

# Manguezais do Rio Acaraú

Organizadores:

**Rafaela Camargo Maia**

**Matheus Lopes Souza**

**André Luiz da Costa Pereira**

# Manguezais



**Presidente da República**

Luiz Inácio Lula da Silva

**Ministro da Educação**

Camilo Sobreira de Santana

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ – IFCE**

**Reitor**

Jose Wally Mendonça Menezes

**Pró-Reitora de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação**

Joélia Marques de Carvalho

**Pró-Reitora de Ensino**

Cristiane Borges Braga

**Pró-Reitora de Extensão**

Ana Claudia Uchôa Araújo

**Pró-Reitor de Administração e Planejamento**

Reuber Saraiva de Santiago

**Pró-Reitor de Gestão de Pessoas**

Marcel Ribeiro Mendonça

**EDITORA IFCE**

**Editor Executivo**

Tiago Estevam Gonçalves

**CONSELHEIROS NATOS**

Ana Cláudia Uchoa Araújo

Cristiane Borges Braga

Joélia Marques de Carvalho

Sara Maria Peres de Moraes

Tiago Estevam Gonçalves

**CONSELHEIROS TITULARES**

Alisandra Cavalcante Fernandes de Almeida

David Moreno Montenegro

Paula Patricia Barbosa Ventura

Josefranci Moraes de Farias Fonteles

Marcilio Costa Teixeira

Marieta Maria Martins Lauer

Barbara Suellen Ferreira Rodrigues

Sebastiao Junior Teixeira Vasconcelos

Nadia Ferreira de Andrade Esmeraldo

Auzuir Ripardo de Alexandria

Francisco Jose Alves de Aquino

Sandro Cesar Silveira Juca

Antonio Cavalcante de Almeida

Beatriz Helena Peixoto Brandao

Joao Eudes Portela de Sousa

Juliana Zani de Almeida

Glauber Carvalho Nobre

Rommulo Celly Lima Siqueira

Harine Matos Maciel

Maria Do Socorro de Assis Braun

Sarah Mesquita Lima

Jose Eranildo Teles do Nascimento

Igor De Moraes Paim

Nara Lidia Mendes Alencar

Meire Celedonio da Silva

Marilene Barbosa Pinheiro

Wendel Alves de Medeiros

# Manguezais

## do Rio Acaraú

Organizadores:

**Rafaela Camargo Maia**

**Matheus Lopes Souza**

**André Luiz da Costa Pereira**

# Manguezais

Fortaleza - CE, 2025

Manguezais do Rio Acaraú. Organizadores: Rafaela Camargo Maia; Matheus Lopes Souza;  
André Luiz da Costa Pereira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE  
Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação – PRPI Editora IFCE – EDIFCE

As informações contidas no livro são de inteira responsabilidade dos seus autores.

**EDITORA IFCE**

**Editor Executivo**

Tiago Estevam Gonçalves

**Editora Adjunta e Normalização**

Sara Maria Peres de Moraes

**Revisão**

Marilene Pinheiro

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Phabrica de Produções:

Alecsander Coelho, Daniela Bissiguini, Érsio Ribeiro, Kauê Rodrigues,  
Paulo Ciola, Rebeca Tonello e Thiago Cordeiro

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará**  
**Editora IFCE - EDIFCE**

---

M277 Manguezais do Rio Acaraú. / Organizadores: Rafaela Camargo Maia, Matheus Lopes Souza  
e André Luiz da Costa Pereira. ---. Fortaleza: EDIFCE, 2025.

138 p. il. (Coleção Vozes)

E-book no formato PDF 4.713 KB

ISBN: 978-65-84792-60-9 (e-book)

ISBN: 978-65-84792-57-9 (impresso)

DOI: 10.21439/EDIFCE.62

1. Educação ambiental. 2. Pesca. 3. Turismo sustentável. I. Maia, Rafaela Camargo (org.).  
II. Souza, Matheus Lopes (org.). III. André Luiz da Costa Pereira (org.). IV. Instituto Federal  
de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. V. EDIFCE. VI. Título.

CDD 577.51

---

**Bibliotecária responsável: Sara Maria Peres de Moraes CRB N° 3/901**



Contato

Rua Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426. Fone: (85)34012263 /  
E-mail: edifce@ifce.edu.br / Site: editora.ifce.edu.br.

No Brasil, estima-se que 25% dos manguezais tenham sido destruídos desde o começo do século 20, sendo a situação particularmente grave na região Nordeste, onde a fragmentação das áreas levou à supressão de cerca de 40% do ecossistema. Mais do que perdas de biodiversidade e recursos naturais, a devastação dos manguezais leva a um desequilíbrio ambiental que compromete a manutenção de diversas formas de vida, incluindo a humana, além de a sua degradação resultar em perdas econômicas anuais.

A Organização das Nações Unidas (ONU) declarou a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021-2030), a fim de sensibilizar a população global sobre a importância dos oceanos e para mobilizar atores públicos, privados e da sociedade civil organizada em ações que favoreçam a saúde e a sustentabilidade dos mares. Dessa forma, manguezais conservados, reconhecidas áreas berçários dos oceanos, são fundamentais à promoção da ciência de que precisamos para o oceano que queremos.

Nesse contexto, torna-se fundamental o estabelecimento de bancos de dados, coletas e disseminação de informações atualizadas relacionadas ao manguezal, como a que aqui se apresenta para os manguezais do estuário do rio Acaraú.

O presente livro traz um panorama dos dados científicos produzidos/levantados pelo Grupo de Pesquisa em Ecologia e Conservação de Manguezais do IFCE Acaraú em sua região de atuação nesses 12 anos de atividades, de forma a se tornar uma referência para futuras pesquisas e estratégias de manejo/remediação de impactos na área. A obra é uma coletânea de 11 capítulos que tratam sobre o uso e a ocupação da área estuarina, a biodiversidade, as estratégias de conservação ou potencialidades, e foi produzido por docentes, discentes e parceiros do IFCE Acaraú.

Ressalta-se, ainda, que a Foz do Rio Acaraú é uma área estratégica ao Plano de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas e de Importância Socioeconômica do Ecossistema Manguezal – o PAN Manguezal (Portaria Nº 647, de 30 de outubro de 2019) e que a promoção da cultura oceânica e a preservação dos manguezais é política pública obrigatória em Acaraú, instituída pela Lei Municipal Nº 1.929/2022, uma das primeiras do País nesse sentido.

Desejamos a todos uma ótima leitura!  
Acaraú – CE, fevereiro de 2024



# Sumário

<b>Introdução</b>	<b>8</b>
<b>Distribuição espaço-temporal do manguezal no estuário do Rio Acaraú</b>	<b>10</b>
<b>Microbiota fúngica associada a manguezais</b>	<b>23</b>
<b>Florestas de Mangue do Estuário do Rio Acaraú</b>	<b>37</b>
<b>Moluscos dos manguezais do estuário do Rio Acaraú</b>	<b>49</b>
<b>Registro da carcinofauna na região estuarina do município de Acaraú-CE</b>	<b>61</b>
<b>Aranhas dos manguezais do estuário do rio acaraú</b>	<b>71</b>
<b>Ictiofauna associada ao manguezal do sistema estuarino do Rio Acaraú - CE</b>	<b>81</b>
<b>Herpetofauna do Manguezal da Praia de Arpoeiras</b>	<b>94</b>
<b>Impactos e Conservação dos Manguezais do Estuário do Rio Acaraú</b>	<b>106</b>
<b>Pesca e Potencialidades no Estuário do Rio Acaraú - CE</b>	<b>117</b>
<b>Turismo Sustentável: Potencialidades dos Manguezais no Município de Acaraú-CE</b>	<b>127</b>
<b>Organizadores</b>	<b>138</b>

## Introdução

“Tudo aquilo que o homem ignora, não existe para ele. Por isso o universo de cada um se resume no tamanho de seu saber.” (Albert Einstein)

No momento em que a Organização das Nações Unidas (ONU) instituiu a década dos oceanos e trabalha fortemente para atingir os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável do planeta, chega às minhas mãos o livro *Manguezais do Rio Acaraú*, organizado pelos professores e pesquisadores Rafaela Camargo Maia, Matheus Souza e André Luiz Pereira. O livro é composto de 11 capítulos de autoria de diversos pesquisadores que abordam o ecossistema manguezal do Rio Acaraú, não se restringindo apenas aos seus aspectos biológicos, mas discutindo suas potencialidades, trazendo uma rica e diversificada abordagem do tema, sob o ponto de vista do desenvolvimento regional. Como resultado, informações científicas, importantes e necessárias ficam disponíveis para toda a sociedade.

Conhecendo os autores de muitos capítulos desse livro, é com alegria que encontro professores e ex-alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) *campus* Acaraú, contribuindo com conhecimentos científicos atuais sobre um importante ecossistema local que, até então, era muito pouco conhecido cientificamente, o que vem demonstrar a importância dessa Instituição para a ciência regional, na medida em que contribui com a ciência nacional a partir da pesquisa aplicada local, o que é muito importante para uma Instituição como a nossa, que passou a existir há pouco mais de dez anos.

O trabalho da professora Rafaela Camargo Maia e de sua equipe, bem como de outros professores e pesquisadores parceiros no estudo dos manguezais do Rio Acaraú vem contribuir significativamente para disseminar não somente a importância desse ecossistema estuarino, mas também das relações do sistema manguezal com importantes cadeias produtivas regionais, como a pesca, a aquicultura e o turismo. Dessa forma, o IFCE *campus* Acaraú mostra para a sociedade sua competência na seara da pesquisa científica aplicada, além do ensino e da extensão.

Sem dúvida esse livro apresenta importantes contribuições para enriquecer o debate sobre o ecossistema manguezal do Rio Acaraú, gerando reflexões sobre o assunto, a partir de novas questões que abrem espaço para novas pesquisas e novos livros sobre o tema, e é nessa perspectiva que convido o leitor a passear nas trilhas desse manguezal.

Boa leitura!

Prof. Dr. João Vicente Mendes Santana Diretor do IFCE *campus* Acaraú

Nós, organizadores e autores, gostaríamos de agradecer ao Instituto Federal do Ceará (IFCE), à Universidade Federal do Ceará (UFC), à Universidade Federal do Cariri (UFCA), à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), à Universidade Federal do Amazonas (UFAM), à Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), à Universidade de São Paulo (USP), ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e à Habitat Geo - Consultoria Ambiental pelo apoio.

Agradecemos também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela bolsa de pós-doutorado do Programa de Desenvolvimento Científico Regional (DCR- 301365/2022-9) para Matheus Lopes Souza. Ainda à FUNCAP, pelas bolsas de mestrado de Marcos Roberto dos Santos e Ana Karolina Queiroz Ferreira. Ao CNPq, pela bolsa de doutorado de José Ivan Fonteles de Vasconcelos Filho e pelas bolsas de Iniciação Científica de Paulo Mateus Cruz Santos e Karina Aparecida Araujo Dutra. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelas bolsas de mestrado de Grasielle Dayse de Vasconcelos Silva e Giselle Adayllana de Vasconcelos Silva e pela bolsa de doutorado de Francimeire do Nascimento Costa.

Ao Laboratório de Ecologia de Manguezais (Ecomangue), à Comunidade de Curral Velho, a Francisco Antônio dos Santos Nascimento, a Francimeire do Nascimento Costa, a Rafaela Camargo Maia, ao Jobber Fernando Sobczak e à Habitat Geo pela cessão das fotos ilustrativas dos capítulos.

À Márcia Maria Fonteles Vasconcelos, pela revisão linguística. E ao André Luiz da Costa Pereira, pela arte da capa.

Ademais, gostaríamos de agradecer ao Paulinho, acarauense, pescador e o melhor auxiliar de coleta que poderíamos ter, fornecendo o suporte necessário durante a execução dos trabalhos em campo.

## 1

## Distribuição espaço-temporal do manguezal **no estuário do Rio Acaraú**

Daniel de Oliveira d'El Rei Pinto

Carolina Mattosinho de Carvalho Alvite

Livia Ferreira de Mendonça

produção de camarão em cativeiro, uma das principais ameaças, sobretudo, aos manguezais do nordeste brasileiro.

O novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), que entrou em vigor em 28/05/2012, fragmentou feições que fazem parte do ecossistema manguezal de tal forma que se criou um entendimento errôneo de que os apicuns e salgados não fazem parte do manguezal. Essa fragmentação no entendimento de manguezal no novo Código Florestal foi prejudicial ao ecossistema, pois, se os apicuns e salgados deixam de ser manguezal, deixam também de ser áreas de proteção permanente (APP) e seu uso direto deixa de ser proibido, acabando por permitir a carcinicultura (produção de camarão em cativeiro) no ecossistema manguezal.

Apesar deste cenário, o desenvolvimento científico e tecnológico tem contribuído eficientemente no monitoramento ambiental em zonas costeiras. As características da estrutura vegetal do manguezal aliadas ao desenvolvimento de imagens de satélite, como Landsat e Sentinel, permitem a profusão de pesquisas e projetos que utilizam técnicas de sensoriamento remoto nos estudos sobre manguezal.

### INTRODUÇÃO

Presente na costa brasileira do Amapá até Santa Catarina, o manguezal é considerado um dos ecossistemas mais produtivos do planeta, fornecendo uma série de serviços ambientais à sociedade e servindo de base para subsistência e garantia do modo de vida de importante parte da população que vive ao longo do litoral do Brasil. Como destaque, podemos ressaltar a capacidade de sequestro de carbono, a contribuição para redução da vulnerabilidade da zona costeira diante das mudanças climáticas e o papel na produção de alimentos, já que grande parte dos recursos pesqueiros tem o ciclo de vida associado ao manguezal (ICMBio, 2016).

Apesar do arcabouço legal brasileiro e das unidades de conservação criadas em áreas de manguezais no intuito de protegê-los, estima-se que 25% desse ecossistema no Brasil foram destruídos desde o começo do século XX (ICMBio, 2016), impulsionados por diversas ameaças, como a pesca predatória, a ocupação desordenada da zona costeira e a perda de habitats. Áreas naturalmente ocupadas por este ecossistema dão lugar a outros usos, como a

O estuário do Rio Acaraú no litoral do Ceará é ocupado por manguezais que tiveram sua importância reconhecida nacionalmente no Plano de Ação Nacional para Conservação das Espécies Ameaçadas e de Importância Socioeconômica do Ecossistema Manguezal, o PAN Manguezal. Coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Sociobiodiversidade Associada a Povos e Comunidades Tradicionais – CNPT, o Plano estabeleceu uma estratégia nacional para a conservação e o uso sustentável dos manguezais brasileiros, a partir de uma abordagem ecossistêmica e do diálogo de saberes. Foi elaborado e implementado por diversos atores sociais, envolvendo representantes do poder público, das comunidades tradicionais, da comunidade acadêmica e da sociedade civil organizada, tendo como objetivo,

[...]aumentar o estado de conservação dos manguezais brasileiros, reduzindo a degradação e protegendo as espécies-alvo, mantendo suas áreas e usos tradicionais, a partir da integração entre as diferentes instâncias do poder público e da sociedade, incorporando os saberes acadêmicos e tradicionais (ICMBio, 2015, p. 7).

## 1. ÁREA DE ESTUDO

Constituído por depósitos de origem quaternária, o litoral do estado do Ceará faz parte do Domínio Geológico dos Depósitos Sedimentares Cenozóicos, onde estão os sedimentos da Formação

Barreiras e os sedimentos de depósitos holocênicos. Os primeiros compõem os tabuleiros costeiros cearenses. Com relação aos sedimentos holocênicos, os arenosos estão associados à faixa de praia, pós-praia, praia antiga e aos campos de dunas; já os sedimentos holocênicos argilosos ou argilo-arenosos constituem as planícies fluviais e as planícies fluviomarinhas. Dois tipos fisionômicos e florísticos dominam as planícies fluviomarinhas: a vegetação paludosa marítima de mangue; e a vegetação halofítica gramíneo-herbácea, associadas, comumente, ao apicum (Maia, 2016).

Para a execução do plano, foram selecionadas áreas estratégicas ao longo da costa brasileira, definidas de forma participativa entre os diferentes setores da sociedade, levando em consideração os seguintes critérios: importância social e biológica; oportunidade; efetividade de conservação; ameaça; e representatividade regional. O estuário do Rio Acaraú foi uma das 30 áreas estratégicas selecionadas para a implementação das ações. O mapeamento da cobertura vegetal e o monitoramento do ecossistema manguezal foram estabelecidos como ações estratégicas fundamentais para ampliar o conhecimento e impulsionar a conservação e o uso sustentável do ecossistema nas diferentes localidades.

Impulsionado por sua importância ecológica e pelo desenvolvimento de produtos e técnicas de mapeamento e monitoramento ambiental, o presente trabalho teve como objetivo compreender a distribuição espaço-temporal da cobertura de manguezal do Estuário do Rio Acaraú- CE, mediante a utilização de dados de sensoriamento remoto.

Com seu litoral submetido ao regime de mesomarés, com amplitudes de 2 a 4 metros, dominado pela alta energia de ondas, o estado do Ceará possui quatro bacias hidrográficas principais: Jaguaribe; Curu; Coreaú; e Acaraú. A área desse estudo correspondeu aos manguezais do estuário do Rio Acaraú, delimitados pelo município de mesmo nome cuja importância foi reconhecida nacionalmente.

Ocupando uma área equivalente a 14.500 km<sup>2</sup>, a bacia do Rio Acaraú banha 25 municípios e é considerada a segunda maior do estado do Ceará. O rio que dá nome à bacia nasce na Serra das Matas, atravessa trechos do sertão centro-norte e dos tabuleiros litorâneos. Abriga, ainda, grandes reservatórios ao longo do seu leito e possui drenagem aberta ao mar, formando um ambiente estuarino de elevada importância socioambiental. Ambientes

estuarinos, em geral, possuem grande fragilidade e vulnerabilidade devido às ações antrópicas que podem exercer pressão sobre os serviços ecossistêmicos fornecidos, por exemplo, pelos manguezais que se desenvolvem no estuário do Rio Acaraú.

Ainda que seja uma importante atividade econômica no município, a carcinicultura está longe de uma convivência harmoniosa com o ecossistema manguezal em Acaraú.

## 2. OS DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Para a realização deste trabalho, foram utilizadas duas fontes principais de informação: dados da Coleção 7.0 do projeto MapBiomas e imagens do satélite Sentinel-2.

O MapBiomas é um projeto que teve início no ano de 2015 com o propósito de entender a dinâmica de uso do solo e a cobertura vegetal no Brasil e em países vizinhos. O referido projeto integra uma rede multidisciplinar de especialistas em áreas como sensoriamento remoto, vegetação e computação, tendo como base o desenvolvimento e implementação de uma metodologia rápida, confiável e de baixo custo para gerar mapas anuais de cobertura e uso do solo do Brasil a partir de 1985 até os dias atuais; criação de uma plataforma para facilitar a disseminação da metodologia para outros países e regiões interessadas utilizando a mesma base de algoritmos; estabelecer uma rede colaborativa de especialistas nos biomas brasileiros para o mapeamento da cobertura do solo e da sua dinâmica de mudanças (Mapbiomas, 2022).

O conjunto de dados de imagens usado no projeto MapBiomas é obtido pelos sensores Landsat Thematic Mapper (TM), Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) e o Operational Land Imager and Thermal Infrared Sensor (OLI-TIRS), a bordo dos satélites Landsat 5, Landsat 7 e Landsat 8, respectivamente. O mapeamento executado pelo projeto é baseado em uma classificação feita *pixel a pixel*, a partir de

imagens de satélite da coleção Landsat, com resolução espacial de 30 cm. O processamento é realizado na nuvem, utilizando extensos algoritmos *machine learning* através da plataforma *Google Earth Engine* (Mapbiomas, 2022).

A classificação das imagens de satélite é feita com diferentes níveis de detalhamento. As classes de nível 1 são compostas por florestas, formações naturais não florestais, agropecuária, áreas não vegetadas, corpos d'água e dados não observados (áreas bloqueadas por nuvens ou ruído atmosférico ou com ausência de observação). O detalhamento em outros níveis da classe floresta pode contemplar formações florestais, formações savânicas, mangue e restinga arbórea. As formações naturais não florestais incluem campos alagados e áreas pantanosas, formações campestres, apicuns, afloramentos rochosos e outras formações não florestais. No uso agropecuário, estão incluídas pastagens, agricultura (lavouras perenes e temporárias), silvicultura e mosaicos de agricultura e pastagem. As áreas não vegetadas são compostas por infraestruturas urbanas, mineração, praias e dunas e outras áreas não vegetadas. Os corpos d'água são compostos por rios, lagos e oceanos ou aquicultura. O mapeamento das classes é constantemente aprimorado e disponibilizado em diferentes coleções. Neste caso específico, foram utilizados os dados da coleção 7.0, a mais recente que disponibiliza informações do período de 1985 até 2021.

## 3. IMAGENS SENTINEL-2

Lançados entre 2015 e 2017, os satélites Sentinel-2 (A e B) são direcionados ao monitoramento da vegetação, dos solos e das áreas costeiras, e são dotados com sensor óptico de alta resolução espacial. Carregam

o sensor *Multispectral Instrument* (MSI), com 4 bandas de 10 metros, 6 bandas de 20 metros e 3 bandas de 60 metros de resolução espacial. Com larguras variáveis, as bandas do sensor estão localizadas,

aproximadamente, entre 450 e 2.200nm. As imagens são disponibilizadas já com correções geométricas e radiométricas e ortorretificadas. A resolução temporal é de 5 dias, contando o tempo de passagem dos dois satélites da constelação (ESA, 2015).

O sensor possui 4 bandas (bandas 5, 6, 7 e 8a) na faixa do *red-edge*, com 20 metros de resolução espacial cada. Além disso, as 4 bandas de 10 metros (respectivamente B2, B3, B4 e B8), que correspondem ao azul, verde, vermelho e NIR (infravermelho próximo), permitem o cálculo de alguns índices de vegetação em uma resolução espacial mais refinada. Essas características fazem com que seus sensores tenham relações eficientes com parâmetros biofísicos da vegetação, se comparados a outros satélites com imagens multiespectrais. Apesar de a série histórica iniciar-se em 2015, quando do seu lançamento, o curto espaço de tempo de revisita – resolução temporal – o coloca num papel privilegiado no monitoramento da vegetação, tanto atualmente como em relação às perspectivas futuras.

Para a análise da área de estudo, foi utilizada a imagem identificada com o número 138 de órbita de sensoriamento, cujo imageamento ocorreu às 10 horas, 12 minutos e 51 segundos do dia 25 de julho de 2022. Naquele momento, a variação diária de maré no estuário do Rio Acaraú encontrava-se próxima à baixa-mar, ocorrida às 8 horas e 44 minutos. A altura da baixa-mar descrita para aquele dia era de, aproximadamente, 30 cm; assim, pode-se considerar que uma grande porção do estuário se encontrava emerso durante a aquisição da imagem.

Comumente, as imagens de satélite são fornecidas com valores expressos em número digital. Essa unidade de medida é suficiente caso o objetivo seja analisar apenas esta imagem. Entretanto, para

estabelecimento de uma série temporal, obtenção de índices de vegetação e comparação com outras imagens e/ou períodos, é necessária a execução de uma correção atmosférica cujo objetivo é atenuar interferências climáticas relativas ao momento do imageamento. Para este trabalho (a correção atmosférica executada sobre as imagens Sentinel-2), utilizamos o método superfície simplificado “DOS1” (Moran *et al.* 1992), onde os números digitais passam a ser expressos em valores de Reflectância do tipo BOA – *Bottom Of Atmosphere* (Congedo, 2018). Uma vantagem deste método é o de não necessitar de informações adicionais sobre a atmosfera do local, o que facilita bastante sua aplicação.

Realizou-se, inicialmente, a classificação de mangue, apicum e carcinicultura, utilizando as imagens Sentinel-2, além da obtenção do índice de vegetação por diferença normalizada para, em seguida, obter-se o mapa de densidade de mangue.

Para a classificação das referidas classes, optou-se pela vetorização, seguindo o método de interpretação de imagens, conforme proposto por Panizza e Fonseca (2011). Para subsidiar a interpretação de imagem, foram utilizados como referência o próprio mapeamento executado pelo projeto MapBiomias para anos anteriores, arquivos *shapefile* dos polígonos da cobertura de mangue no litoral brasileiro, disponibilizados pelo IBAMA para o ano de 2021, além de imagens de drone obtidas pela HabitatGeo, durante oficina realizada no município de Acaraú, em novembro de 2019, numa atividade em parceria com a Prefeitura de Acaraú e o Laboratório ECOMANGUE do IFCE Acaraú (Figura 1).

**Figura 1**– Imagem de drone do estuário do Rio Acaraú-CE em dezembro de 2019, utilizada como subsídio ao mapeamento.



Fonte: Daniel d’El Rei/HabitatGeo

Índices de vegetação são provenientes de operações aritméticas entre valores dos *pixels* homólogos de diferentes bandas que compõem uma imagem, gerando uma nova imagem onde cada *pixel* passa a ter um valor do índice. Esses índices podem auxiliar na estimativa de parâmetros biofísicos mensuráveis, como índice de massa foliar, biomassa, fluxo de carbono etc. Para este trabalho, optou-se pela obtenção do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI sigla em inglês). Este índice utiliza as bandas da faixa do vermelho e do infravermelho próximo e tem como resultado uma imagem onde cada pixel possui um valor que varia de -1 a +1, sendo o último associado a uma maior atividade fotossintética. Este índice tem sido utilizado com êxito na identificação do arranjo global de vegetação, na dedução de alterações ecológicas, biomassa, radiação fotossintética ativa, uso e manejo do solo, recuperação de áreas degradadas, entre outras aplicações (Liu, 2007). Ele foi obtido utilizando-se equação que consiste na operação

e infravermelho, conforme proposto por Rouse (1973):

$$NDVI = \frac{V - IVP}{V + IVP}$$

Onde V= Banda Vermelha e IVP= Banda Infravermelho Próximo

Posteriormente, como forma de compreender a abundância e a distribuição espacial dos manguezais do estuário do Rio Acaraú, partiu-se para a classificação da densidade de mangue. Foram utilizados, então, valores para o NDVI, a classificação de mangue esparso, semidenso e denso, conforme sugerem Umroh; Adi e Sari (2016) e Tran e Fischer (2017), segundo o Quadro 1 a seguir:

**Quadro 1** – Valores da classificação da densidade de mangue.

NDVI	Classes
< 0,42	Esparso
0,43 - 0,71	Semidenso
0,72 >	Denso

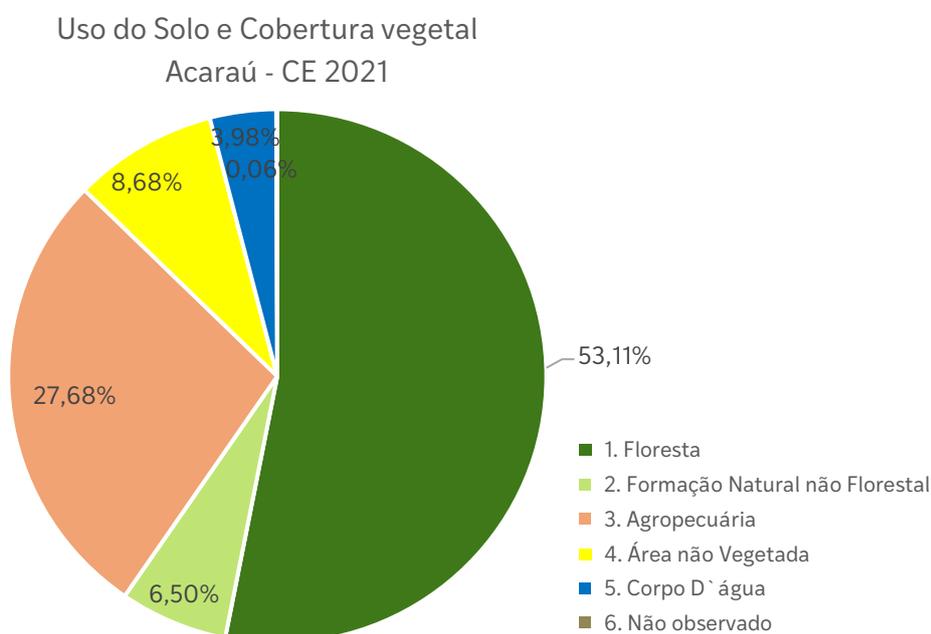
Fonte: Adaptado de Umroh, Adi e Sari (2016) e Tran e Fischer (2017).

#### 4. EVOLUÇÃO TEMPORAL DO USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL NO MUNICÍPIO DE ACARAÚ

Segundo os dados do Projeto Mapbiomas, no ano de 2021, 44.674,36ha ou 53,11% da área do município de Acaraú era coberta por formações florestais, dentre as quais, as florestas de mangue. As áreas destinadas às atividades agropecuárias correspondiam a 23.284,49ha (27,68% do território). As

áreas não vegetadas, incluindo atividades de aquicultura, ocupavam 8,68% do município (7.298,51ha). Já as formações naturais não florestais, dentre as quais o apicum, correspondiam a 6,50%. Corpos d'água e alvos "não observados" correspondiam a 3,98 e 0,06%, respectivamente (Figura 2).

**Figura 2** – Uso do solo e cobertura vegetal de Acaraú, CE em 2021.



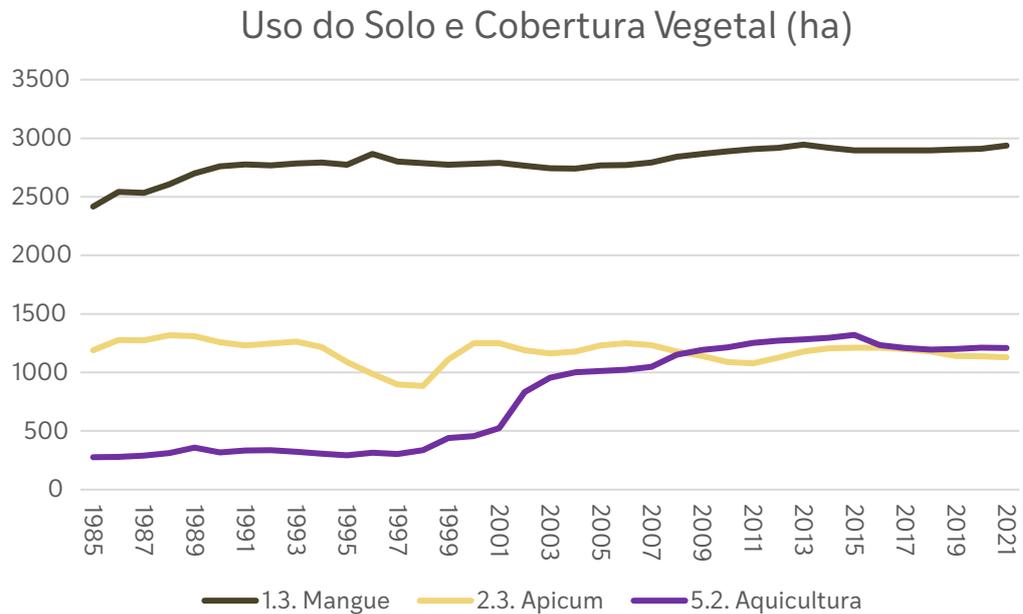
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Projeto MapBio

Apesar de os números recentes representarem uma expressiva parcela de seu território ocupada por florestas, ao se comparar com os valores de 1985 – início da série registrada pelo Projeto Mapbiomas – verifica-se uma drástica redução das formações florestais naturais no município, já que estas, em 1985, eram responsáveis por 74,78% da área total. Ainda que de maneira mais tímida, verificou-se também uma redução das áreas naturais não florestais no período, pois no primeiro ano da série representavam 7,67% contra 6,50% em 2021. Por outro lado, classes de uso do solo não vegetadas apresentaram um acréscimo

de área; em 1985, eram responsáveis por 6,98% do total.

Ao aprofundarmos a análise da evolução temporal das classes de uso do solo e cobertura vegetal, chama a atenção o aumento das áreas destinadas a atividades de aquicultura. As áreas ocupadas para este fim, em 1985, possuíam uma cobertura de 913,26ha a menos que áreas ocupadas por apicum. Nos dias atuais, existem mais áreas da atividade aquicultura do que aquelas ocupadas por apicum. Se, em 1985, havia 277,42ha de áreas cobertas por aquicultura no município, em 2021, houve um salto para 1.128,72ha (Figura 3).

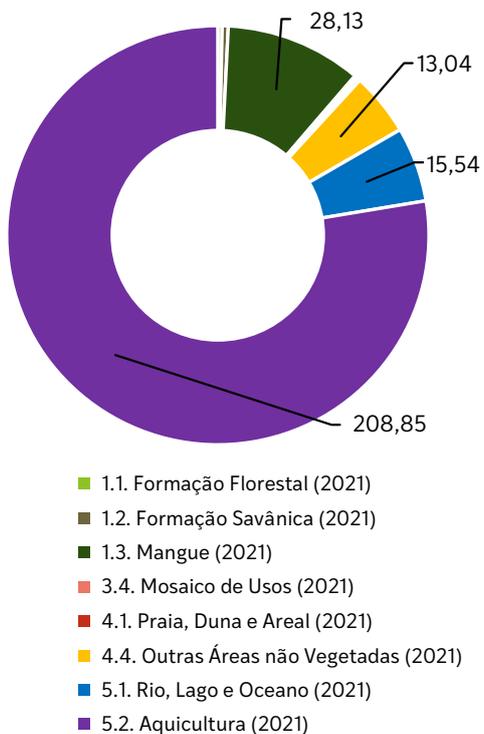
**Figura 3** –Variação da ocupação de mangue, apicum e aquicultura em Acaraú entre 1985 e 2021.



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados do Projeto MapBiomias

**Figura 4** – Transições de uso de áreas de apicum no estuário do rio Acaraú entre 1985 e 2021.

Área de Apicum em 1985 convertida para outros usos em 2021 (em ha)



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados do Projeto MapBiomias.

Apesar do balanço entre perdas e ganhos em área de apicum, podemos afirmar que, de 1985 até 2021, uma área superior a 20 campos de futebol (208ha) de apicum foi transformada em atividades de aquicultura (no município de Acaraú, representam tanques de carcinicultura). A Figura 4, a seguir, expressa a área convertida de apicum em 1985 para outros usos em 2021.

Para a análise deste dado, não podemos deixar de trazer o debate que se criou a partir do novo Código Florestal (2012). A retirada - na legislação - do apicum e salgados como feições que fazem parte do ecossistema manguezal permitiu a prática da carcinicultura em ambiente de manguezal. Nesse debate, de um lado, estão os carcinicultores, agora respaldados na lei de que apicum não é manguezal e que lá podem ter suas fazendas de camarões; do outro lado, os pescadores artesanais e ambientalistas que, amparados na pesquisa acadêmica, trazem para o debate os danos da carcinicultura ao ecossistema, entre eles destacam: destruição de manguezais; salinização de aquíferos; poluição das áreas adjacentes pelos efluentes das fazendas; perda da biodiversidade; e escape de espécies exóticas para o ambiente natural (Gesteira, 2017).

Em relação à área mapeada como mangue em 1985 e que, em 2021, foram convertidas a outras classes, 51,34 ha se transformaram em áreas de carcinicultura; 29,73 ha foram mapeadas como rio, lago e oceano, e 16,96 ha foram classificadas como apicum. O Quadro 2, a seguir, expressa os valores completos das transições de uso de 1985 a 2021 das classes de uso do solo e cobertura vegetal, a partir dos dados MapBiomias:

**Quadro 2** – Transições de uso de 1985 a 2021 das classes de uso do solo e cobertura vegetal de Acaraú.  
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Projeto MapBiomass

	5.2. Aquicultura (1985)	5.1. Rio, Lago e Oceano (1985)	4.4. Outras Áreas não vegetadas (1985)	4.2. Área Urbanizada (1985)	4.1. Praia, Duna e Areal (1985)	3.4. Mosaico de Usos (1985)	3.2.2. Lavoura Perene (1985)	3.2.1. Lavoura Temporária (1985)	3.1. Pastagem (1985)	2.5. Restinga Herbácea/Arbustiva (1985)	2.3. Apicum (1985)	2.2. Formação Campestre (1985)	1.4. Restinga Arborizada (beta) (1985)	1.3. Mangue (1985)	1.2. Formação Savânica (1985)	1.1. Formação Florestal (1985)
	0,89	109,11	182,85	0,00	0,63	328,91	9,46	0,00	0,00	0,00	0,89	8,30	0,00	1,16	818,33	17114,66
	3,39	245,26	143,21	0,00	55,81	518,70	25,00	0,00	0,00	0,00	1,25	12,95	92,41	0,00	22650,17	122,14
	2,23	339,39	1,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2813	0,00	2306,63	1,88	168,40	168,40
	0,00	4,64	1795	0,00	0,00	964	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	951,10	35,89	0,00	0,00
	0,00	21,87	15,89	0,00	2,68	67,32	13,48	0,00	0,00	0,00	0,00	4447,53	0,80	30,26	8,66	8,66
	8,66	98,22	15,18	0,00	5,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	920,58	4,64	4,55	37,32	9,73	9,73
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	8,03	171,16	0,00	15,63	443,86	3,12	0,00	0,00	0,00	0,00	44,02	71,79	137,72	274,10	274,10
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,98	9,38	1471,24	0,00	24,73	1151,11	569,46	0,00	0,71	0,00	0,00	597,29	815,20	5312,26	2620,74	2620,74
	0,00	50,53	313,11	0,00	39,20	1620,42	5,89	0,00	0,00	0,00	0,63	114,90	393,76	3556,64	565,34	565,34
	0,00	118,13	55,99	0,00	687,90	2,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	1,16	1,07	65,81	16,97	16,97
	0,00	0,89	25,72	344,47	26,25	118,66	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34	0,54	111,43	205,27	205,27
	2,23	232,24	1659,10	0,00	246,80	363,56	0,71	0,00	0,00	0,00	13,04	7,68	632,34	1653,34	364,28	364,28
	18,13	1839,26	74,02	0,00	98,49	19,38	0,00	14,38	0,00	0,00	15,54	10,80	35,45	99,73	15,18	15,18
	240,91	193,67	108,58	0,00	46,70	7,59	0,00	0,00	0,00	0,00	08,85	12,14	56,25	159,38	33,48	33,48
	277,42	3270,63	4255,41	344,47	1250,43	4651,55	643,38	14,73	0,71	1,43	1189,61	5262,76	3065,88	35910,18	21518,95	21518,95
<b>Total (1985)</b>	<b>18575,20</b>	<b>23870,29</b>	<b>2858,71</b>	<b>2858,71</b>	<b>1020,47</b>	<b>4608,50</b>	<b>1121,48</b>	<b>1,43</b>	<b>2409,43</b>	<b>0,36</b>	<b>12573,11</b>	<b>6660,42</b>	<b>952,30</b>	<b>5180,86</b>	<b>1118,89</b>	<b>84071,79</b>

## 5. IDENTIFICAÇÃO, QUANTIFICAÇÃO E ESTIMATIVA DE DENSIDADE

A primeira etapa executada sobre as imagens Sentinel-2 foi a obtenção dos valores de NDVI para toda a cena, que serviram também de subsídio à distinção

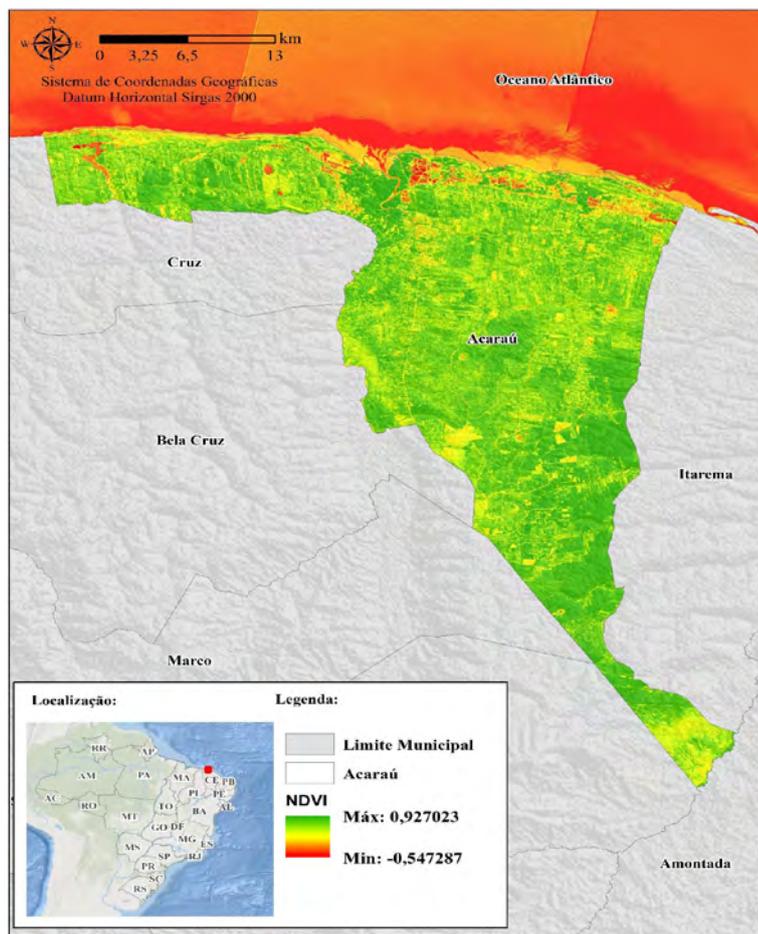
das classes. Em seguida, foram extraídas estatísticas referentes apenas ao município de Acaraú, conforme consta no Quadro 3 a seguir:

**Quadro 3** – Estatísticas NDVI no município de Acaraú

<b>Média</b>	0,62
<b>Mediana</b>	0,66
<b>Desvio Padrão</b>	0,19
<b>Mínimo</b>	-1,00
<b>Máximo</b>	0,94
<b>Variância</b>	0,04

Fonte: Elaboração própria.

**Figura 5** – Mapa de NDVI do município de Acaraú, CE.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados Sentinel-2 e IBGE.

Como esperado, verificam-se valores de NDVI elevados (próximos a +1) em zonas densamente ocupadas por bosque de mangue, sobretudo na área de desembocadura do Rio Acaraú; valores médios (próximos a 0) em áreas de apicum; e valores negativos em áreas dedicadas às atividades de carcinicultura, conforme se observa na Figura 5 a seguir:

Posteriormente, foi executado o mapeamento sobre as imagens Sentinel-2 que permitiu a identificação e a quantificação detalhada das feições de mangue,

apicum e carcinicultura. Devido à resolução da imagem, foi possível realizar a distinção das classes com clareza, conforme se observa na Figura 6 a seguir:

**Figura 6** – Identificação das feições mapeadas sobre imagem Sentinel-2 composição infravermelho.



Fonte: Elaboração própria.

A identificação e a quantificação sobre imagens mostram que os bosques de mangue cobrem uma área de 3.310,56 ha, enquanto as áreas de apicum ocupam 723,40 ha no município de Acaraú. As áreas destinadas a atividades de carcinicultura ocupam 1.813,33 hectares.

Ao detalharmos a cobertura de mangue, verificamos, como resultado da classificação de densidade, uma predominância de mangue denso, com 79,02% do total, seguido por mangue semidenso, com 17,60%, e esparso ocupando 3,38% do total, conforme se vê no Quadro 4 a seguir:

**Quadro 4** – Densidade de Mangue a partir da classificação de valores de NDVI

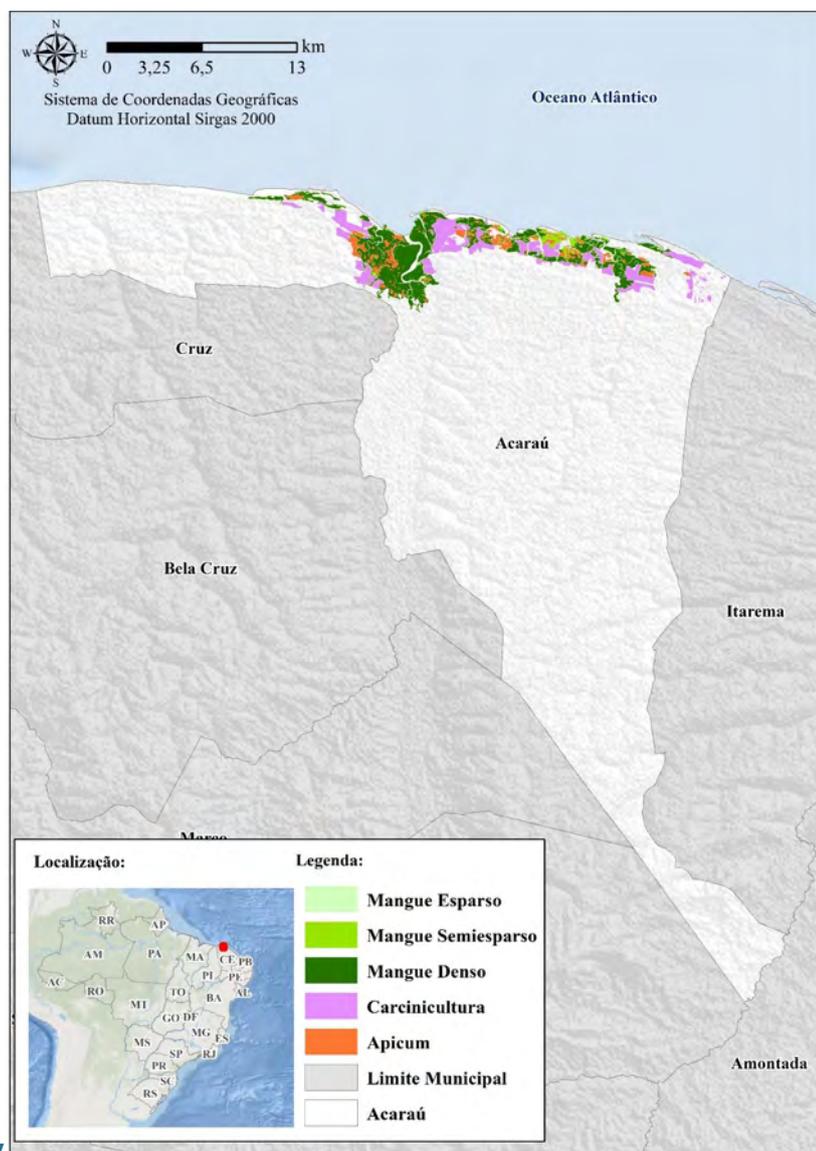
CLASSE	PERCENTUAL DE ÁREA
Esparso	3,38%
Semidenso	17,60%
Denso	79,02%
Total	100,00%

Fonte: Elaboração própria.

Por fim, foi possível mapear as classes de mangue, apicum e carcinicultura no ano de 2022 adaptado à escala de maior detalhamento oferecida pelo

satélite Sentinel-2. As classes mapeadas com manguezal expresso em 3 níveis de adensamento estão representadas na Figura 7 a seguir:

**Figura 7** – Mapa com identificação das classes apicum, carcinicultura e mangue, expressas em 3 níveis de adensamento



Fonte: Elaboração própria a partir de dados Sentinel-2 e IBGE

## CONCLUSÕES

A avaliação temporal da cobertura de manguezal do estuário do Rio Acaraú permitiu uma primeira abordagem na compreensão dos elementos que estão em curso na área de estudo, contribuindo para o alcance dos objetivos estratégicos estabelecidos no PAN Manguezal. Em um cenário de disputa de formas de uso do espaço, seja por sua dinâmica natural, seja por ações deliberadas e dotadas de intencionalidades por um grupo social, observa-se um certame, sobretudo em áreas ocupadas, ora pela planície hipersalina cujos processos naturais desempenham uma importante função no equilíbrio ecológico do manguezal, ora por tanques de criação de camarão em cativeiro.

Aspectos metodológicos precisam ser ressaltados em face dos resultados alcançados. Os dados do MapBiomas apresentam uma consolidada metodologia que já se encontra na sétima coleção, com aprimoramentos constantes, permitindo, com segurança, o acompanhamento temporal das transições entre as diferentes formas de uso do solo. Por outro lado, a metodologia proposta para a imagem Sentinel-2 oferece maior detalhamento da análise espacial, pois é executada com uma resolução espacial de 10m contra 30m do utilizado pelo MapBiomas através das imagens Landsat, além de ampliar as possibilidades de relação dos dados com os aspectos da vegetação. A partir da utilização de dados com maior resolução espacial, pôde-se detalhar espacialmente o uso do solo e a cobertura vegetal, conforme proposto inicialmente.

## REFERÊNCIAS

CONGEDO, L. **Semi-automatic classification plugin documentation**. p. 198, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29474.02242/1>.

ESA, **Sentinel 2 MSI Introduction**, 2015. Disponível em: <https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/Sentinel%202-msi>. Acesso em: 10 set. 2022.

Para ambas as metodologias, a intensa dinâmica à qual o estuário do Acaraú está submetido traz um desafio a mais, na medida em que as alterações no ambiente, provocadas pela atividade da carcinicultura sobre o apicum, conferem um ruído na identificação dessas classes. Isso se deve ao fato de que, dependendo do estágio da implementação dos tanques de cultivo, áreas já destinadas à carcinicultura podem apresentar feições semelhantes aos apicuns, quando a estrutura não está totalmente construída, podendo ter impacto nos resultados do mapeamento por meio dessa técnica.

Cabe ressaltar, ainda, a transformação dos apicuns em áreas de carcinicultura aqui identificada. Devem ser analisadas as implicações dessa tendência ao longo do tempo, uma vez que os apicuns têm um papel fundamental na dinâmica de avanço e retração do manguezal, desempenhando importante serviço ecossistêmico, em especial em um contexto de mudanças climáticas planetárias. Essa conversão deverá ser analisada em maior profundidade com monitoramento dos efeitos na conservação do ecossistema e nas dinâmicas sociais e econômicas do município.

De qualquer forma, mais do que encerrar a discussão sobre a identificação e a quantificação do manguezal do estuário, este trabalho abre possibilidades para o aprofundamento da análise espaço-temporal da área de estudo em um natural convite a outros colaboradores que venham a contribuir no aprofundamento da relação entre parâmetros biofísicos do manguezal de Acaraú e dados de sensoriamento remoto.

GESTEIRA, T.C.V., PAIVA, M.P. Impactos ambientais dos cultivos de camarões marinhos no nordeste do Brasil. **Periódicos UFC**, 2017. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/arquivosdecienciadomar/article/view/6487>

ICMBio- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Plano de Ação Nacional para**

**Conservação das Espécies Ameaçadas e de Importância Socioeconômica do Ecossistema Manguezal** - Sumário Executivo. 2015.

ICMBio- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE **Atlas dos Manguezais do Brasil. Brasília.** 2016.

LIU, W.T.H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto.** Campo Grande: Ed. UNIDERP. 2007.

MAIA, R. C. **Manguezais do Ceará.** Recife: Ed. Imprima, 2016.

MAPBIOMAS **Brasil.** Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 10 set. 2022.

PANIZZA, A. C.; FONSECA, F. P. Técnicas de Interpretação Visual de Imagens.

