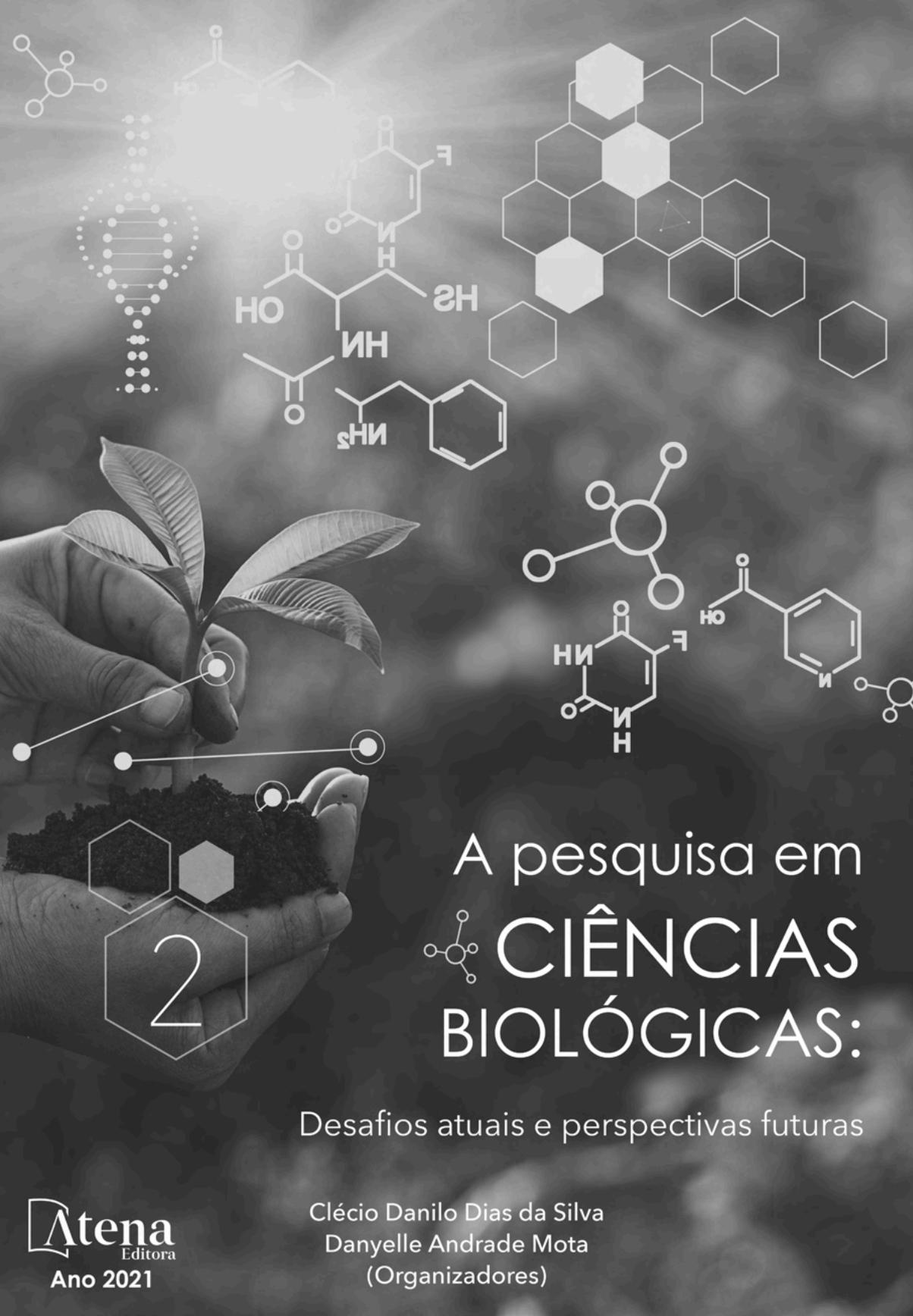


# A pesquisa em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Desafios atuais e perspectivas futuras

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

Clécio Danilo Dias da Silva  
Danyelle Andrade Mota  
(Organizadores)



# A pesquisa em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Desafios atuais e perspectivas futuras

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

Clécio Danilo Dias da Silva  
Danyelle Andrade Mota  
(Organizadores)

