvimento mais equilibrado e resiliente. A incorporação de tecnologias como sistemas de recirculação de água para carcinicultura e o uso de indicadores ambientais para gestão adaptativa são estratégias que podem minimizar os impactos da atividade econômica sobre o ecossistema costeiro.

Por fim, este estudo reforça a urgência de repensar o uso dos manguezais dentro de um contexto de desenvolvimento sustentável, assegurando que os benefícios socioeconômicos gerados por essas

áreas não comprometam sua integridade ecológica. A abordagem integrada de gestão costeira, associada a um esforço conjunto entre instituições governamentais, comunidade científica e populações locais, pode garantir a manutenção dos serviços ecossistêmicos dos manguezais do rio Jaguaribe e, conseqüentemente, a qualidade de vida das gerações futuras. A continuidade das pesquisas sobre os impactos da carcinicultura e da urbanização nesses ecossistemas é fundamental para subsidiar políticas públicas mais eficazes e promover um equilíbrio entre conservação e desenvolvimento na região.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Daniel Caixeta; ROMEIRO, Ademar Ribeiro. **Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma "Economia dos Ecossistemas"**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228460289_Capital_natural_servicos_ecossistemicos_e_sistema_economico_rumo_a_uma_Economia_dos_Ecossistemas. Acesso em: 18 out. 2025.

ANDRADE, Daniel Caixeta; FASIABEN, Maria do Carmo Ramos. **A utilização dos instrumentos de política ambiental para a preservação do meio ambiente: o caso dos pagamentos por serviços ecossistêmicos**. Economia Ensaios, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 1-21, 2009.

APHA; AWWA; WEF. Standart Methods for the Examination of Water and Wasterwater. 23. ed. Washington, D.C.: American Public Health Association, 2017.

BRASIL: Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília, 2005.

COSTANZA, Robert et al. *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. **Nature**, v. 387, p. 253–260, 1997. DOI: 10.1038/387253a0.

DAILY, Gretchen; POSTEL, Sandra; BAWA, Kamaljit; KAUFMAN, Les. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington, DC: Island Press, 1997.

FERRAZ, Rodrigo Peçanha Demonte; PRADO, Rachel Bardy; PARRON, Lucília Maria; CAMPANHA, Mônica Matoso. *Marco Referencial em serviços ecossistêmicos*. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2022. Brasília: IBGE, 2023.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Atlas dos Manguezais do Brasil. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington, DC: Island Press, 2005.

SCHAEFFER-NOVELLI, Yara et al. Manguezais: **ecossistemas entre a terra e o mar**. São Paulo: Rima, 2015.

TEEB – **The Economics of Ecosystems and Biodiversity**. Mainstreaming the economics of nature: a synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. UNEP, 2011.

VASCONCELOS, Fábio Perdigão. **Gestão costeira no Brasil**: desafios e perspectivas. Fortaleza: UECE, 2005.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Diretrizes para a conservação dos ecossistemas costeiros. Brasília: MMA, 2018.

SOARES, Mário Luís Gomes (coord.). **Lauda biológico do Sistema Caravelas** – Nova Viçosa com vistas à criação da Reserva Extrativista do Cassurubá. Relatório Técnico Final para o Processo de Criação da Unidade de Conservação. Documento técnico. Brasília: IBAMA, 2006.