**Revista da GEOUSP - Espaço e Tempo,** São Paulo, n. 30, p. 30-43, 2011.

OUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. **Monitoring the vernal advancement of retrogradation (greenwave effect) of natural vegetation.** NASA/GSFC, Type III, Final Report, Greenbelt, 1973, 63 p.

TRAN, L. X.; FISCHER, A. Spatio-temporal changes and fragmentation of mangroves and their effects on fish diversity in the province of Ca Mau (Vietnam). **Coastal Conservation Journal**, v. 21 n. 3, p. 355-368, 2017.

UMROH; ADI, W.; SARI, S. P. Detection of mangrove distribution on Pong Island. **Procedia Environmental Sciences**, v. 33, p. 253-257, 2016.

# 2 Microbiota fúngica associada a manguezais

Manoel de Araújo Neto Paiva  
Elciane Maria do Nascimento Farias  
Ronyelle Vasconcelos Teixeira  
Tamires Araújo Fortunato

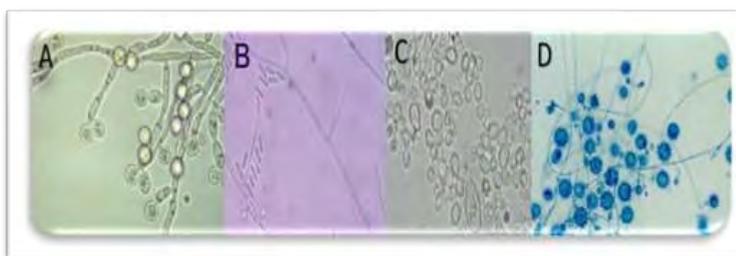
## INTRODUÇÃO

Os fungos são seres eucarióticos com pigmentos fotossintéticos ausentes, assim, são incapazes de absorver energia luminosa e de utilizá-la para a produção de compostos orgânicos; classificam-se como seres heterotróficos. São caracterizados por uma estrutura somática geralmente constituída de filamentos alongados microscópicos, denominados hifas.

As hifas podem ser cenocíticas ou asseptadas (sem compartimentos criados pela presença de septos); tabicadas ou septadas. Esses microrganismos se caracterizam por serem unicelulares ou multicelulares e classificam-se, quanto à sua morfologia, em leveduras e filamentosos, respectivamente, e ainda em um terceiro grupo denominado dimórficos, podendo apresentar-se tanto na forma filamentosa quanto leveduriforme, dependendo, para isso, de alguns fatores, como a temperatura a que é exposto. Na temperatura ambiente de 25-28°C, apresentam-se como filamentosos e, na temperatura de 37-39°C, se mostra como levedura (Figura

1), haploides (homo ou heterocarióticos), com parede celular contendo quitina e  $\alpha$ -glucano. Não apresentam plastos ou pigmentos fotossintéticos. Pertencem ao Reino Fungi, que é constituído por 10 filos: Blastocladiomycota; Chytridiomycota; Cryptomycota; Ascomycota; Basidiomycota; Entorrhizomycota; Microsporidia; Mucoromycota; Neocallimastigota; e Zoopagomycota (NCBI, 2022).

**Figura 1** – A: Leveduras;  
B: Fungo Filamentoso,  
C: Dimórfico leveduriforme,  
D: Dimórfico na forma filamentosa.



Fonte: Paiva (2010).

Um dos papéis dos fungos na natureza é o de decomposição de matéria orgânica morta, uma vez que eles são os principais decompositores da biosfera; além disso, os fungos também estabelecem outras relações ecológicas e realizam associações mutualísticas com organismos diversos, como no caso de algumas formigas que os cultivam para quebrar a celulose e a lignina presentes em elementos vegetais, liberando glicose como alimento para elas. Nas plantas associadas às raízes, formam as micorrizas e, com as algas, os fungos originam os líquens. Também são usados pelo homem como comida, na produção de alimentos e fármacos. Entretanto, existem aqueles que são parasitas e capazes de causar doenças. Destaca-se que, das 100 mil espécies de fungos conhecidas, cerca de 200 são patogênicas (Evert; Eichhorn, 2014).

Estes microrganismos ocupam vários nichos no ambiente e, de forma geral, não necessitam colonizar e infectar tecidos vivos para perpetuar a espécie, diferindo, assim, dos vírus, protozoários e de algumas bactérias. São seres ubíquos e fazem parte da microbiota aérea, aquática e de solos, além da biota de animais e plantas (Silva; Coelho, 2006). A população de fungos que habita a pele e mucosas de indivíduos normais e saudáveis é denominada de microbiota fúngica

desempenham um papel bem definido na manutenção da saúde, impedindo a colonização por patógenos, e desempenhando a função de bioindicador ambiental. Assim, os fungos constituem essas comunidades distribuídas na pele e nos anexos, cavidade oral, vias aéreas, genitais e no trato gastrointestinal (Rajilic-Stojanovic *et al.*, 2013). Especificamente nos ecossistemas manguezais, os fungos desempenham a função de decompositores de folhas e troncos e, em geral, desempenham um forte papel ecológico, posto que os detritos resultantes desse processo constituem uma excelente fonte de nutrientes para animais detritívoros, sendo, portanto, a base da cadeia alimentar do ecossistema; mas também podem ser causadores de diversas doenças em organismos aquáticos (Castro; Huber, 2012).

Desta forma, diante da diversidade e da importância dos fungos para o ambiente, estudos vêm sendo direcionados na tentativa de elucidar questões quanto ao papel dos fungos em diferentes ambientes, sua relação entre a fauna e a flora, bem como o papel desses organismos na avaliação de impactos ambientais. Assim, este capítulo tem o papel de compilar informações sobre as relações entre os fungos e o ecossistema manguezal, de forma a esclarecer dúvidas e servir de base para próximos estudos.

## 1. MICROBIOTA FÚNGICA ASSOCIADA A MANGUEZAIS

De modo geral, os fungos tendem a ser associados, exclusivamente, a prejuízos comuns aos seres humanos, tais como doenças e deterioração de alimentos. No entanto, esses complexos microrganismos são fundamentais na produtividade do ecossistema (Holguin; Vazquez; Bashan, 2001). Em relação ao ambiente manguezal, as relações entre os microrganismos estão ligadas ao ambiente aquático, à fauna residente e transitória, como aves migratórias, e ao próprio mangue, seja relacionado a patologias, à microbiota ou mesmo à busca de novos produtos biotecnológicos. Assim, o estudo da biodiversidade microbiana

em manguezais é de grande importância para o entendimento dos diferentes processos, seja no ecossistema terrestre, seja no aquático. Esta relevância se concretiza no papel biológico desses organismos no ambiente e como componentes da microbiota, bem como na investigação do potencial biotecnológico para o rastreamento de novos compostos bioativos. O manguezal é um ponto importante do desenvolvimento desses estudos (Surajit *et al.* 2006; Cowen *et al.*, 2014; Hoondie *et al.*, 2019; Ayed *et al.*, 2021; Vidya; Sebastian, 2022), e a produção de biodiesel (Kakkad *et al.*, 2015).

## 1.1 MICROBIOTA FÚNGICA ASSOCIADA A CORPOS HÍDRICOS

Os fungos possuem ampla importância ambiental, pois participam da ciclagem de nutrientes, contribuindo com a decomposição da matéria orgânica; além disso, são considerados possíveis bioindicadores da qualidade de água, fato este evidenciado pela alta tolerância deste grupo a variações de temperatura, pH, poluição, entre outras variáveis. São considerados seres ubíquos (sobrevivem em vários ambientes) e sua presença no meio ambiente pode ser demonstrada pela variação das características dos locais onde são encontrados. Em ambientes aquáticos, por exemplo, os fungos tendem a responder a possíveis alterações, sejam de origem natural, sejam antropogênicas. Existem trabalhos publicados descrevendo metabólitos fúngicos, a partir de cepas de fungos isolados de oceanos, animais marinhos, algas marinhas, linhas costeiras, estuários e manguezais. Em alguns casos, os organismos foram identificados; em outros, não foram definitivamente identificados, apenas chamados de derivados marinhos (Overy, 2014).

Quando se trata do ambiente terrestre, existem diferentes estudos avaliando a microbiota fúngica, porém, poucos estudos apontam a ocorrência crescente de fungos filamentosos e leveduriformes no ambiente aquático, assim como as infecções fúngicas ocasionadas por contaminação em corpos hídricos. Nas pesquisas existentes, dentre as principais espécies encontradas, destacam-se os gêneros *Penicillium*, *Aspergillus*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces* e *Trichosporon* (Ottoni *et al.*, 2014; Brilhante *et al.*, 2016; Sessegolo *et al.*, 2011). Esses estudos evidenciam a importância do conhecimento entre as relações qualitativas de espécies fúngicas em ambientes aquáticos e utilizadas para consumo humano, seja direto, por recreação, seja por outra atividade antrópica. Um fato importante é a associação de achados fúngicos com a qualidade de água nos vários ambientes aquáticos. Por exemplo, o estado de eutrofização de ambientes aquáticos pode

ser avaliado pela análise microbiológica desses ecossistemas, incluindo a observação de algumas espécies de fungos conhecidas como indicadoras de poluição em meios aquáticos (Medeiros *et al.*, 2012; Brilhante *et al.*, 2011; 2014; 2015).

Dentre os fungos utilizados como indicadores ambientais, o uso de leveduras como bioindicadores da qualidade de água tem sido evidenciado, uma vez que tais microrganismos são encontrados em áreas eutrofizadas, principalmente naquelas próximas a esgotos, ambientes de cultivo de animais aquáticos e efluentes industriais. Dentre as espécies mais encontradas, destaca-se a *Candida* spp. Tal espécie é cotada por estar associada à presença de fezes, tanto humanas como de animais e, segundo pesquisas, estão fortemente associadas à degradação ambiental oriunda da ação antrópica sofrida no meio (Brandão *et al.*, 2010; Brilhante *et al.*, 2015).

Quando em ambiente eutrofizado, a *Candida* spp. pode sofrer mudanças, tornando-se, assim, resistente a medicamentos. Tal fenômeno pode estar associado à presença de agentes químicos oriundos de efluentes industriais que contaminam ambientes aquáticos; portanto, a utilização de tais microrganismos como bioindicadores da qualidade da saúde ambiental é de suma importância (Brilhante *et al.*, 2016).

Frequentemente, as doenças causadas por fungos estão associadas à baixa imunidade dos hospedeiros, sendo a origem da contaminação, por sua vez, associada ao contato com água contaminada. Por este motivo, nas últimas décadas, os fungos entraram no rol de contaminantes da água potável e carreadores de doenças de veiculação hídrica, uma vez que pesquisas apontam a ocorrência de alergias e de patologias, principalmente em pacientes imunodeprimidos (pacientes com AIDS, transplantados, hemodializados, etc.), associadas a infecções fúngicas (Sessegolo *et al.*, 2011; Ottoni *et al.*, 2014).

É de concordância geral entre os pesquisadores que a ausência de estudos sobre fungos no ambiente aquático, de certa forma, diminui a importância da sua detecção, uma vez que, por não haver estudos suficientes, não há uma sistemática padronizada entre os laboratórios, além de haver aplicação de metodologias inadequadas, ausência de identificação e, muitas vezes, ausência de tais microrganismos na água devido a erros metodológicos (Sessegolo *et al.*, 2011; Varo *et al.*, 2007) que acabam por dificultar futuros estudos com este grupo. Além disso, o papel dos fungos como bioindicadores da qualidade de água vem sendo direcionado na tentativa de padronizar uma análise desses microrganismos para avaliação ambiental, já que estão associados, intimamente, à presença de fezes de animais e de seres humanos e à poluição oriunda de esgotos domésticos ou mesmo de insumos industriais, o que pode denotar certo grau de degradação do meio ambiente. Isso evidencia a importância de se estudar tal grupo (Medeiros *et al.*, 2012; Brilhante *et al.*, 2016).

Costa *et al.* (2016) afirmam que os coliformes fecais sozinhos podem não afetar a saúde humana, mas eles indicam a presença de outros seres que causam danos tanto ao corpo d'água, de modo geral, tais como a potabilidade e o uso recreacional das águas, como à saúde da população que se utiliza dessas águas.

Quanto às leveduras, há uma grande quantidade presente em ambientes costeiros, tais como estuários, já que estas são resistentes às variações de salinidade, pH, temperatura, dentre outros parâmetros abióticos, e a fatores bióticos (Pinto, 2011). As leveduras do gênero *Candida* podem ser utilizadas como bioindicadoras de poluição em habitats aquáticos devido a sua habilidade de resposta às mudanças na composição desses ecossistemas. Por esse motivo, são consideradas ferramentas promissoras para o monitoramento de corpos d'água (Brilhante *et al.*, 2016).

Existem muitos trabalhos com isolamento de coliformes fecais em ambientes

aquáticos fazendo uma análise comparativa com dados abióticos. Porém, há uma escassez desses parâmetros relacionados a leveduras isoladas em ecossistemas estuarinos. Estudos desenvolvidos por Almeida *et al.* (2005), Medeiros *et al.* (2012), Brandão *et al.* (2010), Brilhante *et al.* (2011; 2015; 2016) em lagos e estuários dão conta de que há uma correlação entre a existência de coliformes fecais com a presença de leveduras patogênicas. Diversos autores também relacionam a presença e a proliferação de coliformes fecais e leveduras com ambientes degradados (Freitas *et al.*, 2017; Sampaio, 2010; Coelho *et al.*, 2010; Brilhante *et al.*, 2016), bem como o fato de a presença deles em corpos hídricos afetar a saúde humana (Brilhante *et al.*, 2016). Por exemplo, Almeida (2005) afirma, em seu estudo, que a espécie *Candida parapsilosis* é aquela com maior grau de incidência associada com poluição fecal estuarina.

Leveduras são mais resistentes que coliformes fecais a alterações dos fatores bióticos e abióticos em ecossistemas aquáticos, mas esses dois microrganismos possuem uma relação positiva quanto a sua densidade (Almeida, 2005; Brandão *et al.*, 2010). Apesar disso e de serem organismos ubíquos, as leveduras podem ser utilizadas como uma ferramenta promissora no monitoramento de corpos d'água (Brilhante *et al.*, 2016). Vale destacar que o número de leveduras recuperadas de ambientes aquáticos alterados é maior que o de coliformes fecais, demonstrando, com isso, a melhor eficiência de leveduras como bioindicadoras da poluição em corpos d'água (Medeiros *et al.*, 2012; Brilhante *et al.*, 2016).

Ademais, em relação ao monitoramento de ambientes aquáticos, além da análise da presença de cepas do gênero *Candida*, outros mecanismos podem ser avaliados para fortalecer uma análise da qualidade de corpos hídricos, como o perfil de resistência desses microrganismos a derivados azólicos; assim, o isolamento de espécies resistentes a medicamentos pode ser usado, com um elevado nível de confiança, como ferramenta na análise de ambientes aquáticos poluídos

(Brilhante *et al.*, 2016). Esses mecanismos fundamentam a utilização de leveduras como bioindicadores de alterações nos ambientes aquáticos (Brilhante *et al.*, 2016; Hagler *et al.*, 1995; Medeiros *et al.*, 2012; Simard, 1971).

Para analisar o nível trófico, a saúde e o nível de poluição por toxinas nos corpos d'água de cada localidade, faz-se necessária uma análise da sanidade dos estuários (Silva, 2000). Com isso, aumenta a necessidade de conhecer os aspectos biótico e abiótico de regiões lóticas para um melhor monitoramento da qualidade das águas, assim como do sedimento, pois como as águas de zonas estuarinas, o solo também pode ser poluído por resíduos descartados pelo homem, haja vista o seu poder de absorver contaminantes (Brilhante *et al.*, 2015).

A grande diversidade de espécies de fungos marinhos é controlada por inúmeros fatores que interagem entre si, sendo a temperatura e a salinidade do mar os principais fatores que determinam a distribuição geográfica desses fungos. Muitos estudos que tratam do efeito da salinidade sobre o crescimento de fungos consideram apenas o crescimento vegetativo. De fato, não há somente um único fator que pode explicar a diversidade existente; o ambiente marinho é um ecossistema complexo e, considerando os diferentes fatores que influenciam a ocorrência de fungos, pode-se obter uma melhor imagem da sua ecologia e, provavelmente, considerar a importante conservação dos habitats marinhos. E, quando se trata do ambiente manguezal,

esses pontos são ainda mais importantes devido às características inerentes a esse ecossistema, como as amplas variações de salinidade observadas devido às amplitudes de marés e ao encontro das águas nos estuários (Jones, 2000).

No ecossistema manguezal, os fungos desempenham a função de decompositores, ou seja, participam da ciclagem de nutrientes, assim como as bactérias. E, como as bactérias, muitos fungos são causadores de diversas doenças em organismos aquáticos (Castro; Huber, 2012).

Várias espécies de leveduras têm sido associadas a corpos d'água com grandes quantidades de nutrientes, que podem ser trazidos por efluentes das indústrias de carcinicultura, bem como por esgotos domésticos (Freitas *et al.*, 2017; Brandão *et al.*, 2010).

Segundo Medeiros *et al.* (2012), atividades antrópicas que degradam corpos d'água tornam diversas espécies de *Candida* resistentes a derivados azólicos.

Microrganismos patogênicos podem contaminar organismos marinhos e ecossistemas costeiros, contribuindo, assim, para a transmissão de doenças em seres humanos. Mas esses organismos e ecossistemas também podem ser utilizados como sentinelas quanto à saúde desses ambientes (Stewart *et al.*, 2008). Tendo isso em vista, há a necessidade de monitoramento desses corpos d'água devido ao crescimento populacional desenfreado e à expansão das cidades sem um planejamento adequado (Cardonha *et al.*, 2005).

## 1.2 RELAÇÃO ENTRE FUNGOS, PLANTAS OU ANIMAIS EM MANGUEZAIS

É sabido que fungos apresentam uma importante associação com animais, sendo comumente encontrados compondo a microbiota habitual desses organismos. A relação entre fungos e animais mais corriqueiramente estudada e, portanto, conhecida, consiste na microbiota estomacal de ruminantes e suas contribuições na digestão, nutrição e saúde desses seres (Abrão *et al.*, 2011). No entanto, a ocorrência e a distribuição

de espécies fúngicas não se restringem somente a esse animal ou meio, havendo sido encontrados representantes do grupo em associação a outros representantes da fauna e da flora em manguezais.

Embora a relação entre a microbiota fúngica e os animais em ambientes de manguezais ainda necessite ser elucidada, tanto em relação à diversidade quanto em relação ao seu papel ecológico, já foram realizados estudos descrevendo a

diversidade de fungos associados a algas, ascídias, esponjas, holontúrias, crustáceos, moluscos e outros animais. Nesses estudos, foi evidenciada a presença de espécies distintas distribuídas entre diferentes gêneros, sendo os mais representativos em relação aos fungos filamentosos, pertencentes ao filo Ascomycota, principalmente os pertencentes aos gêneros *Botryosphaeria*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Acremonium*, *Bionectria*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Colletotrichum*, *Glomerella*, *Alternaria*, *Cochliobolus*, *Eutypella*, *Pestalotiopsis*, *Xylaria*, *Apiospora*, *Arthrimum* e *Phoma*. Para o filo Zygomycota, foram encontrados os gêneros *Cunninghamella*, *Mucore* e *Rhizopus*, e o filo Basidiomycota apresentou os gêneros *Marasmiellus*, *Amphinema* e *Trametes/Perenniporia* (Menezes *et al.*, 2010; Calabon *et al.*, 2019).

Em estudos realizados com diferentes aves marinhas, foram isolados como principais representantes os fungos dos gêneros *Candida* e *Aspergillus*, o que demonstra que esses microrganismos são comuns ao trato respiratório das aves analisadas, fazem parte da microbiota normal e podem apresentar-se como patogênicos apenas se elas já apresentarem um quadro de infecção estabelecida, gerando uma queda de imunidade, podendo ocorrer, assim, um quadro de micose oportunista (Zampieri *et al.*, 2013).

Em relação à atividade microbiana, os principais estudos abordando os fungos relatam a capacidade desses microrganismos de produzir enzimas que têm a habilidade para degradar lignina, celulose e outros componentes presentes em plantas, demonstrando seu papel como degradador natural (Baldrian; Valaskova, 2007; D'Souza; Merritt; Reddy, 1999; Rodriguez *et al.*, 1996). A partir daí, já existem estudos comprovando que isto é importante para a alimentação de alguns animais como caranguejos e nematódeos (Fiorenza, 1993; Gwyther, 2003) ou mesmo para a busca na identificação de fungos endofíticos presentes em mangues (Costa, 2003; Carvalho *et al.*, 2015; Moitinho *et al.*, 2022).

Em se tratando de plantas, os estudos com fungos endofíticos isolados a partir de árvores do manguezal demonstram diferentes grupos, tais como os pertencentes aos gêneros *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Colleotrichum*, *Fusarium*, *Macrophoma*, *Nigrospora*, *Penicillium*, *Pestalotiopsis*, *Phormopsis* e *Phyllosticta*, além dos fungos *Guignardia* sp e *Colletotrichum gloeosporioides* que ocorrem em elevada frequência. Outras espécies também podem ocorrer, tais como as pertencentes aos gêneros *Hormonema*, *Sopulariopsis* e *Sphaerosporium*, associadas aos fungos endofíticos em ambientes tropicais. Destaca-se que as principais espécies de manguê estudadas são *Laguncularia racemosa*, *Avinennia schaueriana* e *Rhizophora mangle*, bem como de outras espécies vegetais presentes no ecossistema como *Hibiscus pernambucensis* e *sida cordifolia*. Destaca-se, ainda, que as espécies de fungos encontradas são, muitas vezes, comumente relatadas como patógenos em animais e plantas, o que pode demonstrar aqui um mecanismo para avaliar o estado de saúde desse ecossistema (Carvalho, 2015; Hamsah *et al.*, 2018; Moitinho *et al.*, 2022).

Existem dois padrões de povoamento desses microrganismos nas folhas de manguê, quando se trata de desenvolvimento de doenças ou de decomposição: se as folhas estiverem vivas e ainda nos mangues, a colonização fúngica só ocorre após o crescimento bacteriano com a formação de biofilme; e, em contrapartida, se as folhas estiverem caídas, o início do processo de colonização se dá por fungos, uma vez que devido à emissão de compostos fenólicos, que inibem o crescimento de alguns microrganismos, os fungos são os primeiros colonizadores e os principais responsáveis pela degradação (Matonkcar, 1981; Newell; Fell, 1997).

Adicionalmente, já se sabe que os fungos são importantes nos seguintes aspectos: a) início da degradação das plantas, em decorrência do aumento

de nutrientes e compostos nitrogenados, o que aumentaria o potencial nutricional vegetal, embora já tenha sido relatado que nem sempre ocorre dessa forma; b) melhora da palatabilidade pela produção de enzimas que auxiliam na digestão de folhas por caranguejos, nematoídeos e outros animais da meiofauna de manguezais (Barlocher, 1982; Barlocher; Kendrick, 1973; Blum *et al.*, 1988; Fiorenza, 1993; Gwyther, 2003).

Ademais, questiona-se qual o papel dessa microbiota como componente permanente ou transitório do trato digestório de animais e suas diferentes implicações (Harris, 1993). Assim, já foi demonstrado o interesse de pesquisadores, com vista à descoberta do potencial nutricional desses microrganismos, tanto de forma introduzida, no caso dos que são mantidos em cativeiro, quanto daqueles de vida livre e que consomem fungos como fonte de alimento natural (Costa, 2004).

### 1.3 SENTINELAS EM MANGUEZAIS

A microbiota intestinal de invertebrados aquáticos é semelhante à do meio ambiente em que estão inseridos; assim, leveduras podem ser mais facilmente isoladas com origem nestes animais do que diretamente do ambiente aquático. Dessa forma, estes animais, especialmente moluscos bivalves e crustáceos, podem ser utilizados para melhorar o isolamento de leveduras em ambientes aquáticos, que, por sua vez, atuam como bioindicadores para a análise da saúde ambiental (Hagler *et al.*, 1995; Kuty; Philip, 2008).

O termo sentinela foi utilizado pela primeira vez na década de 1950 para descrever os bivalves utilizados, além de detectar e mapear radioatividade (Washington, 1984). Desde então, o programa *Mussel Watch* é utilizado em vários estudos que envolvem a utilização de bioacumuladores. Em geral, sentinelas são monitores biológicos capazes de acumular poluentes sem receber efeitos secundários significativos e são, principalmente, utilizados para medir a quantidade de um determinado poluente, com vistas a aumentar a sensibilidade de determinada técnica analítica e/ou para facilitar a interpretação de um sinal complexo de poluição. Com efeito, as espécies sentinelas podem ser classificadas em três grandes grupos: 1) espécies monitoras, cujas funções biológicas são reduzidas na presença

de certos poluentes; 2) espécies indicadoras, apontando a presença de um desequilíbrio por aumento ou diminuição de sua ocorrência no ambiente; e 3) espécies sentinelas, que acumulam poluentes em seus tecidos sem sofrer danos significativos, permitindo a quantificação da fração biodisponível de uma determinada substância química em um ecossistema. Adicionalmente, as sentinelas também podem ser descritas como organismos que podem acumular algumas espécies de microrganismos bioindicadores nos seus sistemas (Beeby, 2001).

Em 1993, o programa internacional *Mussel Watch* inseriu o Brasil em suas análises para o monitoramento de contaminantes químicos costeiros utilizando bivalves e foi demonstrada a necessidade de avaliar melhor a extensão e a gravidade das concentrações de poluentes nas zonas costeiras do país (Farrington; Tripp, 1994). Considerando-se que estes compostos químicos podem causar alterações na expressão ou na sequência de genes específicos (Keenan *et al.*, 2007; Muller *et al.*, 2007), que, por sua vez, podem conduzir à resistência de azólicos (Kanafani; Perfect, 2008), parece plausível pensar que o acúmulo de compostos químicos nos tecidos pode aumentar a taxa de resistência a azólicos entre leveduras na microbiota de animais sentinelas.

## 2. FUNGOS NO MANGUEZAL DE ACARAÚ: CAMINHOS PARA UM MONITORAMENTO AMBIENTAL

No município de Acaraú, foram realizados estudos avaliando a microbiota fúngica entre agosto de 2014 e setembro de 2017. Assim, a proposta nesse tópico é uma apresentação dos principais resultados obtidos nas análises dos diferentes sítios de estudo, como o estuário do Rio Acaraú, a microbiota fúngica de sedimentos, das espécies de mangue *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* e *Laguncularia racemosa*, ostras do gênero *Crassostrea* e do caranguejo *Uca rapax*.

Em 2014, foi realizado o primeiro estudo com o objetivo de avaliar o papel de fungos como ferramenta no monitoramento do manguezal de Acaraú, investigando o papel do caranguejo *Uca rapax* como sentinela no isolamento de fungos bioindicadores. Foi verificada uma relação direta entre os gêneros isolados no conteúdo estomacal desses animais e aqueles isolados no substrato de tocas dos caranguejos, com ênfase para espécies pertencentes aos gêneros *Aspergillus*, *Rhizomucor*, *Cryptococcus* e *Candida*, incluindo espécies associadas como bioindicadoras de poluição, a exemplo de *Candida parapsilosis*. Destaca-se que foi observada uma relação direta entre os achados e as áreas com impacto ambiental, tais como fazendas de carcinicultura e zona portuária, indicando que esses ambientes estão sofrendo impacto antrópico, o que, futuramente, poderá até alterar o seu cenário físico. No entanto, são necessários mais estudos nas áreas para comprovar e comparar estas alterações. Aparentemente, a associação de fungos com o sedimento em manguezais parece estar ligada diretamente à localização geográfica e à estrutura do hospedeiro analisada, seja ele fruto, folhas, troncos, seja o trato digestório de animais (Lee *et al.*, 2019).

No ano de 2015, foi realizado um estudo com ostras do gênero *Crassostrea*,

colhidas em três manguezais desse município. Estas foram extraídas de raízes de *Rhizophora mangle*, sendo analisada a microbiota de um total de 252 ostras, das quais foram isoladas 1.058 unidades formadoras de colônias (UFCs), sendo 492 de fungos filamentosos e 566 de leveduras. Do total isolado, foram distribuídos em 28 gêneros, dos quais 25 foram de fungos filamentosos e 2 divididos em 5 espécies de leveduras. Destes, os gêneros *Aspergillus*, *Chyso sporium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Geotricum*, *Microsporium*, *Penicillium*, *Staphylo trichum*, *Hortaea*, *Phaeoacremonium*, *Plectosporium* e *Scy talidium*, *Papulaspora*, *Voletella*, *Bipolaris* e *Tetraploa* foram os representantes dos fungos filamentosos; para as leveduras, foram isolados os gêneros *Candida* e *Rhodotorula*.

Destaca-se que os principais isolados de leveduras pertencem às espécies *C. parapsilosis* e *R. mucilaginosa*, ambas descritas como espécies bioindicadoras e intimamente relacionadas a efluentes poluídos. Ademais, destaca-se que os isolados foram relacionados a ambientes com níveis de impacto antrópico diferentes, sendo eles uma zona portuária e uma área próxima a fazendas de carcinicultura.

Em 2016, foi realizado um estudo verificando a microbiota fúngica do conteúdo estomacal do gastrópode *Littoraria angulifera*, isolado dos mangues *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* e *Laguncularia racemosa*, bem como das folhas dos mangues. Nesse estudo, foi obtido um total de 194 amostras de fungos isolados, sendo 105 delas pertencentes ao conteúdo estomacal do gastrópode e 85 cepas referentes aos mangues. Foram isolados 21 gêneros de fungo filamentoso e três de leveduras. Ocorreram os gêneros de fungos filamentosos *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Trichophyton*, *Hortaea*, *Acremonium*, *Cladophialophora*,

*Alternaria*, *Chrysosporium*, *Cladosporium*, *Hormonema*, *Microsporium*, *Rhizomucor*, *Arthrographis*, *Cyphelophora*, *Cylindrocarpon*, *Madurella*, *Myxotrichum*, *Phialemonium*, *Stenella* e *Trichoderma*. Em relação aos isolados de leveduras, foram identificados três gêneros, sendo eles *Candida*, *Rhodotorula* e *Thrichosporon*. Destaca-se que a espécie *Candida parapsilosis sensu lato* foi a mais isolada no estudo, representando 37% das leveduras isoladas. Nesse estudo, não foi verificada uma relação direta entre os fungos filamentosos e o nível de impacto nas áreas estudadas, entretanto, os isolados de leveduras demonstram o papel deste gastrópode como sentinela no isolamento de leveduras consideradas bioindicadoras.

Em estudo realizado com água do estuário do Rio Acaraú, em 2017, comparando a presença de leveduras a coliformes fecais, foi observada uma relação direta de antagonismo microbiano (Figura 4). Com isso, foram feitos testes adicionais com as cepas e observaram-se características fungicidas em metabólitos bacterianos, uma possível explicação para a não ocorrência de leveduras em coletas com elevado número de isolados de *E. coli*. Do total de cinco coletas, foram isoladas 60 cepas de leveduras, distribuídas em dois gêneros, *Candida* sp. (n = 54) e *Rhodotorula* sp. (n = 6). Tais dados diferem do que foi obtido por Brilhante *et al.* (2014), que isolaram apenas 20 cepas de *Candida* provenientes de ambiente aquático em 12 coletas com 96 amostras, demonstrando, com isso, a eficiência da metodologia de diluição das amostras, a qual foi utilizada como padrão no estudo em Acaraú. Nessa análise, o gênero *Candida* apresentou o maior número de espécies, corroborando com os trabalhos de Medeiros *et al.* (2012), Brilhante *et al.* (2011; 2014; 2015; 2016), dentre outros. Destaca-se aqui que *C. parapsilosis sensu lato* foi a espécie que teve a maior porcentagem de ocorrência (48%), seguida pela *C. guilliermondii* (27%), duas espécies consideradas patógenos oportunistas, sendo a última comumente isolada de ambientes contaminados por efluentes

domésticos e industriais (Medeiros *et al.*, 2012; Brandão *et al.*, 2010).

Um dado importante foi o isolamento de 28 cepas de leveduras em uma única coleta; um número muito alto se comparado com as outras coletas do mesmo estudo ou até de estudos diferentes. Uma das possíveis causas para a grande ocorrência de leveduras pode ter sido a baixa salinidade, influenciada pelo período do ano (chuvoso), apesar de Almeida *et al.* (2005) não terem conseguido correlacionar a presença de leveduras com nenhuma medida de salinidade.

Não houve diferença significativa na quantidade de espécies de leveduras nos pontos de coleta, mas foi observada uma diferença quando comparados com a presença de *E. coli*. Esses achados demonstram uma forte interação entre os bioindicadores fúngicos e fecais; entretanto, mais estudos devem ser direcionados na tentativa de elucidar essa hipótese. Ademais, salienta-se que 24% das cepas isoladas apresentaram resistência aos antifúngicos derivados azólicos. Essa alta resistência encontrada pode ter sido causada pela ação antrópica de poluição dos corpos d'água com efluentes, causando mutação dos genes das leveduras, tornando-as resistentes aos antifúngicos comumente utilizados (Brilhante *et al.*, 2011; Brilhante *et al.*, 2016). Cepas resistentes a antifúngicos indicam que esses microrganismos podem ser considerados um risco a seres humanos que utilizam desses rios para recreação (Brandão *et al.*, 2010) e até mesmo que tiram seu sustento dessas águas. As espécies de leveduras isoladas nesse estudo, além de possivelmente patogênicas, são comumente associadas a ambientes degradados, como é o caso do estuário do rio Acaraú que possui em suas águas óleo de embarcações, resíduos sólidos tais como plástico, isopor, cordas de barcos, dentre outros, além de efluentes domésticos e industriais, tudo isso causando dano em corpos d'água de onde a população tira o seu sustento e usa como forma lazer.

**Figura 4** – Frequência de ocorrência das espécies de coliformes termotolerantes, coliformes totais e leveduras nas diferentes coletas no estuário do rio Acaraú, no ano de 2017.



## CONCLUSÕES

Estudos envolvendo fungos em ambientes de manguezais abrangem, basicamente, dois métodos distintos: o primeiro trata da análise da diversidade e sua relação com o zoneamento de manguezais, para um possível monitoramento desse ambiente, e o segundo trata da investigação de componente de interesse biotecnológico. Ainda existe um terceiro, pouco ou quase nada elucidado, que trata da relação ecológica desses microrganismos com a alimentação das espécies animais oriundas dos manguezais. Certamente, os estudos demonstram que quanto maior o grau de impacto ambiental maior a ação desses microrganismos como causadores de doenças, seja nos animais, seja no mangue, seja em plantas associadas.

Devido às características dos fungos, esses parecem ser um bom indicador para o ambiente dos manguezais e, nos diferentes estudos, as espécies associadas a diferentes níveis de eutrofização

e impactos antrópicos parecem ser as mesmas. Nos estudos realizados no município de Acaraú, entre os anos de 2014 e 2017, foi observado um elevado número de isolados de espécies de fungos considerados bioindicadoras de poluição, demonstrando a importância da realização de monitoramento e uma análise mais profunda quanto à avaliação dos fatores ambientais, aos isolados fúngicos e ao monitoramento de áreas impactadas.

Por fim, por ser um ambiente tão complexo, diferentes estudos devem ser direcionados para analisar de forma mais ampla as relações ecológicas entre os fungos e o manguezal para que possam ser investigadas as interações entre sedimento, frutos, folhas, troncos (pneumatóforos), matéria orgânica e água estuarina, além de microbiota animal e a relação entre esses microrganismos e a nutrição da fauna desse ecossistema.

## REFERÊNCIAS

- ABRÃO, F. O. et al. Leveduras no rúmen de caprinos e bovinos de corte em pastagem tropicais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Minas Gerais, v.63, n.2, p.526-529, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v63n2/39.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2016.
- ALMEIDA, J. M. G. C. F. Yeast Community Survey in the Tagus Estuary. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 53, p. 295 – 303, 2005.
- AYED, A. B. et al. Exploring the Diversity of Fungal DyPs in Mangrove Soils to Produce and Characterize Novel Biocatalysts. **Journal of Fungi**, v. 7, p. 21–23, 2021.
- BALDRIAN, P.; VALASKOVÁ, V. Degradation of cellulose by basidiomycetous fungi. **FEMS Microbiol**, Oxford, v. 32, p. 501–521, 2007.
- BARLOCHER, F.; KENDRICK, B. Fungi and food preference of *Gammarus pseudolimnaeus*. **Archiv Fur Hydrobiologie**, Stuttgart, v. 72, n. 4. p. 501-516. 1973.
- BLUM, L. K. et al. Abundance of bacteria and fungi in seagrass and mangrove detritus. **Marine Ecology: Progress Series**, v. 42, p. 73-78, 1988.
- BARLOCHER, F.; NEWELL, S. Y. Growth of the salt marsh perinkle *Littoraria irrorata* on fungal and cordgrass diets. **Marine Biology**, v. 118, p. 109 – 114, 1994.
- BEEBY, A. What do sentinels stand for? **Environmental Pollution**, v. 112, n. 2, p. 285-298, 2001.
- BRANDÃO, L. R., et al. Diversity and Antifungal Susceptibility of Yeasts Isolated by Multiple Tube Fermentation from Three Freshwater Lakes in Brazil. **Journal of Water and Health**, v. 8, n. 2, 2010.
- BRANDÃO, L. R., et al. Diversity and Antifungal Susceptibility of Yeasts Isolated by Multiple- Tube Fermentation from Three Freshwater Lakes in Brazil. **Journal of Water and Health**, v. 8, n. 2, 2010.
- BRILHANTE, R. S. N., et al. *Macrobrachium amazonicum*: an alternative for microbiological monitoring of aquatic environments in Brazil. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 2029-2034, 2014.
- BRILHANTE, R. S. N., et al. Surveillance of Azole Resistance Among *Candida* spp. as a Strategy for the Indirect Monitoring of Freshwater Environments. **Water Air Soil Pollut**, v. 226, p. 52, 2015.
- BRILHANTE, R. S. N., et al. Yeasts from *Macrobrachium amazonicum*: a Focus on Antifungal Susceptibility and Virulence Factors of *Candida* spp. **FEMS Microbiol Ecol**, v. 76, p. 268–277, 2011.
- BRILHANTE, R.S.N., et al. Azole resistance in *Candida* spp. isolated from Catú Lake, Ceará, Brazil: an efflux-pump-mediated mechanism. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 47, p. 33-38, 2016.
- CALABON, M. S. Fungal diversity of mangrove-associated sponges from New Washington, Aklan, Philippines. **Mycology**, v. 10, p. 6 -21, 2019.
- CARDONHA, A. M. S., et al. Monitoramento da Poluição da Água das Galerias Pluviais e do Mar por Meio de Avaliações Físico-Químicas e Microbiológicas. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 38, n. 71, p.78, 2005.
- CARVALHO, S. S. et al. Micoflora endofítica em manguezal do Norte Fluminense. **Perspectivas online: biológicas e saúde**, Campos dos Goytacazes, v. 18, n. 5, p. 79-80, 2015.
- CASTRO, P.; HUBER, M.E. O Mundo Microbiano. In: CASTRO, P.; HUBER, M.E. (Orgs.). **Biologia Marinha**. Porto Alegre: AMGH, 2012, p. 85 – 101.

- CASTRO, P.; HUBER, M.E. O Mundo Microbiano. In: CASTRO, P.; HUBER, M.E. (Orgs.).
- Biologia Marinha.** Porto Alegre: AMGH, 2012, p. 85 – 101.
- COELHO, M. A., et al. The Dynamics of the Yeast Community of the Tagus River Estuary: Testing the Hypothesis of the Multiple Origins of Estuarine Yeasts. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 98, p. 331–342, 2010.
- COWEN, L.E. et al. Mechanisms of Antifungal Drug Resistance. **Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine**, p. 1-22, 2014.
- COSTA, I. P. M. W. **Fungos endofíticos isolados de vegetais do manguezal do Rio Paripe, Ilha do Itamaracá, Pernambuco, Brasil.** Recife, 2003. 82 p. Dissertação (Mestrado em Micologia Básica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.
- COSTA, L. F. Leveduras na nutrição animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.1, p.01-06, 2004.
- COSTA, W. F., et al. Análise Bacteriológica da Água e o Perfil de Susceptibilidade aos Antimicrobianos das *Escherichia coli* Isoladas. **Journal Health NPEPS**, v. 1, n. 2, p. 160-177, 2016.
- D' SOUZA, T. M.; MERRITT, C. S.; REDDY, C. A. Lignin-Modification Enzymes of the White Rot Basidiomycete *Ganoderma lucidum*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 65, n. 12, p. 5307–5313, 1999.
- EVERT, R. F. e EICHHORN, S. E. RAVEN. **Biologia vegetal.** 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.
- FARRINGTON, J.W.; TRIPP, B.W. **International Mussel Watch Project: Initial Implementation Phase**, Final Report: October 1994, International Mussel Watch Committee. Universidade da Califórnia. National Oceanic and Atmospheric Administration, 1994.
- FIORENZA, M. Feeding ecology of mangrove crabs in North Eastern Australia: mangrove litter consumption by *Sesarwla messa* and *Sesarma smithii*. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, v. 171, p. 165 – 186. 1993.
- FREITAS, F. et al. Microbiological quality and environmental factors of estuarine area of Iguape Bay Marine Reserve (Bahia) for cultivation of native oysters. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, AHEAD, 2017.
- FREITAS, F. et al. Microbiological quality and environmental factors of estuarine area of Iguape Bay Marine Reserve (Bahia) for cultivation of native oysters. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, AHEAD, 2017.
- GWYTHYR, J. Nematodes assemblages from *Avicennia marina* leaf litter in a temperate mangrove forest in South-eastern Austrália. **Marine Biology**, v. 142, p. 289 – 297. 2003.
- HAGLER, A. N. et al. Yeast as an example of microbial diversity in brazilian ecosystems. **Oecologia brasiliensis**, v. 1, p. 225-244, 1995.
- HAMZAH, T. N. T. et al. Diversity and Characterization of Endophytic Fungi Isolated From the Tropical Mangrove Species, *Rhizophora mucronata*, and Identification of Potential Antagonists Against the Soil-Borne Fungus, *Fusarium solani*. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, p. 1-17, 2018.
- HARRIS, J. M. The presence, nature, and role of gut microflora in aquatic invertebrates: a synthesis. **Microbial Ecology**, v. 25, p. 195-231. 1993.
- HOLGUIN, G.; VAZQUEZ, P.; BASHAN, Y. The role of sediment microorganisms in the productivity, conservation, and rehabilitation of mangrove ecosystems: an overview. **Biology Fertility Soils**, v. 33, p. 265-278, 2001.
- HOONDEE, P. et al. Occurrence of oleaginous yeast from mangrove forest in

- Thailand. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 35, p 1 – 17, 2019.
- JONES, E.B.G. Marine fungi: some factors influencing biodiversity. **Fungal Diversity**, v.4, p.53-73, 2000.
- KAKKAD, H. et al. Biodiesel Production by Direct In Situ Transesterification of an Oleaginous Tropical Mangrove Fungus Grown on Untreated Agro-Residues and Evaluation of Its Fuel Properties. **Bioenergy Research**, v. 8, p. 1788-1799, 2015.
- KANAFANI, Z. A.; PERFECT, J. R. Resistance to antifungal agents: mechanisms and clinical impact. **Clinical Infectious Diseases**, v. 46, p. 120-128, 2008.
- KEENAN, P.O. et al. Clear and present danger? The use of a yeast biosensor to monitor changes in the toxicity of industrial effluents subjected to oxidative colour removal treatments. **Journal of Environmental Monitoring**, v. 9, n. 12, p. 1394-1401, 2007.
- KUTTY, S.N.; PHILIP, R. Marine yeasts – a review. **Yeast**, v. 25, p. 465–483, 2008.
- LEE, N. L. et al. Mangrove-Associated Fungal Communities Are Differentiated by Geographic Location and Host Structure. **Frontiers in Microbiology**, v. 10, p 1-9, 2019.
- MATONDCAR, S. G. P. Studies on mangrove swamps of goa: Heterotrophic bacterial flora from mangrove swamps. **Oceanograph**, v. 14, n. 4, p. 335-327, 1981.
- MEDEIROS, A. O., et al. Diversity and Antifungal Susceptibility of Yeasts from Tropical Freshwater Environments in Southeastern Brazil. **Water Research** v. 42, p. 3921–3929, 2008.
- MEDEIROS, A.O. et al. Water Quality and Diversity of Yeasts from Tropical Lakes and Rivers from the Rio Doce Basin in Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.43, n. 4, p. 1582-1594, 2012.
- MENEZES, C. B. A. et al. Microbial diversity associated with algae, ascidians and sponges from the North Coast of São Paulo State, Brazil. **Microbiological Research**, p. 466 - 482, 2010.
- MONTINHO, M. A. et al. Fungal succession on the decomposition of three plant species from a Brazilian mangrove. **Scientific Reports**, v. 12, p. 1 – 10, 2022.
- MÜLLER, F.M.C.et al. Cross-resistance to medical and agricultural azole drugs in yeasts from the oropharynx of human immunodeficiency virus patients and from environmental bavarian vine grapes. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 51, n.8, p. 3014-3016, 2007.
- NCBI. **National Center for Biotechnology Information** (NCBI)[Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US), National Center for Biotechnology Information; Taxonomy, 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- NEWELL; S. Y.; FELL, J. W. Competition among mangrove oomycetes, and between oomycetes and other microber. **Aquatic Microbial ecology**, v. 12, p. 21-28, 1997.
- OTTONI, L.C.C. et al. Ocorrência de fungos em água para consumo humano. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 3426, 2014.
- OVERY, D. P.; BAYMAN, P.; KERR, R. G.; BILLS, G. F. An assessment of natural product discovery from marine (sensustrictu) and marine-derived fungi. **Mycology**, v.5, n. 3, p. 145 -167, 2014.
- PAIVA, M. **Leveduras Isoladas de *Macrobrachium amazonicum* e de Ecosystemas Aquáticos: Detecção de Resistência a Derivados Azólicos e o Potencial Uso desse Camarão Para o Monitoramento Ambiental**. 2014. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias). Programa de Pós- Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2014.

- PINTO, A. B. **Utilização de Parâmetros Microbiológicos para Avaliação do Impacto da Contaminação por Petróleo e Derivados em Sedimentos Marinhos**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Departamento de Biociências do *Campus* de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro/ SP, 2011.
- RAJILIC-STOJANOVIC, M. et al. Phylogenetic analysis of dysbiosis in Ulcerative Colitis during remission. **Inflammatory Bowel Diseases**, v.19, p. 482-488, 2013.
- RODRIGUEZ, A. et al. Degradation of natural lignins and lignocellulosic substrates by soil-inhabiting fungi imperfecti. **Microbiology Ecology**, v. 21, p. 213-219, 1996.
- SAMPAIO, A. F. P. **Avaliação da Correlação entre Parâmetros de Qualidade da Água e Socioeconômicos no Complexo Estuarino de Santos – São Vicente, através de Modelagem Numérica Ambiental**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental). Departamento de Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- SESSEGOLO, T. et al. Microbiota fúngica em amostras de água potável e esgoto doméstico.
- Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 301-306, jan./mar. 2011.
- SILVA, M. C. Estuários – Critérios para uma Classificação Ambiental. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n.1, p. 25-35, Jan/Mar 2000.
- SILVA, R. R.; COELHO, G. D. **Fungos principais grupos e aplicações biotecnológicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006.
- SIMARD, R. E. Yeasts as an indicator of pollution. **Marine Pollution Bulletin**, v. 2, n. 8, p. 123- 125, 1971.
- STEWART, J. R., et al. The Coastal Environment and Human Health: Microbial Indicators, Pathogens, Sentinels and Reservoirs. **Environmental Health**, v. 7, n. 2, 2008.
- VARO, S. D. et al. Isolamento de fungos filamentosos em água utilizada em uma unidade de hemodiálise. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 40(3):326-331, mai-jun, 2007.
- SURAJIT, D. et al. Marine microbial diversity and ecology: Importance and future perspectives. **Current Science**, v. 90, n. 10, p. 1325 - 1335, 2006.
- SEBASTIAN, C. D.; VIDYA, P. Yeast Diversity in the Mangrove Sediments of North Kerala, India. **European Journal of Biology**, v. 81, p. 50-57, 2022.
- WASHINGTON, H.G. Diversity, biotic and similarity indices: a review with special relevance to aquatic ecosystems. **Water Research**, v. 18, n. 6, p. 653-694, 1984.
- ZAMPIERI, B. D. B. et al. Grupos de fungos e bactérias isolados no trato respiratório de aves marinhas em reabilitação na Região Costeira da Baixada Santista. **Natural Resources**, Sandton, v. 3, n. 1, 2013.

## 3

## Florestas de Mangue do Estuário do Rio Acaraú

Ingrid H'Oara Carvalho Vaz da Silva  
 Jorgeana de Almeida Jorge Benevides  
 Matheus Lopes Souza  
 Rafaela Camargo Maia

### INTRODUÇÃO

Os manguezais apresentam uma cobertura arbórea e arbustiva conhecida como mangue (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2000). No Ceará, Maia e Coutinho (2012) registraram quatro espécies de árvores nos nove estuários distintos ao longo da costa do estado: *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Avicennia schaueriana* da família Acanthaceae, popularmente conhecido por mangue preto ou siriúba; *Rhizophora mangle* (L) da família Rhizophoraceae, conhecido por mangue-bravo ou vermelho e *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn da família Combretaceae, conhecida por mangue branco. Também da família Combretaceae, no estuário do Rio Acaraú, além das citadas, é registrada a espécie *Conocarpus erectus* (L.), conhecida por mangue de botão (Paula; Maia, 2012).

Essas espécies são encontradas em ambientes com salinidade entre 5 e 25‰, entretanto, necessitam de água doce para se desenvolver. Em decorrência da ação das marés de água salgada, há a predominância de vegetais halófilos com formação de raízes longas e aéreas,

porém cada uma das espécies apresenta características fisiológicas próprias determinantes para a sua frequência de ocorrência e de dominância nos manguezais (Thiers; Meireles; Oliveira, 2016).

A *R. mangle*, por exemplo, localiza-se nas porções de baixas e médias salinidades, possui raízes aéreas, ocorre em solos com características lodosas e de pouca declividade e ocupa locais próximos ao mar e rios ou lugares lamacentos. É caracterizada pela madeira forte, comumente utilizada na construção de habitações, podendo ser encontrada nas formas arbórea e arbustiva. A *L. racemosa* é uma espécie que está associada a solos firmes, com formação arenosa, e ocorre em terrenos com topografia mais elevada, mais distantes da água.

Em função das condições ambientais regionais ao longo da costa brasileira, as florestas de mangue apresentam-se com características estruturais bastante distintas. Os manguezais do estuário do Rio Acaraú, localizados no litoral oeste do Ceará, estão na Unidade fisiográfica IV conforme classificação

de Schaeffer-Novelli *et al.* (1990), que dividiram o litoral do País em oito unidades fisiográficas, segundo a cobertura vegetal e as características ambientais. De acordo com os autores, cada uma das unidades apresenta espécies com desenvolvimento estrutural similar, por estar submetida às mesmas condições ambientais regionais. Na unidade IV, o segmento costeiro está localizado entre Ponta dos Mangues Secos (2°15'S) e Cabo Calcanhar (05°08'S). É uma região compreendida por praias e dunas arenosas, falésias de arenito e marés que apresentam média de amplitude de, aproximadamente, 2 metros, podendo chegar a 2,6 metros nas marés de sizígia (Schaeffer-Novelli *et al.*, 1990).