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí

Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

## A pesquisa em ciências biológicas: desafios atuais e perspectivas futuras 2

**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Clécio Danilo Dias da Silva  
Danyelle Andrade Mota

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P474 A pesquisa em ciências biológicas: desafios atuais e perspectivas futuras 2 / Organizadores Clécio Danilo Dias da Silva, Danyelle Andrade Mota. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-526-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.263210410>

1 Ciências biológicas. I. Silva, Clécio Danilo Dias da (Organizador). II. Mota, Danyelle Andrade (Organizadora). III. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## APRESENTAÇÃO

As Ciências Biológicas, assim como as diversas áreas da Ciência (Naturais, Humanas, Sociais e Exatas), passam por constantes transformações, as quais são determinantes para o seu avanço científico. Nessa perspectiva, a coleção “A Pesquisa em Ciências Biológicas: Desafios Atuais e Perspectivas Futuras”, é uma obra composta de dois volumes com uma série de investigações e contribuições nas diversas áreas de conhecimento que interagem nas Ciências Biológicas.

Assim, a coleção é para todos os profissionais pertencentes às Ciências Biológicas e suas áreas afins, especialmente, aqueles com atuação no ambiente acadêmico e/ou profissional. Cada volume foi organizado de modo a permitir que sua leitura seja conduzida de forma simples e com destaque por área da Biologia.

O Volume I “Saúde, Meio Ambiente e Biotecnologia”, reúne 17 capítulos com estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa. Os capítulos apresentam resultados bem fundamentados de trabalhos experimentais laboratoriais, de campo e de revisão de literatura realizados por diversos professores, pesquisadores, graduandos e pós-graduandos. A produção científica no campo da Saúde, Meio Ambiente e da Biotecnologia é ampla, complexa e interdisciplinar.

O Volume II “Biodiversidade, Meio Ambiente e Educação”, apresenta 16 capítulos com aplicação de conceitos interdisciplinares nas áreas de meio ambiente, ecologia, sustentabilidade, botânica, micologia, zoologia e educação, como levantamentos e discussões sobre a importância da biodiversidade e do conhecimento popular sobre as espécies. Desta forma, o volume II poderá contribuir na efetivação de trabalhos nestas áreas e no desenvolvimento de práticas que podem ser adotadas na esfera educacional e não formal de ensino, com ênfase no meio ambiente e manutenção da biodiversidade de forma de compreender e refletir sobre problemas ambientais.

Portanto, o resultado dessa experiência, que se traduz nos dois volumes organizados, objetiva apresentar ao leitor a diversidade de temáticas inerentes as áreas da Saúde, Meio Ambiente, Biodiversidade, Biotecnologia e Educação, como pilares estruturantes das Ciências Biológicas. Por fim, desejamos que esta coletânea contribua para o enriquecimento da formação universitária e da atuação profissional, com uma visão multidimensional com o enriquecimento de novas atitudes e práticas multiprofissionais nas Ciências Biológicas.

Agradecemos aos autores pelas contribuições que tornaram essa edição possível, e juntos, convidamos os leitores para desfrutarem as publicações.

Clécio Danilo Dias da Silva

Danyelle Andrade Mota

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

ANÁLISE DA DINÂMICA SEDIMENTAR ESPAÇO-TEMPORAL DOS ESTUÁRIOS DO IPOJUCA E MEREPE (PE) COM BASE NOS COMPONENTES DA FRAÇÃO ARENOSA (0,25MM E 0,50MM)

Thamiris Tércila Veiga  
Roberto Lima Barcellos  
Luciana Dantas dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104101>

### **CAPÍTULO 2..... 19**

PRESERVAÇÃO DA SAÚDE AMBIENTAL E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE EM AMBIENTE MARINHO E FLUVIAL: ÊNFASE NOS EFEITOS DA APLICAÇÃO DE TINTAS VENENOSAS EM EMBARCAÇÕES NÁUTICAS

Fagner Evangelista Severo  
Maria Cristina Pereira Matos  
Tânia Cristina dos Santos Guedes Pinto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104102>

### **CAPÍTULO 3..... 30**

SALINITY ASSESSMENT IN THE GERMINATION OF *LAGUNCULARIA RACEMOSA* (L.) C. F. GAERTN. FOR SELECTING MANGROVE RESTORING SITES