Atualmente, vários estudos sobre a

vegetação têm sido feitos nos manguezais do estuário

do Rio Acaraú. Informações sobre a estrutura e o funcionamento da vegetação, aspectos relativos à germinação, fenologia e produtividade das espécies vegetais, bem como a relação destes com os principais impactos que ocorrem na região, contribuem para uma melhor compreensão do status de conservação desses manguezais. Dessa forma, fizemos uma compilação de informações sobre a vegetação de mangue do município de Acaraú, com o objetivo de reunir todo o conhecimento formulado até o momento e contribuir para o entendimento do panorama atual de conhecimento e das principais lacunas a serem preenchidas.

## 1. ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO E PRODUTIVIDADE

A estrutura da vegetação do manguezal é influenciada pela interação de fatores em diferentes escalas (global, regional e local). Dados de riqueza e de estrutura, como dominância, altura, densidade e o número de árvores mortas, podem ser bons indicadores para avaliar a conservação desse ambiente (Carvalho; Jardim, 2017). Fatores abióticos e a perturbação antrópica exercem grande influência sobre a resposta estrutural da assembleia e ajudam a documentar as estruturas dos bosques dos manguezais, como já feito para o Estuário do Rio Acaraú (Paula, 2015; Paula *et al.*, 2016).

Os estudos sobre a estrutura dos bosques realizados para os mangues de Acaraú apresentam um cenário onde os impactos têm sido presentes nesse ecossistema. Araújo *et al.* (2009) relataram sobre a pressão antrópica nos manguezais de Acaraú por causa do lançamento diário de esgotos e lixo e, mais recentemente, foi feita a avaliação dos efeitos dos resíduos sólidos (Paula, 2015; Souza, 2016), da carcinicultura e

do desmatamento sobre os mangues e da forma que podem alterar a estrutura dos bosques (Paula, 2015; Silva, 2018).

A expansão dos empreendimentos de carcinicultura tem relação forte com a mortalidade dos bosques de mangue (Silva, 2018). Esses impactos resultam em condições adversas para o ambiente e podem comprometer o equilíbrio dinâmico a ponto de promover mudanças fisiológicas extremas nas plantas, resultando, em alguns casos, no seu desaparecimento (Ribeiro, 2001).

Os principais dados de estrutura da vegetação em áreas sob impactos do município de Acaraú estão compilados na Tabela 1. São apresentadas as espécies com maior dominância e frequência relativas, nas áreas de estudo das fontes citadas, sob diferentes tipos de impacto. Para avaliarmos as principais características estruturais dos bosques de mangue de Acaraú, eliminamos os dados de outros municípios que são apresentados junto aos dados do município de Acaraú nos estudos referenciados.

**Tabela 1** – Resumo dos dados de estrutura dos bosques de mangue do município de Acaraú de acordo com os estudos realizados. Média de altura em metros (m) e diâmetro à altura do peito em centímetros (cm) de todos os indivíduos, de todas as espécies que ocorrem na área. Fonte e ano de coleta\*.

Tipo de impacto	Espécie mais dominante	Espécie mais frequente	Média de Altura (m)	Média de DAP (cm)	Fonte
Carcinicultura	<i>A. schaueriana</i>	<i>A. schaueriana</i>	4,7	5,5	Paula (2015)
	<i>R. mangle</i>	<i>R. mangle</i>	6,4	6,7	Silva (2018) - 2008*
	<i>L. racemosa</i>	<i>L. racemosa</i> <i>R. mangle</i>	4,3	4,6	Silva (2018) - 2014*
	<i>R. mangle</i>	<i>R. mangle</i>	6,6	7,9	Silva (2018) - 2016*
Desmatamento	<i>A. germinans</i>	<i>A. germinans</i>	2,3	3,3	Paula (2015)
	<i>A. germinans</i>	<i>A. germinans</i>	2,4	4,3	Paula (2015)
	<i>L. racemosa</i>	<i>L. racemosa</i>	3,4	3,7	Silva (2018) - 2008*
	<i>L. racemosa</i>	<i>L. racemosa</i> <i>A. germinans</i>	2,2	3,2	Silva (2018) - 2014*
	<i>L. racemosa</i>	<i>L. racemosa</i> <i>A. germinans</i>	4,1	6,1	Silva (2018) - 2016*
Resíduos sólidos	<i>L. racemosa</i>	<i>L. racemosa</i>	2,4	2,6	Paula (2015)
	<i>R. mangle</i>	<i>L. racemosa</i>	2,7	3,8	Souza (2016)
	<i>L. racemosa</i>	<i>L. racemosa</i>	2,3	2,4	Souza (2016)
	<i>A. germinans</i>	<i>L. racemosa</i>	2,1	2,3	Souza (2016)
Conservada	<i>R. mangle</i>	<i>R. mangle</i>	2,5	3,0	Paula (2015)

Fonte: adaptado de Paula (2015), Souza (2016) e Silva (2018).

De acordo com esses estudos, verificou-se que houve uma tendência de resposta estrutural aos tipos específicos de impacto, onde os padrões de dominância e de frequência das espécies mais representativas foram diferentes (Tabela 1). A espécie *R. mangle* apresentou-se como mais predominante em áreas mais conservadas, de acordo com o estudo de Paula (2015), mas também foi registrada em áreas de carcinicultura e de resíduos sólidos, exceto nas áreas desmatadas (Tabela 1). Da mesma forma, *R. mangle* foi a espécie de maior frequência e de dominância sob influência da carcinicultura em manguezais de Acaraú (Silva, 2018). Esses dados remetem a um contexto em que é provável que o mangue esteja respondendo ao aumento no aporte de nutrientes, sedimentos e matéria orgânica

decorrentes da carcinicultura (Gautier; Amador; Newmark, 2001) que pode ajudar a manter a *R. mangle* no local.

A espécie *L. racemosa* apresenta grande representatividade tanto em dominância como em frequência nas áreas impactadas por resíduos sólidos e por desmatamento. Apesar de ser mais constante em áreas de resíduos e desmatadas, ela foi frequente e dominante no estudo de Silva (2018), em, pelo menos, uma das áreas influenciadas pela carcinicultura (Tabela 1). Por meio dessas informações, destaca-se que esta é uma espécie resistente a impactos, tanto em estágio juvenil como em estágio adulto, reforçando sua característica de pioneira. *A. germinans* também tem característica de resistência a distúrbio e foi bem representativa na área

desmatada, com maior dominância e frequência em, pelo menos, duas áreas (Paula, 2015; Souza, 2016; Silva, 2018). É possível conferir na Tabela 1.

A questão da carcinicultura e de seus efeitos sobre as espécies de mangue é avaliada por Silva (2018) como um aspecto que pode estar influenciando a mortalidade dos bosques. Em sua avaliação temporal, o autor detectou uma alternância entre as espécies mais frequentes e dominantes em cada ano de avaliação. A espécie *A. germinans* surge em alternância com a *L. racemosa* seis anos após a primeira avaliação e permaneceu junto a esta como as espécies mais frequentes até o último levantamento, após oito anos (Silva, 2018). Essas mudanças podem ter ocorrido em função da mortalidade de alguns indivíduos de *R mangle* ou pela condição de distúrbio, que abriu oportunidade para a chegada de *A. germinans*.

Paula (2015) destacou, em seu estudo, que há um baixo número de plântulas em local impactado por carcinicultura, quando comparado à área conservada. Entretanto, no recorte temporal de um ano, não é possível estabelecer conclusões para o ecossistema, cujo entendimento da dinâmica hidrológica interna e das alterações estruturais promovidas pelo empreendimento são importantes para a contextualização desses achados.

É importante ressaltar que a expansão da carcinicultura também é responsável por parte do desmatamento e do aumento do descarte de efluentes sobre os manguezais (Cunha *et al.*, 2005), atividades estas bastante observadas nos manguezais do rio Acaraú. Com isso, a presença de espécies como *A. schaueriana* e *L. racemosa*, que apresentam alto potencial para o (re)florestamento por serem consideradas espécies pioneiras na colonização de espaços, impactados e/ou desprovidos de vegetação, podem ser comprometidas (Costa, 2010).

Diante disso, verifica-se a importância e a urgência de se investigar, com maior detalhamento, o impacto da carcinicultura sobre a estrutura dos bosques para

ajudar a esclarecer e compreender a dinâmica interna da assembleia sobre esse tipo de atividade, principalmente porque há uma rápida expansão de tanques de carcinicultura no município de Acaraú.

Uma questão importante, observada neste compilado de estudo, diz respeito ao fato de que a espécie *L. racemosa* foi citada nas três áreas sob os impactos de carcinicultura, de desmatamento e de resíduos sólidos como a espécie de maior dominância e/ou frequência, corroborando com os estudos que apontam essa espécie como indicativa de área que está se recuperando ou se adaptando às alterações ocorridas no local (Soares, 1999; Sales *et al.*, 2009).

Em relação aos dados médios de altura e diâmetro a altura do peito (DAP), há semelhança entre eles quando se comparam os estudos. Por exemplo, Paula (2015) constatou muita semelhança desses dados de mensuração com os de mangues sob influência da carcinicultura de um município vizinho.

As plantas de menor tamanho e DAP foram registradas nas áreas de resíduos sólidos, seguido das de áreas desmatadas. Entretanto, as plantas presentes em áreas sob desmatamento apresentaram DAP semelhante ao da área conservada, indicando a necessidade de uma melhor avaliação dessas questões. No entanto, os dados indicam que a presença de resíduos é mais importante sobre o desenvolvimento da planta quanto ao seu crescimento.

Os tipos de impacto, além de ser um fator de preocupação sobre o crescimento das plantas, também já foi relatado quanto à recolonização inicial de plântulas por Souza (2016) ao comparar os mangues de Acaraú impactados por resíduos sólidos com mangues conservados de municípios vizinhos. A autora detectou a presença de plântulas nas áreas conservadas e ausência delas nas áreas com resíduos, sugerindo que este impacto influencia negativamente na recolonização das áreas. De acordo com ela, os resíduos que ficam retidos nos bosques são principalmente madeira, isopor, plástico e cordas, oriundos de

atividades de pesca, os quais impedem o processo natural da sucessão da área, alterando a diversidade local (Souza, 2016). Corroborando com Paula (2015), a médio prazo, essa interferência constante no balanço do número dos indivíduos em função dos impactos pode levar à simplificação da diversidade de espécies e extinção local.

Assim como é importante a avaliação de estrutura dos bosques, a avaliação da produtividade dos manguezais, por meio da deposição de serapilheira, também possibilita a compreensão sobre a energia e os nutrientes que são direcionados para a manutenção e o crescimento das estruturas de suas árvores, tais como galhos, folhas, flores e frutos, refletindo a condição atual da absorção de energia e de nutrientes pelas plantas.

A avaliação da produtividade pode revelar que tipos de impactos mais modificam essa dinâmica, principalmente considerando as modificações abióticas locais, não só pelos impactos existentes, mas também porque são influenciados pelo contexto climático em que o regime de chuva é marcado por duas estações típicas: chuva durante o verão-outono e seca durante inverno-primavera. De acordo com a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme), no Ceará, as chuvas são concentradas principalmente entre fevereiro e maio.

Os estudos sobre produtividade dos mangues de Acaraú mostraram que os impactos da carcinicultura, do desmatamento e dos resíduos sólidos influenciam a produtividade total da serapilheira de maneira distinta (Viana, 2016; Sousa, 2017; Benevides, 2018). Quando observados os dados desses estudos, verifica-se que a área de carcinicultura apresentou maior produtividade total de serapilheira (5,93 ton. ha/ano) com a maior produção mensal total em março. A área de resíduos sólidos obteve menor deposição (1,05 ton. ha/ano) com maior produção mensal total no mês de agosto. Entretanto, a primeira apresentou produção descontínua entre os meses, enquanto a segunda apresentou uma produção anual constante (Viana, 2016). Na área

afetada por desmatamento, a produtividade anual foi de - 0,52 t. ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, com picos de produtividade em abril e maio, enquanto na área de baixo impacto, a produtividade foi de - 3,46 t. ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> com picos nos meses de maio, agosto e dezembro (Sousa, 2017). Considerando que os dados desse estudo foram coletados no mesmo ano que os do estudo de Viana (2016), sob as mesmas condições climáticas, verifica-se, inclusive, que a produtividade da área de baixo impacto (Sousa, 2017) foi inferior à da área de carcinicultura (Viana, 2016).

Em relação às frações da serapilheira (folhas, flores e galhos, miscelânea e propágulo), a fração folha foi a mais importante em todas as áreas de estudo, independentemente da presença ou do tipo de impacto; entretanto, alguns padrões específicos podem ser observados para as diferentes áreas. Na área de baixo impacto, somente os meses de maio de 2015 e janeiro de 2016 tiveram as frações de propágulo e flor, respectivamente, como maior proporção das frações da serapilheira. Destaca-se que o pico de produtividade e de deposição das folhas ocorreu nos períodos mais secos (Sousa, 2017). Na área impactada por desmatamento, o padrão de deposição foi bem diferente e influenciou diretamente no nível produtivo das frações. Vários componentes foram representativos nos diferentes meses, porém, em dois meses consecutivos (outubro e novembro de 2015), somente a componente folha compôs a produtividade local.

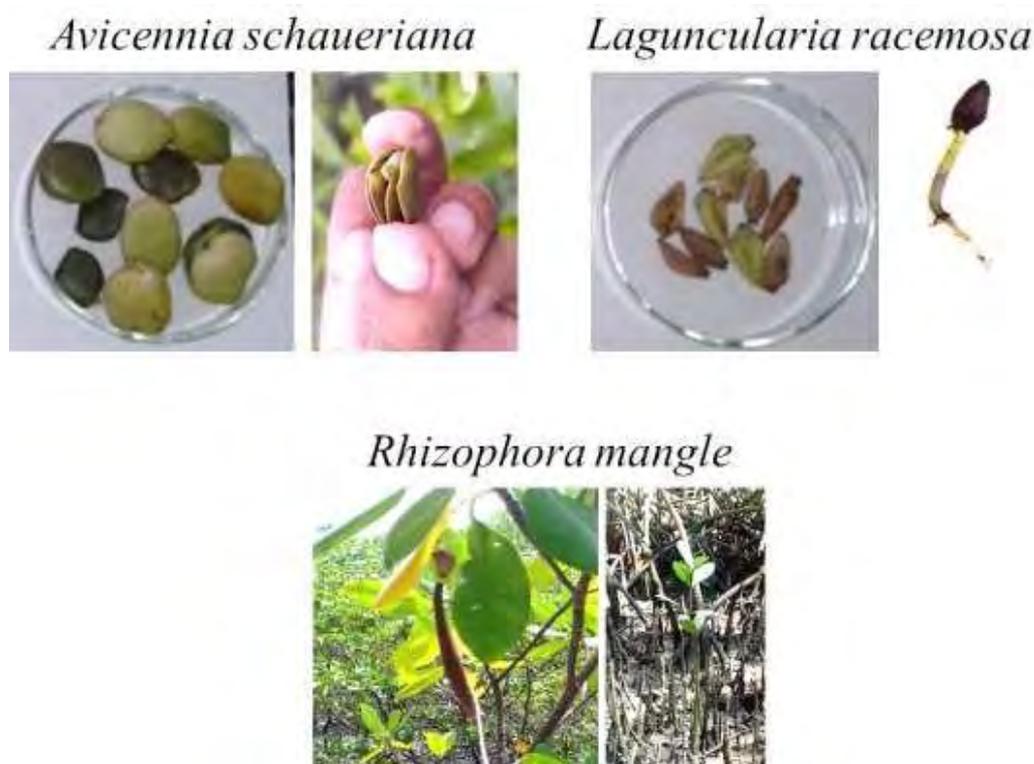
Na área de carcinicultura e de resíduos sólidos, a fração de folha foi mais bem representativa. No entanto, na área de carcinicultura, os meses de maio e abril foram mais bem representados por galhos e propágulos, e os meses outubro e novembro foram marcados pela deposição exclusiva de folhas. Na área de resíduos sólidos, tanto abril como maio tiveram os propágulos como a maior parte da fração da serapilheira. Esses padrões observados possibilitam inferir que as características ambientais locais podem influenciar na resposta produtiva do bosque (Benevides, 2018).

## 2. ASPECTOS GERMINATIVOS

As condições adversas e estressantes dos manguezais, notadamente halófilo e com o solo pobre em oxigênio, favoreceram o desenvolvimento de adaptações que permitiram o estabelecimento e o desenvolvimento inicial das plântulas das espécies arbóreas de mangue. Nesse sentido, uma importante convergência evolutiva no processo germinativo é observada nessas espécies: a viviparidade. Ao contrário da maioria das espécies de plantas, cujas sementes germinam no solo, as sementes das plantas de mangue germinam

ainda presas à planta-mãe e são liberadas em um estágio de desenvolvimento chamado propágulo. Os propágulos acumulam grande quantidade de reservas nutritivas, o que permite sua sobrevivência até encontrarem local adequado para sua fixação (Figura 1). No Brasil, estudos que avaliam a retomada do desenvolvimento dos propágulos são raros. Aqui apresentaremos alguns resultados de estudos relacionados a esta temática, desenvolvidos com as espécies arbóreas de manguezais do estuário do rio Acaraú.

**Figura 1** – Propágulos das espécies *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*.



Fonte: Imagens de *A. schaueriana* e *L. racemosa* adaptado de Silva (2017).

Estudando a retomada do desenvolvimento dos propágulos pós-dispersão das espécies arbóreas *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa* dos manguezais do estuário do rio Acaraú, Silva (2017) encontrou elevada viabilidade dos propágulos produzidos pelos indivíduos dessas espécies. Para ambas as espécies estudadas, a proporção dos propágulos capazes de retomar seu desenvolvimento pós-dispersão supera 90% (Tabela 2).

Quanto ao tempo para retomada do desenvolvimento dos propágulos pós-dispersão, é notória a diferença entre as espécies, segundo Silva (2017). Os propágulos da espécie *L. racemosa* tendem a retomar o desenvolvimento pós-dispersão mais rapidamente, com cerca de 14 dias, enquanto os propágulos de *A. schaueriana* retomam o desenvolvimento com o dobro do tempo, cerca de 28 dias (Tabela 2). Silva (2017) ainda apresenta fatores relacionados

ao tamanho dos propágulos *A. schaueriana* que podem influenciar a velocidade de retomada do desenvolvimento desta espécie. Fonteles *et al.* (2020) apresentam dados sobre o tempo de retomada do desenvolvimento dos propágulos pós-dispersão de *R. mangle* (nesse trabalho, é apresentado dados sobre

a proporção de propágulos que retomaram o desenvolvimento). Segundo Fonteles *et al.* (2020), o tempo médio para emergência de 50% dos propágulos de *R. mangle* em condições de casa de vegetação foi de aproximadamente 31 dias.

**Tabela 2** – Retomada do desenvolvimento dos propágulos pós-dispersão das espécies *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*.

Espécie	Tempo médio para retomada do desenvolvimento	Proporção de propágulos viáveis
<i>A. schaueriana</i>	28 dias	100%
<i>L. racemosa</i>	14 dias	93%
<i>R. mangle</i>	31 dias	-

Fonte: Dados adaptados de Silva (2017) e Fonteles *et al.* (2020).

### 3. ASPECTOS FENOLÓGICOS DAS ESPÉCIES

Fenologia é o estudo dos padrões de recorrência periódica de crescimento e de desenvolvimento de plantas durante o ano (Lieth, 1974). Os eventos biológicos estudados pela fenologia, como a floração e a frutificação, afetam os mecanismos microevolutivos e a dinâmica das populações (Mazza *et al.*, 2011). Assim, buscar compreender os padrões fenológicos reprodutivos nos ecossistemas é importante porque pode auxiliar nos programas de conservação da biodiversidade (Mantovani *et al.*, 2003; Santos; Takaki, 2005; Lins; Nascimento, 2010) ou subsidiar intervenções para a recuperação de manguezais degradados (Benevides; Maia; Silva, 2021).

Quatro manguezais do estuário do rio Acaraú foram avaliados recentemente em relação ao aspecto fenológico de suas espécies vegetais, por meio de dois métodos de avaliação. De acordo com Benevides (2018), os métodos de atividade e de intensidade de Fournier mostraram que a fenofase floração apresentou padrão distinto entre a intensidade e os percentuais de floração das espécies *Avicennia* spp, *L. racemosa* e *R. mangle*, com alta sincronia e baixa intensidade.

Benevides, Maia e Silva (2021), monitorando o padrão fenológico de 165 espécimes de mangue, ao longo de um ano, em quatro áreas, sob influência de diferentes níveis e tipos de perturbação (carcinicultura, desmatamento, resíduos sólidos e conservada), no município de Acaraú, observaram que as três espécies amostradas, *Avicennia* spp, *L. racemosa* e *R. mangle*, exibiram padrões diferenciados de atividade e de intensidade para as fenofases reprodutivas. Essas diferenças foram observadas tanto entre as espécies como entre as áreas estudadas, mostrando que o grau de conservação das áreas modifica o padrão de floração entre as espécies.

As espécies também foram avaliadas quanto à sazonalidade da chuva, uma vez que o estuário do Rio Acaraú se encontra inserido no componente semiárido brasileiro, onde os padrões chuvosos são caracterizados por um semestre do ano chuvoso e um semestre seco. As espécies do gênero *Avicennia* spp. floresceram tanto na estação chuvosa como na estação seca, sugerindo que a chuva não é o fator abiótico mais importante na etapa reprodutiva dessas espécies (Benevides; Maia; Silva, 2021). Esse padrão bimodal pode ser favorável

em ambientes fragmentados, já que a oferta de recursos florísticos permite a permanência de dispersores e polinizadores, favorecendo a polinização cruzada e contribuindo para a dinâmica dentro da comunidade (Augsburger, 1983; Ferreira; Consolaro, 2013).

No período de outubro/2015 a janeiro/2016, a atividade de floração desta espécie apresentou alto sincronismo com mais de 60% dos indivíduos monitorados na mesma fenofase nas áreas de baixo impacto, resíduos sólidos e desmatamento (Benevides, 2018). Esse padrão também foi observado na pesquisa de Fernandes (1999) entre diferentes populações de *Avicennia germinans*. No geral, as áreas impactadas encurtaram a atividade de floração e afetaram seu sincronismo, uma vez que os indivíduos passaram menos tempo juntos em atividade (Benevides, 2018).

A *L. racemosa* não apresentou um padrão anual regular de atividade de floração nos mangues de Acaraú, como foi observado em outros trabalhos (Fernandes *et al.*, 2005; Matni, 2007). Ela apresentou alto sincronismo nas áreas de baixo impacto, resíduos sólidos e carcinicultura no período de transição dos meses secos para os chuvosos (Benevides, 2018).

A *Rhizophora mangle* exibiu baixa atividade e encurtamento do período de floração nas áreas impactadas, em comparação à área de baixo impacto, onde a floração foi contínua e com altos índices de sincronismo entre seus indivíduos, no período de maio/2015 a agosto/2015 (Benevides, 2018).

O índice de atividade da frutificação das espécies estudadas apresentou um percentual inferior quando comparado ao de floração, sendo pontuais os casos de sobreposição de fenofases nas quatro áreas monitoradas (Benevides, 2018).

A *Avicennia spp.*, nas áreas impactadas por desmatamento e resíduos sólidos, apresentou as maiores taxas de atividade de frutificação e com alto sincronismo nos meses chuvosos. Na área de carcinicultura, não foi observada a sobreposição de fenofases reprodutivas como

ocorreu nas outras áreas (Benevides, 2018). Esse comportamento pode ser uma estratégia da população para evitar a sobrecarga de recursos energéticos ao delimitar o tempo de sobreposição dessas fenofases (Ferreira; Consolaro, 2013). Benevides (2018) ressalta que, na área de baixo impacto, diferentemente da floração, a frutificação se estendeu apenas de dezembro/2015 a fevereiro/2016.

Quanto à frutificação, *L. racemosa* apresentou alto sincronismo nos meses chuvosos nas áreas de resíduos sólidos e carcinicultura (Benevides, 2018). Sousa *et al.* (2007) ressaltam que alinhar esta fenofase ao período de chuvas pode ser vantajoso para a dispersão dos pequenos propágulos desta espécie. A atividade de frutificação, na área de baixo impacto, só foi suspensa nos meses de junho/2015 e agosto/2015. A área impactada por desmatamento afetou os percentuais da atividade e de sua sincronia, que foram inferiores quando comparadas aos indivíduos das outras áreas (Benevides, 2018).

A *Rhizophora mangle* apresentou baixos índices de frutificação nas áreas impactadas, ao contrário do que ocorreu na área de baixo impacto onde ela frutificou ao longo do ano e exibiu alto sincronismo entre os meses de junho/2015 a março/2016 (Benevides, 2018). Gill e Tomlinson (1971) destacam que as respostas fenológicas, na família Rhizophoraceae, podem ser referentes a fatores internos (endógenos), como podem ser também afetadas por fatores ambientais.

Quando observado o comportamento das fenofases entre áreas, as de carcinicultura exibiram os menores índices ( $\leq 50\%$ ) de sincronia referentes à floração da *Avicennia spp.* (Benevides, 2018). Características específicas do micro-habitat podem ter influenciado neste resultado, como aponta Newstrom *et al.* (1994), já que este manguezal é mais alto e denso (Paula, 2015).

Foram registrados os melhores percentuais de atividade de floração e frutificação para *L. racemosa*, especialmente, nas

áreas de carcinicultura e resíduos sólidos (Benevides, 2018). As variações encontradas nesta pesquisa vão ao encontro dos resultados encontrados por Nadia, Morellato e Machado (2012). Nos meses sem chuva, observou-se uma pausa ou diminuição da frutificação nas áreas impactadas. A *R. mangle* não apresentou o padrão observado nas áreas impactadas (Benevides, 2018). Isso pode sugerir que ela seja mais sensível aos impactos em estudo (Menghini, 2004).

No trabalho de Benevides, Maia e Silva (2021), os picos de atividade e intensidade nem sempre coincidiram para as três espécies de mangue amostradas, ou seja, mesmo com a coincidência dos picos, como no caso de *L. racemosa* em novembro/2015, que apresentou 100% de atividade de floração, em relação à intensidade, os percentuais caíram para 56% (floração e frutificação).

Na área de carcinicultura, registraram-se os mais baixos valores de intensidade para a floração da *Avicennia* spp. ( $\leq 25\%$ ); os melhores índices de intensidade para esta fenofase apareceram nas outras áreas nos meses finais de estiagem na região (outubro e/ou novembro). Para a *L. racemosa*, a área de resíduos sólidos foi a única que exibiu percentual alto relativo à intensidade de floração nos meses de abril/2015, e de novembro/2015 a janeiro/2016. Foi na área desmatada que se obtiveram os menores registros para esta fenofase ( $\leq 21\%$ ). Para a *R. mangle*, nas áreas impactadas, foram registrados baixos percentuais de intensidade de floração, correspondente ao inverso do que ocorreu na área de baixo impacto, onde variações ao longo do ano foram observadas (Benevides; Maia; Silva, 2021).

## CONCLUSÃO

Diante dos dados levantados, foi possível verificar que os bosques de mangue do município de Acaraú possuem aspectos estruturais heterogêneos. A heterogeneidade identificada está relacionada aos aspectos antrópicos oriundos das atividades de carcinicultura, desmatamento e despejo incorreto de resíduos

Relativo ao índice de intensidade de frutificação nos manguezais de Acaraú, para *Avicennia* spp., apresentou pico de intensidade nas áreas de resíduos sólidos e desmatamento. O dado mostra-se contrário ao que se deu nas áreas de carcinicultura e de baixo impacto, onde se observaram os menores índices. A *L. racemosa* também exibiu melhores respostas no período chuvoso, exceto na área desmatada ( $\leq 21\%$ ); a *R. mangle* apresentou baixos valores ( $\leq 8\%$ ) nas áreas impactadas. Contudo, na área de baixo impacto houve flutuação ao longo do ano (15% a 67%).

As diferenças observadas entre os percentuais exibidos pelos dois índices trabalhados reforçam a relevância de conjugar o uso desses dois recursos nos estudos de fenologia reprodutiva, uma vez que ficou clara a complementaridade deles e, em conjunto, fornecem dados quantitativos e temporais de cada fenofase (Benevides; Maia; Silva, 2021).

Dessa forma, percebeu-se, neste trabalho, que os percentuais de intensidade foram menos expressivos que os de atividade. Fatores bióticos, como polinizadores e dispersores, podem estar envolvidos nessa resposta, uma vez que a atuação e a abundância destes têm direta correlação com a disponibilidade dos recursos florais e frutíferos (Bencke; Morellato, 2002).

Os fatores abióticos (umidade, salinidade, temperatura e pluviosidade) não exibiram influência direta nos resultados; no entanto, a pluviosidade e a salinidade parecem desempenhar uma maior força seletiva quando as espécies estão expostas a algum tipo de estressor antrópico (Benevides; Maia; Silva, 2021).

sólidos. Da mesma forma que o padrão estrutural é alterado, o padrão fenológico das espécies também é modificado de acordo com o tipo de impacto predominante na área.

Dessa forma, ressalta-se a importância da realização do monitoramento de áreas impactadas e das interferências sobre

os aspectos estruturais, fenológicos das plantas de mangue, principalmente porque se trata de um sistema ecológico complexo, cuja dinâmica influencia diretamente na estrutura populacional e na estrutura das comunidades de várias espécies, comprometendo o funcionamento do ecossistema.

A complexidade das relações entre a dinâmica ecossistêmica e a das espécies, somada às alterações antrópicas, ajuda a criar um cenário onde a necessidade de avaliação a longo prazo se torna importante, principalmente por considerar que também há relação dessa dinâmica com a precipitação pluviométrica, que tende a ser ainda mais alterada com as mudanças climáticas globais.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. V. et al. Análise geoambiental da área estuarina do rio Acaraú, município de Acaraú–Ceará–Brasil, usando técnicas de sensoriamento remoto. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Natal**, p. 25-30, 2009.

AUGSPURGER, C. K.; Phenology, flowering synchrony, and fruit set of six neotropical shrubs. **Biotropica**, v.15, n. 4, p. 257-267, 1983.

BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Brazilian Journal of Botany [online]**, v. 25, n.3, p. 269-275. 2002.

BENEVIDES, J. A. J. **Monitoramento fenológico para avaliação de impacto ambiental no mangue de Acaraú – Ceará**. 2018. 78f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Gestão Ambiental – PGTGA) – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará, *campus Fortaleza*, 2018.

BENEVIDES, J. A.; MAIA, R. C.; SILVA, I. H. C. V. Monitoramento fenológico para avaliação de impacto ambiental em

Diante desse contexto, diferentes estudos devem ser feitos para analisar de forma mais ampla as relações ecológicas das plantas do manguezal em associação com as múltiplas mudanças abióticas, já que a manutenção dos bosques de mangue é importante para a conservação de diversos serviços ecossistêmicos.

Por fim, este estudo apresenta um recorte temporal da situação dos manguezais do estuário do Rio Acaraú, reforçando a necessidade da inicialização de projetos direcionados à sua conservação, como atividades de educação ambiental, desenvolvimento de projetos de gestão e planos de fiscalização mais eficientes. Este estudo também fornece informações relevantes para futuros trabalhos.

manguezais estuarinos no Nordeste do Brasil. **Ciência Florestal**, [s. l.], v. 31, n. 4, p. 1631-1653, 2021.

COSTA, B.C.P. **Avaliação ambiental de manguezais adjacentes aos campos petrolíferos de Macau e Serra (RN), subsídio às medidas mitigadoras ao processo erosivo**. 2010. 184p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Petróleo) Universidade Federal de Rio Grande do Norte. Natal RN, 2010.

CARVALHO, E. A. D.; JARDIM, M. A. G. Composição e estrutura florística em bosques de manguezais paraenses, Brasil. **Ciência Florestal**, 27, 923-930. 2017.

FERNANDES, M. E. B. et al. Padrões de floração e frutificação em *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. F.: uma avaliação metodológica. **Boletim do Laboratório de Hidrologia**, [s. l.], v. 18, p. 33-38, 2005.

FERREIRA, M. C.; CONSOLARO, H. Fenologia e síndromes de polinização e dispersão de espécies de sub-bosque em um remanescente florestal urbano no Brasil central. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 1708-1720, nov. 2013.

- GILL, A. M.; TOMLINSON, P. B. Studies on the growth of the red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) Phenology of the shoot. **Biotropica**, v. 3, n. 2, p. 109-124, 1971.
- LIETH, H. **Phenology and Seasonality Modeling**. New York, NY: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. (1974).
- LINS, B. L. A.; NASCIMENTO, M. T. Fenologia de *Paratecoma peroba* (Bignoniaceae) em floresta estacional semidecidual do norte fluminense, Brasil. **Rodriguésia**, v. 1, n. 3, p. 559-568, 2010.
- MAIA, R. C; COUTINHO, R. Structural characteristics of mangrove forests in Brazilian estuaries: A comparative study. **Revista de biología marina y oceanografía**, v. 47, n. 1, p. 87-98, 2012.
- MANTOVANI, M. *et al.* Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta atlântica. **Revista Árvore**, v.27, p. 451-458, 2003.
- MATNI, A.S. **Estudo comparativo da fenologia reprodutiva de *Rhizophora mangle* L, *Avicennia germinans* (L.) Stearn e *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. F. ao longo da península de Ajuruteua, Bragança – Pará**. 2007. Dissertação (Mestrado em Biologia Ambiental) - Universidade Federal do Pará, Bragança. 2007.
- MAZZA, M. C. M.; SANTOS, J.E.; MAZZA C.A.S. Fenologia reprodutiva de *Maytenus ilicifolia* (Celastraceae) na Floresta Nacional de Irati, Paraná, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, v.34, n.4, p.565-574, out-dez. 2011.
- MENGHINI, R. P. Ecologia de manguezais: **Grau de perturbação de processos regenerativos em bosques de mangue da Ilha de Barnabé, Baixada Santista, São Paulo, Brasil**. 116f. 2004. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- NADIA, T. L.; MORELLATO, L. P. C.; MACHADO, I. C. Reproductive phenology of a northeast Brazilian mangrove community: Environmental and biotic constraints. **Flora**, v. 207, p. 682-692, 2012.
- NEWSTROM, L. E., FRANKIE, G. W., BAKER, H. G.; COLWELL, R. K. Diversity of long-term flowering patterns. In *La Selva: Ecology and natural history of a neotropical rain forest* (L.A. McDade, K.S. Bawa, H.A. Hespdenheide; G.S. Harstshorn, eds.). **University of Chicago Press**, Chicago, p.142-160, 1994.
- PAULA A. L. S. **Estrutura Vegetal e Grau de Perturbação Ambiental em Bosques de Mangue Estuarinos no Ceará**. 2015. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará, *campus Acaraú*, 2015.
- PAULA, A. L. S. *et al.* The recovery of a degraded mangrove in Ceará through the Production of *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn. (Combretaceae) and *Avicennia* sp. Stapf ex Ridl (Acanthaceae) seedlings. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 40, n. 3, p. 377-385, 2016.
- SALES, J. B. de L. et al. Análise estrutural de dois bosques de mangue do rio Cajutuba, município de Marapanim, Pará, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**. Ciências Naturais, Belém, v. 4, n. 1, p. 27-35, 2009.
- SANTOS, D. L.; TAKAKI, M. Fenologia de *Cedrela fissilis* Vel. (Meliaceae) na região rural de Itirapina, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.19, p. 625-632, 2005.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; ADAIME, R. R.; CAMARGO, T. M. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. **Estuaries**, v. 13, n. 2, p. 204-218, jun. 1990.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G.; DE-ROSA, T. Brazilian mangroves. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, v. 3, p. 561-570, 2000.
- SOARES, M.L.G. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Revista Brasil Biol.**, 59(3): 503-515, 1999.

- SOUSA, M. R. T. **Influência do impacto por desmatamento na produção anual de serapilheira em um manguezal no Ceará.** 2017. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - *campus Acaraú*, 2017.
- SOUZA, K. N. S. **Resíduos sólidos em manguezais no Ceará: o uso da estrutura vegetal dos bosques para o monitoramento ambiental.** Dissertação (Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2016.
- SOUSA, W. P.; KENNEDY, P. G.; MITCHELL, B. J.; ORDONEZ, B. M. Supply-side ecology in mangroves: do propagule dispersal and seedling establishment explain forest structure? **Ecological Monographs**, v.77, p. 53–76, 2007.
- THIERS, P. R. L.; MEIRELES, A. J. A.; SANTOS, J. O. **Manguezais na costa oeste cearense: preservação permeada de meias verdades.** Fortaleza: Ed.. Imprensa Universitária, 2016.
- VIANA, T. M. A. **Estimativa da produção anual de serapilheira em duas áreas de manguezais impactados no estuário do Rio Acaraú- Ceará.** 2016. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará, *campus Acaraú*, 2016.

# 4

## Moluscos dos manguezais do estuário do Rio Acaraú

Rafaela Camargo Maia

Thyago Henrique Farias Lourenço

Ana Patricia de Sousa

Marcos Roberto dos Santos

### INTRODUÇÃO

O Filo Mollusca é o segundo maior táxon do Reino animal e se divide em oito classes: Gastropoda, Bivalvia, Cephalopoda, Polyplacophora, Monoplacophora, Scaphopoda, Solenogaster e Caudofoveata (Kardong, 2011; Amaral; Rizzo; Arruda, 2005). Esses organismos são, em sua maioria, marinhos, mas possuem representantes que habitam ambientes terrestres e de água doce (Fransozo; Negreiros-Fransozo, 2016). Em manguezais, frequentemente, apresentam hábitos de vida bentônica, favorecendo uma íntima relação com o substrato, como as árvores e os sedimentos (D'acampora *et al.*, 2018).

Os moluscos de manguezais são importantes, pois reciclam a matéria orgânica disponível (Proffit; Devlin, 2005), promovem a aeração do solo e participam de vários níveis da cadeia trófica dos manguezais (Boominathan *et al.*, 2012). Na maré vazante, o carbonato de cálcio das conchas neutraliza as condições ácidas

(Vermeij, 1973) e ainda representa a principal fonte de renda e subsistência para inúmeras comunidades pesqueiras tradicionais, destacando-se o extrativismo de bivalves (Hussain; Badola, 2010) ou podem funcionar com bioindicadores de qualidade do habitat (Araújo; Maia, 2021).

As classes de moluscos mais abundantes nos manguezais são Gastropoda e Bivalvia (Boominathan *et al.* 2012). Gastrópodes podem ser herbívoros, alimentando-se da vegetação de mangue presente ou de detritívoros, que se alimentam de detritos de matéria orgânica. Os bivalves são organismos filtradores, alimentando-se, principalmente, de microalgas da coluna d'água ou do solo do manguezal, podendo apresentar representantes sésseis que se fixam ao substrato, e espécies que vivem enterradas nos fundos areno-lamosos ou são perfuradoras de madeira.

Assim, de modo geral, as assembleias de moluscos associadas aos manguezais refletem as diferenças regionais em resposta a fatores, como a salinidade (Maia; Coutinho, 2015; Maia; Rocha-Barreira; Coutinho, 2012), a composição vegetal dos bosques (Tavares *et al.*, 2015; Maia; Coutinho, 2013; Maia; Tanaka, 2007) e os impactos antrópicos (Tanaka; Maia, 2006; Araújo; Maia, 2021).

## 1. DIVERSIDADE

No manguezal do estuário do Rio Acaraú, habitam diversas espécies de moluscos. Entre bivalves e gastrópodes, com maior abundância no manguezal, visualizam-se espécies associadas a árvores e sedimentos nas áreas litorâneas e entre-marés, podendo ser sésseis, sedentários ou vágeis. Porém, ressalta-se a lacuna de conhecimento com relação às espécies nectônicas que podem habitar, durante parte do seu ciclo de vida, os corpos de águas estuarinos de Acaraú.

O Laboratório de Ecologia de Manguezais – ECOMANGUE, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* Acaraú,

Conhecer a biodiversidade de moluscos que habitam os manguezais é de fundamental importância para o desenvolvimento de estudos voltados para a conservação e preservação da fauna e da flora desse ecossistema. Este capítulo apresenta a primeira iniciativa de compilação de dados sobre a malacofauna dos manguezais do estuário do rio Acaraú.

vem coletando, identificando e organizando amostras representativas da malacofauna do manguezal do estuário do rio Acaraú, como materiais testemunho de pesquisas, a fim de fornecer subsídios para a conservação do ecossistema manguezal.

Na Tabela 1, estão listados os moluscos presentes na Coleção Malacológica do Ecomangue (CME). Também foram inseridas espécies com ocorrência relatada para a região em bibliografia especializada. Compõem a lista de espécies os moluscos reportados diretamente para os manguezais ou praias estuarinas sob a influência do estuário do rio Acaraú.

**Tabela 1** – Listagem e local das espécies de moluscos dos manguezais do estuário do rio Acaraú

	Espécie	Local	Referência
<b>BIVALVIA</b>			
<b>Donacidae</b>			
	<i>Donax gemmula</i> J. P. E. Morrison, 1971	Praia de Arpoeiras	Vale (2019)
	<i>Donax striatus</i> Linnaeus, 1767	Praia de Arpoeiras	David (2015)
	<i>Iphigenia brasiliensis</i> (Lamarck, 1818)	Praia da Volta do Rio	CME
<b>Lucinidae</b>			
	<i>Phacoides pectinatus</i> (Gmelin, 1791)	Estuário Rio Acaraú	CME
<b>Myidae</b>			
	<i>Sphenia fragilis</i> (H. Adams & A. Adams, 1854)	Praia de Arpoeiras	CME
<b>Mytilidae</b>			
	<i>Brachidontes exustus</i> (Linnaeus, 1758)	Estuário Rio Acaraú	Araújo (2019)
	<i>Mytella strigata</i> (Hanley, 1843)	Estuário Rio Acaraú	CME
<b>Nuculidae</b>			
	<i>Nucula brasiliana</i> Esteves, 1984	Estuário Rio Acaraú	Araújo (2019)
<b>Ostreidae</b>			
	<i>Crassostrea mangle</i> Amaral & Simone, 2014	Praia de Arpoeiras	CME
<b>Solecurtidae</b>			
	<i>Tagelus plebeius</i> ([Lightfoot], 1786)	Estuário Rio Acaraú	CME
<b>Teredinidae</b>			
	<i>Lyrodus floridanus</i> (Bartsch, 1922)	Praia de Arpoeiras	Carmo (2015)
	<i>Nausitora fusticulus</i> (Jeffreys, 1860)	Manguezal P. Arpoeiras	CME
	<i>Neoteredo reynei</i> (Bartsch, 1920)	Manguezal P. Arpoeiras	CME
	<i>Teredo navalis</i> Linnaeus, 1758	Manguezal P. Arpoeiras	Carmo (2015)
<b>Veneridae</b>			
	<i>Anomalocardia flexuosa</i> (Linnaeus, 1767)	Praia da Volta do Rio	CME
	<i>Tivela fulminata</i> (Bory de Saint-Vincent, 1827)	Praia de Arpoeiras	David (2015)
<b>CEPHALOPODA</b>			
<b>Loliginidae</b>			
	<i>Sepioteuthis sepioidea</i> (Blainville, 1823)	Ilha do Rato	CME
<b>GASTROPODA</b>			
<b>Bullidae</b>			
	<i>Bulla striata</i> Bruguière, 1792	Praia de Arpoeiras	CME

<b>Cerithidae</b>			
	<i>Cerithium eburneum</i> Bruguière, 1792	Praia do Farol	CME
<b>Columbellidae</b>			
	<i>Anachis lyrata</i> (G. B. Sowerby I, 1832)	Praia de Arpoeiras	Vale (2019)
	<i>Parvanachis obesa</i> (C. B. Adams, 1845)	Praia de Arpoeiras	CME
<b>Ellobiidae</b>			
	<i>Melampus coffea</i> (Linnaeus, 1758)	Manguezal P. Arpoeiras	CME
<b>Littorinidae</b>			
	<i>Echinolittorina lineolata</i> (d'Orbigny, 1840)	Praia de Arpoeiras	Vale (2019)
	<i>Littoraria angulifera</i> (Lamarck, 1822)	Manguezal P. Arpoeiras	CME
	<i>Littoraria flava</i> (P. P. King, 1832)	Praia de Arpoeiras	CME
<b>Melongenidae</b>			
	<i>Pugilina morio</i> (Linnaeus, 1758)	Praia da Volta do Rio	CME
<b>Muricidae</b>			
	<i>Stramonita brasiliensis</i> Claremont & D. Reid, 2011	Estuário Rio Acaraú	Araújo (2019)
<b>Nassariidae</b>			
	<i>Phrontis vibex</i> (Say, 1822)	Praia de Arpoeiras	David (2015)
<b>Naticidae</b>			
	<i>Natica marochiensis</i> (Gmelin, 1791)	Praia de Arpoeiras	CME
<b>Neritidae</b>			
	<i>Nerita fulgurans</i> Gmelin, 1791	Estuário Rio Acaraú	Araújo (2019)
	<i>Vitta virginea</i> (Linnaeus, 1758)	Praia de Arpoeiras	CME
<b>Olividae</b>			
	<i>Olivella minuta</i> (Link, 1807)	Praia de Arpoeiras	CME
<b>Phasianellidae</b>			
	<i>Eulithidium affine</i> (C. B. Adams, 1850)	Estuário Rio Acaraú	Santos (2018)
	<i>Eulithidium bellum</i> (M. Smith, 1937)	Praia de Arpoeiras	Vale (2019)
<b>Pisaniidae</b>			
	<i>Engina turbinella</i> (Kiener, 1836)	Praia da Barra	Vale (2019)
	<i>Pisania pusio</i> (Linnaeus, 1758)	Praia da Barra	Vale (2019)
<b>Pyramidellidae</b>			
	<i>Eulimella rudis</i> R. B. Watson, 1886	Praia da Barra	Vale (2019)
<b>Rissoinidae</b>			
	<i>Zebinella princeps</i> (C. B. Adams, 1850)	Estuário Rio Acaraú	Santos (2018)
<b>Terebridae</b>			
	<i>Hastula cinerea</i> (Born, 1778)	Praia da Barra	Vale (2019)

## 2. OS MOLUSCOS E A VEGETAÇÃO DE MANGUE

As interações tróficas envolvendo plantas e animais em bosques de mangue exercem um importante papel na estruturação de populações, comunidades e processos ecológicos nesses ambientes. A presença de substratos, como troncos e raízes aéreas, funciona como: *i*) recurso alimentar devido à disponibilização de folhas, algas e fungos associados; *ii*) refúgio contra condições climáticas limitantes e predação e *iii*) estrutura física estável para colonização ou locomoção, tornando-se um micro-habitat favorável e um nicho ecológico único para diversas espécies de moluscos. Dessa forma, a densidade e a composição específica das árvores de mangue estão relacionadas com a distribuição das espécies da malacofauna no ecossistema.

Na área de influência do estuário do rio Acaraú, Tanaka e Maia (2006) indicaram que o tamanho e a proporcionalidade da concha de *Littoraria angulifera* (Figura 1A) é menor em bosques de mangue mais baixos, quando comparados com áreas de copas mais altas, em resposta à maior exposição à luminosidade e/ou à temperatura. David (2016), na mesma área, observou que a espécie habita, preferencialmente, árvores de *Rhizophora mangle*, uma vez que seus troncos e raízes disponibilizam uma maior área de substrato e levam a uma maior proteção contra a dessecação. Farias (2016), por sua vez, mostrou que, nos manguezais de Acaraú, os caramujos da espécie *L. angulifera* se alimentam de fungos associados aos mangues *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* e *Laguncularia racemosa*.

Resultados similares são observados para o gastropoda pulmonado *Melampus coffea* (Figura 1 B) nos manguezais de Acaraú. Maia e Tanaka (2007) mostraram que essa espécie se encontra em maior densidade e com maior comprimento de concha em áreas no solo onde ocorrem mais rizóforos de *R. mangle*, o que deve estar relacionado à tendência de movimentação da espécie com as marés e com a maior disponibilidade de recursos e abrigos fornecidos por essa espécie

vegetal. Maia e Coutinho (2012) relatam que a maior densidade de árvores de mangue leva a uma maior abundância de *M. coffea*.

Araújo e Maia (2021) também mostraram uma correlação positiva entre a ocorrência do caramujo e a densidade de *R. mangle*, e ainda com a altura e o diâmetro à altura do peito (DAP) das árvores, indicando, mais uma vez, a importância desse substrato vegetal para a dispersão da espécie de molusco. Além disso, *M. coffea* é um importante macrodetritívoro no manguezal de Acaraú, alimentando-se de folhas de mangue caídas no solo, sendo, assim, fundamental para ciclagem de nutrientes nesses ambientes (Maia, 2010). Apesar de apresentarem um nicho ecológico similar, Araújo (2015) mostrou que *L. angulifera* e *M. coffeus* não estão competindo na região.

Os rizóforos de *R. mangle* também são um substrato propício para uma gama de espécies de bivalves sésseis ou cavadores, que vivem alojados em espaços livres, cavidades e/ou fendas deixadas por outros organismos, tais como: a Ostreidae *Crassostrea mangle* (Figura 1 C); os Mytilidae, *Brachidontes exustus* e *Mytella strigata*; a Myidae *Sphenia fragilis* e a Nuculidae *Nucula brasiliana* Esteves, 1984 (Rocha, 2019). Ainda habitam esses ambientes os gastrópodes Neritidae, *Nerita fulgurans*, o Muricidae *Stramonita brasiliensis*, além dos Littorinidae, *L. angulifera*, já citada acima, e *L. flava* (Rocha, 2019).

A *L. flava* (Figura 1D) também pode ocorrer associada à herbácea halófito *Batis maritima*

*L.* (Batataceae) em apicuns junto aos manguezais de Acaraú. Lourenço *et al.* (em fase de pré-publicação) observaram que esses caramujos possuem uma preferência de cobertura vegetal entre 93% e 100%, o que resulta em um abrigo contra a radiação solar e as altas temperaturas do habitat.

Organismos perfuradores da família Teredinidae (Figura 1E), em Acaraú, são

mais abundantes e diversos em bosques de composição vegetal específica mais heterogênea (Carmo, 2018). Entretanto, o gênero de mangue *Avicennia* é o mais perfurado, o que pode estar relacionado com a baixa dureza dessa madeira e com a maior disponibilidade dessas árvores, que são as mais comuns em áreas de sucessão ecológica secundária na região

(Carmo, 2015; Carmo, 2018). Associados a essas galerias perfuradas, micro-habitats protegidos das oscilações de maré, salinidade, dessecação e predadores habitam diversas espécies de Gastropoda, como os Ellobiidae, *Melampus coffea* e novamente os Littorinidae, *L. angulifera* e *L. flava*.

### 3. OS MOLUSCOS E SOLO DO MANGUEZAL

A macrofauna bentônica é composta por um grupo de animais associado ao sedimento, visíveis a olho nu, mas, em geral, apenas identificáveis com auxílio de microscópio estereoscópico. Os manguezais, localizados ao longo de estuários, constituem um importante habitat para essa fauna e, frequentemente, abrigam uma diversificada comunidade de invertebrados bentônicos, que podem servir como fonte de alimento para a comunidade associada, promover a aeração do solo e contribuir para a ciclagem de nutrientes e produção secundária.

No estuário do rio Acaraú, os moluscos são o segundo grupo mais abundante da macrofauna bentônica, superados apenas pelos Polychaeta (Campelo, 2017; Amorim, 2017; 2020). Lima (2015) e Campelo (2017), analisando amostras de solo na região, observaram que os mais argilosos favorecem a ocorrência dos caramujos pulmonados da família Ellobiidae, enquanto no substrato com predominância de areia fina, há uma maior ocorrência de bivalves da família Veneridae, diferenças justificadas pela mobilidade desses organismos no substrato, somadas ao fato de que frações de sedimentos mais finas são preferidas por bivalves, já que permite a eficácia alimentar no processo de filtragem, sem entupimento dos sifões.

Amorim (2017) e Santos (2018) registram que, no estuário do rio Acaraú, a classe Gastropoda é representada pelas espécies *Eulithidium affine*, *Rissoina princeps*, *Pugillina morio* e

*Neritina virginea* (Figura 1F), enquanto, na classe Bivalvia, observa-se a espécie *Anomalocardia flexuosa* (Figura 1G). Cabe ressaltar também que *E. affine* não é uma espécie comum em solos de manguezal, porém foi encontrada em amostras com a presença de macroalgas.

Para a *A. flexuosa*, observou-se também que, nos meses de janeiro, fevereiro e março (estação chuvosa), as populações de áreas associadas ao estuário do rio Acaraú apresentaram indivíduos maiores, mais pesados e com elevado índice gonadossomático; foi observada a diminuição desses valores nos meses de abril a setembro (estação seca), evidenciando um possível período de recrutamento (Nascimento 2015; 2018).

As praias estuarinas encontradas dentro de baías ou do estuário do rio Acaraú são caracterizadas pela ação de ondas de pequena amplitude durante condições climáticas normais e demonstram os maiores valores de diversidade e abundância de moluscos quando comparadas às praias arenosas não estuarinas (VALE, 2019). Como os estuários recebem um grande aporte de matéria orgânica, consequentemente, as praias influenciadas por eles apresentam maiores taxas de produtividade. Vale (2019) e Santos e Maia (2021) indicam a ocorrência de espécies das classes Bivalvia, Gastropoda e Scaphopoda na praia estuarina de Arpoeiras, numa área próxima ao manguezal. Merecem destaque as espécies *Neritina virginea* e *A. flexuosa*, como mais frequentes.

**Figura 1** – Malacofauna no estuário do rio Acaraú. A: *Littoraria angulifera* em rizóforos; B: *Melampus coffea* durante a maré alta em rizóforos; C: *Crassostrea mangle* incrustada em *Rhizophora mangle*; D: *Littoraria flava* associada a *Batis maritima*; E: Galerias de Teredinidae; F: *Neritina virginea* em rizóforos e; G: *Anomalocardia flexuosa* em praia estuarina.



Fonte: Acervo Ecomangue

#### 4. IMPACTOS AMBIENTAIS E OS MOLUSCOS DE MANGUEZAIS

A intensa utilização de recursos naturais vem ameaçando a existência dos manguezais. Essas alterações provocam distúrbios de curto, médio e longo prazo, afetando a morfologia da concha, a dinâmica populacional e a estrutura das comunidades de moluscos.

De acordo com Tanaka e Maia (2006), a morfologia da concha de *L. angulifera* varia em função do desmatamento. Segundo os autores, em áreas desmatadas de Acaraú, esses organismos apresentam uma maior reserva de água no interior de suas conchas para evitar a dessecação, apresentando conchas

maiores e/ou mais largas. Com relação à densidade de indivíduos, David (2016) observou que os maiores valores são encontrados em áreas conservadas e os menores valores em áreas impactadas por desmatamento.

Maia e Tanaka (2007) e Maia e Coutinho (2013) sugerem a possibilidade de utilização do caramujo *M. coffea* para avaliar o estado de degradação dos manguezais do estuário do rio Acaraú, principalmente em relação ao grau de desmatamento, já que sua existência estaria condicionada à presença dessas árvores, tanto como refúgio contra afogamento quanto recurso

alimentar. Araújo e Maia (2021) corroboraram a hipótese, uma vez que encontraram uma maior abundância e caramujos maiores em áreas conservadas de manguezal quando comparadas com as desmatadas.

O desmatamento da vegetação de mangue leva à fragmentação de áreas e, conseqüentemente, ao aumento do efeito de borda. Amorim (2020), estudando esse efeito nos manguezais estuarinos na região de Acaraú, observou uma diminuição dos valores de abundância e de riqueza de espécies, amostrando, entre os moluscos, somente bivalves da Família Lucinidae.

A carcinicultura também pode impactar a malacofauna de manguezal, pois devasta a cobertura vegetal, impede o fluxo das marés, altera as características físico-químicas do substrato, além de lançar efluentes nos cursos de água. Por exemplo, David (2016) observou menores tamanhos de concha de *L. angulifera* em áreas de carcinicultura, quando comparadas com áreas conservadas. Nascimento (2015) demonstrou a ausência de indivíduos juvenis e de variações na densidade populacional em áreas de descarte de água da carcinicultura, indicando que as perturbações provocadas por esses empreendimentos podem estar influenciando a reprodução de *A. flexuosa*.

#### 4.1 MARISCAGEM

A pesca artesanal é exercida desde os tempos remotos e os conhecimentos são passados de geração a geração. Dentre as atividades que estão associadas a esse tipo de pesca, temos a mariscagem, que é considerada de baixo impacto, pois é exercida com materiais de fabricação dos próprios pescadores, chamados de marisqueiros, a partir do seu conhecimento empírico sobre as espécies de moluscos que capturam.

Os dados mais recentes compilados e disponibilizados para a pesca em Acaraú indicam que a produção de pescado no município (pesca extrativa, marítima e estuarina) corresponde a 17% do total capturado no Ceará, colocando-o em

Obras de urbanização em zonas estuarinas também levam a diferenças significativas na riqueza, abundância, índices de diversidade e composição de espécies da malacofauna bentônica. Santos e Maia (2022), estudando a praia estuarina de Arpoeiras, demonstraram que o fluxo de água e o sedimento provocado pelas obras de construção civil na linha de preamar alteraram o perfil topográfico, levando a uma baixa densidade de táxons, sendo a comunidade constituída somente pelo Filo Mollusca.

As mudanças climáticas também podem influenciar a malacofauna, visto que podem alterar a produtividade primária e secundária, o fornecimento de recursos e o habitat para muitos organismos, além do comprometimento de serviços ecossistêmicos. Assim, Maia e Troncoso (2022), por meio de estudos manipulativos com animais coletados no estuário em Acaraú, indicam que *L. flava* irá responder às mudanças climáticas com alterações como diminuição das taxas de sobrevivência e perda de peso em função do aumento da temperatura; a acidificação da água poderá acarretar um decréscimo no tamanho das conchas, resultante da dissolução da espira, podendo comprometer as relações ecológicas das espécies no estuário.

segundo lugar no estado (Saraiva, 2015). No entanto, há uma escassez de dados sobre a pesca de moluscos, não havendo informações sobre as espécies exploradas, seus ciclos vitais e dinâmicas populacionais, a fim de subsidiar o extrativismo sustentável.

Apesar da mariscagem ser uma atividade considerada tipicamente feminina, em trabalho realizado por Sousa (2020) na comunidade adjacente à Praia estuarina de Arpoeiras, no município de Acaraú, é exercida por pescadores de ambos os sexos, sendo que 64% eram mulheres e 36% homens, que a executavam há pelo menos 14 anos (Figura 2). A autora destaca que não está havendo

uma renovação dessa mão de obra, justificada pela escassez dos moluscos na área amostral com os anos de atividade ininterrupta. Foi mencionado pelas marisqueiras que, na última década, houve um declínio na abundância dos

moluscos, fato que teria relação direta com os impactos sofridos na faixa praial e na área de manguezal próxima. Foi citada como principal fonte de impacto a disposição inadequada dos resíduos sólidos nesses ambientes.

**Figura 2** – Mariscagem na Praia Estuarina de Arpoeiras.



Fonte: Acervo Ecomangue

No estudo de Sousa (2020), ainda foi relatado que a espécie de bivalve *Anomalorcardia flexuosa* é a mais capturada, por ocorrer durante o ano inteiro, com maior abundância nos meses de janeiro a abril, o que, segundo as marisqueiras, está relacionado ao período chuvoso da região. Em relação à comercialização da produção desse marisco, 46% vendem a produção na sua totalidade, 36% vendem e utilizam a produção para alimentação e 18%

vendem e utilizam parte da produção para trocar por alimentos.

Nesse contexto, é necessária a reflexão sobre as relações de não valorização da mariscagem, dos aspectos socioeconômicos e ambientais envolvidos. Apesar de essa ser uma atividade que contribui para a subsistência de muitas famílias ribeirinhas e tradicionais, historicamente é negligenciada e carece de estudos que subsidiem políticas públicas para o setor.

## CONCLUSÃO

O manguezal é considerado o berçário da vida marinha por ofertar micro-habitat favorável e nicho ecológico ideal para a reprodução de uma grande diversidade de espécies de organismos marinhos, inclusive para as comunidades de moluscos que vivem associados aos mangues, utilizando-os como recurso alimentar, abrigo e refúgio.

Estudos realizados na região do estuário do rio Acaraú revelam que a estrutura vegetal dos bosques de mangue

influencia diretamente na distribuição e na abundância da malacofauna local e que a sua alteração interfere na morfologia da concha, na dinâmica populacional das espécies e na estrutura das comunidades de moluscos, com possíveis reflexos nas teias alimentares da região e no comprometimento do funcionamento do ecossistema. Ressalta-se, assim, a importância da conservação e da manutenção dos manguezais para o equilíbrio das populações de moluscos, sendo uma forma de também garantir a

continuidade dos serviços ecossistêmicos e socioeconômicos ofertados para a sociedade, como os que ocorrem por meio da mariscagem.

Aponta-se também a necessidade do monitoramento das áreas de manguezais remanescentes, a fim de avaliar as respostas das populações e das comunidades diante dos impactos impostos. Acreditamos que o processo contínuo de Educação Ambiental é uma das medidas mitigadoras que também pode contribuir para a sensibilização da população quanto à conservação do estuário do Rio Acaraú, sendo importante que as

intervenções se realizem em parceria com os órgãos ambientais competentes.

Por fim, o presente capítulo contribui para ampliar o conhecimento sobre as comunidades de moluscos em manguezais, apresentando um primeiro inventário de espécies locais. Os dados apresentados poderão servir de base para estudos que venham a ser realizados na região ou em estuários que apresentem características ambientais semelhantes para comparação, representando um importante subsídio em elaboração de políticas públicas, tomadas de decisão, planos de conservação e manejo efetivos para a região.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, A.C.; RIZZO, A.E., ARRUDA, E.P. **Manual de Identificação dos Invertebrados Marinhos da Região Sudeste -Sul do Brasil**. São Paulo: Ed Universidade de São Paulo, 2005. 287 p.
- ARAÚJO, F. C. 2015. **Padrões de distribuição dos Gastrópodes *Littoraria angulifera* (Lamarck, 1822) e *Melampus coffeae* (Linnaeus, 1758) em Manguezais Estuarinos no Ceará: Avaliando interações competitivas**. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- IFCE *Campus Acaraú*. Acaraú, 2015.
- ARAÚJO, F. C.; MAIA, R. C. 2021. **O Uso do Gastrópode *Melampus coffeae* (Ellobiidae) (Linnaeus, 1758) como Indicador Ecológico do Estado de Degradação Ambiental de Manguezais**. *Journal of Integrated Coastal Zone Management* v. 21, n. 1, p. 25-32, 2021.
- ARAÚJO, M. R. 2019. **Organismos Bentônicos Associados Às Raízes De *Rhizophora Mangle* L.: Composição E Zonação**. 2018. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- IFCE *Campus Acaraú*. Acaraú, 2019.
- AMORIM, V. G. 2017. **Efeito das Diferentes Malhas e Profundidades** na Caracterização da Macrofauna Bentônica Estuarina no Ceará. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- IFCE *Campus Acaraú*. Acaraú, 2017.
- BOOMINATHAN, M.; RAVIKUMAR, G.; SUBASH CHANDRAN, M.D.; RAMACHANDRA.T.V. Mangrove Associated Molluscs of India. **National Conference on Conservation and Management of Wetland Ecosystems**, v.7, n. 6-9, p.1-11, 2012.
- CARMO, E. L. 2018. **A Influência de Gradientes Ambientais na Diversidade de Teredinídeos em um Manguezal Estuarino**. 91 f. Dissertação de mestrado-Programa de Pós- Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2018.
- CARMO, E. L. 2015. **Efeitos Da Salinidade Na Distribuição E Infestação De Teredinidae E Na Composição Da Macrofauna Associada Às Suas Galerias Em Manguezais De Acaraú – Ce**. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- IFCE *Campus Acaraú*. Acaraú, 2015.
- DAVID, H. N. 2016. **O Uso Do Gastrópode *Littoraria angulifera* (Lamarck, 1822) Como Indicador Ecológico Do**

**Estado De Degradação Ambiental De Manguezais Estuarinos No Ceará.** 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- IFCE Campus Acaraú. Acaraú, 2016.

D'ACAMPORA, B. H. A.; HIGUERAS, E.; ROMÁN, E. Combining different metrics to measure the ecological connectivity of two mangrove landscapes in the Municipality of Florianópolis, Southern Brazil. **Ecological Modelling**, v. 384, p. 103 - 110, 2018.

FARIAS, E. M. N. 2016. **Caracterização Da Microbiota Fúngica Do Conteúdo Estomacal E Preferência Alimentar Do Gastrópode De Manguezal *Littoraria angulifera* Lamarck, 1822.** 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- IFCE Campus Acaraú. Acaraú, 2016.

FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. **Zoologia dos invertebrados.** 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: Gen Roca, 2016.

HUSSAIN, S. A. & BADOLA, R. Valuing Mangrove Benefits: contribution of Mangrove Forests to Local Livelihoods in Bhitarkanika Conservation Area, East Coast of India. **Wetlands Ecology and Management**, Netherlands, v. 18, n. 3, p.321-331, 2010.

LOURENÇO, T. H. F. et. al. Efeito da cobertura vegetal na distribuição de *Littoraria flava* (Mollusca: Gastropoda) em um manguezal em Acaraú, Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar.** (no prelo).

MAIA, R. C.; TRONCOSO, J. S. 2022. **Evaluation of the synergistic effects of climate change on estuarine ecosystems at temperate and tropical latitudes using Littorinids (Mollusca: Gastropoda) as indicators.** Brazilian Journal of Animal and Environmental Research. Curitiba, v.5, n.2, p. 1642-1660, abr./jun., 2022.

MAIA, R. C.; COUTINHO, R. The effects of salinity on the density, shell size and

survival of a mangrove gastropod: laboratory and field evidence. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 96, p. 1-9, 2015.

MAIA, R. C.; COUTINHO, R. 2013. The influence of mangrove structure on the spatial distribution of *Melampus coffeus* (Gastropoda: Ellobiidae) in Brazilian estuaries. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v.8, p. 21-29, 2013.

MAIA, R.C.; COUTINHO, R. Structural characteristics of mangrove forests in Brazilian estuaries: A comparative study. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v.47, n.1, p.87-98, 2012.

MAIA, R. C. ROCHA-BARREIRA, C. A.; COUTINHO, R. Reproductive cycle and embryonic development of the gastropod *Melampus coffeus* (Linnaeus, 1758) (Ellobiidae) in the Brazilian northeast. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, p. 1-9, 2012.

MAIA, R. C.; TANAKA, M. O. 2007. Avaliação de efeitos de espécies de mangue na distribuição de *Melampus coffeus* (Gastropoda, Ellobiidae) no Ceará, nordeste do Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 97, n. 4, p. 379-382, 2007.

NASCIMENTO, N. G. 2015. **Efeito da carcinicultura na distribuição de *Anomalocardia brasiliiana* (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) (Gmelin, 1791) em um manguezal do litoral oeste do Ceará, Brasil.** 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- IFCE Campus Acaraú. Acaraú, 2015.

PEREIRA, T. J. F. et. al. Extrativismo de mariscos na ilha do maranhão (MA): implicações ecológicas e socioeconômicas. **Revista de Políticas Públicas**, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Brasil, v. 21, n. 2, p. 831-853, 2017.

PINTO, L. M. **Coletores de moluscos da comunidade da Mangabeira (Eusébio, Ceará): caracterização da atividade e percepções.** 2016. 53 f. Trabalho

- de Conclusão de Curso (graduação)- Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Curso de Ciências Ambientais, Fortaleza, 2016.
- PROFFIT, C. E.; DEVLIN, D. J. Grazing by the intertidal gastropod *Melampus coffeus* greatly increases mangrove leaf litter degradation rates. **Marine Ecology Progress Series** 296: 209 - 218. 2005.
- SANTOS, H. F. 2018. **Distribuição Espaço-Temporal Da Malacofauna Bentônica Da Zona Entremarés Não Vegetada Do Estuário Do Rio Acaraú-Ce.** 2018. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- IFCE *Campus Acaraú*. Acaraú, 2018.
- SOUZA, A. P. **Moluscos Capturados na Praia de Arpoiras em Acaraú-Ceará: Aspectos Socioeconômicos e Etnoecológicos da Mariscagem.** 2020. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- IFCE *Campus Acaraú*. Acaraú, 2020.
- SANTOS, M. R.; MAIA, R. C. 2021. **Obras de Urbanização e os Impactos Ambientais Sobre a Macrofauna Bentônica: Estudo de Caso em Uma Praia do Litoral Cearense.** *Journal of Integrated Coastal Zone Management* (2021) 21(3): 135-145.
- TANAKA, M. O.; MAIA, R. C. 2006. Shell morphological variation of *Littoraria angulifera* among and within mangroves in NE Brazil. **Hydrobiologia** v. 559, p.193–202, 2006.
- TAVARES, D. S. et al. Ecological relations between mangrove leaf litter and the spatial distribution of the gastropod *Melampus coffeus* in a fringe mangrove forest. Iheringia. **Série Zoologia**, v. 105, p. 35-40, 2015.
- SOUZA, C. A.; DUARTE, L. F. A., JOÃO, M. C. A.; PINHEIRO, M. A. A. Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica, Cap. 1: p. 16-56. In: Pinheiro, M. A.A. & Talamoni, A.C.B. (Org.). **Educação Ambiental sobre Manguezais.** São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, 165 p. 2018.
- VALE, J. A. 2019. **Caracterização Da Malacofauna Bentônica De Praias Arenosas Estuarinas E Não Estuarinas No Litoral Oeste Do Ceará.** 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- IFCE *Campus Acaraú*. Acaraú, 2019.
- VERMEIJ, G. J.; Mollusc in mangrove swamps: physiognomy, diversity and regional differences. **Systematic Zoology**, v. 22, p. 319 – 346, 1973.

# 5 Registro da carcinofauna na região estuarina **do município de Acaraú-CE**

André Luiz da Costa Pereira

Grasielle Dayse de Vasconcelos Silva

José Moacir de Carvalho Araújo Junior

Giselle Adayllana de Vasconcelos Silva

Francimeire do Nascimento Costa

## INTRODUÇÃO

Os manguezais compreendem um complexo ecossistema florestal típico de regiões costeiras tropicais de todo o mundo (Giri *et al.*, 2011; Tomlinson, 2016). Segundo Lee *et al.* (2014), os bosques de mangue são fundamentais para a sobrevivência do meio ambiente, em virtude das diversas funções ecossistêmicas que exercem, uma vez que, em seu interior, abrigam áreas de alimentação, refúgio, reprodução e criadouro natural de muitas espécies.

Com relação a essa composição faunística formada nos manguezais, destacam-se os artrópodes (Filo Arthropoda), considerados o maior filo animal com mais de um milhão de espécies catalogadas no mundo (Castro; Huber, 2012). O táxon engloba o subfilo Crustacea (do latim “crusta” = carapaça dura), representado pelos crustáceos, o grupo mais diverso, tanto em padrões morfológicos quanto em hábitos de vida (Roque *et al.*, 2021). De maneira geral, formam a comunidade biológica mais abundante

nos manguezais, representados, em sua maioria, por caranguejos (Boos; Pinheiro; Magris, 2014).

Apesar de viverem em habitats marinhos, podem ser encontrados habitando ambientes dulcícolas e terrestres com diferentes estratos de altitude; logo, o grupo ocupa um papel de destaque na cadeia trófica dos ambientes onde ele se encontra (Viana *et al.*, 2021), ou seja, muitos deles são a principal fonte de proteína de outras espécies de animais, mas também exercem papel de predadores vorazes na natureza (Kehrig *et al.*, 2009).

Além das funções ecológicas, certas espécies se destacam pelo seu potencial econômico no setor pesqueiro, como é o caso dos camarões, siris, caranguejos e das lagostas (Roque *et al.* 2021); enquanto estes são explorados comercialmente, outros encontram-se no ambiente desempenhando serviços ecossistêmicos específicos, tais como cracas, isópodes, copépodos, anfípodes e ermitões (Nuci; Melo, 2011).

Na região Nordeste do Brasil, mais especificamente, no Ceará, lagostas e camarões peneídeos são os principais representantes do grupo dos crustáceos explorados pela pesca artesanal e industrial, seguido da coleta de siris do gênero *Callinectes* e do caranguejo Uça (Bezerra; Franklin Júnior, 2006; Soares *et. al.*, 2009; MPA, 2011). No entanto, no município de Acaraú, a exploração comercial de crustáceos limita-se, mais fortemente, à carcinicultura e à pesca da lagosta (Bertoza; Oliveira; Campos, 2019).

Posto isso, este capítulo tem como objetivo apresentar de forma sumária a fauna de crustáceos encontrados mais frequentemente no complexo estuarino inserido no município de Acaraú, no litoral do estado do Ceará.

Os elementos que subsidiam a escrita referem-se a um compilado de pesquisas realizadas ao longo dos anos por acadêmicos do curso de ciências biológicas do IF CE, *campus* de Acaraú. Os dados referentes à carcinofauna, presente no estuário do rio Acaraú, foram obtidos, principalmente, através de coletas em campo e literatura específica. Todos os representantes da carcinofauna que ocorrem nos manguezais de Acaraú

têm, pelo menos, um exemplar depositado nas coleções biológica, científica ou didática do Laboratório de Ecologia de Manguezais (ECOMANGUE) do IFCE-*campus* de Acaraú.

Vale ressaltar que as coleções biológicas em questão, além de terem sua importância para o conhecimento e conservação da biodiversidade nativa de crustáceos, também são uma ótima ferramenta facilitadora da abordagem educacional mais efetiva, pois oportunizam conhecer e reconhecer os conteúdos nas disciplinas trabalhadas, destacando aqui, mais uma vez, a preservação e a conservação da biodiversidade marinha presente no município e a sensibilização sobre os ambientes naturais nos quais esses animais estão inseridos.

É importante destacar que o estudo realizado sobre o registro da carcinofauna presente no município de Acaraú é um importante instrumento para o desenvolvimento de políticas de conservação por parte das autoridades competentes, pois podem auxiliar na compreensão dos aspectos estruturais e funcionais dessas comunidades, além de fomentar um banco de dados para a produção de estudos da biodiversidade desses animais.

## 1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS CRUSTÁCEOS

Os crustáceos constituem um grupo de invertebrados mais representativo entre o reino animal. Estimativas sugerem que existam, aproximadamente, 70.000 espécies vivendo sobre o planeta Terra e alguns milhões dispersos na natureza, aguardando ser descobertos e identificados (Brusca; Moore; Shuster, 2018). Essa classificação taxonômica compreende indivíduos que partilham características afins (Brusca; Moore; Shuster, 2018) e que se encontram distribuídos em 6 classes e 47 ordens (Amaral; Jablonski, 2005).

Esse quantitativo atribui-se graças ao sucesso evolutivo apresentado pelo grupo, com o surgimento de um exoesqueleto protetor constituído por quitina, principal substância que confere

rigidez ao corpo do animal e aos apêndices especializados à locomoção, reprodução, defesa, sensorialidade e alimentação (Garrison, 2010). Por ser um grupo bastante antigo, segundo Martin e Davis (2001), existem registros fósseis do período cambriano, há 542 bilhões de anos.

Quando comparados a animais de outros filos, é notória a percepção desses padrões morfológicos, o que dificulta, em alguns casos, estabelecer uma identificação taxonômica mais assertiva (Dornellas *et al.*, 2011). Essas inúmeras formas anatômicas se devem ao conjunto de segmentos especializados (tagma) que forma o corpo de todos os artrópodes (Pechenik, 2016).

De maneira geral, os crustáceos apresentam o corpo formado por um esqueleto externo bastante calcificado, estrutura rígida, mas com estruturas flexíveis, graças às suas articulações que lhes conferem muitas vantagens ecológicas, tais como, proteção mecânica, química e biológica, redução da evapotranspiração, entre outras funções. Assim, o plano corporal dos crustáceos está dividido em dois tagmas bem definidos, cefalotórax e abdome (Brusca; Moore; Shuster, 2018). Ambas as partes são ornamentadas pelos apêndices, cada qual responsável por desempenhar uma função específica. Na porção do cefalotórax, destacam-se os pereiópodos (locomoção); as mandíbulas e as maxilas (alimentação) e as antenas e antênulas (sentidos), enquanto na região abdominal, estão presentes os pleópodos (natação e incubação dos ovos) e o leque caudal (télson e urópodes), presentes em algumas espécies, com função de proteção e natação, respectivamente (Lima, 2015).

Esse aspecto anatômico é bem mais evidente em crustáceos da classe malacostraca, ou seja, em camarões, caranguejos, lagostas, entre outros. Por outro lado, em alguns crustáceos da classe Cirripedia, popularmente conhecidos como cracas e lepas, o corpo do indivíduo é modificado para um modo de vida sésil ou parasitária, como é o caso da espécie *Sacculina carcini* Thompson, 1836, que parasita caranguejos (Hickman; Roberts; Larson, 2010). Algumas diferenças morfológicas e fisiológicas deste grupo em relação aos demais crustáceos é a inexistência de cefalização, ou seja, não há uma distinção das partes do corpo e, por serem indivíduos hermafroditas, nesse caso, cada animal apresenta os dois sexos juntos (Kassuga *et al.*, 2020).

Os representantes do subfilo Crustacea vivem, em sua maioria, em meio aquático. Do total de espécies conhecidas, 84% encontram-se distribuídas no ambiente marinho ou estuarinas; 13% na água doce e apenas 3% nos ecossistemas terrestres (Martin; Davis, 2001). Mais especificamente, em áreas estuarinas, as espécies de crustáceos

encontram-se desempenhando várias funções ecológicas e habitando diferentes nichos; alguns caranguejos, por exemplo, possuem hábitos arborícolas, semiterrestre e terrestres, como é o caso dos caranguejos *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837) (Figura 1A), *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Figura 1B) e *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Figura 1C), respectivamente. As colônias de cracas, por sua vez, podem ser encontradas ocupando troncos e raízes da vegetação do manguezal.

**Figura 1** – Espécies de caranguejos mais abundantes nos manguezais de Acaraú. A: *Aratus pisonii* refugian-do-se entre as ostras; B: *Goniopsis cruentata* forrageando no substrato do manguezal; C: *Ucides cordatus* recurso pesqueiro mais importante dos manguezais



Fonte: Acervo Ecomangue

Por terem ampla distribuição nos manguezais, algumas espécies estão entre os principais recursos pesqueiros explorados pelas frotas artesanais e industriais, além de que, são fontes de alimento e renda de muitos povos tradicionais que ocupam áreas costeiras (Bezerra *et al.*, 2021). Neste contexto, o próximo tópico tratará da diversidade de crustáceos que ocupam a região estuarina do município de Acaraú. A listagem de espécies foi elaborada a partir dos dados de pesquisa produzidos no laboratório ECOMANGUE do IFCE de Acaraú e publicações.

## 2. DIVERSIDADE DE CRUSTÁCEOS NO SISTEMA ESTUARINO DO MUNICÍPIO DE ACARAÚ

No laboratório ECOMANGUE, já foram desenvolvidos cinco trabalhos com propostas de estudos voltados para o grupo taxonômico dos crustáceos, a saber: Secundo Junior (2015); Pereira (2016); Silva (2018a); Silva (2018b); e Araújo (2019). Três destes trabalharam diretamente com a comunidade biológica do táxon (estudo comportamental de caranguejos e caracterização da fauna de peneídeos), e os demais com enfoque indireto ao grupo (estudo sobre organismos bentônicos associados às raízes de mangues e à macrofauna bentônica de viveiros de camarão).

Dessa forma, os dados produzidos nestes trabalhos revelaram que, nos 80 km<sup>2</sup> de área, correspondente ao estuário do rio Acaraú (Araújo; Freire, 2007), há a presença confirmada de 2 classes (Thecostraca e Malacostraca), 3 ordens (Balanomorpha, Scalpellomorpha e Decapoda) e 11 famílias (Chthamalidae, Lepadidae, Ocypodidae, Grapsidae, Portunidae, Eriphiidae, Sesarmidae, Gecarcinidae, Palaemonidae, Diogenidae e Penaeidae). Juntas, elas correspondem a 22 espécies bentônicas de crustáceos que ocupam diferentes substratos dos manguezais acarauenses, conforme consta na Tabela 1.

**Tabela 1** – Lista de espécies de crustáceos registrados nos manguezais do estuário do rio Acaraú.

Classe	Ordem	Família	Espécie	Nome Popular
THEOCOSTRACA	Balanomorpha	Chthamalidae	<i>Chthamalus sp.</i>	Craca
	Scalpellomorpha	Lepadidae	<i>Lepas sp.</i>	Lepa
MALACOSTRACA	Decapoda	Ocypodidae	<i>Minuca rapax</i> (Smith, 1870)	Caranguejos chama-maré
			<i>Leptuca thayeri</i> (Rathbun, 1900)	
			<i>Leptuca leptodactyla</i> (Rathbun, 1898)	
			<i>Uca maracoani</i> (Latreille, 1803)	
			<i>Ucides cordatus</i> (Linnaeus, 1763)	Caranguejo Uça
		Grapsidae	<i>Goniopsis cruentata</i> (Latreille, 1803)	Maria-mulata
			<i>Pachygrapsus gracilis</i> (Saussure, 1857)	Desconhecido
		Portunidae	<i>Callinectes sapidus</i> Rathbun, 1896	Siris-azul
			<i>Callinectes danae</i> Smith, 1869	
		Eriphiidae	<i>Eriphia gonagra</i> (Fabricius, 11781)	Siri-bolinha
		Sesarmidae	<i>Aratus pisonii</i> (H. Milne Edwards, 1837)	Aratu
		Gecarcinidae	<i>Cardisoma guanhumi</i> Latreille, 1825	Guaiamu
		Palaemonidae	<i>Macrobrachium carcinus</i> (Linnaeus, 1758)	Pitú
		Diogenidae	<i>Clibanarius sclopetarius</i> (Herbst, 1796)	Caranguejo-ermitão
			<i>Clibanarius symmetricus</i> (Rondall, 1840)	
			<i>Clibanarius antillenses</i> Stimpson, 1859	
Penaeidae	<i>Penaeus brasiliensis</i> (Latreille, 1817)	Camarões-rosa		
	<i>Penaeus subtilis</i> (Pérez Farfante, 1967)			
	<i>Penaeus schmitti</i> (Burkenroad, 1936)	Camarão-branco		
	<i>Penaeus vannamei</i> (Boone, 1931)	Camarão-cinza		

Muitos indivíduos da fauna carcinológica, típicos dos manguezais, apresentam potencial bioindicador, ou seja, os animais podem fornecer respostas acerca de alguma alteração adversa que esteja ocorrendo no meio, seja ela provocada pela interferência humana, seja por causas naturais; dessa forma, algumas espécies podem ser modelos para monitoramento de habitats alterados (Manickavasagam *et al.*, 2019).

Merecem destaque os impactos provocados por mudanças climáticas, resíduos sólidos, lançamento de efluentes contaminados, introdução de espécies exóticas, entre outros (PBMC, 2014). Todos esses impactos resultam em perda de área e de biodiversidade que, muitas vezes, pode se tornar irreversível (Cooley *et al.*, 2022).

Nesse contexto, Pereira (2016) e Secundo Júnior (2015), em seus estudos sobre o comportamento do caranguejo chama-maré *Minuca rapax* (Smith, 1870), como espécie bioindicadora nos manguezais de Acaraú (Figura 2), concluíram que a espécie tem grande potencial para detecção de fontes estressoras no ambiente; o animal se alimenta de organismos fitoplanctônicos indicadores de eutrofização e/ou poluição, ocasionados, principalmente, pelo descarte, na água, de efluentes não tratados (Secundo Junior, 2015), e flutuações da temperatura ambiental, provocada pela remoção da área vegetada, que podem afetar os padrões de distribuição e de densidade desses animais nos ecossistemas estuarinos (Pereira, 2015).

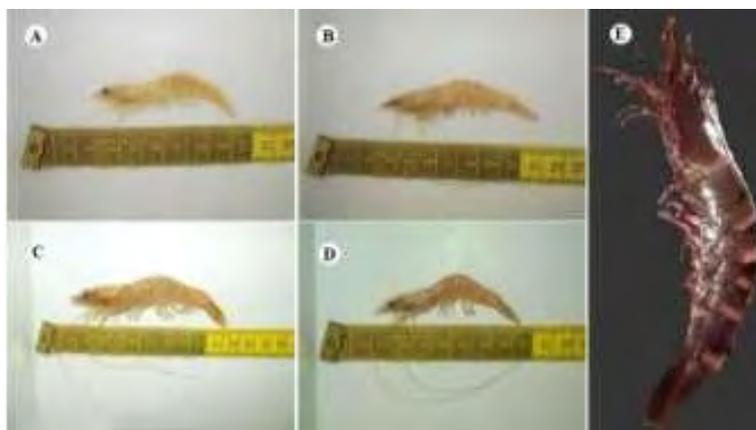
**Figura 2** – Caranguejo Chama-maré da espécie *Minuca rapax* no manguezal da praia de Arpoeiras, Acaraú-CE.



Fonte: Acervo Ecomangue

O trabalho elaborado por Silva (2018a) traz informações sobre a ocorrência da fauna de camarões marinhos no estuário do rio Acaraú. Embasada em etnociências (conhecimento tradicional dos pescadores), a autora caracterizou as espécies da família penaeidae, que comumente eram capturadas por pescadores artesanais do estuário, a saber: os camarões rosa *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817 - Figura 3A) e *Penaeus subtilis* (Pérez Farfante, 1967 - Figura 3B); o camarão branco *Penaeus schmitti* (Burkenroad, 1936 - Figura 3C) e; dois não nativos, o camarão cinza do pacífico, *Penaeus vannamei* (Boone, 1931 - Figura 3D) e o camarão-tigre-gigante, *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798 - Figura 3E).

**Figura 3** – Espécies de camarões peneídeos com ocorrência registrada no estuário do rio Acaraú e identificados taxonomicamente no Laboratório Ecomangue do IFCE campus de Acaraú A: *P. brasiliensis*; B: *P. subtilis*; C: *P. schmitti* e D: *P. vannamei*



Fonte: Acervo Ecomangue

A presença de *P. vannamei* e *P. monodon* no estuário do rio Acaraú, embora sem atribuições do *status* de bioinvasores, foi alvo de uma discussão acerca da relação com as carciniculturas (SILVA, 2018a). Em questão, novas pesquisas estão sendo desenvolvidas na região, e mais trabalhos são traçados em parceria com outras instituições, contribuindo para o desenvolvimento de estudos com a temática de espécies marinhas invasoras.

Dentre os crustáceos da infraordem Anomura MacLeay, 1838, conhecidos popularmente como caranguejos ermitões, *Clibanarius antillenses* Stimpson, 1859, *C. sclopetarius* (Herbst, 1796) e *C. symmetricus* (Rondall, 1840) são as espécies mais encontradas no estuário do rio Acaraú (COSTA; SILVA 2022). As espécies *Clibanarius sclopetarius* (Figura 4A) e *C. symmetricus* (Figura 4B) são mais conhecidas quanto à distribuição

e à ecologia populacional. Destaca-se *Clibanarius symmetricus*, como a espécie mais abundante e *C. sclopetarius*, o caranguejo-ermitão de maior tamanho, em média, 9,28 mm de escudo cefálico (Costa; Silva 2022). O pico populacional das duas espécies é diferente nos períodos de chuva e seca; a reprodução é descontínua para *C. sclopetarius* e contínua para *Clibanarius symmetricus* (Costa; Silva 2022).

**Figura 4** – Espécies de caranguejo ermitão com ocorrência registrada no estuário do rio Acaraú, A: *Clibanarius sclopetarius*; B: *Clibanarius symmetricus*



Fonte: Francimeire do Nascimento Costa

### 3. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E ECOLÓGICA

Os crustáceos que disparam em popularidade e importância econômica mundial são os da ordem decapoda, especialmente camarões, siris, caranguejos e lagostas (Martin; Davis, 2001). Vieira, Carvalho e Pfuetzenreuter (2018) reconhecem a importância econômica de camarões, siris e caranguejos para áreas costeiras de manguezais, com os fins de subsistência e/ou comercial.

A produção aquícola mundial é uma importante fonte de ganhos em moeda estrangeira para uma série de países em desenvolvimento na Ásia e na América Latina. Nas últimas décadas, o consumo *per capita* de alimentos aquáticos vem se tornando algumas das *commodities* alimentares mais comercializadas no mundo, justificado pela inovação tecnológica, pelo aumento da logística do fornecimento e pelo crescimento da renda dos consumidores (FAO, 2022).

No que compreende a região do litoral oeste do Ceará (Acaraú, Cruz, Itarema e Jijoca de Jericoacoara), o “Camarão da Costa Negra” é a única denominação de origem atualmente registrada para o cultivo da espécie *Penaeus vannamei* (Rosário *et al.*, 2022). De acordo com o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), os produtos ou serviços com denominações de origem têm uma característica de qualidade intrínseca à delimitação geográfica onde é produzido (Brasil, 1996).

Comumente, populações ribeirinhas (residentes próximas aos manguezais) se beneficiam da extração e da comercialização de siris (gênero *Callinectes*) e do caranguejo Uçá (*Ucides cordatus*), representantes da infraordem Brachyura de estimado valor socioeconômico (Souza; Pinheiro, 2020). Os animais podem ser vendidos vivos; ou

são cozidos e a carne é retirada para a venda (Legat *et al.*, 2011). Essa arte da pesca é considerada pela comunidade de pescadores uma sabedoria dominada e herdada dos seus antepassados, que constitui a sua própria sobrevivência e a manutenção dos seus dependentes (Rodrigues; Batista-Leite, 2015).

Mas o agrupamento de distintas espécies sob uma única denominação comercial e generalista, como “sirís” ou “camarões”, condiciona vieses à biologia pesqueira e à conservação, pois a aparente abundância do grupo esconde os reais números e *status* de seus representantes (Boos *et al.*, 2016).

Como tentativa de ordenamento territorial e pesqueiro, foi instituído o Plano de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas e de Importância Socioeconômica do Ecossistema Manguezal - PAN Manguezal -, que objetivou proteger e reduzir a degradação de espécies focais, em diferentes

regiões brasileiras, dentre elas, a foz do rio Acaraú (Brasil, 2019). Das espécies listadas no PAN Manguezal para o táxon Crustacea, constaram alguns camarões, como *P. brasiliensis*, *P. subtilis*, *P. schmitti*; sirís, *Callinectes danae* (Smith, 1869), *C. sapidus* (Rathbun, 1896), e caranguejos como *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1828) e *Ucides cordatus*, estes últimos categoricamente ameaçados de extinção (Brasil, 2019).

Dessa forma, Ferreira, Braga e Di Benedetto (2021) compilaram informações sobre os crustáceos e afirmam que seu papel ecológico desenvolvido é importante por viabilizar parte da energia do ambiente bentônico aos níveis tróficos superiores das cadeias e redes alimentares. E especificamente, os caranguejos são compreendidos como espécie-chave nos manguezais, dado que, na bioturbação dos sedimentos, atuam na reciclagem de nutrientes, ao escavares suas tocas (Souza *et al.*, 2018).

## CONCLUSÃO

Levantamentos faunísticos realizados em um ecossistema consistem no primeiro passo para a sua conservação. Os estudos realizados na região do estuário do rio Acaraú revelam uma diversa carcinofauna, com a ocorrência de espécies de importância para pesca, que podem fomentar a economia regional, assim como a presença de espécies que podem funcionar como bioindicadoras de impactos, sendo seu estudo fundamental para o monitoramento de áreas remanescentes de manguezal. Merece destaque também a presença, em ambiente natural, da espécie exótica *P. vannamei*, principal espécie de camarão cultivada na região, o que sugere a inobservância da legislação ambiental vigente, assim

como medidas e manejo ineficazes da atividade.

Porém, os dados também indicam uma carência de estudos e lacunas de conhecimento que podem levar à identificação de importante ameaça e ao aumento do risco de extinção local de espécies da carcinofauna. Nesse sentido, os estudos desenvolvidos foram de fundamental relevância, pois as informações compiladas pelo Laboratório ECOMANGUE possibilitam conhecer a carcinofauna do município de Acaraú, servindo como banco de dados que podem ser utilizados e replicados pelos órgãos competentes para ações de manejo ou investigações mais pontuais dessa biodiversidade.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, A. C. Z; JABLONSKI, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade**, v.1, n. 1, 2005.
- ARAÚJO, M. V.; FREIRE, G. S. S. Utilização de SIG nos estudos ambientais do estuário do Rio Acaraú – Ceará. **Geonomos**, v. 15, n. 2, p. 9-19, 2007.

- BERTOZO, L.; OLIVEIRA, L. CAMPOS, P. **Análise COMEX em Acaraú**. Federação da Indústria do estado do Ceará – FIEC. Fortaleza, CE, 2019.
- BEZERRA, L.E.A.; GARCIA, T. M.; COELHO, C.C.; SOUZA-FILHO, J.F.; SOUZA, L.A.;
- RIBEIRO, F.B.; PINHEIRO, A.P. 2021. **Lista de Crustáceos do Ceará**. Fortaleza: Secretaria do Meio Ambiente do Ceará. Disponível em <https://www.sema.ce.gov.br/fauna-do-ceara/invertebrados/crustaceos/>. Acessado em: 12/08/2022
- BOOS, H.; PINHEIRO, M. A. A.; MAGRIS, F. A. O processo de avaliação do risco de extinção dos crustáceos no Brasil: 2010-2014. *In*: PINHEIRO M.; BOOS, H. (Orgs.). **Livro vermelho dos crustáceos do Brasil: avaliação 2010-2014**, Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Carcinologia – SBC, 2016.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento e Comércio Exterior (MIDIC), Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). **Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1996 – Lei da Propriedade Industrial**. Brasília, DF: MIDIC, 1996.
- BRASIL. Portaria nº 647, de 30 de outubro de 2019. **Atualiza e aprova o Plano de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas e de Importância Socioeconômica do Ecossistema Manguezal - PAN Manguezal**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, v.212, p. 138, 01 dez 2019, Seção 1.
- BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J. **Invertebrados**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018. CASTRO, P.; HUBER M.E. **Biologia Marinha**. AMGH Editora Ltda. 8ª edição, 2012.
- COOLEY, S.; SCHOEMAN, D.; BOPP, L.; BOYD, P.; DONNER, S.; GHEBREHIWET, D.Y; ITO, S.-I; KIESSLING, W.; MARTINETTO, P.; OJEA, E.; RACAULT, M.-F.; ROST, B.; e SKERN-MAURITZEN, M., 2022: Ocean and Coastal Ecosystems and their Services. *In*: **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press
- COSTA, F. N.; SILVA, J. R. F. Population structure and distribution of sympatric *Clibanarius* (Anomura: Diogenidae) in tropical estuaries. **Regional Studies in Marine Science**, 2022.
- DORNELLAS, E. J.; SILVA, F. M.; MOTTA, D. G.; SIMÕES, C. B. & Sá, F. S. Ocorrência de *Macrobrachium olfersii* (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) em um afluente do Rio Santa Maria da Vitória, em Santa Leopoldina, ES, sudeste do Brasil. **Natureza on line**, v. 9, p.19-26, 2011.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022** - Towards blue transformation. Rome. 2022, 266p. Disponível em: < <https://www.fao.org/fishery/publications/2022/01/the-state-of-world-fisheries-and-aquaculture-2022> >. Acesso em: 26 de ago. de 2022.
- FERREIRA, K. A.; BRAGA, A. A.; DI BENNEDITO A. P. M. Estudos de crustáceos decápodes com isótopos estáveis: Análise bibliométrica entre 2010 e 2020. **Conjecturas**, v. 21, n. 4, p. 1-18, 2021.
- GARRISON, T. **Fundamentos de Oceanografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- GIRI, C. et al. "Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data". **Global Ecology and Biogeography**, v. 20, n.1, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x>>. Acesso em: 06/08/2020.
- HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. **Princípios integrados de zoologia**. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

- KEHRIG, H. A.; FERNANDES, K. W. G.; MALM, O.; SEIXAS, T. G.; BENEDITTO, A. P. M. D.; SOUZA, C. M. M. D.; Trophic transference of mercury and selenium in the northern coast of Rio de Janeiro. **Química Nova**. v. 32, n. 7, 2009.
- LEE, S. Y. et al. "Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment". **Global Ecology and Biogeography**, v. 23, 2014.
- LEGAT, J. F. A.; LEGAT, A. P.; PEREIRA, A. L. M.; GOES, J. M.; GÓES, L. C. F.; ROUTLEDGE, E. A. B. **Biologia, Ecologia e pesca do caranguejo-ucá**. 2ª impressão, Teresina: Embrapa, 2011, 18p.
- LIMA, D. C. **Zoologia de Invertebrados**. 1 ed., Fortaleza: EdUECE, 2015. 169p.
- MAGALHÃES, W. F.; MARTINS, L. R.; ALVES, O. F. S. Inventário dos Equinodermata do Estado da Bahia. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 9, n. 1, p. 61-65, 2005.
- KASSUGA, A. D.; COSTA, T. M. M.; MATOS, M. C. O. D.; SILVA-FERREIRA, T. C. G.;
- MONTEIRO, J. C. Cirripédios e decápodes (Arthropoda: crustacea). *In*: BATISTA, D.; GRANTHOM-COSTA, L. V.; COUTINHO R. (Orgs.). **Biodiversidade Marinha dos Costões Rochosos de Arraial do Cabo: histórico ecologia e conservação**, Arraial do Cabo: Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, 2020.
- MANICKAVASAGAM, S.; SUDHAN, C.; BHARATHI; AANAND, S. Bioindicators in aquatic environment and their significance. **Journal of Aquaculture in the tropics**, v. 34, n.1, p.73-79, 2019.
- MAIA, R. C. **Manguezais do Ceará**. 1 ed. Recife: Imprima, 2016.
- MARTIN, J.W., DAVIS, G.E. An updated classification of the recent crustacean. **Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series** v. 39, p. 1-124, 2001.
- MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e Aquicultura 2011**. Brasil, 2011. 60p.
- NUCCI, P. R.; MELO, G. A. S. D. Decapoda. *In*: AMARAL, A. C. Z.; NALLIN, S. A. H. (Orgs.). **Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do Litoral Norte de São Paulo, Sudeste do Brasil**. Campinas, SP:UNICAMP/IB, 2011.
- PBMC - **Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Impactos, vulnerabilidades e adaptações às mudanças climáticas**. Primeiro Relatório de Avaliação de Mudanças Climáticas: Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014. v. 2. 414p.
- PECHENIK, J. A. **Biologia dos Invertebrados**. 7 ed. - Porto Alegre: AMGH, 2016. 628p.
- RODRIGUES, A. A.; BATISTA-LEITE, L. M. A. A pesca artesanal dos siris capturados no estuário do rio Paripe, Ilha de Itamaracá, Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 8, n. 1, p. 11-25, 2015.
- ROQUE, P. C. G. et al. Mar profundo: registro da história e organismos do Nordeste do Brasil. *In*: VIANA, D. L.; OLIVEIRA, J. E. L. HAZIN, F. H. V.; SOUZA, M. A. C. (Orgs.). **Ciências do Mar: dos oceanos do mundo ao Nordeste do Brasil: bioecologia, pesca e aquicultura**. 1 ed. Olinda, PE: Via Design Publicações, 2021.
- ROSÁRIO, A. V. et al. Perspectives and possibilities of registration of geographical indications in the northeast region of Brazil. **Revista INGI – Indicação Geográfica e Inovação**, v.6, n.1, p.1556-1568, 2022.
- SOARES, L. S. H.; SALLES, A. C. R.; LOPEZ, J. P.; MUTO, E. Y.; GIANNINI, R. Pesca e produção pesqueira. *In*: HATJE, V., and ANDRADE, JB.,(Orgs.) **Baía de todos os santos: aspectos oceanográficos** [online]. Salvador: EDUFBA, 2009, pp. 158-206. ISBN 978-85-232-0929-2. Available from SciELO Books.
- SOUZA, C. A.; DUARTE, L. F. A.; JOÃO, M. C. A.; PINHEIRO, M. A. A. Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica, Cap. 1: p.

16-56. In: Pinheiro, M. A. A. & Talamoni, A.C.B. (Org.). **Educação Ambiental sobre Manguezais**, São Vicente: UNESP, 2018, 165 p.

SOUZA, F. V. B. D.; PINHEIRO, M. A. A. Percepções ambientais e socioeconômicas acerca da extração do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) no Sistema Estuarino de Itanhaém (SE Brasil): contribuições à conservação e ao manejo. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 4, p. 175- 195, 2020.

VIANA, D. L.; OLIVEIRA, J. E. L. HAZIN, F. H. V.; SOUZA, M. A. C. (Orgs.). **Ciências do Mar: dos oceanos do mundo ao Nordeste do Brasil: bioecologia, pesca e aquicultura**. 1 ed. Olinda, PE: Via Design Publicações, 2021.

VIEIRA, J. V.; CARVALHO, F. G.; PFUETZENREUTER, A. Carcinofauna de importância econômica no Ecossistema Babitonga: revisão sistemática. **Revista CEP Sul - Biodiversidade e Conservação Marinha**, v. 7, p. 1-20, 2018.

# 6

## Aranhas dos manguezais do estuário do rio acaraú

José Moacir de Carvalho Araújo Júnior

Raul Azevedo

Alessandra de Carvalho Bezerra

Jobert Fernando Sobczak

Brena Kércia de Freitas

Dalviane Ferreira Sousa

### INTRODUÇÃO

Os manguezais são inundados pelas marés, possuindo elevada salinidade com fauna adaptada e com poucas espécies arbóricolas locais (Alves, 2001). O inventário de invertebrados nesses ambientes, por exemplo, é composto, em sua maioria, por representantes dos filos Mollusca e Arthropoda (Correia; Sovierzoski, 2005). Os artrópodes compreendem o grupo com maior número de animais do planeta (Aquino; Menezes; Queiroz, 2006) e, dentre estes, a classe Arachnida abrange cerca de 70.000 espécies já descritas (Brusca; Brusca, 2007), sendo considerado o segundo maior grupo do Reino Animal (Bonaldo *et al.*, 2008), superado apenas pelos insetos.

Os aracnídeos são organizados em onze ordens, incluindo os grupos mais popularmente conhecidos: aranhas (Ordem Araneae); escorpiões (Ordem Scorpiones); ácaros e carrapatos (Ordem

Acari); mas também outros representantes praticamente desconhecidos por grande parte da população, como Ricinulei e Schizomida (Aquino; Menezes; Queiroz, 2006; Bonaldo *et al.*, 2008).

Esses animais desempenham um papel importante na manutenção do equilíbrio biológico da natureza, como a estabilização ou a regulação das populações de insetos, tanto na agricultura quanto no ecossistema florestal (Muthukumaravel *et al.*, 2013). Os diferentes biomas apresentam composições faunísticas específicas de aranhas (Clausen, 1986) com importância fundamental em todos os ambientes devido à sua natureza predatória, porque agem nos ecossistemas como inimigas naturais de várias pragas e auxiliam na manutenção da saúde ambiental (Remadevi *et al.*, 2010).

As aranhas são consideradas importantes componentes dos ecossistemas florestais, sendo elas organismos ideais

para estudos de padrões de biodiversidade devido sua riqueza e abundância em vários ambientes pelos quais se dispersam (Podgaiski, 2007), garantindo amostragens suficientemente grandes para que análises numéricas possam ser obtidas com o mínimo de dificuldade (Turnbull, 1973). Elas também são bons modelos de avaliação da influência do hábitat sobre as comunidades animais e sua organização (Cajaiba, 2014).

De acordo com o site da World Spider Catalog (2022), existem 50.412 espécies de aranhas já descritas, distribuídas em 4.281 gêneros e 132 famílias, das quais a Araneomorphae representa 90% delas

## 1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS ARANHAS

Apesar de serem animais facilmente reconhecidos, a biologia e a diversidade dos aracnídeos, principalmente das aranhas, ainda são desconhecidas pela maioria das pessoas, motivo que gera confusão com outros grupos de animais (principalmente insetos), medo de seu veneno e fascínio por suas belas teias. Dessa forma, apresentaremos um pouco da biologia e da classificação das aranhas a seguir.

As aranhas possuem corpo dividido em duas partes principais (tagmas): porção anterior, denominada prossoma ou cefalotórax, e parte posterior, o opistossoma ou abdômen. Ambas são conectadas por uma haste estreita bem evidenciada no grupo denominada pedicelo (Foelix, 2011). As “presas” próximas à boca são, na verdade, quelíceras (daí sua classificação como quelicerados), e são adaptadas para inocular veneno em suas presas (adversários ou outras possíveis ameaças, como os humanos), com uma zona basal e um gancho oco. Na região mais posterior e ventral do abdômen, encontraremos as fiandeiras, apêndices pareados que fabricam e secretam para fora do corpo suas teias de seda (Bertani *et al.*, 2015).

Em sua maioria, as aranhas são noturnas, e os indivíduos machos, quase sempre, possuem uma estatura corporal

(Foelix, 2011). No Brasil, são encontradas, atualmente, 3.103 espécies, distribuídas em 649 gêneros e 71 famílias (Oliveira; Brescovit; Santos, 2017), ou seja, aproximadamente 7% de todas as espécies descritas se encontram no País. Entretanto, a perda de biodiversidade ainda é um dos grandes problemas ambientais (Wilson, 1988), e muitos ecossistemas estão ameaçados sem ter nenhum registro de fauna inventariada (Podgaiski, 2007). Trabalhos com aranhas de manguezal são difíceis de ser encontrados, principalmente no Brasil, como descrito adiante, mas isso só reforça a necessidade de aprofundar os estudos com esse grupo nesse ecossistema tão rico e diverso.

menor que a das fêmeas. Quanto ao padrão ocular, varia em número de olhos e na sua disposição na parte anterior do prossoma entre as espécies, servindo como um dos parâmetros de diferenciação entre suas famílias. Algumas aranhas têm 8 olhos, outras 6, 4, 2 ou até sem, como o caso de algumas aranhas de caverna (Foelix, 2011).

Os hábitos alimentares desses animais são diversos. Todos são carnívoros, com exceção de uma espécie de aranha saltadora encontrada no México e na América Central, a *Bagheera kiplingi*, que é herbívora (Meehan *et al.*, 2009). Entre as carnívoras, existem desde espécies generalistas até aquelas mais especializadas, como as mirmecofágicas ou comedoras de formiga, e até mesmo canibais ou araneofágicas, a exemplo das famílias Archaeidae e Mimetidae (Carvalho, 2015).

O processo de alimentação se dá por digestão externa ao corpo, por meio da exsudação ou inoculação do veneno e de sucos digestivos em suas presas, com posterior ingestão, quando é sorvido o “caldo nutritivo” resultante dessa digestão extracorporal, podendo também deglutir pequenos pedaços das presas (Brusca; Brusca, 2007).

A maioria das aranhas é especializada em construir armadilhas para capturar

presas com suas teias e, assim, conseguir imobilizá-las e se alimentar, podendo também utilizar como um fio-guia de segurança, evitando que caiam ao pular no revestimento do substrato e nas paredes de suas tocas (servem como um sistema sensorial de percepção de vibrações próximas). As teias também podem revestir bolhas de ar (permitem que algumas aranhas fiquem de tocaia embaixo d'água dentro dessas bolhas), ou servir como “balão de teia” (auxilia as espécies a se dispersarem com ventos quentes). E,

claro, as teias podem servir de locais para a cópula das aranhas machos e fêmeas na idade madura, além de revestir os “sacos de ovos” (denominadas ootecas) com a prole desses encontros (Foelix, 2011).

As aranhas colocam vários ovos por evento reprodutivo (varia, aproximadamente, de 100 a 1.000 ovos por vez entre as diferentes espécies), porém a maioria morre antes da maturidade por diversas causas, mas supõe-se que a predação por aves ou outras aranhas seja o principal motivo (Turnbull, 1973).

## 2. DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE ARANHAS

Inventários de fauna servem para registrar e compreender a diversidade de um dado ambiente em um determinado tempo e espaço delimitados pelos pesquisadores. Apesar de essenciais para conhecer as espécies que ocupam uma região e daí se aprofundar em estudos específicos sobre elas, é sempre bom ressaltar que devido a sua limitação operacional, técnica, temporal e amostral, nenhum inventário biológico em ambientes naturais descreverá, em sua totalidade, os componentes da fauna local (Silveira, 2010).

Os estudos sobre quais e quantas espécies de aranhas ocorrem no mundo e, especificamente no Brasil, ainda são limitados e subamostrados. A maioria dos trabalhos que descrevem a diversidade de aracnídeos no Brasil concentram-se nas regiões Sudeste e Sul, onde encontramos as principais coleções biológicas de aracnídeos do País (Brescovit *et al.*, 2017). As demais regiões brasileiras apresentam diversas lacunas de conhecimento sobre sua fauna e flora, sendo que essa escassez de inventários é mais ampla para aracnídeos no bioma Caatinga e na região Nordeste como um todo (Brescovit; Oliveira; Santos, 2011).

Com relação à Caatinga, os registros são praticamente inexistentes (Oliveira; Brescovit; Santos, 2017), havendo apenas ocorrências esparsas em pesquisas com foco taxonômico (Carvalho *et al.*, 2014).

Assim, os inventários publicados sobre aranhas são três: um pioneiro, foi executado por Carvalho e Brescovit (2005), na área da Reserva Serra das Almas, no Ceará, no qual foram amostradas 12 espécies e 81 morfoespécies; o segundo, foi realizado por Ferreira (2011) em uma área de Caatinga da Serra de São José, em Feira de Santana, no estado da Bahia; e o terceiro foi executado por Romão (2008), também no estado da Bahia.

Azevedo *et al.* (2016), no trabalho sobre Aracnídeos da Chapada do Araripe (CE), registraram uma riqueza significativa de espécies em relação à diversidade conhecida de aranhas na região semiárida. Embora o número de espécies não tenha sido elevado, o estudo teve grande importância ao preencher a lacuna na distribuição geográfica conhecida de muitas espécies de aracnídeos no bioma Caatinga.

Mais recentemente, o Programa Cientista Chefe do Governo do Estado do Ceará, por meio da Secretaria de Meio Ambiente, publicou o primeiro Inventário da Fauna do Ceará, englobando tanto os invertebrados como os vertebrados. Esse estudo é importantíssimo para registrar, divulgar e aprofundar o conhecimento sobre os animais da região, como também para fomentar a melhoria de pesquisas científicas, estudos e relatórios de impacto ambiental e melhorar a proteção dos recursos naturais e da biodiversidade (Ceará, 2022).

Nesse inventário, consta, entre outros táxons, a lista de aracnídeos do estado do Ceará, a qual foi elaborada, excluindo as espécies fósseis e os ácaros, carrapatos e aparentados da subclasse Acari, a partir do levantamento de espécimes depositado em coleções biológicas nacionais e das publicações em revistas científicas, livros e trabalhos de conclusão de curso de graduação e pós-graduação (Moura Neto *et al.*, 2022). Neste trabalho, foram registradas seis ordens: Amblypygi (3 espécies); Araneae (236 morfoespécies); Opiliones (23 morfoespécies); Pseudoscorpiones (3 morfoespécies); Schizomida (2 espécies); e Scorpiones (14 espécies).

A composição das famílias de Aranhas da Caatinga foi também, recentemente, atualizada com o estudo de Freitas (2022) em uma área do Parque Ecológico Municipal do Carnaubal do Município de Acaraú/Ceará, para o qual realizou-se um inventário das famílias de Aranhas Araneomorphae. Nesse trabalho registraram-se 349 espécimes de aranhas distribuídas em 16 famílias, destacando-se, em riqueza e abundância, as Araneidae, Theridiidae, Ctenidae, Salticidae e Pholcidae. Ressalta-se aqui que este é o primeiro trabalho a levantar dados araneofauna para a ecorregião de carnaubal, evidenciando a importância e a necessidade da realização de mais estudos no Bioma Caatinga e, consequentemente, em suas ecorregiões.

### 3 DIVERSIDADE DE ARANHAS NO SISTEMA ESTUARINO DE ACARAÚ

Estudos taxonômicos sobre aranhas de manguezais são muito difíceis de ser encontrados e, muitas vezes, estes trabalhos não têm aprofundamento sobre a ordem *Araneae*. O estudioso Por (1994) descreve, por exemplo, a presença de ácaros predadores (Halacaridae) dentre os meiobentos nos fundos lodosos marinhos e nas raízes das árvores com algas em manguezais, ainda muito escassos no Brasil.

Alguns trabalhos realizados em manguezais da Oceania, Índia e Malásia citam algumas espécies de aranhas como representantes faunísticos de manguezais: o de Hutchings (1983), que fala das comunidades faunísticas dos manguezais australianos, e o de Lovelock (2007) que retrata a vulnerabilidade dos manguezais perante as barreiras climáticas.

Na Índia, ainda podemos destacar o estudo de Sebastian e colaboradores (2005) que descreveram a diversidade de aranhas em uma floresta de mangue, a Mangalavanam, localizada em uma área ameaçada pela rápida urbanização, e registraram 51 espécies de aranhas, pertencentes a 40 gêneros e distribuídas em 16 famílias, o que representa 27% das famílias de aranhas relatadas na Índia, inclusive com o primeiro relato no país do gênero *Lapponia*.

Norma-Rashid e colaboradores (2009) analisaram a distribuição de aranhas em manguezais da Malásia peninsular, trabalhando com espécies coletadas por busca ativa na área de manguezal e comparando-as com as espécies do inventário do Museu Rivas de Pesquisa da Biodiversidade (RMBR). Como resultado, registraram um total de dez famílias na região, tendo a família Salticidae maior distribuição.

Muthukumaravel e colaboradores (2013) realizaram um levantamento preliminar da fauna de aranhas dos manguezais da costa de Adirampattinam, Tamil Nadu, Índia e registraram 8 espécies de aranhas nesses ambientes estuarinos, pertencentes a 5 famílias e 6 gêneros. Os autores perceberam que a temperatura e a umidade afetam significativamente a riqueza de espécies da área de estudo, com aumento da densidade de aranhas proporcional ao aumento da temperatura e inversamente proporcional à diminuição da umidade.

Essa relação da diversidade de aranhas em estuários com as condições climáticas e a sazonalidade também é levantada por Barnes (1955) e MacMahon e colaboradores (1972) ao afirmarem que a variação na diversidade de espécies de

aranhas é baixa entre as diferentes estações climáticas ou sazonalidades. Maia (2016), entretanto, reforça essa relação ao descrever que a alternância entre os períodos de chuva e seca em manguezais do Nordeste brasileiro influencia diretamente nos organismos ali viventes.

O ecossistema de manguezal apresenta ciclos de inundação, sendo este também um fator importante e decisivo para a composição da araneofauna, o qual influencia diretamente na diversidade e na abundância desse grupo nas florestas alagáveis (Cordeiro 2008). Em manguezais asiáticos, as aranhas encontradas são representadas, principalmente, por construtoras de teias, cuja família Araneidae apresenta maior riqueza de espécies (Sebastian *et al.*, 2005; Norma-Rashid *et al.*, 2009; Muthukumaravel *et al.*, 2013).

Em relação a inventários de araneofauna com descrição da diversidade e sobre a dispersão desses aracnídeos em manguezais brasileiros, os registros são ainda raríssimos e escassos se comparados com os de outros países (Oliveira; Brescovit; Santos, 2017). O pioneiro no Brasil foi Cordeiro (2008), que realizou o primeiro levantamento de aranhas de duas áreas de manguezais no estado do Pará. Nele, corrobora a influência da mudança de estações climáticas sobre a diversidade de aranhas nos manguezais de Furo do Taici e de Furo Grande na Península de Ajuruteua, Bragança/Pará. No estudo, destaca, ainda, diferenças na composição de espécies nas duas áreas devido à localização e à estrutura dos bosques de mangue. Ao todo, entre dezembro de 2007 e janeiro de 2008, foram coletadas 247 espécies de aranhas pertencentes a 12 famílias.

O segundo registro de aranhas em manguezais brasileiros foi realizado por Silva Júnior & Saturnino (2017) que

compararam a fauna de manguezais e de terra firme na Ilha do Marajó, estado do Pará, empregando três métodos de coleta, aplicados em dez pontos da região. Foram registrados 2.629 indivíduos, dentre 121 espécies/morfoespécies e 30 famílias. As famílias mais abundantes foram Araneidae, Theridiidae e Trechaleidae, enquanto as que apresentaram maior riqueza foram Araneidae, Salticidae e Theridiidae. A riqueza observada foi de 69 espécies para o manguezal e 74 para a terra firme, além de terem sido registradas aranhas pertencentes a dez diferentes guildas.

O terceiro levantamento, e até então mais recente, foi desenvolvido em duas áreas de manguezal localizadas na praia de Arpoeiras e de Cacimbas, ambas pertencentes ao município de Acaraú, no Ceará, Brasil (Sousa *et al.*, 2022). O manguezal de Cacimbas apresenta floresta de mangues densa, mas sofre efeitos de antropização, devido à existência de área de pesca e ao despejo de resíduos sólidos próximo ao local. O manguezal de Arpoeiras apresenta uma floresta de mangue pouco densa e sofre impacto pelas construções de casas.

O trabalho contemplou coletas diurnas durante cinco meses de amostragem entre 2017 e 2018 por meio de busca ativa, guarda-chuva entomológico e por armadilhas do tipo "Air trap". Neste estudo, foram coletados 159 indivíduos adultos pertencentes a 30 espécies/morfoespécies e 11 famílias: Anyphaenidae; Araneidae; Cheiracanthiidae; Dictynidae; Gnaphosidae; Pholcidae; Salticidae; Scytodidae; Tetragnathidae; Theridiidae; e Thomisidae. Um exemplar de cada família está exibido na Figura 1, seguido de uma breve descrição de cada, baseada nos trabalhos de Adis (2002); Jocqué; Dippenaar-Schoeman, 2006; Hormiga *et al.*, 2020.

**Figura 1** – Famílias de Aranhas registradas para o estuário do Rio Acaraú. A – Família Araneidae, B – Família Theridiidae, C – Família Salticidae, D - Família Anyphaenidae, E – Família Cheiracanthiidae, F – Família Dictynidae, G – Família Gnaphosidae, H – Família Pholcidae, I – Família Scytodidae, J – Família Tetragnathidae, K - Família Thomisidae



Fonte: A, B, C: Jober Fernando Sobczak; D, E, F, G, H, I, J, K: Fotos de domínio público)

Araneidae (A) - Composta por aranhas cujo tamanho varia de pequeno a grande porte, apresentam os olhos laterais anteriores e posteriores afastados dos olhos médios e podem apresentar espinhos no abdômen. Essa família tem distribuição cosmopolita, faz uso de teias orbiculares para caçar e corresponde a uma das famílias mais ricas em espécies descritas (Wsca, 2022).

Tetragnathidae (B) - Seus representantes são amplamente distribuídos, com presença especial nos trópicos, construindo teias orbiculares que podem apresentar orientação vertical ou horizontal. Apresentam carapaça mais comprida que larga e quelíceras variando em tamanho, do curto ao longo.

Salticidae (C) - Corresponde à família com maior riqueza de espécies (Wsca, 2022); seus representantes são caçadores que pulam em cima de sua presa e se locomovem por meio de saltos. Apresentam olhos distribuídos em três fileiras (respectivamente, 4-2-2), são encontrados nos mais diferentes tipos de ecossistemas terrestres e alguns gêneros são representados por mímicos de formigas.

Anyphaenidae (D) - Seus representantes são encontrados em caules e copas de árvores. Essa família contém aranhas que caçam à noite de forma errante em folhagens e capturam as presas sem auxílio de teias. Costumam se esconder em teias tubulares na vegetação.

Apresentam carapaça ovóide (mais comprida que larga); oito olhos dispostos em duas fileiras (4-4); abdômem pode ser estreito ou alongado; coloração variável.

Cheiracanthidae (E) - Abrange 12 gêneros e mais de 350 espécies. Seus representantes constroem um abrigo em forma de saco que é usado para se esconder durante o dia. À noite, saem do abrigo e procuram por presas na vegetação.

Dyctinidae (F) - A família possui aranhas de pequeno porte que podem apresentar seis ou oito olhos, com a região cefálica alta e com fileiras de setas brancas longitudinais, abdômen suboval - oval ou alongado. A coloração varia do esverdeado ao amarelo claro, marrom escuro ou cinza. Têm distribuição cosmopolita (sendo mais comuns em regiões temperadas) e hábitos variados, incluindo cleptoparasitismo.

Gnaphosidae (G) - Contém aranhas de tamanho pequeno e médio, podem apresentar carapaça e abdômen oval. São aranhas cosmopolitas, de hábito livre, podendo ser encontradas na superfície do solo e em árvores.

Pholcidae (H) - Seus representantes são conhecidos por apresentarem pernas longas e os olhos distribuídos em duas tríades e uma díade, assim como corpo pequeno. Constroem teias espaciais ou em forma de lençol. Apresentam espécies adaptadas ao convívio humano em residências.

Scytodidae (I) - É caracterizada por um único gênero na Região Neotropical, *Scytodes*, com representantes arborícolas. Apresentam seis olhos distribuídos em três duplas e carapaça arqueada. São conhecidas por produzirem uma substância adesiva de suas quelíceras. Possuem coloração alaranjada com manchas escuras na carapaça e abdômem oval, além de comportamento errante.

Theridiidae (J) - Construtoras de teias irregulares, são encontradas nos mais

diferentes ambientes e apresentam dimorfismo sexual. Têm tamanho variando entre pequeno e médio, carapaça apresentando elevação da região cefálica, abdômen variando do oval ao redondo e coloração variando do preto ao amarelo.

Thomisidae (K) - Seus representantes são conhecidos por aranhas-caranguejo. Algumas espécies apresentam olhos tuberculados, outras são capazes de mimetizar a coloração de flores, enquanto algumas são capazes de mimetizar formigas. A maioria das espécies é encontrada em ramos de folhas, enquanto alguns gêneros habitam o solo.

O trabalho de Sousa e colaboradores (2022) demonstra que os manguezais do Rio Acaraú possuem uma fauna relativamente rica e abundante, com maior abundância de espécies tecedoras de teia (Famílias Araneidae e Theridiidae), o que se justifica por aranhas tecedoras habitarem a vegetação existente para se proteger e capturar suas presas (Wise, 1995). O manguezal de Cacimbas apresentou maior riqueza de espécies ( $S = 26$ ) e maior abundância (107 indivíduos), quando comparada com Arpoeiras (18 espécies e 52 indivíduos coletados), sendo 14 espécies registradas em ambas as áreas. As famílias com maior número de indivíduos adultos coletados foram Araneidae, Salticidae, Theridiidae e Dictynidae, enquanto Salticidae foi a que apresentou maior riqueza de espécies.

A abundância de espécies euriécias (com grande valência ecológica, podendo ocupar variados habitats) também é justificada pela complexidade estrutural da vegetação, arquitetura das plantas (Souza; Martins 2005), presença de grandes corpos hídricos (Cafoto *et al.* 2013) e a riqueza vegetal existente no ecossistema de manguezal (Silva Júnior; Saturnino, 2016).

## CONCLUSÃO

O conhecimento sobre a diversidade de aranhas é diretamente influenciado pela distribuição do esforço amostral e não há registros de aranhas para,

pelo menos, 70% de toda a área brasileira. Existem fatores que dificultam o estudo da diversidade de aranhas em manguezais e muito se deve ao fato de

esses ecossistemas estarem sujeitos a inundações e, em consequência, haver dificuldades em determinar campos de amostragem e de realização de coletas. Os dados obtidos até o momento sobre esses ecossistemas fornecem informações relevantes para futuros trabalhos de conservação dos ecossistemas de manguezais, principalmente pela relevância da riqueza de espécies encontradas e porque inventários de aracnídeos em manguezais ainda são escassos.

A área do estuário do rio Acaraú apresenta relevante diversidade, que deveria ser mais estudada, de forma a garantir a promoção da conservação dos ecossistemas de manguezais, a manutenção da diversidade de aranhas e dos recursos genéticos, assim como a preservação e a restauração da biodiversidade nesses ambientes.

## REFERÊNCIAS

- ADIS, J. **Amazonian Arachnida and Myriapoda: Identification keys to all classes, orders, families, some genera, and lists of known terrestrial species.** Pensoft: Sofia – Moscow, 2002.
- ALVES, J. R. P. **Manguezais: educar para proteger.** Rio de Janeiro: Femar: Semads, 2001.
- AQUINO, A. M.; MENEZES, E. L. A.; QUEIROZ, J. M. de. Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilhas de queda (“Pitfall-Traps”). **Circular Técnica**, Serópeda, v. 18, p. 1-5, 2006 – ISSN 1519-7328.
- AZEVEDO, Raul et al. Arachnids from Araripe Plateau, Ceará, Brazil. **Check List**, v. 12, n. 4, p. 1920, 2016.
- BARNES, R. D.; BARNES, B. M. The Spider Population of the Abstract Broomsedge Community of the Southeastern Piedmond. **Ecology**, 1955.
- BERTANI, R et al. Aracnídeos (Arachnida) da reserva biológica de pedra Talhada. **Boissiera**, Alagoas, v. 68, p. 175-191, 2015.
- BONALDO, A. B. et al. Inventário e história natural dos aracnídeos da Floresta Nacional de Caxiuanã. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2008, p. 577-621. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã: desafios para a conservação de uma Floresta Nacional na Amazônia.** Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2008.
- BRESCOVIT, A. D.; OLIVEIRA, U.; SANTOS, A. J. Spiders (Araneae, Arachnida) from São Paulo State, Brazil: diversity, sampling efforts, and state-of-art. **Biota Neotropica**. v.11. p.717-747. 2011
- BRESCOVIT, A.; FRANCKE, O.; LABORDA, A.; MONTIEL, G.; SCIOSCIA, C.; SIMÓ, M.; VÍQUEZ, C. Neotropical Arachnological Collections: Basic Tools for the Development of Spider Research. In: C. Viera, M.O. Gonzaga (eds.), **Behaviour and Ecology of Spiders**, chapter 3. Springer International Publishing. 2017.
- BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrados**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 968p.

- CAFOFO, E.G., SATURNINO, R., SANTOS A.J. & BONALDO A.B. Riqueza e composição em espécies de aranhas da Floresta Nacional de Caxiuanã (p. 539–562). In: Lisboa P.L.B. (Ed.). **Caxiuanã: paraíso ainda preservado**. Volume 1. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. 654 p. 2013
- CAJAIBA, R. L. et al. Inventário de araneofauna (Arachnida, Araneae) coletadas em pastagens no município de Uruará, Pará, Brasil. **Biota Amazônia**, 2014.
- CARVALHO, L. S et al. **Artrópodes do semiárido brasileiro: biodiversidade e conservação**. Feira de Santana: Print mídia, 2014. 253p. Disponível em: <https://abrir.link/B1gWi>. Acesso em: 06 set. 2022.
- CARVALHO, L. S. **Métodos em Ecologia e comportamento animal**. Teresina: EDUFPI, 2015. p. 317.
- CARVALHO, M. C; BRESOVIT, A. D. Aranhas (Araneae, Arachnida) da área Reserva Serra das Almas. Ceará, In Análise das variações da Biodiversidade do Bioma caatinga. Suporte a estratégias regionais de conservação (F.S. Araújo, M.J.N. Rodal & M.R.V. Barbosa, orgs). **CID Ambiental**, Brasília, v. 12, p. 349-366, 2005. Disponível em: <https://abrir.link/5bhMW>. Acesso em: 25 set. 2022.
- CEARÁ. Secretária de Meio Ambiente. **Fauna do Ceará**. Fortaleza: Secretaria do Meio Ambiente do Ceará. Disponível em <https://www.sema.ce.gov.br/fauna-do-ceara/>. Acessado em: 05 Out. 2022.
- CLAUSEN, I. H. S. The use of spiders (Araneae) as ecological indicators. **Bull. Br. Arachnol. Soc**, 1986.
- CORDEIRO, J. S. **Diversidade de aranhas (Arachnida, Araneae) em Duas áreas de manguezal da península de Ajuruteua, Bragança, Pará**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Pará, Bragança, Pará, 2008.
- CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. **Ecossistemas Marinhos: recifes, praias e manguezais**. Maceió, 2005.
- FERREIRA, G. S. C. **Inventário da Araneofauna de Solo (Arachnida: Araneae) em uma área de Caatinga da Serra de São José, Feira de Santana, Bahia, Brasil**. 2011. Dissertação (Mestrado em Zoologia) — Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana-BA, 2011. Disponível em: <http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/1103>. Acesso em: 07 out. 2022.
- FOELIX, R. F. **Biology of spiders**. Third Edition: Oxford University Press, 2011. 428p.
- FREITAS, B. K. D. **Inventário de araneomorphae (arachnida, araneae) em uma área de carnaubal do Ceará, Brasil**. Trabalho de conclusão de curso (graduação). Instituto Federal do Ceará. Licenciatura em Ciências Biológicas. Acaraú, 2022. 43f.
- HORMIGA, G.; JÄGER, P.; JOCQUÉ, R.; PLATNICK, N. I.; RAMÍREZ, M. J.; RAVEN, R. J. **Spiders of the world: a natural history**. Princeton University Press: Princeton, 2020.
- HUTCHINGS, P. A.; RECHER, H. F. The faunal communities of Australian mangroves. **Biology and ecology of mangroves**, p. 103-110, 1983.
- JOCQUÉ, R.; DIPPENAAR-SCHOEMAN, A.S. **Spider family of the World**. Royal Museum for Central Africa: Tervuren, Belgium, 170p. 2006.
- LOVELOCK, C. E.; ELLISON, J. C. **Vulnerability of mangroves and tidal wetlands of the Great Barrier Reef to climate change**. 2007.
- MACMAHON, J. A.; TRIGG, J. R. Seasonal changes in an old-field spider community with comments on techniques for evaluating zoosociological importance. **American Midland Naturalist**, p. 122-132, 1972.
- MAIA, R. C. **Manguezais do Ceará**. 1 ed. Recife: Imprima, 2016.
- MEEHAN, C., OLSON, E., REUDINK, M., KYSER, T.; CURRY, R. Herbivory in a spider

- through exploitation of an ant-plant mutualism **Current Biology**, v. 19, n. 19, 2009. DOI: 10.1016/j.cub.2009.08.049
- MOURA NETO, C.; AZEVEDO, R.; SANTIAGO, L. A.; SOBCZAK, J. F.; ARAÚJO JÚNIOR, J. M. C.; FALCÃO, K. A.; SILFARNEY, D. S. A.; BRESCOVIT, A. D.; CARVALHO, L. S.; SANTOS, A. J.; RUSSO, P.; KURY, A. B. 2021. **Lista de Aracnídeos do Ceará**. Fortaleza: Secretaria do Meio Ambiente do Ceará. Disponível em <https://www.sema.ce.gov.br/fauna-do-ceara/invertebrados/aracnideos>. Acessado em: 27 Setembro 2022.
- MUTHUKUMARAVEL, K.; AMSATH, A.; RAJA, R. B. A preliminary investigation of spider fauna in associated mangroves of Muthupet at Adirampattinam Coast, Tamil Nadu, India. **International Journal of Pure and Applied Zoology**, v. 1, n. 4, p. 304-309, 2013.
- NORMA-RASHID, Y.; LI, D. A checklist of spiders (Arachnida: Araneae) from Peninsular Malaysia inclusive of twenty new records. **The Raffles Bulletin of Zoology**, v. 57, n. 2, p. 305-322, 2009.
- OLIVEIRA, U; BRESCOVIT, A. D; SANTOS, A. J. Sampling effort and species richness assessment: a case study on Brazilian spiders. **Biodiversity and Conservation**, [S. l.], v. 26, n. 6, p. 1481-1493, jun 2017. Disponível em: <https://abrir.link/WRwVQ>. Acesso em: 22 set. 2022.
- PODGAISKI, L. R. et al. Araneofauna (Arachnida; Araneae) do Parque Estadual do Turvo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 7, p. 197-212, 2007.
- POR, F. D. **Guia Ilustrado do manguezal brasileiro**. Universidade de São Paulo, Instituto de Bociências da USP, 1994. 82p.
- REMADEVI, O. K. et al. Report on some spiders of mangroves of south India. **Indian Journal of Tropical Biodiversity**, v. 18, n. 1, p. 123-125, 2010.
- ROMÃO, J. A et al. Inventário preliminar da araneofauna em área de Caatinga e fragmento de mata-de-cipó, no Município de Lafaiete Coutinho, Bahia, Brasil. 2008. Dissertação (Mestrado em Zoologia) — **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 23 a 28 de setembro de 2007, Caxambu–MG. Disponível em: <http://www.sebecologia.org.br/revistas/indexar/anais/viiiiceb/pdf/277.pdf>. Acesso em: 22 set. 2022.
- SEBASTIAN, Pothalil A. et al. **Spiders in Mangalavanam, an ecosensitive mangrove forest in Cochin, Kerala, India (Araneae)**. European Arachnology (Suppl. No. 1), 2005.
- SILVA JUNIOR, C. J.; R. SATURNINO. Diversidade de aranhas em ecossistemas de manguezal e de floresta de terra firme na Reserva Extrativista Marinha de Soure, ilha de Marajó, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, Belém, v. 11, n. 2, p. 205- 221, 2017.
- SILVEIRA, L. F. et al. Para que servem os inventários de fauna? **Estudos avançados**, v. 24, p. 173-207, 2010.
- SOUSA D.F., ARAÚJO JÚNIOR J.M.C., AZEVEDO R.; D. SILFARNEY A.S. Fauna, composição e novos registros de aranhas (Araneae) em ecossistema de manguezal no estado do Ceará, Brasil. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 6, 2022.
- SOUZA A.L.T. & MARTINS R.P. Foliage Density of Branches and Distribution of Plant Dwelling Spiders. **Biotropica**, v. 37, n. 3, p. 416–420. 2005.
- TURNBULL, A. L. Ecology of the true spiders (Araneomorphae). **Annual review of entomology**, v. 18, n. 1, p. 305-348, 1973.
- WILSON, E. O. et al. The current state of biological diversity. **Biodiversity**, v. 521, n. 1, p. 3-18, 1988.
- WISE, D. H. **Spiders in Ecological Webs** (Cambridge Studies in Ecology). Cambridge: Cambridge University Press. 344 p. 1995.
- WORLD SPIDER CATALOG. **Natural History Museum Bern**. Version 23.5. doi: 10.24436/2. Disponível em: <https://wsc.nmbe.ch/>. Acesso em: 05 out. 2022.

# 7 Ictiofauna associada ao manguezal **do sistema estuarino do Rio Acaraú - CE**

José Ivan Fonteles de Vasconcelos Filho

André Luiz da Costa Pereira

Francisco Antônio dos Santos Nascimento

## INTRODUÇÃO

O sistema estuarino do rio Acaraú, localizado no município de mesmo nome, abrange uma área com cerca de 80 km<sup>2</sup> (Araújo *et al.*, 2009) e encontra-se a, aproximadamente, 238 quilômetros de Fortaleza, no litoral do extremo oeste do estado do Ceará (Acaraú, 2019). Essa região que abriga áreas de manguezal, a exemplo das florestas de mangue em todo mundo, constitui áreas propícias à alimentação, reprodução e proteção para uma grande biodiversidade de espécies (Faunce; Serafy, 2006; Nagelkerken *et al.*, 2008). Estas são atraídas pela grande disponibilidade de recursos e desempenham um papel significativo na ecologia de várias espécies de peixes tropicais com importância econômica e ecológica (Hutchison; Spalding; Zuermgassen, 2014), principalmente durante suas fases iniciais, quando estão mais vulneráveis ao habitat.

Acredita-se que a complexidade estrutural das raízes de sustentação da vegetação de mangue e as variações de maré forneçam abrigo para pequenos peixes adultos e jovens, enquanto restringe o acesso a peixes grandes e predadores (Hammerschlag; Morgan; Serafy, 2010).

Ao mesmo tempo, a diminuição da visibilidade causada pela alta turbidez e águas rasas criam um mecanismo alternativo que diminui o risco de predação por meio da redução da visibilidade, impedindo que grandes predadores entrem nesses habitats (Nagelkerken, 2009), permitindo mais chances de sobrevivência e sucesso ecológico para a ictiofauna que reside nesse ambiente.

Essas características sustentam uma alta diversidade de peixes composta por grupos taxonômicos que realizam funções críticas ao ecossistema (Nagelkerken *et al.*, 2008), de modo que sua relevância vai além do contexto ecológico, sendo importante também do ponto de vista socioeconômico, uma vez que a comunidade que vive em torno dessa área (ex: pescadores, marisqueiras, catadores de caranguejos, entre outros) retiram seu sustento, de forma direta ou indireta, da exploração de seus recursos.

Contudo, apesar de seus importantes papéis, social e ecológico, o estuário do rio Acaraú encontra-se muito degradado devido às constantes intervenções antropogênicas nas áreas de mangue, dunas

e apicuns, principalmente, devido à carcinicultura que se desenvolve na região. Em razão disso, cerca de 43% de seu estuário é ocupado por fazendas para criação de camarão, sendo um dos valores mais altos do estado (IBAMA, 2005). Além disso, seus manguezais também enfrentam processos de desmatamento para retirada de madeira, ocupações imobiliárias, disposição inadequada de resíduos sólidos, poluição dos corpos hídricos, dentre outros (Thiers; Meireles; Santos, 2016).

Esses impactos promovem descaracterização ambiental e desequilíbrio ecológico na região (Thiers; Meireles; Santos, 2016), tradicionalmente reconhecida pela pesca artesanal, resultando diretamente na redução dos recursos pesqueiros locais (Mumby, 2006; Waycott *et al.*, 2009; Neubauer *et al.*, 2013; Claisse *et*

*al.*, 2014; Hamilton; Santos; Lana, 2017).

Surpreendentemente, o uso desse manguezal pela ictiofauna foi pouco documentado, principalmente no que se refere à diversidade de peixes de importância econômica na região. Ficou restrito a dois trabalhos: um realizado por Vasconcelos Filho, Maia e Salles (2019), em que analisaram o desempenho de diferentes artes de pesca para amostragem da ictiofauna em áreas de mangue, e outro por Vasconcelos Filho (2021), que analisou a qualidade do habitat de manguezais para a ictiofauna de Acaraú.

Portanto, o objetivo deste capítulo é fornecer informações taxonômicas sobre a diversidade de peixes associada ao manguezal no estuário do rio Acaraú e às formas como essas assembleias utilizam a área ao longo do seu ciclo de vida.

## 1. CARACTERIZAÇÃO DA ICTIOFAUNA

A descrição das espécies neste capítulo resultou da análise dos exemplares coletados por Vasconcelos Filho, Maia e Salles (2019), durante amostragens mensais entre julho e dezembro de 2017, e por Vasconcelos Filho (2021), durante amostragens bimestrais, entre os meses de julho de 2019 e maio de 2020, em quatro bosques de mangue no estuário do rio Acaraú, sempre durante a baixa-mar de sizígia. Todas as espécies se encontram disponíveis na coleção ictiológica do Laboratório de Ecologia de Manguezais - ECOMANGUE.

A compilação desses trabalhos resultou na amostragem de 1.713 indivíduos, distribuídos em 37 espécies e 27 famílias. As famílias mais representativas foram Gerreidae (31,34%), Lutjanidae (26,79%), Clupeidae (7,58%), Haemulidae (7,23%) e Centropomidae (6,47%). Contudo, a maior representatividade foi das famílias Gerreidae e Lutjanidae, compreendendo juntas 58,14% das amostragens.

Apesar de menos abundantes, as demais espécies amostradas também constituem importantes recursos pesqueiros e ecológicos. Aproximadamente 86,48% das espécies coletadas, com exceção das famílias Batrachoididae (*Batrachoides surinamensis*), Gobiidae (*Gobionellus*

*oceanicus*) e (*Bathygobius soporator*), Uranoscopidae (*Astroscopus y-graecum*) e Tetraodontidae (*Sphoeroides testudineus*) são de interesse pesqueiro para a região. Esses indivíduos sem valor comercial são, frequentemente, capturados como fauna acompanhante, na maioria das vezes indesejadas; por esse motivo, são jogadas de volta ao mar, muitas vezes mortas ou morrendo (Harrington; Myers; Rosenberg, 2005; Catchpole *et al.* 2007), resultando no desperdício substancial de recursos alimentares potenciais.

Em relação ao estado de conservação das espécies registradas neste trabalho, *Megalops atlanticus* e *Hippocampus erectus* estão inclusas na lista vermelha da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) na categoria “Vulnerável”. As espécies *Lutjanus analis* e *Mycteroperca bonaci* estão incluídas na categoria “Quase ameaçada”. Já as espécies *Lutjanus jocu* e *Hypanus guttatus* estão inclusas na categoria denominada “Dados deficientes” (IUCN, 2020), cujas principais ameaças para sua conservação são a sobrepesca e a degradação de seus habitats (ICMBIO, 2018; IUCN, 2020). As demais espécies estão classificadas como “Menos preocupante”, representando 79,91% das amostragens (Quadro 1).

**Quadro 1** – Lista geral das famílias, espécies, vernáculos, abundância (N), categorias ecológicas (CE): marinhas dependentes (MD), residentes (RE), marinhas visitantes (MV) e limnéticas visitantes (LV) e status de conservação de acordo com a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) dos peixes amostrados no manguezal do município de Acaraú, no estado do Ceará, entre o período de julho/2019 a maio/2020: Dados deficientes (DD); Menos preocupante (LC); Quase ameaçada (NT); Vulnerável (VU). As famílias estão listadas em ordem evolutiva segundo Nelson (2016).

Família	Espécie	Vernáculo	N	CE	IUCN
Dasyatidae	<i>Hypanus guttatus</i>	Arraia-bicuda	1	MD	DD
Elopidae	<i>Elops saurus</i>	Ubarana	9	MD	LC
Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>	Camurupim	6	MD	VU
Engraulidae	<i>Cetengraulis edentulus</i>	Boca-torta	39	MV	LC
	<i>Lycengraulis batesii</i>	Manjuba prego	14	MV	LC
Clupeidae	<i>Lile piquitinga</i>	Manjuba	130	MD	LC
Ariidae	<i>Sciades herzbergii</i>	Bagre de fita	45	RE	LC
Batrachoididae	<i>Batrachoides surinamensis</i>	Pacamón	1	RE	LC
Gobiidae	<i>Gobionellus oceanicus</i>	Amoré	7	RE	LC
	<i>Bathygobius soporator</i>	Moré	9	RE	LC
Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	Tainha	64	MD	LC
Cichlidae	<i>Oreochromis sp.</i>	Tilápia	3	LV	LC
Belonidae	<i>Strongylura timucu</i>	Zambaia	23	MD	LC
Carangidae	<i>Caranx latus</i>	Charelete	10	MD	LC
	<i>Oligoplites palometa</i>	Tibiro	4	MD	LC
Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	Bicuda	7	MD	LC
Paralichthyidae	<i>Paralichthys brasiliensis</i>	Solha	4	MD	LC
	<i>Syacium micrurum</i>	Solha	8	MD	LC
Achiridae	<i>Trinectes paulistanus</i>	Solha	14	MD	LC
Syngnathidae	<i>Hippocampus erectus</i>	Cavalo-marinho	4	RE	VU
Uranoscopidae	<i>Astroscopus y-graecum</i>	Anequim	4	MV	LC
Centropomidae	<i>Centropomus parallelus</i>	Camurim branco	53	MD	LC
	<i>Centropomus undecimalis</i>	Camurim	58	MD	LC
Gerreidae	<i>Diapterus auratus</i>	Carapeba branca	207	MD	LC
	<i>Eucinostomus argenteus</i>	Carapicu	300	MD	LC
	<i>Eugerres brasiliensis</i>	Carapeba-listrada	30	MD	LC
Serranidae	<i>Diplectrum radiale</i>	Jacundá	4	MV	LC
Epinephelidae	<i>Mycteroperca bonaci</i>	Sirigado	2	MV	NT
Grammistinae	<i>Rypticus saponaceus</i>	Badejo	1	MV	LC
Haemulidae	<i>Haemulopsis corvinaeformis</i>	Coró roxo	5	MV	LC
	<i>Haemulon parra</i>	Cambuba	119	MV	LC
Lutjanidae	<i>Lutjanus jocu</i>	Dentão	257	MD	DD
	<i>Lutjanus alexandrei</i>	Carapitanga	128	MD	LC
	<i>Lutjanus analis</i>	Cioba	74	MD	NT
Sciaenidae	<i>Stellifer brasiliensis</i>	Pescada	9	MD	LC
Sparidae	<i>Archosargus probatocephalus</i>	Sargo	5	MV	LC
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides testudineus</i>	Baiacu – pintado	55	RE	LC

Fonte: Elaboração própria.

Ao que tudo indica, a área de mangue amostrada é utilizada pela ictiofauna, principalmente, como berçário, uma vez que os espécimes jovens representaram cerca de 93% dos peixes capturados, com poucos indivíduos adultos (7%). Esses organismos são atraídos pela grande disponibilidade de alimento e presença de estruturas que lhes servem de abrigo contra predadores, como as raízes e os galhos de mangue que apresentam diferentes origens e níveis variáveis de dependência dessa área (Potter *et al.*, 2015).

Nesse contexto, embora não exista uma terminologia específica para designar os peixes associados aos manguezais, as espécies estuarinas são, segundo Fonteles- Fiho (2011), usualmente, classificadas como: i) Espécies residentes – são aquelas que completam todo o ciclo de vida nas águas estuarinas, podendo ser encontradas ocasionalmente em habitat marinho costeiro ou em água doce; ii) Espécies marinhas dependentes – são aquelas que obrigatoriamente utilizam as águas estuarinas para alimentação ou

para completar parte do seu ciclo reprodutivo; iii) Espécies marinhas visitantes – são aquelas que passam a maior parte do ciclo de vida no mar, onde desovam, mas penetram em águas estuarinas em períodos regulares ou ocasionais; e iv) Espécies limnéticas visitantes – são aquelas que passam a maior parte de seu ciclo de vida nos rios, onde desovam, mas penetram em águas estuarinas em períodos regulares ou ocasionais.

No manguezal de Acaraú, as espécies marinhas dependentes apresentaram a maior abundância (81,49%). Acredita-se que a maior representatividade desses indivíduos se deva aos elevados níveis de salinidade apresentados no estuário (de 35 a 47 ppm). Essa característica é comum nos estuários cearenses, que são dominados por condições marinhas (ZEE, 2016), inclusive durante o período chuvoso, funcionando como um filtro biológico que atua diretamente na composição e abundância da ictiofauna (Santos; Ramos; Bonecker, 2017; Gutierrez *et al.*, 2018).

## 2 GUIA DE IDENTIFICAÇÃO VISUAL

Segue abaixo um guia fotográfico das espécies com maior representatividade na região para auxiliar na identificação

dos exemplares a partir das informações taxonômicas e ecológicas sobre os indivíduos.

### 2.1 *Eucinostomus argenteus* (Baird & Girard, 1855) - Figura 1, item A

Nadadeira dorsal com 9 espinhos e 10 raios; anal com 3 espinhos; 7 ou 8 rastros inferiores no primeiro arco, incluído o do ângulo. Corpo fusiforme com altura de 32,7% a 36,5 % do comprimento parcial; margem do pré-opérculo lisa; fenda da parte superior do focinho não interrompida, mas afunilada anteriormente. Cor prateada, com seis a nove manchas escuras indistintas ligadas a sete barras diagonais no dorso; ponta da nadadeira dorsal frequentemente escura. Os indivíduos jovens são semelhantes aos adultos (Carpenter, 2002; Mceachran; Fechelm, 2005; Menezes *et al.*, 2015; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

Espécie abundante e costeira, comum em águas rasas de até 50 metros de profundidade. Ocorre, especialmente, em fundos não consolidados, em estuários, praias arenosas e bancos de algas. São onívoros, alimentando-se de invertebrados que vivem no sedimento. A desova parece ocorrer nas partes mais fundas das áreas de ocorrência, e os jovens se desenvolvem em águas rasas, próximo às praias e aos canais de mangue (Carpenter, 2002; Mceachran; Fechelm, 2005; Menezes *et al.*, 2015; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

## 2.2 *Diapterus auratus* (Ranzani, 1842) - Figura 1, item B

Nadadeira dorsal com 9 espinhos e 10 raios; anal com 3 espinhos e 8 raios, o segundo espinho menor que a base da nadadeira anal; linha lateral com 35 a 39 escamas; 12 a 15 rastros (geralmente 12 ou 13) no ramo inferior do primeiro arco branquial. Corpo alto, cerca de 1,7 a 2,4 vezes o comprimento padrão; margem do pré-opérculo serrilhada; osso pré-orbital macio. Cor prateada com o dorso mais escuro; nadadeira anal e pélvicas amareladas. Juvenis com estrias verticais escuras nos flancos. Atinge 35 cm de comprimento e 1 kg (Carpenter, 2002; Mceachran; Fechelm, 2005; Menezes et al., 2015; Froese; Pauly, 2019).

Comuns e costeiros, habitam fundos arenosos e de cascalho ou lodo, ao longo de praias, baías, mangues, estuários e lagoas salobras, até cerca de 30 metros de profundidade; são frequentemente observados próximos a costões rochosos e recifes. Alimentam-se de invertebrados capturados no sedimento, e os jovens têm sua dieta baseada em vegetais. A reprodução parece ocorrer do final da primavera ao início do outono, com ovos e larvas planctônicos (Carpenter, 2002; Mceachran; Fechelm, 2005; Menezes et al., 2015; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

## 2.3 *Lutjanus jocu* (Bloch & Schneider, 1801) - Figura 1, item C

Nadadeira dorsal com 10 espinhos e 14 raios (raramente 13); anal com 3 espinhos e 8 raios (raramente 7); linha lateral com 46 a 49 escamas com poros. Caninos anteriores de ambos os maxilares maiores que os demais; dentes do vômer em placa com forma de âncora; peitoral não chega à origem da nadadeira anal; margem posterior da nadadeira anal redonda. Cor olivácea a marrom no dorso, ventre e flancos avermelhados; barras pálidas verticais nos flancos pouco nítidas; peitoral, dorsal e caudal vermelho alaranjado; pélvica e anal amareladas; olho vermelho; uma área triangular branca e evidente sob o olho, muito característica; uma série de manchas azuis brilhantes sob o olho, do maxilar ao opérculo, que nos jovens formam uma linha, semelhante ao *L. alexandrei*. Atinge 130 cm de comprimento e 29 kg (Carpenter, 2002; Moura;

Lindeman, 2007; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

Os adultos são peixes de recifes e costões costeiros, até cerca de 100 metros de profundidade, comuns em naufrágios. Grandes adultos têm hábitos solitários, ainda que abundantes em uma mesma região. Alimentam-se de crustáceos, moluscos e peixes. A reprodução acontece por todo ano com grandes cardumes e picos no verão e, ao anoitecer, na coluna d'água; os ovos são pelágicos; as larvas planctônicas e, com cerca de 15 mm de comprimento total, transformam-se em jovens, que vivem em estuários, mangues ou mesmo em rios costeiros. Vivem cerca de 25 anos (Mceachran; Fechelm, 2005; Moura; Lindeman, 2007; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

## 2.4 *Lutjanus alexandrei* (Bloch & Schneider, 1801) - Figura 1, item D

Nadadeira dorsal com 10 espinhos e 14 raios; anal com 3 espinhos e 8 raios. Dentes do vômer em placa com forma de âncora, com projeção mediana posterior evidente; membrana das nadadeiras dorsal e anal com escamas; peitoral pontuda e alcançando o ânus; margem posterior da nadadeira anal redonda; nadadeira caudal ligeiramente emarginada. Cor geral avermelhada com tons de

marrom a bege, região ventral rosada; seis faixas verticais, estreitas e pálidas, distintas nos flancos; uma linha azul, geralmente decomposta em uma série de manchas redondas nos adultos, sob o olho; nadadeiras dorsal, anal e caudal de marrom a bege, exceto a peitoral e a pélvica, de avermelhadas a róseas; olho geralmente vermelho; jovens com cor geral similar, porém as faixas verticais

mais evidentes; a linha azul sob o olho muito definida e presença de uma faixa escura na cabeça, da ponta do focinho à nuca, passando sob o olho. Exemplares adultos e de águas mais profundas são de cor geral vermelho viva e com as faixas verticais pouco distintas. Atinge 67 cm de comprimento (Moura; Lindeman, 2007; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

De modo geral, essa espécie é comum em águas costeiras, desde mangues,

estuários, recifes, costões rochosos e ilhas, embora sejam mais comuns em águas rasas. Podem ser avistados em pequenos grupos em qualquer época. Alimentam-se de crustáceos, moluscos e peixes. A reprodução parece ocorrer por todo o ano, mas ainda não são conhecidos detalhes a respeito de larvas e sua transformação em jovens, que são comuns entre naufrágios, algas, pedras e em estuários (Moura; Lindeman, 2007; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

### 2.5 *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828) - Figura 1, item E

Nadadeira dorsal com 10 (raramente 11) espinhos e 13 ou 14 raios; anal com 3 espinhos e 8 raios (raramente 7); linha lateral com 47 a 51 escamas com poros. Corpo alongado e moderadamente comprimido; boca terminal, relativamente grande; maxilares com caninos distintos; dentes do vômer em placa com forma de lua crescente, quase um “v”; membrana das nadadeiras dorsal e anal com escamas; peitoral quase chega à origem da nadadeira anal; margem posterior da nadadeira anal pontuda. Cor olivácea no dorso, avermelhada nos flancos, mais pálida no ventre, com muitas áreas avermelhadas ou rosadas, por vezes, em quase todo o corpo; há fases em que ocorrem barras verticais pálidas sobre o fundo mais escuro do dorso, e o ventre é amarelo alaranjado; pélvica, anal e peitoral avermelhados; uma linha azul brilhante sob o olho, muito evidente, mais larga na parte superior; outras manchas e linhas azuis atrás e em volta do olho; íris de bronze a vermelha; uma mancha escura, quase do tamanho da pupila, sob a

origem da parte mole da dorsal, justaposta à linha lateral e de contorno bem definido. Atinge 94 cm de comprimento e 16 kg (Carpenter, 2002; Moura; Lindeman, 2007; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

A exemplo do *L. alexandrei*, essa também é uma espécie comum em águas costeiras, desde mangues, estuários, recifes, costões rochosos e ilhas, habitando profundidades de até 100 metros de profundidade. Alimentam-se vorazmente de moluscos, crustáceos e peixes. Tem hábitos solitários, a não ser durante a reprodução, que acontece da primavera ao final do verão e, ao anoitecer, na coluna d'água. Os ovos são pelágicos; as larvas planctônicas e, com cerca de 15 mm de comprimento total, transformam-se em jovens, que são mais comuns em beira de praia, entre algas e pedras e em estuários. Vivem cerca de 33 anos (Mceachran; Fechelm, 2005; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

### 2.6 *Lile piquitinga* (Schreiner & Miranda Ribeiro, 1903) - Figura 1, item F

Nadadeira pélvica com 7 raios, com sua origem sobre a vertical do ponto médio da base da nadadeira dorsal; anal curta e localizada bem além da vertical que passa na parte posterior da dorsal; dorsal com origem levemente anterior ao centro do corpo. Corpo fusiforme levemente comprimido; abdômen com escudos formando uma quilha; sem hipomaxila; borda posterior da abertura branquial

arredondada e sem lobos carnosos. Cor azul esverdeado no dorso; branco no flanco, com uma larga faixa prata bem distinta, da abertura branquial à base da nadadeira caudal; ponto negro no dorso próximo da base da nadadeira caudal; nadadeiras esbranquiçadas. Atinge 12 cm de comprimento (Carpenter, 2002; Menezes *et al.*, 2015; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

Os indivíduos dessa espécie são comuns em águas costeiras e estuarinas, manguezais e alagados salgados. Contudo, pouco se

sabe sobre seus hábitos (Carpenter, 2002; Menezes *et al.*, 2015; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

## 2.7 *Haemulon parra* (Desmarest, 1823) - Figura 1, item G

Nadadeira dorsal com 12 espinhos e 16 a 19 raios (geralmente 17 ou 18); anal com 3 espinhos e 8 raios (raramente 9); linha lateral com 47 a 52 escamas com poros; 21 ou 22 (geralmente 22) escamas ao redor do pedúnculo caudal; 21 a 24 rastos. Corpo alongado e cabeça grande; boca ampla; 2 poros e uma fenda mediana no queixo; dorsal e anal moles cobertas por escamas; séries de escamas abaixo da linha lateral oblíquas; peitoral escamada. Cor prateada, com as escamas da região superior escuras no centro, formando linhas oblíquas; olho amarelo; nadadeiras escuras; parte interna da boca vermelha; borda interna do pré-opérculo, geralmente com área escura; uma estria escura longitudinal eventualmente presente, exceto em grandes adultos. Jovens com três faixas escuras no corpo, a do meio mais estreita, e uma mancha negra redonda na base da nadadeira caudal. Atinge 40 cm

de comprimento (Carvalho-Filho, 1999; Carpenter, 2002; Menezes *et al.*, 2015; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

Comuns em fundos rochosos, coralinos, em áreas de areia ou cascalho próximas, até cerca de 50 metros de profundidade. Jovens encontrados com maior frequência entre algas. São ativos e curiosos; cardumes numerosos, podendo migrar na época da reprodução, que ocorre nos meses mais quentes, nas regiões tropicais, e, na primavera-verão, nas zonas temperadas; os ovos e larvas são pelágicos e estas se transformam em jovens com cerca de 8 mm de comprimento total. Alimentam-se de invertebrados bentônicos, peixes e algumas algas (Rocha; Rosa, 1999; Carpenter, 2002; Mceachran; Fechelm, 2005; Menezes *et al.*, 2015; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

## 2.8 *Mugil curema Valenciennes, 1836* - Figura 1, item H

Primeira nadadeira dorsal com 4 espinhos e segunda dorsal com 9 raios; nadadeira anal com 3 espinhos e 9 raios (primeiro espinho muito curto, podendo estar coberto pelas escamas); nadadeira peitoral com 1 espinho e 14 a 16 raios; 36 a 40 séries oblíquas de escamas nos flancos entre a base da peitoral e a da caudal; primeira nadadeira dorsal equidistante da ponta do focinho à base da cauda ou mais próxima desta do que do focinho. Nadadeira peitoral não alcança a origem da primeira dorsal. A altura do corpo é maior na origem da primeira nadadeira dorsal, representando entre 26% e 30% do comprimento total. Segunda dorsal e anal com muitas escamas. Coloração cinza prateada no dorso, prateada nas laterais e branca no ventre. Espécimes coletados em áreas mais distantes da costa apresentam coloração azul esverdeada no dorso. Nadadeiras acinzentadas, exceto a nadadeira pélvica que é esbranquiçada; mancha azul escura na base da

nadadeira peitoral e uma mancha amarelada entre o olho e a borda superior do opérculo; borda terminal da nadadeira caudal escura. Atinge 90 cm de comprimento (Carvalho-Filho, 1999; Carpenter, 2002; Nóbrega; Lessa; Santana, 2009; Menezes *et al.*, 2015; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

Habitam principalmente águas neríticas da plataforma continental, sendo comum em áreas estuarinas de águas salobras e no interior de lagoas litorais. Exemplares maduros sexualmente são encontrados em áreas mais afastadas da costa, entre profundidades de 20m e 30m, sugerindo que a reprodução ocorra nessas áreas. Exemplares jovens se alimentam de plâncton; adultos se alimentam de detritos e pequenos materiais particulados (Carpenter, 2002; Nóbrega; Lessa; Santana, 2009; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

### 2.9 *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) - Figura 1, item I

Segunda nadadeira dorsal com um espinho e 10 raios (raramente 9 ou 11); anal com 3 espinhos e 6 raios (raramente 5 ou 7); linha lateral com 67 a 72 poros; séries de escamas nos flancos, acima da linha lateral, 67 a 77 (geralmente 68 a 75); 3 a 5 rastros no ramo superior e 8 a 10 no ramo inferior do primeiro arco branquial, excluindo rudimentos; escamas ao redor do pedúnculo caudal, 22 a 28 (geralmente 24 a 27). Segundo espinho da nadadeira anal não é maior que o terceiro e não atinge a base da caudal; terceiro espinho da dorsal maior que o quarto; nadadeiras pélvicas não atingem o ânus. Perfil superior do focinho ligeiramente côncavo. Branco prateado em geral, com dorso e alto da cabeça escurecidos, de cinza a oliváceo; frequentemente com reflexos amarelos, em função de ácido tânico presente nas águas salobras; linha lateral evidente e negra. Jovens semelhantes aos adultos. Atinge 150 cm

de comprimento e 25 kg (Rivas, 1986; Carvalho-Filho, 1999; Carpenter, 2002; Menezes *et al.*, 2015; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

Comuns, costeiros, em águas rasas de recifes, ilhas e especialmente em baías, canais, estuários, costões rochosos, mangues e rios costeiros. Encontrados em águas rasas de até 20 metros de profundidade. Alimentam-se de peixes e crustáceos e aproveitam movimentos de marés e correntes para emboscar suas presas. Não se adaptam à água fria, com menos de 16° C. São sexualmente maduros aos 3 anos e, no Brasil, reproduzem-se de novembro a maio; as larvas nascem com 1,5 mm de comprimento e, em 45 dias, tornam-se jovens com 5 cm de comprimento. Há registros de espécimes com 7 anos de idade (Carpenter, 2002; Menezes *et al.*, 2015; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

### 2.10 *Centropomus parallelus* (Poey, 1860) - Figura 1, item J

Segunda nadadeira dorsal com um espinho de 9 a 11 raios (geralmente 10); nadadeira anal com 3 espinhos e 6 raios (raramente 7); nadadeira peitoral com 14 a 16 raios (geralmente 15); 14 a 17 rastros no primeiro arco branquial, excluindo rudimentos, e 21 a 25 incluindo-os; 79 a 92 séries de escamas nos flancos. Corpo relativamente comprimido, mais alto que *Centropomus undecimalis*; segundo espinho da nadadeira anal ligeiramente maior que o terceiro, chegando apenas à base da nadadeira caudal; nadadeira pélvica chega ou passa um pouco do ânus. Coloração amarelada para marrom esverdeado, com dorso mais escuro e pigmentação escura esparsa nas nadadeiras dorsal, caudal e anal; linha lateral escura e evidente. Atinge 63

cm de comprimento e 3 kg (Rivas, 1986; Carvalho-Filho, 1999; Carpenter, 2002; Mceachran; Fechelm, 2005; Nóbrega; Lessa; Santana, 2009; Menezes *et al.*, 2015; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

Espécie que habita áreas costeiras, estuários e lagoas costeiras, muitas vezes penetrando e sendo encontrada em rios costeiros. Prefere águas com menor salinidade que a marinha. A reprodução pode ocorrer em áreas estuarinas e próximas de rios. Alimentam-se de peixes e crustáceos (Carpenter, 2002; Mceachran; Fechelm, 2005; Nóbrega; Lessa; Santana, 2009; Menezes *et al.*, 2015; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

### 2.11 *Sphoeroides testudineus* (Linnaeus, 1758) - Figura 1, item K

Nadadeira dorsal com 8 raios, anal com 7 raios e peitoral com 15 raios. Possui pequenos espinhos em volta da nadadeira peitoral e sem abas dérmicas; espículas presentes por todo o corpo,

mas geralmente embebidas na pele e não aparentes. Cor da porção superior variando de verde escuro a marrom ou negro, com linhas amareladas ou brancas formando malhas poligonais; uma ou duas

linhas claras transversais entre os olhos; pequenas manchas arredondadas negras nas áreas escuras do dorso e espalhadas nos flancos inferiores, irregulares no tamanho e na posição; ventre de branco a amarelado; nadadeira caudal escura com uma faixa clara vertical mediana. Atinge 39 cm de comprimento e 0,4 kg (Carvalho-Filho, 1999; Carpenter, 2002; Mceachran; Fechelm, 2005; Menezes *et al.*, 2015; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

Ocorre também em rios e é, provavelmente, a espécie mais comum do

gênero do litoral brasileiro. Seus representantes formam pequenos cardumes. Alimentam-se, principalmente, de equinodermos, moluscos e, em menor escala, de crustáceos, poliquetas, algas e restos de fragmentos vegetais. No crepúsculo, enterram-se quase totalmente na areia fina, próximo às formações rochosas ou às raízes de mangue, onde pernoitam apenas com os olhos de fora (Carpenter, 2002; Mceachran; Fechelm, 2005; Menezes *et al.*, 2015; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

## 2.12 *Centenraulis edentulus* (Cuvier, 1829) - Figura 1, item L

Nadadeira anal com 23 a 36 raios, com sua origem sobre os últimos raios da nadadeira dorsal; mais de 45 rastros finos no primeiro arco branquial; 8 raios branquiostegais longos; ramo superior do terceiro arco branquial sem qualquer rastro em sua face mais interna. Corpo moderadamente alto e comprimido; focinho levemente pontudo e proeminente; extremidade posterior da maxila arredondada, não alcançando a articulação da mandíbula inferior; dentes da mandíbula superior muito pequenos e ausentes na mandíbula inferior, ultrapassando o final da segunda supramaxila e alcançando o pré-opérculo; membrana branquiostegal muito larga, expandida posteriormente e cobrindo o istmo. Cor

azul esverdeado escuro no dorso; flanco prateado com uma faixa prateada distintiva no meio do corpo em indivíduos pequenos; nadadeiras esbranquiçadas. Atinge 17 cm de comprimento (Carpenter, 2002; Mceachran; Fechelm, 2005; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

Comuns em águas costeiras e estuárias; toleram grande variação de salinidade e podem ser encontrados em alagados salgados e, ocasionalmente, na água doce. Alimentam-se de plâncton, frequentemente formando cardumes. Maturam a partir de 10 cm de comprimento (Carpenter, 2002; Mceachran; Fechelm, 2005; Menezes *et al.*, 2015; Nóbrega; Garcia Jr.; Oliveira, 2015; Froese; Pauly, 2019).

**Figura 1** – Lista das principais espécies da ictiofauna associadas ao manguezal no estuário do Rio Acaraú, no estado do Ceará, entre o período de julho/2019 a maio/2020. A - *Eucinostomus argenteus*; B - *Diapterus auratus*; C - *Lutjanus jocu*; D - *Lutjanus alexandrei*; E - *Lutjanus analis*; F - *Lile piquitinga*; G - *Haemulon parra*; H - *Mugil curema*; I - *Centropomus undecimalis*; J - *Centropomus parallelus*; K - *Sphoeroides testudineus* e L - *Centengraulis edentulus*.



Fonte: Elaboração própria.

## CONCLUSÕES

O manguezal do estuário do rio Acaraú apresenta ictiofauna associada, predominantemente, composta por espécies marinhas dependentes, correspondendo a 81,49% da abundância total dos indivíduos coletados, de modo que as famílias Gerreidae e Lutjanidae foram as mais abundantes, representando cerca de 58,14% das amostragens totais;

Aproximadamente 86,48% das espécies coletadas são de interesse pesqueiro para a região. Os demais indivíduos, sem valor comercial, são, frequentemente, capturados como fauna acompanhante e, na maioria das vezes, descartadas, resultando na alteração indireta da estrutura da comunidade no ecossistema através da remoção dessas espécies;

A ictiofauna amostrada é composta, em sua maioria, por indivíduos jovens

(93%) que utilizam o estuário como áreas de berçário, principalmente, devido à abundância de recursos alimentares disponíveis e pelo abrigo contra predadores. Destas, estão presentes espécies incluídas na lista nacional de espécies ameaçadas do Ministério do Meio Ambiente e IUCN (*Megalops atlanticus*, *Hippocampus erectus*, *Lutjanus analis*, *Lutjanus jocu* e *Mycteroperca bonaci*).

Dessa forma, acreditamos que esse trabalho permitiu quantificar importante parcela dos peixes que utilizam os manguezais em alguma etapa do seu ciclo de vida. Ainda assim, outros estudos sobre a ictiofauna em manguezais são necessários para que projetos de gestão e planos de fiscalização mais eficientes possam ser elaborados na região.

## REFERÊNCIAS

ACARAÚ - Secretaria municipal de Acaraú. **Dados do município/localização**. Acaraú, 2019. Disponível em: <https://www.acarau.ce.gov.br/omunicipio.php>. Acesso em: 13 ago. 2022.

ARAÚJO, M. V. et al. Análise geoambiental da área estuarina do rio Acaraú, município de Acaraú – Ceará – Brasil, usando técnicas de sensoriamento remoto. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, p. 25-30, 2009. Disponível em: <https://bityli.com/zirnKMzO>. Acesso em: 22 ago. 2022.

CARPENTER, K. E. **The living marine resources of the Western Central Atlantic**. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication. Rome: FAO, 2002.

CARVALHO-FILHO, A. **Peixes, costa Brasileira**. São Paulo: Editora Melro, 1999.

CATCHPOLE, T. L. et al. The potential for new Nephrops trawl designs to positively

effect North Sea stocks of cod, haddock and whiting. **Fisheries Research**, [s.l.], v. 86, n. 2-3, p. 262-267, 2007. Disponível em: <https://bityli.com/YuDqXNZG>. Acesso em: 11 ago. 2022.

CLAISSE, J. T.; PONDELLA, D. J.; LOVE, M.; ZAHN, L. A.; WILLIAMS, C. M.; WILLIAMS, J. P.; BULL, A. S. Oil platforms off California are among the most productive marine fish habitats globally. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s.l.], v. 111, n. 43, p. 15462-15467, 2014. Disponível em: [l1nq.com/v7ouB](https://l1nq.com/v7ouB). Acesso em: 20 ago. 2022.

FAUNCE, C. H.; SERAFY, J. E. Mangroves as fish habitat: 50 years of field studies. **Marine Ecology Progress Series**, [s.l.], v. 318, p. 1-18, 2006. Disponível em: [l1nq.com/O31qN](https://l1nq.com/O31qN). Acesso em: 09 ago. 2022.

FONTELES-FILHO, A. A. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011.

FROESE, R.; D. PAULY. Editores. 2019. **FishBase**. Publicação eletrônica na

- World Wide Web. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), versão (12/2019). Disponível em: [l1nq.com/NxNi2](http://l1nq.com/NxNi2). Acesso em: 17 ago. 2022.
- GUTIERREZ, M. F. et al. Salinity shapes zooplankton communities and functional diversity and has complex effects on size structure in lakes. **Hydrobiologia**, [s.l.], v. 813, n. 1, p. 237-255, 2018. Disponível em: [l1nq.com/ZzIFw](http://l1nq.com/ZzIFw). Acesso em: 10 ago. 2022.
- HAMILTON, S. E.; CASEY, D. Creation of a high spatio temporal resolution global database of continuous mangrove forest cover for the 21st century (CGMFC 21). **Global Ecology and Biogeography**, [s.l.], v. 25, n. 6, p. 729-738, 2016. Disponível em: [l1nq.com/tG4GY](http://l1nq.com/tG4GY). Acesso em: 27 ago. 2022.
- HAMMERSCHLAG, N.; MORGAN, A. B.; SERAFY, J. E. Relative predation risk for fishes along a subtropical mangrove-seagrass ecotone. **Marine Ecology Progress Series**, [s.l.], v. 401, p. 259-267, 2010. Disponível em: [l1nq.com/3VQRd](http://l1nq.com/3VQRd). Acesso em: 10 out. 2022.
- HARRINGTON, J. M.; MYERS, R. A.; ROSENBERG, A. A. Wasted fishery resources: discarded by catch in the USA. **Fish and fisheries**, [s.l.], v. 6, n. 4, p. 350-361, 2005. Disponível em: <https://bityli.com/hkdXwucV>. Acesso em: 15 ago. 2022.
- HUTCHISON, J.; SPALDING, M.; ZU ERMGASSEN, P. The role of mangroves in fisheries enhancement. **The Nature Conservancy and Wetlands International**, [s.l.], v. 54, 2014. Disponível em: [l1nq.com/Zbw5x](http://l1nq.com/Zbw5x). Acesso em: 22 ago. 2022.
- IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Diagnóstico da atividade de carcinicultura no Estado do Ceará**. Fortaleza: MMA, 2005.
- IUCN. **A Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN**. Versão 2022-1. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 13 mai. 2022.
- MCEACHRAN, J. D.; FECHERM, J. D. **Fishes of the Gulf of Mexico**. Vol 2. University of Texas Press, Austin, 2005. 1004 p.
- MELO, F.A.G.; DUTRA, E. A.; VIANNA, J. Q.; ARAÚJO, T. M.; SOUZA, A. S. F.; MOURA, I. S. **Guia de Identificação dos Peixes do Estuário dos rios Timonha e Ubatuba**. Sieart, Parnaíba, 2015.
- MENEZES, N. A.; NIRCHIO, M.; OLIVEIRA, C.; SICCHARAMIREZ, R. Taxonomic review of the species of Mugil (Teleostei: Perciformes: Mugilidae) from the Atlantic South Caribbean and South America, with integration of morphological, cytogenetic and molecular data. **Zootaxa**, [s.l.], v. 3941, n. 4, p. 600-600, 2015. Disponível em: [l1nq.com/cvjZh](http://l1nq.com/cvjZh). Acesso em: 15 nov. 2019.
- MOURA, R. L.; LINDEMAN, K. C. A new species of snapper (Perciformes: Lutjanidae) from Brazil, with comments on the distribution of *Lutjanus griseus* and *L. apodus*. **Zootaxa**, [s.l.], v. 1422, n. 1, p. 31-43, 2007. Disponível em: [l1nq.com/BOByG](http://l1nq.com/BOByG). Acesso em: 06 ago. 2022.
- MUMBY, P. J. Connectivity of reef fish between mangroves and coral reefs: algorithms for the design of marine reserves at seascape scales. **Biological conservation**, [s.l.], v. 128, n. 2, p. 215-222, 2006. Disponível em: <https://bityli.com/mQxfUDo>. Acesso em: 02 ago. 2022.
- NAGELKERKEN, I. **Ecological connectivity among tropical coastal ecosystems**. Dordrecht: Springer, 2009. Disponível em: [l1nq.com/Hq9u1](http://l1nq.com/Hq9u1). Acesso em: 17 ago. 2022.
- NAGELKERKEN, I. S. J. M.; BLABER, S. J. M.; BOUILLON, S.; GREEN, P.; HAYWOOD, M.; KIRTON, L. G.; MEYNECKE, J.O.; PAWLICKI, J.; PENROSE, H. M.; SASEKUMAR, A.; SOMERFIELD, P. J. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: a review. **Aquatic botany**, [s.l.], v. 89, n. 2, p. 155-185, 2008. Disponível em: <https://bityli.com/QIWStFp>. Acesso em: 07 out. 2022.

- NEUBAUER, P.; JENSEN, O. P.; HUTCHINGS, J. A.; BAUM, J. K. Resilience and recovery of overexploited marine populations. **Science**, [s.l.], v. 340, n. 6130, p. 347-349, 2013. Disponível em: [l1nq.com/kk1JB](https://doi.org/10.1126/science.1234567). Acesso em: 12 ago. 2022.
- NÓBREGA, M. F.; GARCIA JR, J.; OLIVEIRA, J. E. L. **Biodiversidade da baía Potiguar**. Peixes da pesca artesanal. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2015. Disponível em: [l1nq.com/kOZ67](https://doi.org/10.1126/science.1234567). Acesso em: 11 ago. 2022.
- NÓBREGA, M. F.; LESSA, R. P.; SANTANA, F. M. **Peixes Marinhos da região nordeste do Brasil**. 1ªed. Fortaleza: Martins & Cordeiro LTDA, 2009.
- POTTER, I. C.; TWEEDLEY, J. R.; ELLIOTT, M.; WHITFIELD, A. K. The ways in which fish use estuaries: a refinement and expansion of the guild approach. **Fish and Fisheries**, [s.l.], v. 16, n. 2, p. 230-239, 2015. Disponível em: [https://bityli.com/PSWTGtP](https://doi.org/10.1111/fish.12345). Acesso em: 23 ago. 2022.
- RIVAS, L. R. Systematic review of the perciform fishes of the genus *Centropomus*. **Copeia**, [s.l.], p. 579-611, 1986. Disponível em: [l1nq.com/ezXiY](https://doi.org/10.1111/cope.12345). Acesso em: 12 ago. 2022.
- ROCHA, L. A.; ROSA, I. L. New species of *Haemulon* (Teleostei: Haemulidae) from the northeastern Brazilian coast. **Copeia**, [s.l.], p. 447-452, 1999. Disponível em: [l1nq.com/nG2Z5](https://doi.org/10.1111/cope.12345). Acesso em: 25 ago. 2022.
- SANTOS, N. M.; LANA, P. Present and past uses of mangrove wood in the subtropical Bay of Paranaguá (Paraná, Brazil). **Ocean & Coastal Management**, Amsterdam, v. 148, 2017. Disponível em: [https://bityli.com/LENKIH](https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.08.012). Acesso em: 21 ago. 2022.
- SANTOS, R. V. S.; RAMOS, S.; BONECKER, A. C. T. Environmental control on larval stages of fish subject to specific salinity range in tropical estuaries. **Regional Studies in Marine Science**, [s.l.], v. 13, p. 42-53, 2017. Disponível em: [https://bityli.com/sweKFzJ](https://doi.org/10.1016/j.rsms.2017.08.001). Acesso em: 10 ago. 2022.
- THIERS, P. R. L.; MEIRELES, A. J. A.; SANTOS, J. O. **Manguezais na costa oeste cearense: preservação permeada de meias verdades**. [s.n.], 2016. Disponível em: <https://bit.ly/2XYMzGi>. Acesso em: 09 ago. 2022.
- VASCONCELOS FILHO, J. I. F. **Influência da qualidade do habitat para a produção pesqueira: o papel dos manguezais sobre a ictiofauna de um estuário do Ceará - Brasil**. 2021. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/60693>. Acesso em: 18 ago. 2022.
- VASCONCELOS FILHO, J. I. F.; MAIA, R. C.; SALLES, R. Desempenho dos diferentes métodos de amostragem para caracterização da ictiofauna associada ao manguezal da praia de Arpoeiras em Acaraú, Ceará. **Arquivos ciências do mar**, Fortaleza, v. 52, n. 1, p. 81-98, 2019. Disponível em: [l1nq.com/QMZgn](https://doi.org/10.1111/arcmar.12345). Acesso em: 11 ago. 2022.
- KENDRICK, G. A. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. **Proceedings of the national academy of sciences**, [s.l.], v. 106, n. 30, p. 12377-12381, 2009. Disponível em: [l1nq.com/nawqd](https://doi.org/10.1073/pnas.0908001106). Acesso em: 17 ago. 2022.
- ZEE - Reestruturação e atualização do mapeamento do projeto zoneamento ecológico-econômico do Ceará – zona costeira e unidades de conservação costeiras. **Relatório final de caracterização ambiental e dos mapeamentos**. Fortaleza, Governo do Estado do Ceará, SEMACE, 2016.

## 8

## Herpetofauna do Manguezal da Praia de Arpoeiras

Paulo Mateus Cruz Santos

Francisco José Mariano Vasconcelos

Francisca Beatriz Araújo

Robério Mires de Freitas

Amaurício Lopes Rocha Brandão

### INTRODUÇÃO

Para várias espécies de animais, como moluscos, crustáceos, peixes e aves, os manguezais se estabelecem como local de repouso, berçário e nidificação. Sua grande produção de matéria orgânica atua na nutrição de larvas e de outros animais que se encontram em estágios iniciais de vida, fornecendo, assim, itens-chave na base das teias alimentares, além de locais de descanso para aves migratórias durante seu percurso (Maia, 2016; Souza *et al.*, 2018).

Assim como a flora, poucas são as espécies faunísticas exclusivas de ambientes de manguezal, derivando-se de ambientes marinhos, límnicos e terrestres adjacentes, como estuário, restinga, costão rochoso e praia (Maia, 2016; Schaeffer-Novelli, 2018).

Embora pouco estudado, a herpetofauna, grupo composto por anfíbios e répteis, é um dos táxons encontrados no interior do manguezal (Schaeffer-Novelli, 2018). A palavra “herpeto” vem

do grego *herpetós*, que significa “o que se arrasta”, referindo-se aos répteis em geral. Entretanto, há uma tendência de anfíbios e répteis serem estudados em conjunto uma vez que compartilham muitos micro-habitats, e os trabalhos de campo e laboratório de ambos são bastante semelhantes (Lema, 2002).

Anfíbios e répteis são animais ectotérmicos de grande importância ecossistêmica, uma vez que atuam no controle de populações de pequenos invertebrados e no equilíbrio trófico entre diversos ramos da rede alimentar (Cortés-Gomez *et al.*, 2015; Martins; Molina, 2008). Segundo Frost (2021), a classe Amphibia (Lissamphibia) está distribuída em 3 grandes ordens: Anura (7.496 spp.); Caudata (786 spp.); e Gymnophiona (215 spp.).

Os anuros apresentam a maior riqueza do grupo e seus representantes são caracterizados pela ausência de escamas e cauda, presença de apêndices

locomotores desenvolvidos e adaptados ao salto e a utilização de padrões variados de vocalização que podem ser utilizados para a identificação de espécies (Haddad; Giovanelli; Alexandrino, 2008; Pough; Janis; Heiser, 2008).

Esses animais, comumente, apresentam um ciclo de vida bifásico, composto por uma fase larval aquática e outra pós-metamórfica terrestre e respiração cutânea, em que a pele úmida, altamente permeável e vascularizada, permite trocas gasosas entre o organismo e o meio (Cortés-Gomez *et al.*, 2015).

São conhecidas 11.733 espécies de répteis no mundo. De acordo com Uetz, Freed e Hosek (2022), o grupo é parafilético e, tradicionalmente, formado pelas ordens Testudines (356 spp.), Squamata (11.349 spp.) e Crocodylia (27 spp.). O grupo Squamata é o grupo mais representativo e é composto, em sua maioria, por tetrápodes terrestres, com alguns representantes aquáticos, principalmente entre as serpentes (Pough; Heiser; Janis, 2008). Apesar dos diferentes padrões morfológicos, comportamentais e fisiológicos (Martins; Molina, 2008), apresentam características semelhantes, como esqueleto ossificado, respiração através de pulmões, tegumento geralmente composto por escamas e epitélio com ausência de glândulas, e ausência de membros em serpentes e em alguns lagartos (Pough; Janis; Heiser, 2008).

O Brasil apresenta uma rica herpetofauna, com cerca de 2.036 espécies, distribuídas em 1.188 espécies de anfíbios e, destas, 1.144 espécies de anuros, sendo

o país com maior diversidade de anuros do planeta; 848 espécies de répteis, contando com 430 espécies de serpentes (Costa; Guedes; Bérnils, 2022; Segalla *et al.*, 2021). Para o estado do Ceará, são listadas 133 espécies de répteis, sendo 71 de serpentes (Borges-Nojosa; Ávila; Cassiano- Lima, 2021) e 53 de anfíbios, dos quais 50 são de anuros (Cassiano-Lima *et al.*, 2021). Em Acaraú, Ceará, foram registradas 29 espécies de répteis, sendo 12 de lagartos, 14 de serpentes, três de anfisbenas (Batista *et al.*, 2017), e 17 espécies de anfíbios, todos anuros (Araújo *et al.*, 2017). Contudo, existe uma lacuna no conhecimento sobre a taxonomia e a distribuição geográfica da herpetofauna dos manguezais e de outros ambientes costeiros (Hortal, 2015; Silva; Fernandes, 2016), não só na região de Acaraú, mas no País como um todo, dificultando, assim, a caracterização da fauna local, a inviabilização de planos de gestão e conservação deste ambiente e, conseqüentemente, destes animais.

Neste capítulo, apresentamos um levantamento de espécies da herpetofauna no Manguezal, além de informações a respeito do uso do habitat desses animais. As informações apresentadas aqui contribuem para o preenchimento das lacunas de conhecimento sobre a herpetofauna no ecossistema manguezal, uma vez que esta é a primeira lista do grupo neste ecossistema para o estado do Ceará e poderá auxiliar no desenvolvimento de estratégias de conservação da fauna distribuída nesses ambientes.

## 1. HERPETOFAUNA E OS DESAFIOS PARA A VIDA EM AMBIENTES COSTEIROS

Os anfíbios e répteis são animais ectotérmicos, sendo incapazes de regular a temperatura corporal a partir de seu metabolismo e necessitando da utilização de fontes externas de calor para a termorregulação, seja elevando ou mantendo constante a sua temperatura corporal (Pough; Janis; Heiser, 2008). Essa característica os torna dependentes das

variações climáticas em seus habitats, e também podem determinar a distribuição espacial do grupo, induzindo ajustes comportamentais para regulação térmica (Bovo *et al.*, 2018).

Em determinados habitats, fatores ambientais, para além das condições climáticas, podem estar relacionados à distribuição e à ocupação da herpetofauna.

Entre os possíveis ambientes, os costeiros e marinhos são os que podem apresentar as mais desafiadoras barreiras naturais para o estabelecimento do grupo. Dentre as principais variáveis ambientais desses locais, a salinidade e o regime de marés são fatores tidos como determinantes por regularem processos ecológicos e evolutivos, atuando na seleção de determinadas características intrínsecas ao grupo (Schmidt-Nielsen, 2013).

Tais condições atuam como pressão ambiental que podem refletir diretamente nas características fisiológicas, morfológicas e comportamentais da herpetofauna residente, o que pode ser observado para algumas espécies típicas de ambientes marinhos. Para esses exemplos, além dos grupos já bastante conhecidos por habitarem esses ambientes, como espécies de tartarugas-marinhas e crocodilos-de-água-salgada, outros, como os lagartos do gênero *Amblyrhynchus* (iguana-marinha) e serpentes do gênero *Hydrophis* (serpente-marinha), também demonstram inúmeras adaptações para a vida no mar (Schmidt-Nielsen, 2013).

Entre as adaptações, os répteis marinhos possuem glândulas excretoras de sal, nas quais o excesso de sal incorporado é liberado. Os crocodilos possuem essas glândulas distribuídas pela superfície da língua; as tartarugas-marinhas, na órbita de cada olho; as iguanas-marinhas, na porção anterior da cavidade nasal, e as serpentes-marinhas, sob a língua (sublinguais). As serpentes-marinhas apresentam, além das glândulas excretoras, cauda achatada lateralmente especializada para o nado e válvulas sobre as narinas que se fecham durante o mergulho. Essas características são adaptações em resposta à pressão ambiental submetida ao longo da história evolutiva dessas espécies (Moyes; Schulte, 2010).

Mesmo diante de exemplos de indivíduos altamente especializados para os ambientes costeiros, a maioria dos táxons que compõem a herpetofauna se mostram relativamente sensíveis às condições desses ambientes. Ainda assim,

várias espécies de anfíbios e répteis são descritas utilizando como habitat ecossistemas costeiros, em particular aqueles de transição entre os ambientes terrestres e marinhos, como os manguezais.

Testudines da subespécie *Malaclemys terrapin rhizophorarum*, lacertílios da espécie *Anolis carolinensis*, serpentes do gênero *Nerodia*, crocodilianos das espécies *Alligator mississippiensis* e *Crocodylus acutus* e anuros do gênero *Hyla* e da espécie *Rhinella marina* foram encontrados em manguezais do Sul da Flórida (Geórgia, 1999; Uetz; Freed; Hošek, 2022). Também existem registros de anuros dos gêneros *Rana*, *Bufo*, *Microhyla* e *Rhacophorus* no Manguezal de Sunderbans, em Bangladesh. (Kathiresan; Bingham, 2001).

Mesmo com esses registros, poucas espécies de anfíbios são descritas para esse ambiente, visto que a alta salinidade não é uma condição adequada para a maior parte do grupo (Talib *et al.*, 2020). No ponto de vista do balanço hídrico, os anfíbios apresentam uma limitada capacidade osmorreguladora quando comparados aos répteis. Isso traz consequências prejudiciais aos indivíduos em meio hipertônico salino, como interrupção sobre a transmissão nervosa e a contração muscular, podendo acarretar diminuição do desempenho locomotor, o que, por sua vez, pode prejudicá-los em diversas relações ecológicas, como competição intraespecífica e interespecífica e predação (Maguire *et al.*, 2015).

Devido as suas características fisiológicas e comportamentais, répteis e anfíbios são, muitas vezes, descritos como animais que apenas utilizam o manguezal para atividades de alimentação e reprodução, enquadrando-se na categoria de animais oportunistas (Maia, 2016; Schaeffer-Novelli, 2018). Ainda assim, acredita-se que as espécies que habitam esse ambiente possam apresentar, por plasticidade ou adaptação, uma maior tolerância à salinidade, levantando mais uma vez a discussão a respeito da pressão ambiental que os ecossistemas exercem sobre a fauna residente (Buckley; Cannistra; John, 2018).

## 2. HERPETOFAUNA BRASILEIRA E IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA

No Brasil, alguns trabalhos registraram a presença de herpetofauna em ecossistemas de manguezal. Dentre os répteis, testudines da espécie *Chelonia mydas* foram encontrados em arredores e interiores de manguezais da costa sul de São Paulo (Nagaoka *et al.*, 2012). Em manguezais no estado do Pará, foram registrados lagartos das espécies *Gonatodes humeralis*, *Anolis ortonii* e *Iguana iguana* e serpentes das espécies *Corallus hortulanus*, *Imantodes cenchoa*, *Leptophis ahaetulla* e a subespécie *Liophis cobellus taeniogaster* (Fernandes *et al.*, 2009; Silva; Fernandes, 2016). No Centro de Endemismo de Pernambuco (PEC), as serpentes *Erythrolamprus poecilogyrus*, *Helicops angulatus*, *Philodryas olfersii* e *Bothrops leucurus* também foram registradas para o ecossistema Manguezal (França *et al.*, 2020).

No caso de anfíbios em ambientes de manguezal, há registros de indivíduos da espécie *Leptodactylus fuscus* e representantes dos gêneros *Dendropsophus*, *Hypsiboas*, *Leptodactylus*, *Phyllomedusa*, *Physalaemus*, *Pseudopaludicola*, *Rhinella*, *Scinax* e *Trachycephalus*, encontrados nas penínsulas de Bragança e Ajuruteua, no estado do Pará (Brito; Silva; Fernandes, 2011; Silva; Fernandes, 2016). No Nordeste, há registros de ocorrência e desova de *Leptodactylus macrosternum* em uma área de manguezal, no estado do Ceará (Ferreira; Cascon; Matthews-Cascon, 2019).

Trabalhos que apresentam informações sobre as espécies, como a história natural e a distribuição geográfica, podem ajudar na elaboração de estratégias de conservação para as espécies, especialmente, aquelas que apresentam endemismos na região (França *et al.*, 2020) e, embora haja registros da herpetofauna nos manguezais brasileiros, são escassos trabalhos que descrevem a história natural das espécies registradas.

Pesquisas que descreveram a dieta de espécies da herpetofauna nos manguezais têm apresentado o padrão de

animais oportunistas na obtenção dos recursos. Embora a dieta dos répteis seja geralmente composta por insetos (Vitt *et al.*, 2008), as espécies da herpetofauna registradas nos manguezais podem apresentar itens alimentares comuns de ambientes costeiros na dieta. Nagaoka *et al.* (2012) relataram que a tartaruga *Chelonia mydas* apresentou dieta composta principalmente por folhas de mangue do gênero *Avicennia* em Cananéia, São Paulo, e Araújo *et al.* (2022) registraram gastrópodes na dieta de *Hemidactylus mabouia* no manguezal de Arpoeiras, em Acaraú/Ceará. Brito, Silva e Fernandes (2011) encontraram caranguejos no conteúdo estomacal de um sapo do gênero *Leptodactylus*. Desse modo, tanto répteis como anfíbios podem ser capazes de se adaptar aos recursos disponíveis nos ambientes em que ocorrem.

Apesar de caranguejos e gastrópodes terem sido observados na dieta de alguns anfíbios no manguezal, eventos onde anfíbios e répteis constituíram as presas já foram documentados, como o caranguejo *Goniopsis cruentata*, registrado alimentando-se de *Leptodactylus macrosternum*, em uma zona de transição entre uma área de mangue e de campos de dunas no estado do Piauí, e *Hemidactylus mabouia*, no Manguezal de Arpoeiras, em Acaraú/Ceará (Andrade *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2022a).

O conhecimento sobre os registros de ocorrência e a interação da herpetofauna com o ambiente manguezal reforçam a importância de conservar este ecossistema para a manutenção do equilíbrio ecológico. Desse modo, é importante encorajar a realização de trabalhos sobre a herpetofauna nos manguezais para contribuir com o preenchimento de lacunas de informações ecológicas das espécies registradas, bem como estimular o desenvolvimento de estratégias de conservação nesses ambientes naturais que abrigam recursos para alimentação e reprodução da herpetofauna.

### 3. HERPETOFAUNA DE UM MANGUEZAL DO ESTUÁRIO DO RIO ACARÁ

De setembro de 2018 a agosto de 2019, foi realizado um levantamento da herpetofauna no manguezal adjacente à praia de Arpoeiras/Ceará. Foram encontradas 10 espécies assim distribuídas: três de anfíbios e sete de répteis (Quadro 1). Dos anfíbios, foram encontradas três espécies da ordem

Anura, identificadas de acordo com Frost (2021) e distribuídas em duas famílias, Hylidae (1) e Leptodactylidae (2), que apresentam ampla distribuição em outros biomas encontrados no Ceará, como Complexo de Vegetação Litorânea, Cerrado e Caatinga (Roberto; Loebmann, 2016).

**Quadro 1** – Famílias de anfíbios e répteis com suas respectivas espécies encontradas durante as coletas de dados.

AMPHIBIA	
Família	Espécie
<b>Anura</b>	
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus macrosternum</i> MIRANDA-RIBEIRO, 1926
	<i>Pleurodema diplolister</i> (PETERS, 1870)
Hylidae	<i>Scinax x-signatus</i> (SPIX, 1824)
REPTILIA	
Família	Espécie
<b>Lacertilia</b>	
Gekkonidae	<i>Hemidactylus mabouia</i> (MOREAU DE JONNÈS, 1818)
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i> (LINNAEUS, 1758)
Scincidae	<i>Brasiliscincus heathi</i> (SCHMIDT & INGER, 1951)
Teiidae	<i>Ameivula ocellifera</i> (SPIX, 1825)
Tropiduridae	<i>Tropidurus hispidus</i> (SPIX, 1825)
<b>Serpentes</b>	
Boidae	<i>Boa constrictor</i> LINNAEUS, 1758
Colubridae	<i>Oxybelis aeneus</i> (WAGLER, 1824)

Fonte: Elaboração própria.

As espécies de anfíbios encontradas já tiveram ocorrência no domínio morfoclimático da Caatinga, como no estudo de Barbosa *et al.* (2018), em Taquaritinga do Norte/Pernambuco, e no estudo de Araújo *et al.* (2017), em Acaraú/Ceará. Para áreas de manguezais, as espécies *Leptodactylus macrosternum* (Figura 1B) e *Scinax x-signatus* (Figura 1C), foram registradas na península de Ajuruteua, em Bragança, no Pará (Silva; Fernandes, 2016). Também foi registrada a ocorrência e a oviposição de *L. macrosternum* em ambiente de manguezal na Região Metropolitana de Fortaleza, no estado do Ceará (Ferreira; Cascon; Matthews-Cascon, 2019) e em ambiente entre dunas em Arpoeiras, Acaraú/Ceará (Santos *et al.*, 2022b).

*Pleurodema diplolister* (Figura 1A) foi a espécie com maior abundância, sendo encontrada em área de apicum e ambiente entre dunas. Outros trabalhos apontaram essa espécie em regiões de dunas e justificam esse súbito aumento no número populacional devido à quebra do estado de estivação resultante do aumento da umidade após as primeiras chuvas do ano (Pereira, 2009, 2016). *Scinax x-signatus* foi a espécie com menor abundância, no entanto, foi a única encontrada no interior do manguezal, geralmente associada a galhos de *Avicennia* sp.

Para répteis, foi encontrada uma maior riqueza, com sete espécies, identificadas de acordo com Uetz, Freed e Hosek (2022). As setes espécies (ver Quadro 1) estão distribuídas nas famílias Gekkonidae (1), Iguanidae (1), Scincidae (1), Teiidae (1), Tropiduridae (1), Boidae (1) e Colubridae (1). Todas as espécies de répteis aqui listadas são encontradas em diversos biomas, como Caatinga, Complexo de Vegetação Litorânea e Cerrado, tanto no Ceará como em demais estados do Nordeste (Roberto; Loebmann, 2016; Uetz, Freed e Hošek, 2022). Neste levantamento, *H. mabouia* (Figura 1F) apresentou a maior abundância entre répteis, contudo, a espécie é comumente descrita para regiões antrópicas e periantrópicas (Vanzolini; Ramos-Costa; VITT, 1980; Rocha; Anjos; Bergallo, 2011), embora tenha sido encontrada

principalmente nas bordas e no interior da floresta de mangue.

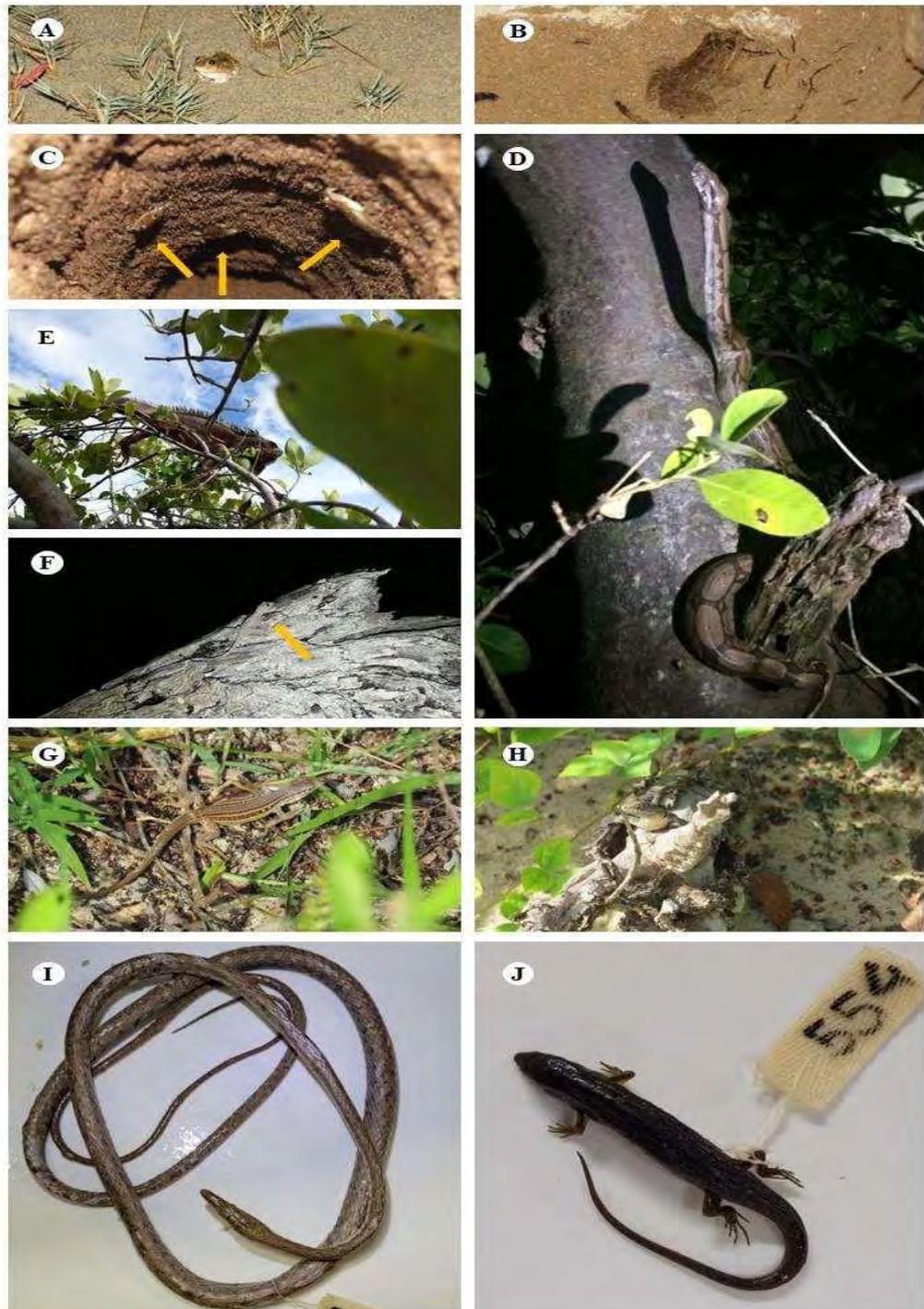
Assim como a *H. mabouia*, a *Iguana iguana* (Figura 1E) foi encontrada no interior da floresta, nas copas de *Avicennia* sp., e alguns indivíduos em *Conocarpus erectus*. Foram encontrados *Tropidurus hispidus* (Figura 1H) em troncos de *Avicennia* sp., sob a copa de *Conocarpus erectus*, acima e no interior de troncos mortos e sobre o solo da região de apicum.

As espécies *Ameivula ocellifera* (Figura 1G) e *Brasiliscincus heathi* (Figura 1J) foram encontradas principalmente em região de apicum, sob *C. erectus*, mas também em ambientes entre dunas. Com exceção das serpentes, essas foram as espécies de répteis menos abundantes. No período de um ano, foram encontrados apenas dois indivíduos de *Oxybelis aeneus* (Figura 1I), ambos nos galhos de *C. erectus*, e um indivíduo de *Boa constrictor* (Figura 1D), em uma cavidade no tronco de *Avicennia* sp.

Assim como no estudo de Almeida e Santos (2011), durante o período amostral, em conversas ocasionais com moradores da região onde ocorreu o levantamento, foi relatada a presença de uma espécie de serpente no manguezal, popularmente chamada de Salamanta (*Epicrates assisi*). Os pesquisadores não encontraram nenhuma serpente que se assemelhasse às características repassadas pelos moradores nos 12 meses de coleta de dados.

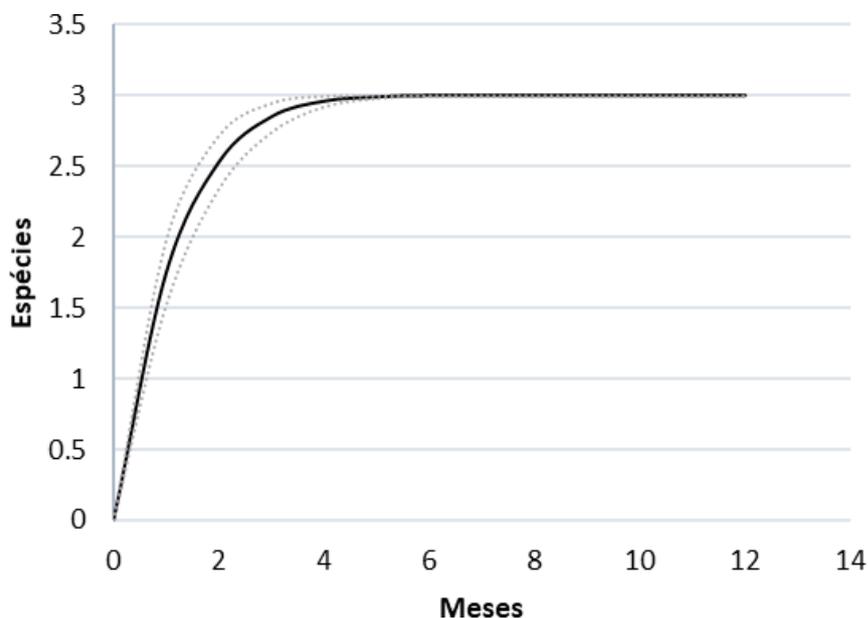
Baseadas no esforço mensal de amostragem, curvas de acumulação mostraram que a riqueza de anfíbios e de répteis atingiu uma assíntota (Figuras 2 e 3), o que aponta que a riqueza local conseguiu ser observada quase que completamente com o período amostral utilizado. A estimativa de riqueza apontou 3 espécies de anfíbios (Jackknife =  $3 \pm 0,16$ ) e 8 espécies de répteis (Jackknife =  $7,92 \pm 0,76$ ), apresentando o Coeficiente de eficiência de coleta de 100% para anfíbios e 88,3% para répteis. Essas curvas foram baseadas no método Mao Tau para a acumulação de espécies no *software* EstimateS -versão 9.1.0 (Colwell, 2006), com um intervalo de confiança de 95%.

**Figura 1** – Espécies catalogadas para o Manguezal da Praia de Arpoeiras (setas amarelas apontando para os animais). A) *Pleurodema diplolister* em Apicum; B) *Leptodactylus macrosternum* em Duna; C) *Scinax x-signatus* em tronco morto oco; D) *Boa constrictor* em tronco de *Avicennia* sp.; E) *Iguana iguana* em *Conocarpus erectus*; F) *Hemidactylus mabouia* em tronco morto; G) *Ameivula ocellifera* em área de Duna/Apicum; H) *Tropidurus hispidus* em raiz/tronco morto de *Avicennia* sp.; I) *Oxybelis aeneus*; e J) *Brasiliscincus heathi* fixados em laboratório.



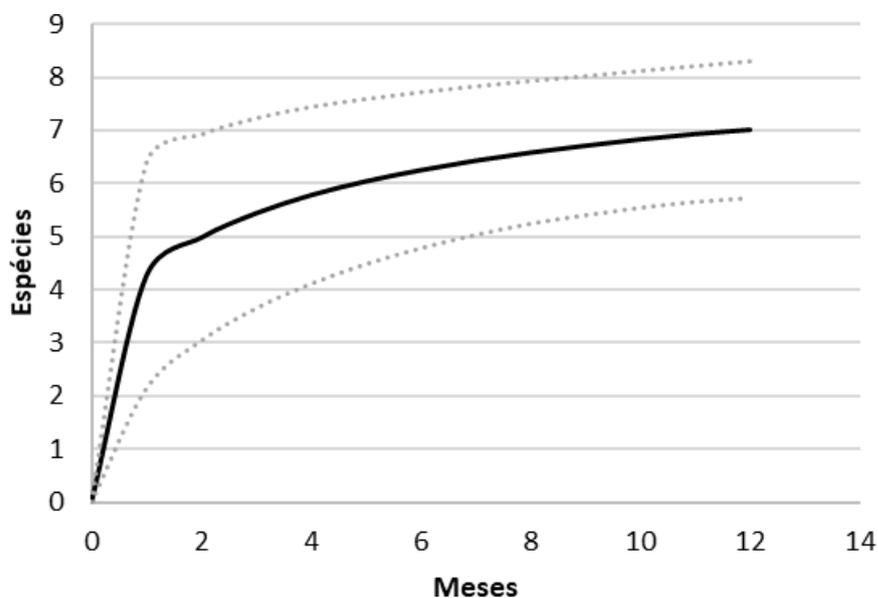
Fonte: Elaboração própria.

**Figura 2** – Curva de acumulação de anfíbios com intervalo de confiança de 95% para o Manguezal da Praia de Arpoeiras.



Fonte: Elaboração própria.

**Figura 3** – Curva de acumulação de répteis com intervalo de confiança de 95% para o Manguezal da Praia de Arpoeiras.



Fonte: Elaboração própria.

As listas de espécies se configuram como o primeiro passo no monitoramento da fauna, evidenciando a importância dos diferentes habitats e ecossistemas e avaliando o estado de conservação das espécies (Pereira; Santos, 2015). Como já descrito, existem lacunas no conhecimento da herpetofauna de manguezais do Ceará. Isso enfatiza o viés amostral na listagem da herpetofauna de ambientes

costeiros apontado por Silva e Fernandes (2016), corroborando os apontamentos de Kathiresan e Bingham (2001), que reafirmam essa escassez de estudos como barreira para a caracterização do ambiente. Barbosa *et al.* (2018) reforçam a necessidade de mais estudos sobre a herpetofauna da região Nordeste, a fim de preencher estes déficits para as diversas áreas e ecossistemas da região.

## CONCLUSÃO

Os levantamentos de fauna caracterizam e avaliam o estado de conservação da biodiversidade, logo, esses estudos permitem monitorar interações ecológicas entre o ecossistema e as espécies e viabilizam a análise de impactos antrópicos diretos e indiretos sobre a biodiversidade. Essas pesquisas acabam ganhando maior magnitude em ambientes tão importantes para a heterogeneidade biológica, como o caso dos manguezais, principalmente em estudos relacionados a componentes da fauna que são sensíveis a drásticas mudanças ambientais, como anfíbios e répteis.

Entretanto, lacunas de conhecimento lineanas e hutchinsonianas ainda são observadas em manguezais em todo o país, como resultado não só das dificuldades logísticas na execução de trabalhos na área, mas também pela aversão de novos pesquisadores às condições intrínsecas ao bioma, como o odor forte e o solo pouco consolidado. Em Acaraú/Ceará,

esse déficit amostral é ainda mais preocupante devido à economia local estar em torno da pesca e da aquicultura. Sem um mapeamento adequado das espécies e uma caracterização eficiente das relações ecológicas que ocorrem na área, torna-se inviável a análise dos impactos dessas ações extrativistas sobre o ecossistema e a sua capacidade de manutenção da biodiversidade.

Como este estudo é o primeiro levantamento da herpetofauna do Manguezal para o estado do Ceará, acredita-se que ele possa auxiliar em futuras pesquisas dentro do ecossistema, a fim de diminuir as supracitadas lacunas do conhecimento e de atuar na caracterização da fauna local e na valorização dos manguezais. Há uma infinidade de perguntas sobre esses ambientes e um universo ainda maior de respostas. Esperamos que os demais herpetólogos e herpetólogas possam também se apaixonar por esses ambientes, assim como os autores dessa obra.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. V. L.; SANTOS, E. M. A. A Salamanta (*Epicrates assisi* Machado, 1945) é um animal venenoso: percepção de algumas comunidades do sertão de Pernambuco. In: SEABRA, G.; MENDONÇA, I. **Educação ambiental: responsabilidade para a conservação da sociobiodiversidade**. João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2011. p. 36-41.
- ANDRADE, E. B.; JÚNIOR, T. B. L.; JÚNIOR, J. M. A. L.; LEITE, J. R. S. A. Predation by native fish and feeding by crab species on *Leptodactylus macrosternum* Miranda-Ribeiro, 1926 (Anura: Leptodactylidae) in northeastern, Brazil. **Herpetology Notes**, v. 5, p. 173-175, 2012.
- ARAÚJO, F. B.; SANTOS, P. M. C.; VASCONCELOS, F. J. M.; FREITAS, R. M.; BRANDÃO, A. L. R. *Hemidactylus mabouia*. (Tropical House Gecko). Diet. **Herpetological Review**, v. 53, n. 2, p. 323, 2022.
- ARAÚJO, R. B.; PEREIRA, I. A.; BATISTA, G. M.; BRANDÃO, A. L. R. Levantamento da Anurofauna do Município de Acaraú-CE. In Anais do Congresso Brasileiro de Herpetologia, 2017, Campinas. **Anais....** Campinas: Galoá, 2017.
- BARBOSA, V. D. N.; AMARAL, J. M. S.; ALCANTARA, E. N.; SANTOS, E. M. Herpetofauna de uma área de Caatinga em Taquaritinga do Norte, Agreste de Pernambuco, Brasil. **Cuadernos de Herpetología**, Buenos Aires, p. 109-115, 2018. DOI: [https://doi.org/10.31017/CdH.2018.\(20187-030\)](https://doi.org/10.31017/CdH.2018.(20187-030))
- BATISTA, G. M.; ARAÚJO, R. B.; PEREIRA, I. A.; FREIRAS, R. M.; BRANDÃO, A. L. R. Répteis do Município de Acaraú-CE. In Anais do Congresso Brasileiro de Herpetologia, 2017, Campinas. **Anais....** Campinas: Galoá, 2017.
- BORGES-NOJOSA, D.M.; ÁVILA, R. W.; CASSIANO-LIMA, D., 2021. Lista de

- Répteis do Ceará. Disponível em: <<https://www.sema.ce.gov.br/fauna-do-ceara/repteis/>>. Acesso em: 13 setembro 2022.
- BOVO, R. P., NAVAS, C. A., TEJEDO, M., VALENÇA, S. E.S., GOUVEIA, S. F. Ecophysiology of amphibians: information for best mechanistic models. **Diversity**, v. 10, p. 1-14, 2018. DOI:<https://doi.org/10.3390/d10040118>.
- BRITO, A. L. R.; SILVA, R. S.; FERNANDES, M. E. B. *Leptodactylus fuscus* (Whistling frog). Habitat and Diet. **Herpetological Review**, v. 42, n. 1, p. 88, 2011.
- BUCKLEY, L. B.; CANNISTRA, A. F.; JOHN, A. Leveraging Organismal Biology to Forecast the Effects of Climate Change. **Integr. Comp. Biol.**, v. 58, p. 38-51, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1093/icb/icy018>.
- CASSIANO-LIMA, D.; ÁVILA, R. W.; CASTRO, D. P.; ROBERTO, I. J.; BORGES-NOJOSA, D. M. 2021. Lista de Anfíbios do Ceará. Disponível em: <<https://www.sema.ce.gov.br/fauna-do-ceara/anfibios/>>. Acesso em: 13 setembro 2022.
- COLWELL, R. K.; EISENBERG, J. E. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples, with non-parametric extrapolation. **Ecography**, v. 37, p. 609-613, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/ecog.00814>
- CORTES-GOMEZ, A. M.; RUIZ-AGUDELO, C. A.; VALENCIA-AGUILAR, A.; PANELA, R. J. Funções de anfíbios e répteis neotropicals: uma revisão ecológica. **Univ. Sci.**, 2015, vol.20, n.2, p. 229-245. ISSN 0122-7483. DOI: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.SC20-2.efna>
- COSTA, H. C.; GUEDES, T. B.; BERNILS, R. S. Lista de répteis do Brasil: padrões e tendências. **Herpetologia Brasileira**, v. 10, p. 110-279, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5838950>
- FERNANDES, M. E. B.; MACIEL, A. O.; SANTOS, F. S.; LINKE, I. L. A. H.; RAVETTA, A. L. *Gonatodes humeralis* (NCN). Habitat occurrence; escape behavior. **Herpetological Review**, v. 40, p. 221-222, 2009.
- FERREIRA, A.; CASCON, P.; MATTHEWS-CASCON, H. Occurrence and egg-laying of *Leptodactylus macrosternum* Miranda-Ribeiro, 1926 in mangrove habitat in Ceará, Northeast Brazil. **Herpetology Notes**, p. 865-868, 2019.
- FRANÇA, R. C.; MORAIS, M.; FRANÇA, F. G.; RÖDDER, D.; SOLÉ, M. Snakes of the Pernambuco Endemism Center, Brazil: diversity, natural history and conservation. **Zookeys**, v. 1002, p. 115-158, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3897/zookeys.1002.50997>
- FROST, D. R. **Amphibian Species of the World: an Online Reference**. Disponível em: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. Acesso em: 13 setembro 2022. DOI: <https://doi.org/10.5531/db.vz.0001>
- GEÓRGIA (Estado). U. S. FISH AND WILDLIFE SERVICE. **South Florida Multi-Species Recovery Plan**. Atlanta, Geórgia, 1999.
- HADDAD, C. F. B.; GIOVANELLI, J. G. R.; ALEXANDRINO, J. O. Aquecimento Global e Seus Efeitos na Distribuição e Declínio dos Anfíbios. In: BUCKERIDGE, M. S. **Biologia & Mudanças Climáticas no Brasil**. São Paulo: RiMa, 2008. p. 5-16. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4642.1848>
- HORTAL, J.; BELLO, F.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; LEWINSOHN, T. M.; LOBO, J. M.; LADLE, R. J. Seven Shortfalls that Beset Large-Scale Knowledge on Biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 46, p. 523-549, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054400>
- KATHIRESAN, K.; BINGHAM, B. L. Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems. **Advances in Marine Biology**, v. 40, p. 81-251, 2001. ISBN 0-12-026140-5. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2881\(01\)40003-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(01)40003-4)

- LEMA, T. D. **Os Répteis do Rio Grande do Sul**: Atuais e Fósseis, Biogeografia e ofidismo. Porto Alegre: Edipucrs, 2002.
- MAGUIRE, K. C.; NIETO-LUGILDE, D.; FITZPATRICK, M. C.; WILLIAMS J. W.; BLOIS, J. L. Modeling species and community responses to past, present, and future episodes of climatic and ecological change. **Review in Advance**, v. 46, p. 343-368, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054441>
- MAIA, R. C. **Manguezais do Ceará**. Recife: Imprima, 2016.
- MARTINS, M.; MOLINA, F. D. B. Répteis: panorama geral dos répteis ameaçados do Brasil. In: FONSECA, G. **Livro vermelho das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente e Fundação Biodiversitas, 2008, p. 326-373.
- MOYES, C. D., SCHULTE, P. M. **Princípios de Fisiologia Animal**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- NAGAOKA, S. M.; MARTINS, A. S.; SANTOS, R. G.; TOGNELLA, M. M. P.; OLIVEIRA FILHO, E. C.; SEMINOFF, J. A. Diet of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) associating with artisanal fishing traps in a subtropical estuary in Brazil. **Marine Biology**, v. 159, p. 573-581, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00227-011-1836-y>
- PEREIRA, E. N.; SANTOS, E. M. Anfíbios Anuros em Unidade de Conservação no Estado de Pernambuco: Direcionamento para Educação Ambiental. In: SEABRA, G. **TERRA Saúde Ambiental e Soberania Alimentar**. Barlavento, Ituiutaba: v. 2, 2015, p. 714- 724.
- PEREIRA, I. C. **Aspectos fisiológicos e ecológicos da estivação em Pleurodema dipolistris (Leiuperidae/Anura)**. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2009. DOI: <https://doi.org/10.11606/D.41.2009.tde-05112009-104020>
- PEREIRA, I. C. **Estratégias fisiológicas e comportamentais em anuros no semiárido: implicações sobre o balanço energético e hídrico**. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 113. 2016. DOI: <https://doi.org/10.11606/T.41.2016.tde-17102016-113321>
- POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A Vida dos Vertebrados**. 4ª edição. São Paulo: Atheneu, 684p, 2008.
- ROBERTO, I. J.; LOEBMANN, D. Composition, distribution patterns, and conservation priority areas for the herpetofauna of the state of Ceará, northeastern Brazil. **SALAMANDRA**, Mannheim, Alemanha, v. 52, p. 30, Junho 2016. ISSN 0036-3375.
- ROCHA, C. F. D.; ANJOS, L. A.; BERGALLO, H. G. Conquering Brazil: the invasion by the exotic gekkonid lizard *Hemidactylus mabouia* (Squamata) in Brazilian natural environments. **Zoologia** (Curitiba), v. 28, p. 747-754, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-46702011000600007>
- SANTOS, P. M. C.; VASCONCELOS, F. J. M.; ARAÚJO, F. B.; SANTOS, L. F. F.; BRANDÃO, A. L. R. *Hemidactylus mabouia* (Tropical House Gecko). Predation. **Herpetological Review**, v. 53, n. 2, p. 323-324, 2022a.
- SANTOS, P. M. C.; VASCONCELOS, F. J. M.; ARAÚJO, F. B.; FREITAS, R. M.; BRANDÃO, A. L. R. *Leptodactylus macrotentum* (Miranda's White-lipped Frog). Reproduction. **Herpetological Review**, v. 53, n. 3, p. 470-471, 2022b.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. A diversidade do ecossistema manguezal. In: INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: 2018, p. 26-36.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia Animal: adaptação e meio ambiente**. 5. ed. São Paulo, 2013.
- SEGALLA, M. V.; BERNECK, B.; CANEDO, C.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; GARCIA, P. C.; ... LANGONE, J. A. List

- of Brazilian amphibians. **Herpetologia Brasileira**, v. 10, p. 121-216, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4716176>
- SILVA, R. P.; FERNANDES, M. E. B. Anfíbios e Répteis. In: FERNANDES, M. E. B. **Os Manguezais da Costa Norte Brasileira**. Bragança: Laboratório de Ecologia de Manguezal, 2016, p. 105-124.
- SOUZA, C. A.; DUARTE, L. F. A.; JOÃO, M. C. A.; PINHEIRO, M. A. A. Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica. In: PINHEIRO, M. A. A.; TALAMONI, A. C. B. **Educação Ambiental sobre Manguezais**. São Vicente: Universidade Estadual Paulista, 2018, p. 16-56.
- TALIB, A.; HAMBALI, K.; NGADI, E.; HAIQAL, M. S.; AMIR, A.; SOW, A. Y. A preliminary survey of herpetofauna at delta Tumpat mangrove forest, Kelantan, Malaysia. **Journal of Wildlife and Parks**, v. 35, p. 27-37, 2020.
- UETZ, P.; FREED, P.; HOŠEK, J. The Reptile Database. **The Reptile Database**, 2022. Disponível em: <<http://www.reptile-database.org/>>. Acesso em: 30 Agosto 2022.
- VANZOLINI, P. E.; RAMOS-COSTA, A. M. M.; VITT, L. J. **Répteis das Caatingas**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1980.
- VITT, L. J.; MAGNUSSON, W. E.; ÁVILA-PIRES, T. C.; LIMA, A. P. **Guia de lagartos da Reserva Adolpho Ducke: Amazônia Central**. Manaus: Áttema, 2008, p. 176.

## 9

## Impactos e Conservação dos Manguezais do Estuário do Rio Acaraú

Matheus Lopes Souza

Ana Karolina Queiroz Ferreira

Karina Aparecida Araújo Dutra

### INTRODUÇÃO

Os manguezais no Brasil são classificados como Área de Preservação Permanente (APP), de acordo com Código Florestal instituído pela Lei Nº 4.771/65, e modificado pelo atual código, a Lei Nº 12.651/12; nessa condição, devem ser observadas 15 formas de uso e ações que regulamentam as atividades nesse ecossistema (Brasil, 2012). No entanto, apesar de sua elevada importância, os manguezais são ambientes historicamente impactados pelas atividades antrópicas, principalmente devido à grande densidade populacional humana inserida neste ecossistema. No Brasil, atualmente, cerca de 60% da população ocupa áreas de costeiras e de pressões demográficas, sociais e econômicas que colocam em risco este ecossistema.

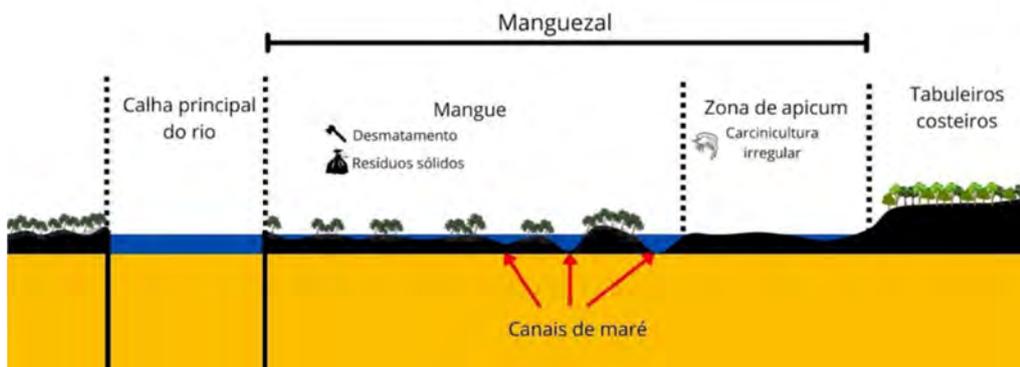
A relação do homem com os manguezais do estuário do rio Acaraú é bastante antiga e se deu, inicialmente, pelos povos originários da etnia Tremembé, antes da chegada dos portugueses à região, no século XVI. O início das atividades econômicas às margens estuarinas do Rio Acaraú ocorreu no século XVIII com a instalação da pecuária e a produção do charque na capitania do Ceará (IBGE 2022). Desde então, a região apresenta crescente transformação da sua

paisagem devido a explorações antrópicas, com diferentes formas de ocupação do solo provocadas principalmente pelo processo de urbanização do município de Acaraú e pelas atividades econômicas pesqueiras, de pecuária e agricultura (Araújo; Freire, 2007a; Souza, 2016).

Como em diversas outras regiões do País e do mundo, os processos de desenvolvimento urbano e econômico da região de Acaraú estão inter-relacionados, levando a uma ocupação desordenada do solo, promovendo a degradação ambiental, neste caso específico, notadamente em ecossistemas de manguezais.

Nos últimos 10 anos, cientistas do laboratório ECOMANGUE têm estudado os impactos antrópicos nos manguezais do estuário do rio Acaraú, evidenciados principalmente por atividades como urbanização, descarte irregular de resíduos sólidos, desmatamento/fragmentação de habitat e ocupação marginal de manguezais para expansão agrícola, principalmente para carcinicultura. Na Figura 1, podemos observar os principais impactos que ocorrem ao longo das diferentes unidades do ecossistema dos manguezais do estuário do rio Acaraú.

**Figura 1** – Principais impactos ambientais observados ao longo das diferentes unidades do ecossistema dos manguezais do estuário do rio Acaraú.



Fonte: Elaboração própria.

Aqui apresentaremos os efeitos dos impactos ambientais na biodiversidade, bem como debateremos estratégias de conservação dos manguezais em escala regional.

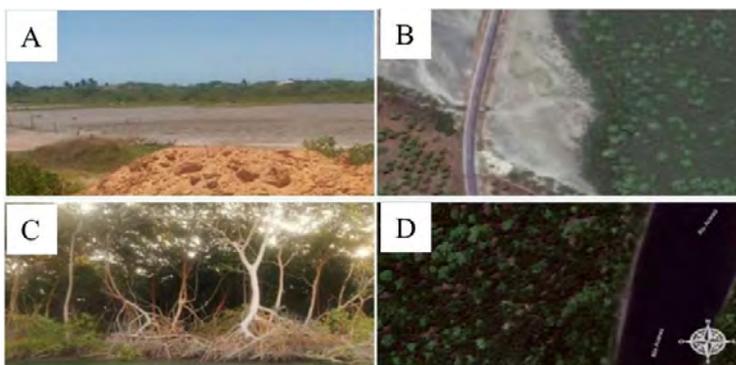
## 1. IMPACTOS AMBIENTAIS ANTRÓPICOS E CONSEQUÊNCIAS NA BIODIVERSIDADE

### 1.1 FRAGMENTAÇÃO

Os manguezais são ambientes bastante sensíveis e, dentre os impactos humanos nocivos a este ecossistema, o citado como de maior influência é a destruição e a fragmentação de habitat (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018; Gorman, 2018). A fragmentação do habitat é caracterizada pela divisão da vegetação, naturalmente contínua, em segmentos menores, podendo esta fragmentação ser de origem antrópica ou natural (Veloso, 2012). Uma alteração marcante no habitat em paisagens fragmentadas é o incremento de bordas, formando uma transição

abrupta entre o limite florestal e a matriz ao seu redor; essas modificações nas áreas mais externas dos fragmentos florestais são chamadas “efeitos de borda” (Tabarelli *et al.* 1999). Ecossistemas, como manguezais estuarinos, apresentam bordas naturais, com separação clara entre a margem do rio e o mangue. Por sua vez, a fragmentação antrópica, principalmente devido à conversão das áreas de mangue para a aquicultura, agricultura e a expansão urbana, também geram bordas, com efeitos de bordas mais intensas quando comparados às bordas naturais (Figura 2).

**Figura 2** – Imagens de bordas antrópicas (A e B) e naturais (C e D) nos manguezais do estuário do rio Acaraú.



Fonte: Modificado de Amorim (2020).

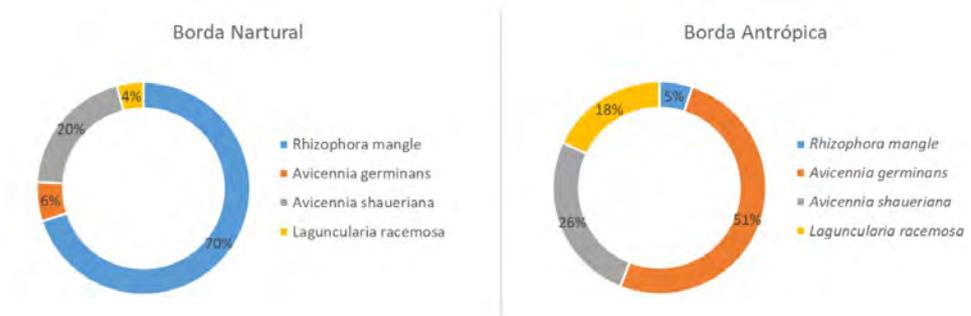
Efeitos de borda são caracterizados por modificações nos parâmetros abióticos e bióticos observadas na área de contato do fragmento de vegetação com a matriz circundante (Murcia 1995). Neste sentido, a origem da fragmentação (natural ou antrópica) atua como filtro ambiental, influenciando as características físicas, bem como a composição da comunidade florística e faunística das bordas florestais, como demonstrado por Amorim (2020) ao avaliar bordas naturais e antrópicas nos manguezais estuarinos do rio Acaraú. Dentre os parâmetros abióticos avaliados pelas autoras, foi observado que áreas de bordas apresentam menor teor de matéria orgânica quando comparadas com o interior dos fragmentos, sendo esta redução acentuada em bordas antrópicas. O menor teor de matéria orgânica no solo pode estar relacionado com os padrões de deposição e de composição de serapilheira, bem como com os padrões de inundação desses manguezais que modificam as taxas de degradação da matéria orgânica, resultando nas diferenças observadas.

Neste mesmo estudo, Amorim (2020) também observou diferenças em bordas

antrópicas e naturais quanto à comunidade da flora e da fauna bentônica. A composição florística em bordas naturais foi claramente distinta da borda antrópica. Enquanto bordas naturais apresentaram maior dominância quanto ao número de indivíduos de *Rhizophora mangle*, perfazendo cerca de 70% dos indivíduos desta área, bordas antrópicas, por sua vez, evidenciaram uma maior predominância de *Avicennia germinans*, com cerca de 51% dos indivíduos da área. A distribuição completa dos indivíduos das espécies vegetais arbóreas amostradas em mangues com bordas naturais e antrópicas do estuário do rio Acaraú pode ser observada na Figura 3. De fato, Silva e Maia (2017), estudando os efeitos do desmatamento nos manguezais estuarinos do rio Acaraú, também relatam que as espécies *R. mangle* e *Avicennia schaueriana* foram mais vulneráveis a este tipo de impacto.

Quanto à fauna bentônica, os resultados de Amorim (2020) indicaram que bordas antrópicas afetam negativamente a diversidade desses indivíduos, alterando os padrões ecológicos, diminuindo os valores de abundância, riqueza e a composição das espécies.

**Figura 3** – Influência de bordas antrópicas e naturais na comunidade da flora em manguezais do estuário do rio Acaraú. Composição das espécies arbóreas em %.



Fonte: Elaboração própria.

## 2.2 CARCINICULTURA

Nas últimas três décadas, houve um aumento significativo da participação da produção aquícola no total de pescado produzido no mundo. Da totalidade de 171 milhões de toneladas (t) da produção pesqueira mundial registrada em 2018,

cerca de 150 milhões de toneladas foram usadas para consumo humano, sendo a aquíicultura, incluindo a carcinicultura, responsável por 46% e a pesca por 54% deste total. Perspectivas futuras apontam para o aumento produtivo da aquíicultura

nos próximos anos, com expectativa que este setor produtivo contribua com até 55% da produção pesqueira mundial para consumo humano até 2030 (FAO, 2020).

Seguindo o viés de aumento produtivo, nos últimos anos, a expansão da carcinicultura tem acontecido, principalmente,

**Tabela 1**– Dados comparativos da Carcinicultura no Ceará nos anos de 2004, 2011, 2015 e 2016.

Produtores Ativos	2004	2011	2015	2016
Nº de Produtores	191	325	630	700
Área (ha)	3.804	6.58	9.744	10.407
Produção (Ton)	19.405	31.982	41.414	27.614

Fonte: ABCC/MPA (2016).

O crescimento das atividades produtivas da carcinicultura no estado do Ceará tem se dado em três zonas principais que abrangem os estuários dos rios Jaguaribe, Acaraú e Coreaú (Dote-Sá *et al.*, 2013; Rocha *et al.*, 2015). Conforme Rocha *et al.* 2015, o estuário do Rio Acaraú e sua zona de influência com uma área de produção de 1.335,5ha é a segunda maior zona de cultivo de camarão branco *Penaeus vannamei* do estado do Ceará, sendo a maior atividade econômica da região. Meireles *et al.* (2007) verificaram que os viveiros de carcinicultura no estuário do rio Acaraú foram instalados em zona de apicum e de mangue, promovendo a extinção de áreas de domínio das marés e o desmatamento das árvores de mangue, respectivamente. Os danos causados pela carcinicultura levam a uma perda da produtividade primária e secundária e à redução do desenvolvimento estrutural dos bosques de mangue e da biodiversidade (Silva *et al.*, 2003). Os empreendimentos de carcinicultura, quando irregulares, além de promover o desmatamento ilegal, geram águas residuárias no desenvolvimento de suas atividades, e esse efluente é descartado no ecossistema de manguezal sem o devido tratamento (Paula; Morais; Pinheiro, 2006).

A geração desses resíduos, juntamente com a implantação das estruturas de cultivo, altera de maneira funcional e fisiológica as áreas de manguezal, causando

modificações negativas do ponto de vista ecológico, como o aumento da concentração do fitoplâncton, o que deixa o ambiente eutrofizado e com baixos teores de oxigênio, alterando a dinâmica dos ecossistemas (Nascimento, 2007; Henry-Silva, 2008). Animais invertebrados são, geralmente, usados para indicar mudanças do ambiente, pois são altamente sensíveis a essas variações (Bagliano, 2012). Esses organismos podem responder aos impactos por meio do declínio do número de espécies, enquanto há aumento da abundância de alguns táxons; também podem apresentar mudanças na composição específica da comunidade ou alterações morfológicas nos indivíduos (New, 1995; Lijteroff; Lima; Prieri, 2008).

no estado do Ceará, atingindo uma área de cultivo superior a 10.000 hectares e uma produção de cerca de 28 mil toneladas para o ano de 2016 (ABCC/MPA 2016). A Tabela 1 apresenta resultados sobre a operacionalização das fazendas de camarão no estado do Ceará.

David (2016) buscou avaliar os efeitos das condições ambientais de manguezais estuarinos impactados pela presença de fazenda de carcinicultura sobre o gastrópode *Littoraria angulifera*. De acordo com os dados apresentados em seu estudo, verificou-se que o gastrópode *L. angulifera* pode ser um indicador ecológico na avaliação do estado de degradação do ecossistema manguezal provocada pela atividade de carcinicultura, pois os gastrópodes encontrados nessas áreas apresentaram os menores tamanhos de concha, mas foram encontrados em abundância, uma vez que o aporte de nutrientes proporciona uma maior densidade de gastrópodes.

### 1.3 RESÍDUOS SÓLIDOS

Resíduos sólidos são definidos como materiais em estado sólido e semissólidos, provenientes de atividades de origem industrial, comercial, doméstica, de serviços de saúde e agrícola (ABNT, 1987). A Lei Federal n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); instrui e direciona a forma como o país administra a geração dos resíduos, exigindo, dos setores públicos e privados, transparência no gerenciamento do lixo (Filho; Soler, 2019). Porém, a má gestão e o gerenciamento inadequado dos resíduos urbanos ainda têm resultado na deposição desses materiais em estuários e em águas marinhas costeiras (Araújo; Costa, 2007; Moore, 2008). Os resíduos chegam aos ambientes costeiros de diversas maneiras: por meio de esgotos e lixões situados próximos aos rios ou, muitas vezes, por meio do descarte inadequado desses materiais pelos próprios usuários das praias,

ocasionando danos à biota, prejuízos econômicos nas atividades pesqueiras e degradação dos ambientes costeiros (Almeida *et al.* 2013).

Os manguezais localizados próximos a centros urbanos e a áreas portuárias estão sujeitas a alto teor de resíduos provenientes das atividades humanas. No estuário do Rio Acaraú, materiais utilizados na construção naval para preenchimento de cascos dos barcos, como isopor e madeira, além de outros resíduos provenientes das atividades humanas, como plásticos, cordas, vidros, dentre outros, são comumente encontrados nos manguezais da região (Secundo-Junior; Shimabukuro; Maia, 2012). Na Figura 4, apresentamos classificação de resíduos sólidos com maior frequência nos manguezais estuarinos do rio Acaraú, segundo composição (classe) e uso predominante (tipo).

**Figura 4** – Classificação de resíduos sólidos segundo composição (classe) e uso predominante (tipo).



Fonte: Elaboração própria.

São diversos os impactos dos resíduos sólidos na biodiversidade dos manguezais, incluindo alterações no solo, na biota e na vegetação. As características físicas dos manguezais proporcionam o acúmulo dos resíduos no ambiente; o solo consolidado e os pneumatóforos das árvores facilitam o enalhe dos detritos que chegam por meio dos ciclos de maré. Além disso, o solo lamoso e sedimentar das áreas de mangue dificulta a retirada destes resíduos do ambiente. O estudo de Celeri *et al.* (2019) mostrou que o descarte de resíduos no ecossistema manguezal modifica a paisagem natural do ambiente e prejudica diretamente o sedimento. Esse cenário ocasiona a diminuição da matéria orgânica no substrato, o que altera a ativa cadeia microbológica contida no solo, onde há microorganismos responsáveis por uma série de processos biológicos fundamentais para manter o bom funcionamento do ecossistema.

Na biota, os impactos causados pelos resíduos sólidos são inicialmente mecânicos, podendo ocorrer a ingestão desses materiais pelos organismos, o que acaba bloqueando o trato digestivo dos animais, gerando ferimentos pela associação de componentes abrasivos ou cortantes, impossibilitando sua alimentação. Além disso, os organismos podem absorver toxicidades presentes nos materiais plásticos, por exemplo, e em corantes artificiais que compõem grande parte dos resíduos sólidos. Outro

problema são os resíduos flutuantes, que acabam auxiliando no deslocamento e na introdução de espécies exóticas, resultando na mortalidade de espécies endêmicas por competição (Vieira; Dias; Hanazaki, 2011).

As espécies que compõem a vegetação dos manguezais funcionam como importantes bioindicadores de perturbação ambiental, incluindo as perturbações provocadas pela presença de resíduos sólidos. A deposição de resíduos sólidos em áreas de manguezais pode interferir na composição, estrutura e ecofisiologia das espécies de mangue (Matias; Silva, 2017; Benevides, 2018; Paula, 2015). Nos manguezais estuarinos do rio Acaraú, observou-se que a presença dos resíduos sólidos pode determinar algumas características estruturais dos bosques. Áreas impactadas por resíduos sólidos tendem a apresentar bosques compostos por árvores com mais baixas, menores valores de DAP e área basal (Paula, 2015). Além disso, áreas impactadas por resíduos sólidos apresentaram maior mortalidade das plantas (Souza 2016), o que pode estar relacionado ao fato de esses materiais se fixarem nos pneumatóforos das árvores, impedindo, assim, a respiração da vegetação. Outro efeito em decorrência da deposição de resíduos sólidos em áreas de manguezais são irregularidades na floração dos mangues e menores valores na sua produtividade (Benevides, 2018).

## 2. ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO

A Estratégia Mundial para a Conservação, formada pela União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e o World Wide Fund for Nature (WWF), serviu para impulsionar a conservação dos recursos naturais por meio da manutenção dos ecossistemas, da preservação da diversidade genética e do uso sustentável de espécies e ecossistemas (Ochoa, Calderón, 2004). No entanto, no Brasil, de forma geral, os esforços de conservação para áreas de manguezais ainda

são insuficientes, restringindo-se a áreas protegidas dentro de parques nacionais, estaduais e municipais, e à prática regular, o replantio (ou reabilitação) de árvores, mas, na maioria das vezes, sem se preocupar com recuperação estrutural do ecossistema (Rodrigues, Efraim, 2001; Souza *et al.* 2018). Esse mesmo cenário é observado nos manguezais do estuário do rio Acaraú.

Estratégias para proteção e conservação a longo prazo da diversidade biológica envolve vários atores, e um

conjunto de leis e diretrizes que formam a política ambiental, incluindo ações de recuperação de áreas degradadas e educação ambiental que, de maneira sinérgica, podem propiciar o desenvolvimento econômico em harmonia com o meio ambiente. Dessa forma, algumas ações foram pensadas e desenvolvidas no município de Acaraú para auxiliar o desenvolvimento da educação ambiental na comunidade.

O Laboratório ECOMANGUE vem desempenhando importantes estratégias de educação ambiental para o ecossistema manguezal na região. Atualmente, o Projeto Ecomangue Vai à Escola busca engajar crianças e adolescentes em temas de cunho científico destinados à conservação dos manguezais. Voluntários do Laboratório se dirigem

até a referida escola, onde são realizadas exposições das coleções ecológicas com exemplares dos animais que habitam esse ecossistema, combinados às palestras e às visitas técnicas dos estudantes à sede do laboratório. O objetivo do projeto é que as crianças e os adolescentes possam conhecer a importância ecológica dos manguezais para, assim, preservar.

Outro projeto de igual destaque é o EducaMangue (Albuquerque; Santos; Maia, 2021), inicialmente desenvolvido com turmas de educação infantil, com objetivo de identificar a percepção ecológica dos alunos por meio de jogos de quebra-cabeça personalizados (Figura 5), trabalhando a concepção dos estudantes sobre a poluição e a preservação do ecossistema.

**Figura 5** – Modelo do quebra-cabeça Educa Mangue aplicado na instituição de ensino infantil: (A) manguezal com baixo impacto; (B) manguezal impactado.



Fonte: Albuquerque; Santos; Maia (2016).

Além do jogo, o *e-book* “Educa mangue Conhecendo o Fascinante Ecossistema Manguezal” foi confeccionado pela equipe (Figura 6). O material possui conteúdos voltados às características da fauna e da flora do manguezal de Acaraú, além de citar o papel ecológico do ecossistema,

os tipos de mangue existentes na região, os impactos ambientais que o mangue vem sofrendo, e atividades extras ao final do *e-book*. A partir dele, uma cartilha foi confeccionada e incluída nos parâmetros curriculares em escolas do município de Acaraú/CE.

**Figura 6** – Modelo do *ebook* Educa Mangue, como instrumento de avaliação para o ensino de Educação Ambiental para o ecossistema manguezal, utilizada na Escola de Ensino Fundamental.



Fonte: Albuquerque; Santos; Maia (2016).

Outra ferramenta para trabalhar a educação ambiental nas escolas foi o desenvolvimento de um *software* educativo denominado Ecomangueando, que consiste em um aplicativo apresentando as características do ecossistema manguezal, dicas e curiosidades, catálogo, visita virtual, mapa dos manguezais da região e um Quiz (Queiroz, 2022) produzido

como ferramenta lúdica para auxiliar na assimilação dos conteúdos presentes no aplicativo. O *software* (Figura 7) foi apresentado a professores da rede pública municipal de Acaraú e teve ótima aceitabilidade por parte dos docentes. A previsão é que essa ferramenta venha a ser utilizada com alunos do ensino fundamental.

**Figura 7** – Aplicativo educativo ECOMANGUEANDO. Partes iniciais e interface do aplicativo (ícones principais)



Fonte: Queiroz (2022).

Para se ter uma conscientização da sociedade com relação à questão ambiental, é necessário fazer uso de uma ferramenta de auxílio à recuperação de áreas degradadas por meio da

educação ambiental. Faz-se necessário um forte e contínuo trabalho de educação ambiental voltado para todos os níveis de ensino e todos os segmentos sociais.

## CONCLUSÃO

Os manguezais desempenham diversos serviços ecossistêmicos, sendo importantes ecológica, social e economicamente; no entanto, a redução de áreas de manguezais devido às

atividades humanas é preocupante em todo o mundo, incluindo nos manguezais estuarinos do rio Acaraú no Ceará. Constantes pressões de crescimento populacional na zona costeira, promovendo

ocupação irregular do solo, descarte irregular de resíduos sólidos, desmatamento/fragmentação de habitat e ocupação marginal de manguezais para expansão agrícola, principalmente para carcinicultura, são os principais impactos antrópicos que ocorrem nas diferentes unidades dos manguezais estuarinos do rio Acaraú. São diversos os efeitos desses impactos ambientais na biodiversidade dos manguezais, incluindo alterações no solo e na estrutura e na composição das comunidades da flora e da fauna de macroinvertebrados, que podem ser intensificadas em decorrência das mudanças climáticas. Além disso, a falta de políticas públicas e a carência de métodos de

intervenção eficazes resultam no agravamento desses impactos e aumentam nossas preocupações sobre o ecossistema manguezal.

No entanto, apesar de todos esses desafios, estratégias para proteção e conservação, a longo prazo, dos manguezais são viáveis e devem envolver vários atores sociais assim como ações de recuperação de áreas degradadas e educação ambiental, as quais, de maneira sinérgica, podem propiciar o desenvolvimento econômico em harmonia com a conservação do ecossistema, garantindo a manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados pelos manguezais.

## REFERÊNCIAS

- ABCC/MPA. **Censo da Carcinicultura do Litoral Norte do Estado do Ceará e Zonas Interioranas Adjacentes 2015/2016**. Convênio ABCC/MPA: N° 835850/2016. Natal – RN, Novembro/2017.
- ALMEIDA, et al. Constatação de resíduos sólidos no manguezal da Baía do Sueste - Fernando de Noronha – Pe. **Tropical Oceanography**, v.42, p. 1 – 12, 2013. Disponível em: <https://bityli.com/popXvCKI>.
- AMORIM, V. EFEITO DE BORDA NO ECOSISTEMA DE MANGUEZAL: UM ESTUDO SOBRE A ESTRUTURA VEGETAL E A MACROFAUNA BENTÔNICA. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia e Gestão Ambiental, *Campus Fortaleza*, 2020.
- ARAÚJO, M.C.B.; COSTA, M. Visual diagnosis of solid waste contamination of a tourist beach: Pernambuco, Brazil. **Waste Management**, v. 27, p. 833 – 839, 2007. Disponível em: <https://bityli.com/aAXDEez>.
- ARAÚJO, M. V.; FREIRE, G. S. S. Análise dos impactos ambientais causados em estuários: estudo do estuário do rio Acaraú, Ceará – Brasil. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 8, n. 24, p. 111 – 123.
- ALBUQUERQUE, R.; SANTOS, M.; MAIA, R. Estratégias para Educação Ambiental sobre o ecossistema manguezal na Educação Básica. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**. v. 16, n. 5, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/11672>.
- CELERI, M. J. *et al.* A cidade, o mangue e os resíduos sólidos: estudo de caso do manguezal Vinhais, São Luís – Ma. **GeoAtos**, v.3, n. 10, 2019. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/geografiaematos/article/view/5710>.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA N° 312 de 10 de outubro de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 out. 2002.
- DAVID, H. N. **O Uso do Gastrópode *Littoraria Angulifera* (LAMARK, 1822) como Indicador Ecológico do Estado de Degradação Ambiental de Manguezais Estuarinos no Ceará**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Acaraú, CE, 2016.

- NOTE-SÁ, T.; SOUSA, R. R.; ROCHA, I. R. C. B.; LIMA, G. C.; COSTA, F. H. F. Brackish shrimp farming in Northeastern Brazil: the environmental and socio-economic impacts and sustainability. **Natural Resources**, v. 4, n. 8, p. 538-550, 2013.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of world fisheries and aquaculture 2020: sustainability in action**. Rome: FAO, 2020.
- FERREIRA, A. C.; LACERDA, L. D. Reply to “On the impact of the Brazilian Forest Code on mangroves: A comment to Ferreira and Lacerda (2016)” by Ronaldo Ruy Oliveira-Filho et al. **Ocean & Coastal Management**, v. 132, p. 170-171, Nov. 2016.
- FILHO, C. R. S. F.; SOLER, F. D. Gestão de resíduos sólidos o que diz a lei. **Jurídicos Trevisan**, 4ª ed. v. 1530, 2019. Disponível em: <https://bityli.com/IgUWrsbw>.
- IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Diagnóstico da Carcinicultura no Estado do Ceará**. DIPRO/DILIQ/DIFAPE/GEREX-CE. Brasília/DF, 2005; v.1 e 2 (Mapas). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/OB19D3B1/DIAGDACARCINICULTURACEAR A.pdf>.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Acaraú**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/acarau/historico>. Acesso em: Ago. 2022.
- MATIAS, L.; SILVA, M. D. Monitoramento e análise da vegetação de manguezal no litoral sul de Alagoas. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 2, n. 3, p. 312-319, 2017. Disponível em: <https://bityli.com/GWWuTlik>.
- MOORE, C.J. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. **Environmental Research**, v. 108, p. 131 – 139, 2008. Disponível em: <https://bityli.com/UMcgtMhy>.
- ORTIS, R. S.; LIRA, L. P. B; PITA, M.C. G.; ESTENDER, A. C.; JULIANO, M.C. Gestão Ambiental e a Recuperação de Áreas Degradadas. **Simpósio de Excelência em Gestão Ambiental**. 2012.
- QUEIROZ, L. N. **Ecomangueando**: um aplicativo de educação ambiental sobre os Manguezais. TCC (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, p. 49, 2022.
- QUEIROZ, L.; ROSSI, S.; MEIRELES, J.; COELHO, C. Shrimp aquaculture in the federal state of Ceará, 1970-2012: Trends after mangrove forest privatization in Brazil. **Ocean & Coastal Management, Amsterdam**, v. 73, p. 54-62, Mar. 2013.
- ROCHA, I. P. Riscos de importação de camarões para os crustáceos cultivados e nativos do Brasil. **Revista da Associação Brasileira dos Criadores de Camarão – ABCC**, Natal, v. 1, p. 18-23, fev 2013.
- ROCHA, I. R. C. B.; NOTE-SÁ, T.; DE SOUSA, R. R.; LIMA, G. C.; OLIVEIRA-CESAR, J. R.; COSTA, F. H. F. Technical and Environmental Analysis of Shrimp Farming in the Coreaú River Estuary, Ceará State, Brazil. **Journal of Aquaculture Research & Development**, Los Angeles, v. 6, p. 1-7, June 2015.
- SECUNDO-JUNIOR, J. W. C.; SHIMABUKURO, A. R.; MAIA, R. C. Avaliação dos resíduos sólidos coletados no manguezal do rio Acaraú e sua influência na estrutura vegetal dos bosques. **Conexões**, v.9, n. 3, 2015. Disponível em: <http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/818>.
- SILVA, E. R. A. C. Análise espaço – temporal das características do mangue urbano no estuário do Pina (Pernambuco). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, Recife, v. 1, n. 1, p. 30-38, jan./abr. 2018.
- SOUZA, K.N.S. Resíduos sólidos em manguezais no Ceará: O uso da estrutura vegetal dos bosques para o

monitoramento ambiental. 2016. 93p. Dissertação (mestrado em Tecnologia e Gestão Ambiental) – Instituto Federal do Ceará, *campus* Fortaleza/CE, 2016.

THIERS, P. R. L; MEIRELES, A. J. A; SANTOS, J. O. **Manguezais na costa oeste cearense**: preservação permeada de meias verdades. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2016.

VIEIRA, B. P.; DIAS, D.; HANAZAKI, N. Homogeneidade de Encalhe de Resíduos Sólidos em um Manguezal da Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 11, p. 21 – 30, 2011. Disponível em: <https://bityli.com/npWwfbCm>.

# 10 Pesca e Potencialidades no Estuário do Rio Acaraú - CE

Rômulo Costa Pires Ferreira  
Juarez Coelho Barroso  
Luiz Paulo da Costa Martins

## INTRODUÇÃO

Os ambientes costeiros fornecem uma variedade de serviços ecossistêmicos, muitos dos quais são de fundamental importância para o bem-estar humano: saúde, subsistência e sobrevivência. O contexto de mudanças climáticas globais levanta questões sobre como os seres humanos irão lidar com a escassez dos recursos dos quais a sociedade depende para seu bom funcionamento. Consequentemente, dedicou-se especial atenção à crise pesqueira, que consiste no esgotamento gradual dos recursos marinhos, seja devido à poluição, à sobrepesca, seja à degradação do ecossistema (PAULY, 2019). As alterações nos ecossistemas, através da pesca e de outros processos ligados à antropização, representam uma grande ameaça à conservação de muitas espécies marinhas, particularmente àquelas que estão em perigo. Como os ecossistemas não funcionam de forma independente, muitas vezes, há interações importantes e fundamentais entre os ambientes terrestres, marinhos e de água doce (Beger *et al.*, 2010; Wilson *et al.*, 2010).

Considerar os habitats costeiros como um único *continuum*, e não como

biomas separados, proporciona uma melhor compreensão da pesca tropical de pequena escala que é caracterizada por sua complexidade multidimensional (multiespécies, multiarte de pesca, multifrotas, multiecosistemas). De fato, as espécies migradoras representam uma ligação entre os habitats costeiros, pois, ao longo de seu ciclo de vida, elas precisam usar várias partes do *continuum* costeiro. Assim, essas espécies dependem da complementaridade e do fornecimento adequado dos diferentes ecossistemas costeiros (mangue, coral e algas marinhas) para atender às suas diversas necessidades. Elas utilizam os manguezais como abrigo, porque sua estrutura complexa pode protegê-las contra predadores, oferecendo condições adequadas para seu crescimento e, consequentemente, melhora o rendimento da pesca costeira ao servir de berçário para espécies comerciais que migram dos manguezais para o mar aberto. Portanto, os manguezais são componentes-chave na sucessão de habitats costeiros e marinhos interligados, dos quais depende o rendimento da pesca tropical e, portanto, a subsistência essencial das comunidades pesqueiras.

A pesca na região Nordeste é formada por múltiplas frotas, que têm diferentes métodos, poder e áreas de pesca. Por serem pescarias multiespecíficas, que exploram ambientes conectados, a pressão da pesca de uma frota pode ter repercussões no rendimento de outra. De fato, essas frotas coexistentes, provavelmente, exploram o mesmo recurso devido ao grande número de espécies marinhas que migram entre os diferentes habitats costeiros e marinhos. Além disso, essas pescarias dependem de habitats produtivos que sofreram degradação, especialmente devido ao desenvolvimento urbano, à aquicultura e às atividades portuárias (Matos; Andrade, 2017; Tengku hashim *et al.*, 2021). Ademais, segundo o IBGE (2020), o Nordeste do Brasil é a segunda região com o maior percentual de população (compreendendo quase 30% da população nacional). Isso implica uma demanda importante para a oferta de alimentos, principalmente do setor pesqueiro, já que 60% dos consumidores regulares de pescado brasileiro vivem na região Norte-Nordeste (Sonoda *et al.*, 2012). O estado do Ceará é um dos mais populosos da

região Nordeste, com 9,6 milhões de habitantes (IBGE, 2020). Cerca de 3.553 pescadores estão envolvidos na pesca artesanal de pequena escala na costa oeste do Ceará, sendo registrados 889 pescadores no município de Acaraú (PMDP, 2020).

A costa do Ceará compreende um mosaico de ambientes costeiros que constituem uma complexa paisagem marítima ao longo do gradiente estuário-plataforma continental. De fato, o conhecimento sobre a conectividade entre os ambientes marinho e de transição é primordial para um manejo sustentável dos recursos desses biomas.

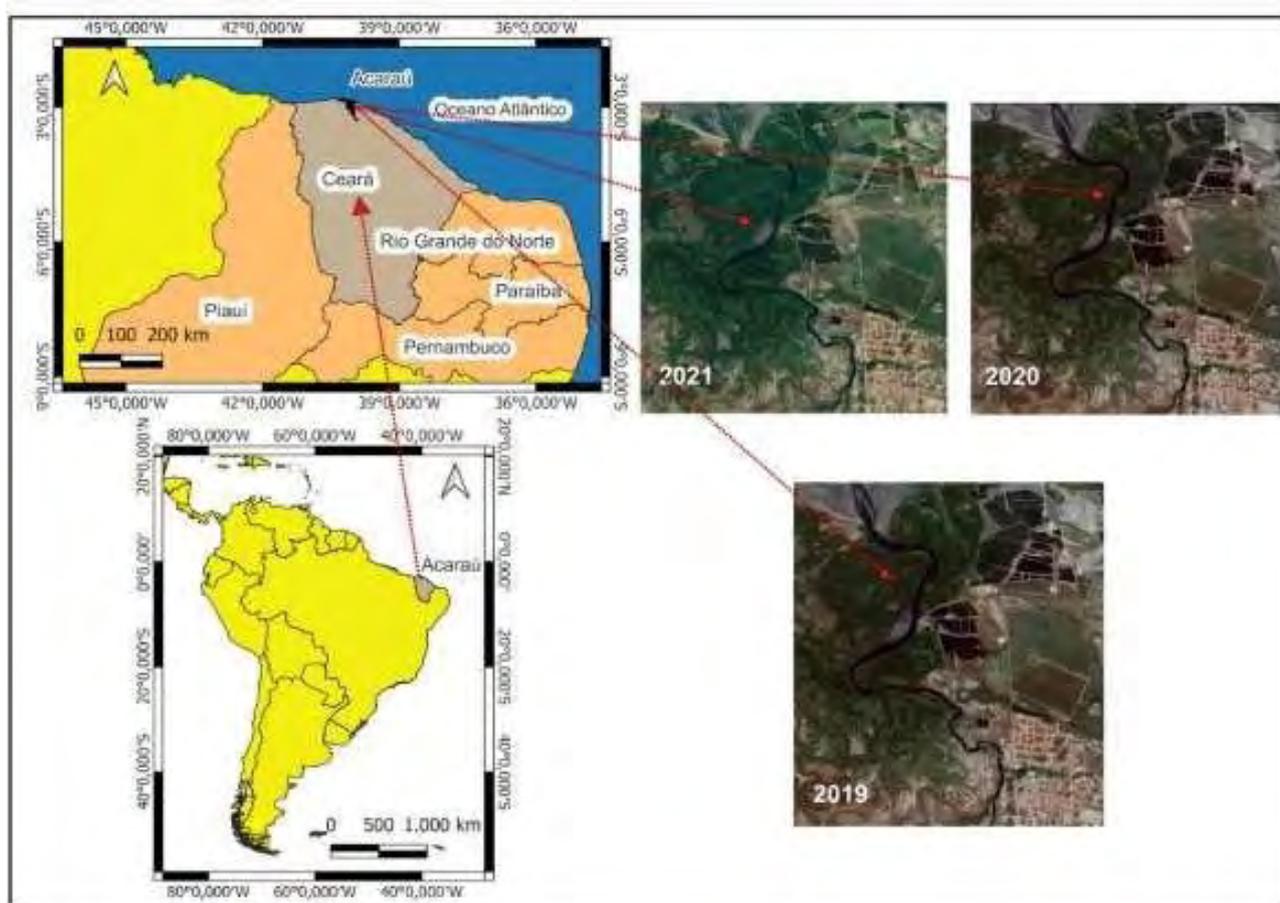
O IFCE *campus* Acaraú, localizado no extremo oeste litorâneo cearense, vem, há 12 anos, investigando como diferentes pressões antrópicas interagem com as diversas características dos habitats conectados de forma multicossistêmica. Neste contexto, este capítulo tem o objetivo de reunir as informações geradas pelos discentes e docentes do *campus* sobre a pesca e as potencialidades em áreas de transição marítimo-costeiros nas quais estão inseridos os manguezais, além de sugerir medidas de gestão.

## 1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUÁRIO DO RIO ACARAÚ - CE

O município de Acaraú está situado na zona litorânea da região extremo oeste do estado do Ceará, a cerca de 260km da capital Fortaleza, sob as coordenadas 02° 53 '08" S e 040° 07' 12" W. Com extensão territorial de 843,0 km<sup>2</sup>, banhado pelo Oceano Atlântico e pelas águas perenes do Rio Acaraú, possui população estimada em 60 mil habitantes e passa por processo de modernização e crescimento econômico, alavancados pelo setor de comércio e de serviços, pesca, agricultura, carcinicultura, parques eólicos e

turismo. A região que compreende o Estuário do Rio Acaraú se estende por cerca de 80 km<sup>2</sup> (Figura 1) e, ao longo de sua extensão, podem ser encontradas áreas de manguezal, campos de dunas, planícies de marés e faixa de praia (Araújo; Freire, 2007). O município é caracterizado com clima tropical quente, possuindo relevo de planície litorânea e tabuleiros pré-litorâneos, além de temperatura média, oscilando de 26° a 28° C, com período chuvoso entre janeiro e abril (IPECE, 2022).

**Figura 1** – Mapa topográfico do Rio Acaraú - CE.



Fonte: Elaboração própria

A área analisada corresponde somente à região estuarina do rio Acaraú que deságua no município de mesmo nome. Para a determinação da área de estudo, foram obtidos dados do IBGE 2020; o DATUM utilizado foi o SIRGAS 2000, com o sistema de coordenadas geográficas em graus e minutos, e as imagens do Rio Acaraú foram obtidas através do *Google Earth Pro*. Essas áreas são de alto impacto, pois possuem um ecossistema de grande fragilidade e vulnerabilidade, sendo recomendada a regulamentação do uso e da ocupação.

O desmatamento do manguezal é um dos pontos mais críticos quanto à degradação e à descaracterização da paisagem e da dinâmica desse ecossistema. A pressão antrópica está invadindo áreas de mangues, desmatando e utilizando a madeira do manguê para construir casas

às margens do rio Acaraú, especialmente na área de sua desembocadura no Oceano Atlântico (Araújo *et al.*, 2009).

Os manguezais oferecem gratuitamente um grande número de benefícios diretos e indiretos para o bem-estar do homem e do meio ambiente desde períodos pré-históricos. São ambientes altamente produtivos, oferecem condições favoráveis para alimentação, proteção, reprodução e crescimento de muitas espécies animais, fazendo deste um berçário natural. A produção e a exportação de detritos orgânicos para as águas estuarinas contribuem para a produtividade primária da zona costeira. Essa capacidade de reciclar e reter nutrientes o torna mais valioso. As estacas de manguê para construção de jangadas, simples ou elaboradas, podem estar entre os primeiros usos

desses ambientes, embora troncos e galhos de mangue sejam muito utilizados na confecção de instrumentos de pesca, como currais e peças navais (Vannucci, 2002).

A fauna dos manguezais deriva de três pontos principais, a saber, ambientes marinho, dulcícola e terrestres adjacentes, sendo poucas as espécies exclusivas desse ecossistema. Essa fauna revela uma série de adaptações que possibilitam explorar esse ambiente em três dimensões: i) ocupando desde o solo até a copa das árvores; ii) migrando com o fluxo de maré, e iii) escavando os substratos (Camargo, 1986). Em um levantamento bibliográfico sobre a fauna dos manguezais brasileiros, Aveline (1980) verificou que as espécies com maior destaque nesses ambientes são aves, peixes, crustáceos e moluscos; porém, isso não significa que invertebrados, como poliquetas, equinodermos e insetos, não possuam um papel importante na ecologia de manguezais.

A intensa utilização de recursos naturais ameaça a permanência do

### 1.1 Pesca

O estado do Ceará possui uma grande diversidade de embarcações, sendo diferenciadas pelo tamanho e propulsão (Figura 2). No município de Acaraú, estão cadastradas 437 embarcações, entretanto, apenas 247 permanecem em atividade durante todo o ano. Essa frota é composta por embarcações movidas à vela, a remo e a motor. A maioria das embarcações possuem casco de madeira e são de pequeno porte, não ultrapassando 12 metros de comprimento, atuando, principalmente, nas regiões costeiras (PMDP, 2020). A área de atuação varia para cada tipo de frota e qual apetrecho de pesca irão utilizar em cada pescaria; junto com esse fator também variam a profundidade e a localização em que essas embarcações atuam. Entretanto, a área de atuação dessas frotas se

ecossistema manguezal, principalmente porque muitas dessas regiões litorâneas se tornaram grandes centros populacionais e econômicos. Os principais fatores causadores de impactos nos manguezais incluem a barragem de rios, a extração de fauna e flora, agropecuária, incluindo a aquicultura, produção de sal e a urbanização, que resultam em pressões sobre o balanço de sedimentos e águas em estuários e o fluxo de nutrientes e poluentes (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2000).

Portanto, os manguezais apresentam o importante papel ecológico de reciclar, de forma rápida e eficiente, os nutrientes provenientes da matéria orgânica produzida e/ou recebida. Desse modo, confere condições adequadas para a manutenção de uma variedade de espécies faunísticas, das quais dependem as comunidades pesqueiras tradicionais. Os principais impactos sobre os manguezais são o desmatamento para projetos de implantação industrial, urbana e turística, e a contaminação por substâncias químicas, derivadas de petróleo, e metais pesados.

sobrepõe, evidenciando a captura de algumas espécies de peixes por diferentes frotas presentes no *continuum* costeiro.

Os manguezais são importantes não apenas devido a sua biodiversidade, mas também a sua importância econômica, uma vez que as comunidades que vivem no entorno dependem direta e indiretamente da exploração de seus recursos.

O conhecimento sobre a ictiofauna presente no manguezal não está bem documentado, ficando limitado a poucas informações sobre espécies de peixes de valor comercial. Os manguezais representam áreas vitais de alimentação, reprodução e crescimento para várias espécies de peixes migradores, proporcionando ainda um refúgio para os estágios vulneráveis à predação.

**Figura 2** – Embarcações no estuário do rio Acaraú, litoral oeste do estado do Ceará.

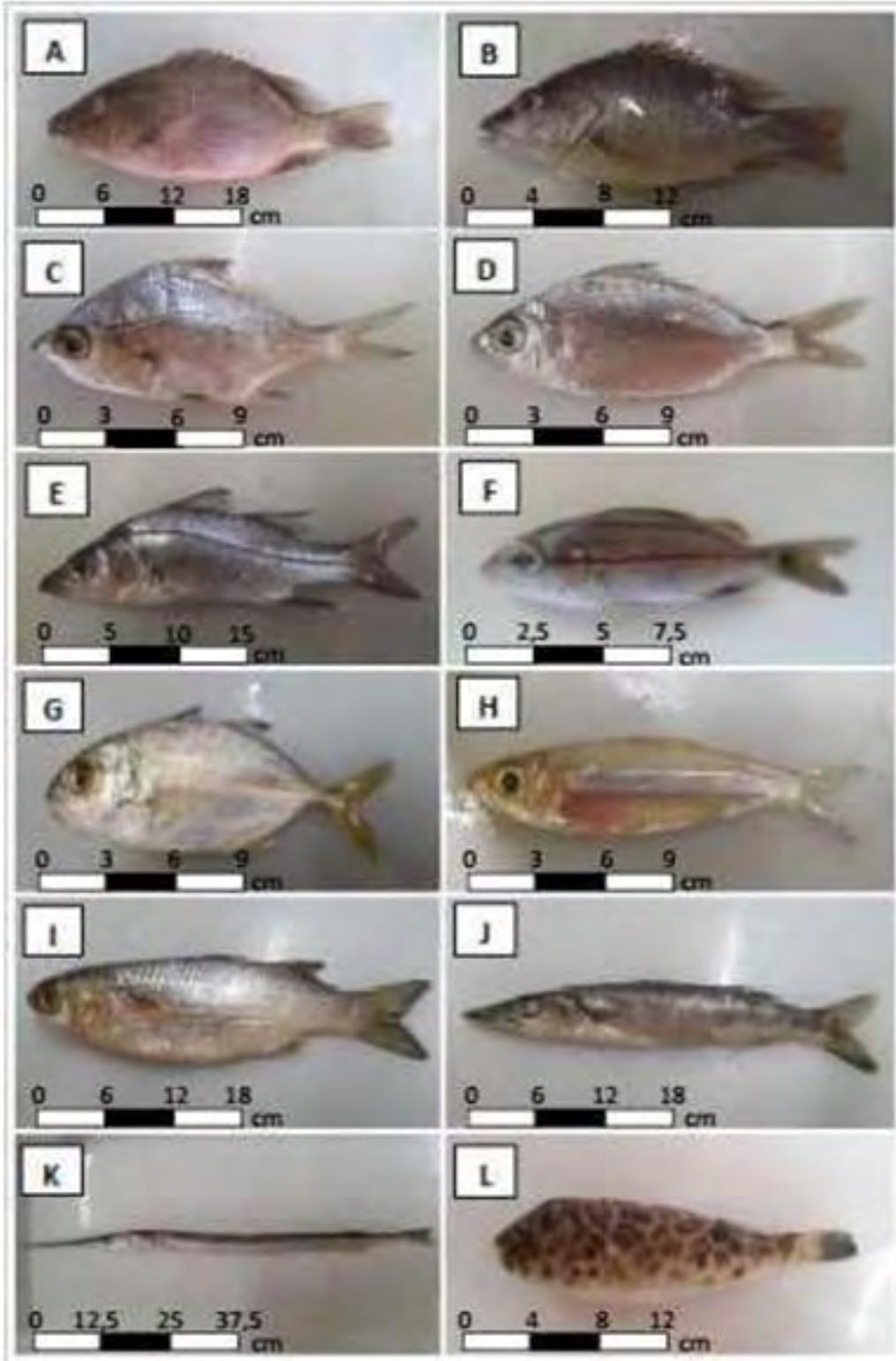


Foto: Antônio Santos

Em estudo recente realizado pelo IFCE – *campus* Acaraú, utilizando-se como artes de pesca a tarrafa, a rede de arrasto, o anzol e o manzuá, foram documentadas 12 espécies de peixes presentes no manguezal da praia de Arpoiras, município de Acaraú (Figura 3), a saber: *Lutjanus jocu*;

*L. Alexandrei*; *Diapterus auratus*; *Eucinostomus argentus*; *Centropomus parallelus*; *Pomadasis corvinaeformis*; *Carans hippos*; *Herengula sp.*; *Mugil curema*; *Sphyraena barracuda*; *Strongylura marina* e *Sphoeroides testudineus* (Vasconcelos-Filho, 2018).

**Figura 3** – A - *Lutjanus jocu*, B - *L. alexandrei*, C - *Diapterus auratus*, D - *Eucinostomus argenteus*, E - *Centropomus parallelus*, F - *Pomadasis corvinaeformis*, G - *Carans hippos*, H - *Heren-gula* sp., I - *Mugil curema*, J - *Sphyraena barracuda*, K - *Strongylura marina*, e L - *Sphoeroides testudineus*.



Fonte: Vasconcelos-Filho (2018)

Farias (2021) documentou a importância econômica do peixe-espada (*Trichiurus lepturus*) capturado nos currais em Acaraú, com produção de 8,6 t. Adicionalmente, através do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro Regional da Bacia do Ceará (PMDP), foi desembarcado na região espécies como lagosta (488,6 t), cavala (121,2 t), guarajuba (93,4 t) e agulha (79,9 t). Grande parte dos indivíduos amostrados nesses estudos são de importância econômica para a pesca. Além disso, a utilização de diferentes artes de pesca

nos manguezais e áreas costeiras forneceram informações sobre o uso desse habitat por espécies migratórias (Figura 3). Muitos indivíduos imaturos foram capturados, corroborando com o fato conhecido de que este habitat é um berçário para muitas espécies migratórias. Da mesma forma, alguns indivíduos de *M. curema* foram capturados em áreas de manguezal, porque adultos dessa espécie podem ser encontrados em fundos lamacentos onde se alimentam de restos orgânicos e pequenas partículas (Menezes *et al.*, 2015).

**Figura 4** – Pesca com tarrafa no estuário do rio Acaraú - CE.



Fonte: Antônio Santos

A sustentabilidade dessas pescarias depende do esforço da arte de pesca utilizada. Além disso, foi observado que áreas de mangue se beneficiam com a redução da pressão da pesca com características semelhantes às áreas de

exclusão à pesca, obtendo-se uma relação positiva entre o impacto da pesca de manguezal e a escala dos diferentes usos de captura: subsistência; comercialização; local; ou regional (Reis-Filho *et al.*, 2019).

## CONCLUSÃO

A pesca artesanal se caracteriza pela sua multidimensionalidade em termos de frotas, espécies, artes e habitats, sendo comum a utilização de diferentes artes de pesca atuando em diferentes habitats e, em ambientes estuarinos e costeiros, levam a esta multidimensionalidade.

Em um contexto de dados insuficientes, este tipo de levantamento permite caracterizar a pesca de pequena escala, embora o conhecimento sobre o esforço de pesca não esteja disponível. Essa caracterização é essencial para desenhar medidas de gestão adequadas de que estes ambientes necessitam, pois estão ameaçados pela intensa pressão pesqueira devido à elevada dependência das populações quanto aos seus recursos naturais para alimentação. Portanto, é necessário entender o padrão global dessas frotas coexistentes, porque seus rendimentos são codependentes.

Assim, olhando apenas para os estuários, os juvenis dessas espécies migrantes são o alvo óbvio, e as artes utilizadas têm as características adequadas para capturá-los. No entanto, numa escala maior, do estuário à plataforma continental, o padrão geral de pesca pode ser comparável à captura de um predador natural sobre as classes de tamanho disponíveis em um ecossistema.

As atividades estabelecidas na costa oeste do Ceará, particularmente no município de Acaraú, afetam os ambientes costeiros de maneira muito complexa. A aquicultura, a agricultura, a urbanização e a construção de portos mudaram a paisagem marinha através da remoção de habitat, como o manguezal. Adicionalmente, elas tiveram impactos complexos no funcionamento dos ecossistemas ao alterar variáveis ambientais que podem influenciar os fluxos entre os habitats conectados e induzir a salinização. Embora a salinização induzida pela

construção de portos, barragens e elevação do nível do mar (mudança climática global) tenha tido um efeito positivo sobre os manguezais que substituíram a vegetação adaptada ao meio ambiente por água doce, ela poderia ter um efeito adverso sobre a função de berçário para espécies sensíveis a salinidades elevadas. Além disso, as alterações geomorfológicas causadas por essas atividades são susceptíveis de afetar drasticamente o funcionamento dos ecossistemas, pois influenciam os caminhos tróficos e os fluxos de energia entre os habitats adjacentes. Como as mudanças geomorfológicas sofridas pelos estuários alteram as variáveis ambientais, elas também podem ter um impacto direto na produtividade pesqueira, já que estão intimamente inter-relacionadas. Dessa maneira, essas alterações poderiam afetar os estoques pesqueiros e acarretar consequências socioeconômicas.

O funcionamento adequado desses habitats é essencial para manter o rendimento das pescarias, operando no gradiente estuário-plataforma continental. De fato, as pescarias da Região Nordeste são caracterizadas por diversas frotas que exploram vários habitats ao longo de um gradiente estuário-plataforma. Como muitas das espécies-alvo se movem ao longo deste gradiente durante seu ciclo de vida, os rendimentos dessas diferentes pescarias são codependentes. Consequentemente, há necessidade de um manejo integrado dessas frotas, coexistindo e explorando o mesmo recurso.

Assim, a complexidade do padrão de pesca na região destaca a necessidade de uma gestão espacialmente integrada dessas pescarias, essencial para o monitoramento das espécies migratórias capturadas em diferentes pontos ao longo do *continuum* marinho costeiro. Além disso, o rendimento dessas pescarias requer o bom funcionamento destes ecossistemas conectados.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. V.; FREIRE, G. S. S. Utilização de SIG nos estudos ambientais do estuário do Rio Acaraú – Ceará. **Revista Geonomos**, UFMG, v. 15, n. 2, p. 09-19, 2007.
- ARAÚJO, M. V.; FREIRE, G. S. S.; COSTA, S. S. L.; PORTELA, J. P. Análise geoambiental da área estuarina do rio Acaraú, município de Acaraú – Ceará – Brasil, usando técnicas de sensoriamento remoto. **Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Natal: INPE, p. 4561-4568, 2009.
- AVELINE, L. C. Fauna dos manguezais brasileiros. **Revista brasileira de geografia**. Rio de Janeiro, v. 42, n. 4, p. 786-821, 1980.
- BEGER, M.; GRANTHAM, H. S.; PRESSEY, R. L.; WILSON, K. A.; PETERSON, E. L.; DORFMAN, D.; MUMBY, P. J.; LOURIVAL, R.; BRUMBAUGH, D. R.; POSSINGHAM, H. P. Conservation planning for connectivity across marine, freshwater, and terrestrial realms. **Biological Conservation**, Elsevier, v. 143, n. 3, p. 565-575, 2010.
- CAMARGO, T. M. Fauna do manguezal. In: SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON, G. **Guia para estudo de áreas de manguezal: sua estrutura, função e flora: Caribbean Ecological Research**, São Paulo, p. 32-40, 1986.
- FARIAS, M. A. **Caracterização da pesca do peixe-espada, *Trichiurus lepturus*, nos currais de pesca no município de Acaraú – CE**. 2021. 26 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - IFCE Campus Acaraú, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Acaraú, 2021.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.
- IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Ceará em Mapas: Caracterização territorial**. Fortaleza: IPCE, 2022. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br>. Acesso em: 12 set. 2022.
- MATOS, F. O.; ANDRADE, B. L. S. Um olhar sobre os impactos da atividade portuária no turismo da praia da Taíba - CE. Observatorium: **Revista Eletrônica de Geografia**, v. 8, n. 21, p. 130-149, 2017.
- MENEZES, N. A.; NIRCHIO, M.; OLIVEIRA, C. D.; SICCHARAMIREZ, R. Taxonomic review of the species of Mugil (Teleostei: Perciformes: Mugilidae) from the Atlantic South Caribbean and South America, with integration of morphological, cytogenetic and molecular data. **Zootaxa**, 3918 (1): p. 001-038, 2015.
- PAULY, D. **Vanishing Fish: Shifting Baselines and the Future of Global Fisheries**. Greystone Books Ltd., 2019. 304 p.
- PMDP. **Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro Regional da Bacia do Ceará**. Cartilha PETROBRAS. Natal/RN: Unidade de Negócios de Exploração e Produção do Rio Grande do Norte e Ceará - UN-RNCE, 2020. 22 p.
- REIS-FILHO, J. A.; SCHMID, K.; HARVEY, E. S.; GIARRIZZO, T. Coastal fish assemblages reflect marine habitat connectivity and ontogenetic shifts in an estuary-bay continental shelf gradient. **Marine Environmental Research**, v. 148, p. 57-66, 2019.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G.; DE-ROSA, T. Brazilian mangroves. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, v. 3, p. 561-570, 2000.
- SONODA, D. Y.; CAMPOS, S. K.; CYRINO, J. E. P.; SHIROTA, R. Demand for fisheries products in Brazil. **Scientia Agricola**, v. 69, p. 313-319, 2012.

- TENGGU HASHIM, T. M. Z.; ENGGU ARIFF, E. A. R.; SURATMAN, M. N. 2021. Aquaculture in Mangroves. In: RASTOGI, R. P.; PHULWARIA, M.; GUPTA, D. K. (Eds.). **Mangroves: Ecology, Biodiversity and Management**. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-2494-0\\_18](https://doi.org/10.1007/978-981-16-2494-0_18)
- VANNUCCI, M. **Os manguezais e nós**. São Paulo: Editora da USP, 2002. 276 p.
- VASCONCELOS-FILHO, J. I. F. **Caracterização da ictiofauna associada ao manguezal da praia de Arpoeiras em Acaraú – CE**. 2018. 52 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - IFCE *Campus Acaraú*, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Acaraú, 2018.
- WILSON, S. K.; FISHER, R.; PRATCHETT, M. S.; GRAHAM, N. A. J.; DULVY, N. K.; TURNER, R. A.; CAKACAKA, A.; POLUNIN, N. V. C. Habitat degradation and fishing effects on the size structure of coral reef fish communities. **Ecological Applications**, v. 20, n. 2, p. 442-451, 2010.

# 11

## Turismo Sustentável: **Potencialidades dos Manguezais no Município de Acaraú-CE**

Amaurícia Lopes Rocha Brandão

### INTRODUÇÃO

O turismo se configura, na sociedade contemporânea e globalizada, como atividade das mais relevantes para os aspectos socioeconômicos, contribuindo para mudanças territoriais e espaciais de destinos receptores. O crescimento do turismo é motivado pelo *trade* turístico – constituído pelos empreendimentos turísticos, transportes e lazer – e pelo poder público, sobretudo, pela condição de promotor de interação sociocultural, relação estabelecida entre os turistas e a população autóctone (habitantes locais), contribuindo para o desenvolvimento local.

O novo milênio marca uma supervalorização da atividade turística, associada como ideário que compõe o imaginário turístico ocidental, composto por: busca pela felicidade; conhecimento do outro;

desejo de evasão; e retorno à natureza (Hiernaux-Nicolas, 2002). Na classificação de atrativos turísticos apresentados por Ignarra (2003), essa motivação é classificada como atrativo natural, que se subdivide em diversas paisagens, como o litoral, que é formado por praias, manguezais, dunas, restingas etc.

O município de Acaraú está situado, geograficamente, na região norte do estado do Ceará, mas, para facilitar a divisão turística, está localizado no litoral oeste, a partir da capital Fortaleza, a aproximadamente 240 quilômetros. O acesso se dá pela CE-085, também conhecida como rodovia Costa do Sol Poente, BR-222, seguida pela CE-354 (Figura 01). O ponto “A” refere-se a Fortaleza; o ponto “B”, à comunidade de Currais Velhos e o “C”, à Praia de Arpoeiras.

**Figura 1** – Mapa do litoral oeste do Ceará.



Fonte: Elaboração própria.

Acaraú constitui topônimo de origem indígena, a partir da junção de Acará (Garças) e Hu (água), que significa Rio das Garças, o que ressalta a relevância da localização próxima ao litoral com manguezal. Dentre as principais atividades econômicas, destacam-se indústria pesqueira e carcinicultura. Destaca-se também o potencial turístico que, desenvolvido de forma planejada, contribuiria para a realização do turismo sustentável, além de inserir a população local na prática turística, o que corrobora para a conscientização ambiental.

Dessa forma, temos como objetivo dialogar sobre os potenciais turísticos

na área de mangue situada na praia de Arpoeiras do município de Acaraú. Para isso, abordamos definições sobre turismo, oferta turística, potencialidades, atrativos turísticos e turismo sustentável e apresentamos os potenciais turísticos na região de Acaraú, como a Praia de Arpoeiras e o seu processo de urbanização na última década. Espera-se estimular novos estudos no local, com o propósito de desenvolver uma atividade turística sustentável neste território, com foco na conscientização ambiental da população local e que esta seja repassada aos turistas que visitam a cidade.

## 1. BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA SOBRE TURISMO

### 1.1 POTENCIAIS A ATRATIVOS TURÍSTICOS

Andrade (1998) define turismo como o “conjunto de serviços que tem por objetivo o planejamento, a promoção e a execução de viagens, e os serviços de recepção, hospedagem e atendimento aos

indivíduos e aos grupos, fora de suas residências habituais”. Esta estrutura que corresponde ao *trade* turístico somada ao atrativo turístico, estimula a motivação para a realização de viagens pelos

turistas e a avaliação destes do que seria reconhecido como um atrativo turístico. Ignarra (2003) salienta que o atrativo turístico possui valor subjetivo, pois o que as pessoas querem, geralmente, é conhecer o que não pertence ao seu cotidiano.

De acordo com Beni (2004), “oferta turística pode ser considerada como o conjunto dos recursos naturais e culturais que, em sua essência, constituem a matéria-prima da atividade turística porque, são esses recursos que provocam a afluência de turistas”. E como meio de consolidar esse mercado, outros produtos são agregados a esta oferta para dar uma maior consistência ao consumo turístico.

Segundo Ignarra (2003), a oferta turística é constituída por um conjunto de elementos que formam o produto turístico, mas, quando isolados, possuem pouco ou nenhum valor turístico. Porém, quando agrupados, são denominados de “produto turístico”. Este, segundo a autora, constitui-se de um conglomerado, uma amálgama, uma constelação de elementos tangíveis e intangíveis em particular. Entre os elementos tangíveis, constituem-se os bens, os recursos, as infraestruturas e os equipamentos; entre os elementos intangíveis, contam-se os serviços, a gestão, a marca e o preço.

Entretanto, Beni (2004) mostra a diversidade que existe no produto turístico; sabe-se que cada indivíduo tem uma percepção diferente sobre o que deseja consumir. Ou seja, um mesmo pacote turístico pode satisfazer a um grupo e não a outro. Isso acontece porque as pessoas possuem necessidades e desejos diferentes. Assim, o autor define produto turístico total em dois sentidos: o macroeconômico e o microeconômico. O primeiro é constituído de um conjunto de subprodutos – transportes, alojamentos, filmes, livros, *souvenirs* etc. – e, no segundo, cada um desses pode receber a denominação de “produto turístico”.

A partir dessa definição, pode-se dizer que o potencial turístico de uma região, para tornar-se produto turístico, necessita

dispor de uma infraestrutura turística – transporte, alojamento, alimentação, entretenimento etc. Além disso, precisa da infraestrutura básica da cidade, que inclui os serviços de saneamento básico, acessibilidade, energia, comunicação, vias urbanas de circulação, abastecimento de gás, controle de poluição e capacitação de recursos humanos. Ademais, mostra-se necessária a instalação, no local, de alguns serviços públicos, como: transporte – táxi, ônibus, metrô, aeroporto etc. –; serviços bancários, serviços de saúde e serviços de segurança – nesse tipo, podemos destacar polícia turística, serviços de salva-vidas, corpo de bombeiros, serviço de informação turística, comércio turístico etc. (Ignarra; 2003).

Araújo (2010) afirma que “as potencialidades têm como centro de valor os espaços produzidos por relações sociais e de poder”. Em outras palavras, as riquezas naturais, culturais e socioeconômicas de um local, para serem inseridas no mercado turístico, dependem, muitas vezes, do reconhecimento do seu valor de mercado, ou seja, da lucratividade que ele trará para aqueles que desejam montar os empreendimentos, característica da sociedade capitalista que, continuamente, não permite optar pela sustentabilidade da atividade e, com isso, manter a comunidade local integrada a esse setor.

Araújo (2010) complementa que a potencialidade turística é formada por um conjunto de características próprias dos lugares, territórios e regiões que estão disponíveis e podem transformar-se em produto turístico e, posteriormente, em atrativo de demanda turística. Porém, antes de avaliado como potencial, o espaço deve passar pelo contraposto dos obstáculos que limitam seu acesso ao turista.

Para Beni (2004, p. 159), os atrativos naturais já conseguem, em uma primeira instância, gerar o fluxo de turismo para uma região, uma vez que esses valores que a natureza oferece sem a interferência humana, por si só, são atrações capazes de motivar um deslocamento com finalidades turísticas.

Assim, o potencial turístico de um local apresenta duas perspectivas, ou seja, para o capital mundial – os empresários –, que visam o lucro, e para a comunidade nativa, que luta pelo desenvolvimento sustentável da região. O que essas comunidades querem, constantemente, é que a atividade turística possa contribuir para a conservação e a valorização de seu ambiente natural, cultural e histórico, não ocorrendo apenas a exploração do potencial de uma região, resultando na sua extinção.

## 2. TURISMO SUSTENTÁVEL

Antes da explanação sobre turismo sustentável, é necessário romper com alguns equívocos. Conforme Bhattarai (2015), é comum utilizar a expressão ecoturismo como sinônimo para turismo sustentável; embora utilizados de modo intercambiáveis, esses termos possuem diferentes significados. Para o autor, o ecoturismo é uma prática do turismo na natureza, portanto, um tipo de turismo que permite conectá-lo com os princípios ecológicos e socioeconômicos da sustentabilidade, ou seja, do turismo sustentável. Este, por sua vez, deve ser aplicado em todas as práticas turísticas realizadas em ambientes naturais ou não.

Ressalta-se que a preocupação com o tema é iniciada com a apresentação do Relatório de Brundtland (1987), que gerou um alerta em vários setores da economia mundial sobre a urgência em discutir os problemas ambientais e o atual modelo econômico que se apresenta insustentável e ameaça, não apenas uma crise econômica planetária, mas a sobrevivência das espécies.

No campo do turismo, Swarbrooke (2000, p. 19) aponta como sustentabilidade turística as “formas de turismo que satisfaçam hoje as necessidades dos turistas, da indústria do turismo e das comunidades locais, sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazerem suas próprias necessidades”. O Ministério do Turismo se refere ao turismo, associando-o à prática sustentável como

O produto turístico, então, atenderá a uma demanda que se identificará com um determinado local, despertando o desejo de visitá-lo e, a partir daí, esse local se consolida tornando-se atrativo turístico. Para concorrer com outros, terá de oferecer diferenciais, além de um bom planejamento de divulgação, criando, assim, uma identidade que fará com que ele se destaque dentro do segmento ofertado.

A atividade que satisfaz as necessidades dos visitantes e as necessidades socioeconômicas das regiões receptoras, enquanto os aspectos culturais, a integridade dos ambientes naturais e a diversidade biológica são mantidos para o futuro (MTUR, 2016, p. 07).

O aumento de pesquisas sobre a temática ‘turismo sustentável’ identificou quatro abordagens: i) polares opostos - quando a atividade é dividida em turismo de massa, que produz impactos negativos ao meio ambiente e à comunidade local, ao contrário do turismo sustentável, identificado como bom turismo; ii) referindo-se à continuidade, a implantação do turismo sustentável requer planejamento contínuo, impedindo a sua massificação; iii) ideia de movimento, com alinhamento mais próximo ao desenvolvimento sustentável, com foco em reestruturar a compreensão de turismo de massa para formas mais sustentáveis de prática da atividade, recriando o turismo de massa como objeto de melhoria para alcançar o objetivo final: o turismo sustentável; e, por fim, iv) a convergência, em que o turismo sustentável é uma meta a ser alcançada, em pequena escala, com foco no local (Clarke, 1997).

O autor salienta, ainda, que o turismo sustentável deve ser compreendido como um objetivo a ser atingido na condução correta das práticas turísticas, seja em termos de segmentação, seja de gestão. Dessa forma, como já mencionado anteriormente, deve estar presente em todos os segmentos turísticos.

### 3. POTENCIALIDADES TURÍSTICAS: PROPOSTAS PARA O MANGUEZAL DE ACARAU

O ecossistema manguezal é um dos mais produtivos do planeta; sua capacidade de armazenar carbono na biomassa e no solo é comparada às florestas tropicais úmidas. E, quando se considera o estoque total de carbono no sistema, incluindo a biomassa subterrânea e estoque no solo, em manguezais tropicais por unidade de área, torna-se significativamente maior do que considerando-o em quaisquer florestas terrestres, incluindo a da Amazônia (MMA; ICMBio, 2018). Além disso, destaca-se a contribuição para a redução da vulnerabilidade das zonas costeiras em relação às mudanças climáticas, e como barreira de proteção aos processos erosivos, amenizando até mesmo o impacto de tsunamis.

No litoral brasileiro, o manguezal apresenta ampla distribuição geográfica, ocupando áreas desde o estado do Amapá até Santa Catarina (Campos *et al.*, 2000). Desde o início do século XX, 25% dessa área vem sendo destruída, principalmente, nas regiões Nordeste e Sudeste (MMA; ICMBio, 2018), por causa de especulação imobiliária, pesca predatória e descarte inadequado de lixo e esgoto doméstico e industrial (Nunes, 1998). Tais ações têm comprometido, a curto prazo, as comunidades que vivem no entorno e sobrevivem de recursos como a pesca artesanal, a coleta de mariscos, o artesanato e até mesmo o turismo.

Conforme Barros (2004), a implantação do Ecoturismo em áreas de manguezais constitui-se uma forma sustentável para a conservação do patrimônio natural e cultural, incentivando “a formação de uma consciência ambientalista através da interpretação do ambiente, promovendo o bem-estar das populações envolvidas” (Barros, 1994). O Instituto de Ecoturismo Brasileiro acrescenta que contribui como “forma sustentável dos patrimônios natural e cultural, incentiva a conservação, promove a formação de consciência ambientalista e garante o

bem-estar das populações envolvidas” (Corrêa, 2004). Dentre as ações que fortalecem o Ecoturismo, o Turismo Comunitário constitui-se de uma estratégia para a “garantia de território e uma oportunidade para as populações tradicionais possuírem o controle efetivo sobre o seu desenvolvimento, sendo diretamente responsáveis pelo planejamento e pela gestão das atividades, estruturas e serviços turísticos propostos” (REDE TUCUM). No Ceará, a Rede Tucum atua na perspectiva de fortalecer a relação sociedade, cultura e natureza com justiça ambiental.

Em Acaraú, a Rede Tucum tem sede na comunidade do Curral Velho, na Praia de Arpoeiras. Por anos, a comunidade praticou a economia de subsistência com atividades relacionadas à pesca, mariscagem, agricultura e ao artesanato. Contudo, a carcinicultura, no município, destruiu áreas de mangue que comprometeram a continuação dessas atividades. Diante disso, a comunidade, desde 2006, iniciou o turismo comunitário e a consolidação da Associação de Marisqueiras e Pescadores de Curral Velho, que desenvolvem ações de educação ambiental com a comunidade local e os visitantes (REDE TUCUM).

A infraestrutura para atender os visitantes constitui-se de alimentação produzida pelos locais, meios de hospedagem, o Chalé Encante do Mangue, com duas cabanas de frente para o mangue e três quartos no Centro de Educação Ambiental Encante do Mangue (Figura 2), que também funciona como espaço para a realização de eventos com capacidade para até sessenta pessoas. Além disso, há opções de lazer, como passeio de canoa pelo manguezal que acontece no encontro do rio com o mar, oportunizando aos visitantes conhecer o local onde o manguezal floresce e constitui-se como berçário da vida marinha e fonte de vida dos(as) moradores(as); passeio de canoa pelo

mar realizado na Praia de Arpoeira, com a possibilidade de pesca e mergulho. É relevante destacar que o passeio só pode ser realizado quando a maré está alta. A

praia é conhecida como praia seca, fenômeno natural que, durante a maré baixa, a água do mar recua, aproximadamente, 2 quilômetros (REDE TUCUM).

**Figura 2** – Sede da Rede Tucum Curral Velho.



Fonte: Acervo da Comunidade de Curral Velho.

Outras opções de lazer: i) Trilha Ecológica das gamboas - possibilita aos visitantes conhecer o ecossistema manguezal pelas gamboas, apresentando-lhes a fauna e a flora; ii) Trilha Ecológica nos currais de pesca (Figura 3) - como os currais são

montados ao longo da praia de Arpoeiras, este passeio acontece durante a maré baixa; e iii) Trilha Curral Velho de Baixo - promove a conscientização ambiental com a visita a pessoas e a locais impactados pela carcinicultura (REDE TUCUM).

**Figura 3** – Atividade do ECOMANGUE na Praia de Arpoeiras.



Fonte: Acervo Ecomangue.

Nos últimos dez anos, a Praia de Arpoeiras passa por processo de urbanização (Figura 4), aumentando o fluxo de visitantes locais e do entorno, que a escolhem como opção de lazer. O poder público iniciou um projeto que está transformando

a paisagem do local, com a reforma das barracas, construção de calçadão e instalação de escadarias para o acesso à praia. Com isso, alguns restaurantes já consolidados na sede do município abriram filiais na orla para atender a esse público.

**Figura 4** – Praia de Arpoeiras.



Fonte: Acervo ECOMANGUE

Contudo, a demanda turística ainda é baixa, sendo reservada à prática de *kitesurf*, em um estabelecimento localizado na orla, com hospedagem, alimentação, loja com equipamentos e equipe de instrutores especializados no esporte. Em 2018, 10,8% dos turistas que chegaram ao Ceará classificaram o turismo de aventura como motivação para a escolha do estado; destes, 40% afirmam procurar hospedagens que tenham estrutura para a prática do *kitesurf* e *windsurf*. O aumento desta demanda se dá no segundo semestre do ano, quando, com a temporada de ventos, as rajadas chegam a 50km/h (Journal Tourism e Eventos, 2018).

Dessa forma, é necessário um planejamento turístico consistente que envolva o *trade* turístico, o poder público e as entidades de ensino com a finalidade de fomentar e de concretizar políticas públicas de conscientização, a fim de evitar práticas prejudiciais ao meio ambiente e, conseqüentemente, à imagem

da atividade turística. Oliveira (2005) destaca que muitos destinos utilizam a nomenclatura turismo sustentável, que se compromete com a conservação e a preservação de recursos ambientais de forma errônea e irresponsável, quando estes não possuem infraestrutura ou há excesso de construções em locais inadequados, somado à mão de obra sem qualificação. Com isso, agravam-se os danos ambientais como poluição sonora e visual, disposição inadequada de resíduos sólidos, incêndios, iniciativas de caça e pesca predatória. Além disso, agrava problemas sociais como a aceleração da perda da identidade cultural e a inserção de criminalidade, prostituição e tráfico de drogas nessas comunidades.

Assim, é relevante a criação de associações e organizações não-governamentais que, junto com outros órgãos de controle, trabalhem em prol da conservação e da proteção dos manguezais. Como exemplo, o Projeto de Recuperação e Conservação dos Manguezais da Baía de Guanabara

(RJ), que, em parceria com a Associação de Proteção a Ecossistemas Costeiros – APREC, vem conseguindo reflorestar bosques de mangues por meio de ações de mobilização com a população (Oliveira, 2005). Ressalta-se, ainda, a realização de turismo em áreas de manguezais, como a do Caribe que, segundo Molina (1999), é considerada uma das mais antigas, e a aplicação de leis específicas, que delimitam os espaços para a construção de empreendimentos turísticos. Com isso, percebe-se a possibilidade do desenvolvimento da atividade turística de forma coerente com os princípios da sustentabilidade.

Apesar da atividade turística ainda não estar consolidada no manguezal de Acaraú, ações para a conservação e a proteção deste ecossistema já vêm sendo realizadas para a conscientização dos moradores locais e visitantes, como os projetos de pesquisa,

de extensão e trabalhos de conclusão de cursos – TCC, desenvolvidos pelos discentes e docentes do IFCE – *campus* Acaraú, com destaque ao Laboratório de Ecologia de Manguezais – ECOMANGUE.

Dentre os projetos que contribuem com a conscientização para a atividade turística, o “Amigos de Arpoeiras” (Figura 5) teve início em 2017, servindo de objeto de estudo para o TCC intitulado “Percepção e Educação Ambiental com os usuários da Praia de Arpoeiras, Acaraú, CE”. Durante a execução, os discentes do projeto desenvolveram campanhas de mobilização com os usuários, durante os domingos do mês de julho de 2017, período em que a praia é mais frequentada; além disso, houve conversas, perguntas, distribuição de folders, e a exposição de cartazes sobre o tema, com *Qr-code* que informava a página do *Facebook*.

**Figura 5** – Projeto Amigos de Arpoeiras.



Fonte: SILVA; DUTRA; MAIA (2021).

## CONCLUSÃO

Este primeiro estudo sobre o turismo sustentável no ecossistema manguezal da Praia de Arpoeiras é relevante para compreender o planejamento turístico como forma de amenizar os impactos antrópicos da atividade, além de

contribuir para a conscientização ambiental dos moradores e dos usuários, necessitando, portanto, da realização de ações contínuas e conjunta entre *trade* turístico, poder público e instituições de ensino.

Dessa forma, com este levantamento, espera-se auxiliar futuras pesquisas sobre a realização do turismo sustentável em ecossistema manguezal, campo de estudo ainda pouco explorado, mas essencial

para possibilitar a realização de atividades econômicas que entendam sua existência relacionada com a conservação do meio, possibilitando a criação de uma consciência ambiental nos cidadãos.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. V. de. **Turismo: Fundamentos e dimensões**. São Paulo: Ática, 1998.
- ARAÚJO, A.M.M. **Potencialidades Turísticas: considerações acerca da pesquisa, do ensino e do estudo**. In: I Seminário Turismo e Geografia: abordagens teórico-metodológicas interdisciplinares. Anais do I Seminário de Turismo e Geografia. Aracaju: EDUFS, 2010.
- BARROS, S.M., PENHA D.H.M. L. **Diretrizes para uma política nacional de ecoturismo**. Brasília, EMBRATUR, 19p. 1994.
- BENI, M.C. **Análise estrutural do turismo**. 10ª ed. atual. – São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2004.
- BHATTARAI, U. **Tourism and climate change: socioeconomic implications, mitigation and adaptation measures**. International Journal of Environment, [s.l.], v. 4, mar./maio. 2015.
- CAMPOS, E. L. D; CAVALCANTI, M. A. Q. **Primeira ocorrência de phellinus mangrovius** (imaz.) Imaz. Para o Brasil. Acta bot. bras. 14(3): 263-265, 2000.
- CLARKE, J. **A framework of approaches to sustainable tourism**. Journal of Sustainable Tourism, Oxford, v. 5, n. 3, 1997.
- CORRÊA, A. M. **Módulo Iniciação ao Ecoturismo**. Rio de Janeiro, 2004.
- HIERNAUX-NICOLAS, D. **Turismo e imaginários**. In: HIERNAUX-NICOLAS, Daniel; CORDERO, A.; MONTIJN, L. V. D. Imaginarios sociales y turismo sostenible. Costa Rica: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), 2002.
- IGNARRA, L.R. **Fundamentos do turismo**. 2ª ed. rev. e ampl. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.
- JOURNAL TOURISM E EVENTOS. **Ventos estimulam a prática de esportes no litoral oeste cearense**. 2019. Disponível em: <https://www.jornalturismoeeventos.com.br/2019/11/04/ventos-estimulam-a-pratica-de-esportes-no-litoral-oeste-cearense/>. Acesso em: 24 set. 2022.
- MMA; ICMBIO. **Atlas dos manguezais do Brasil**. Brasília, 2018. Disponível em: [https://ava.icmbio.gov.br/pluginfile.php/4592/mod\\_data/content/14085/atlas%20dos\\_manguezais\\_d\\_o\\_brasil.pdf](https://ava.icmbio.gov.br/pluginfile.php/4592/mod_data/content/14085/atlas%20dos_manguezais_d_o_brasil.pdf). Acesso em: 24 set. 2022.
- MOLINA, S. **Turismo y Ecología**. México: Trilhas, 1998.
- MTUR. Turismo e sustentabilidade: orientações para prestadores de serviços turísticos. Brasília: MTUR, 2016.
- OLIVEIRA, L. A. K; FREITAS, R. R.; BARROSO, G. F. Manguezais: Turismo e sustentabilidade. **Caderno Virtual de Turismo**, v. 5, n. 3, 2005. Disponível em: <http://www.ivt.coppe.ufrj.br/caderno/index.php/caderno/article/view/96/91>. Acesso em: 24 set. 2022.
- PETERS, P. et al. *Research for TRAN Committee - Overtourism: impact and possible policy responses*. Brussels: European Parliament; Policy Department for Structural and Cohesion Policies, 2018.

REDE TUCUM. **Turismo Comunitário**. Disponível em: <http://www.redetucum.org.br/rede-tucum/turismo-comunitario/>. Acesso em: 24 set. 2022.

SILVA, A. S. **Percepção e educação ambiental com os usuários da Praia de Arpoeiros, Acaraú – CE**. Trabalho de Conclusão de Curso, Licenciatura de Ciências Biológicas, IFCE *Campus Acaraú*, 2017.

SILVA, A. S.; DUTRA, K. A. A.; MAIA, R. C. Percepção e educação ambiental com os usuários da Praia de Arpoeiros, Acaraú – CE. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 16, n. 3, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/10746>. Acesso em: 24 set. 2022.

SWARBROOKE, J. **Sustainable tourism management**. Oxon, UK: Cabi, 2000.



# Organizadores



## Rafaela Camargo Maia

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mestrado em Ecologia e Conservação pela mesma Universidade, Doutorado em Biologia Marinha pela Universidade Federal Fluminense e Pós-doutorado no Laboratório de Adaptações de Animais Marinhos (ADAM) na Universidade de Vigo, Espanha. É Professora em cursos técnicos, de graduação e pós-graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). É líder do Grupo de pesquisa em Ecologia e Conservação de Manguezais e coordena o Laboratório ECOMANGUE. Professora do Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental do IFCE, campus Fortaleza e do curso de Pós-graduação (especialização) em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional do IFCE campus Acaraú. Tem experiência na área de Ecologia e Biologia Marinha, atuando, principalmente, nos seguintes temas: estuário, manguezal, educação ambiental e malacologia.

## Matheus Lopes Souza

Possui graduação em Ciências Biológicas - Bacharelado, mestrado em Ciências Biológicas - Biologia e Conservação pela Universidade Estadual de Montes Claros e Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da vida silvestre pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com estágio sanduíche no Conselho Superior de Investigação Científica da Espanha. Possui experiência nas áreas de ecologia e botânica, com ênfase em ecologia de populações vegetais, atuando, principalmente, nos seguintes temas: ecofisiologia vegetal, plasticidade fenotípica, fenologia e ecologia de sementes. Atualmente, é pós-doutorando no Laboratório de Ecologia de Manguezais - Ecomangue do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Acaraú.



## André Luiz da Costa Pereira

Possui Graduação em Ciências Biológicas - Licenciatura pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Especialização em Ciências da Natureza, Suas Tecnologias e o Mundo do Trabalho pela Universidade Federal do Piauí - UFPI e Mestrado em Avaliação de Políticas Públicas pela Universidade Federal do Ceará – UFC. É Técnico em Aquicultura, formado no IFPA-Campus Belém, e tem Formação de Aquaviário – Capitania dos Portos da Amazônia Oriental – CPAOR – Marinha do Brasil. Atualmente, é Técnico de Laboratório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Acaraú, atuando nas áreas de Tecnologia Pesqueira e Ecologia de Manguezais. Integrante dos grupos de Pesquisa: Pesca e Navegação, Ecologia e Conservação de Manguezais e Pesquisa em Biodiversidades do IFCE/Acaraú. Tem experiência na área de Recursos Pesqueiros, Ecologia de Manguezais, Carcinologia e Ictiologia.