Jacyara Nascimento Corrêa  
James Werllen de J. Azevedo  
Alexandre Oliveira  
Flávia Rebelo Mochel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104103>

### **CAPÍTULO 4..... 45**

BIOMONITORAMENTO DO RIO CATOLÉ GRANDE, BA, POR MEIO DA AVALIAÇÃO DE DANOS GENÉTICOS NOS ERITRÓCITOS DE *HOPLIAS MALABARICUS* (BLOCH, 1794) (CHARACIFORMES, ERYTHRINIDAE)

Hellen Karoline Brito da Rocha  
Cláudia Maria Reis Raposo Maciel  
Alaor Maciel Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104104>

### **CAPÍTULO 5..... 55**

GAMETOGÊNESE E REPRODUÇÃO DO INVASOR *Auchenipterus osteomystax* (AUCHENIPTERIDAE, SILURIFORMES) NA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO ALTO RIO PARANÁ, BRASIL

Claudenice Dei Tos  
Herick Soares de Santana  
Arthur Henrique de Sousa Antunes  
Ana Luiza Faria Bernardes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104105>

**CAPÍTULO 6..... 72**

**INFLUÊNCIA DA ESTAÇÃO REPRODUTIVA SOBRE A QUALIDADE SEMINAL DE TAMBAQUI E DE PIRAPITINGA**

Mônica Aline Parente Melo Maciel  
Carminda Sandra Brito Salmito Vanderley  
Jordana Sampaio Leite  
Felipe Silva Maciel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104106>

**CAPÍTULO 7..... 84**

**ISOLAMENTO DE FUNGOS FILAMENTOSOS DE SOLOS DA UFAM E ESTERCO BOVINO NO KM 12 BR 174, MANAUS-AM**

Ana Eduarda de Aquino Veiga  
Thalita Victoria Vieira Oliveira  
João Raimundo Silva de Souza  
Maria Ivone Lopes da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104107>

**CAPÍTULO 8..... 94**

**OCORRÊNCIA DO FUNGO *SPOROTHRIX* SPP. NAS GARRAS DOS MEMBROS ANTERIORES DE ANIMAIS SELVAGENS**

Flora Nogueira Matos  
Sandra de Moraes Gimenes Bosco  
Giselle Souza da Paz  
Alana Lucena Oliveira  
Arthur Carlos da Trindade  
Luna Scarpari Rolim  
Lorena Ortega Silvestre  
Carlos Roberto Teixeira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104108>

**CAPÍTULO 9..... 105**

**CRANIADOS SILVESTRES ATROPELADOS NA ERS 122 (Km 9 A Km 20), SÃO SEBASTIÃO DO CAÍ, RS, BRASIL**

Karina Seidel Gervasoni  
Marcelo Pereira de Barros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104109>

**CAPÍTULO 10..... 120**

**O MÉTODO RAPELD NA PADRONIZAÇÃO DE AMOSTRAGENS PARA ESTUDOS DE ECOLOGIA DE MOLUSCOS TERRESTRES**

Jaqueline Lopes de Oliveira  
Mariana Castro de Vasconcelos  
Sonia Barbosa dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041010>

**CAPÍTULO 11..... 135**

**TENDÊNCIAS DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA SOBRE A PLANTA *ANREDERA CORDIFOLIA***

Elisa Vanessa Heisler  
Fernanda Trombini  
Ivana Beatrice Mânica da Cruz  
Marcio Rossato Badke  
Juliano Perottoni  
Nathália Cardoso de Afonso Bonotto  
Thamara G. Flores  
Neida Luiza Kaspary Pellenz  
Jacqueline da Costa Escobar Piccoli  
Fernanda Barbisan  
Maria Denise Schimith

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041011>

**CAPÍTULO 12..... 148**

**PINHEIROS INVASORES NO CERRADO: ESTRUTURA DAS POPULAÇÕES E SUGESTÃO DE MANEJO USANDO O MODELO MATRICIAL**

Emilia Pinto Braga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041012>

**CAPÍTULO 13..... 159**

**IMPACTOS DO USO DE ESPÉCIES EXÓTICAS NA ARBORIZAÇÃO DE VIAS PÚBLICAS: A PERCEPÇÃO DOS MORADORES ACERCA DO NIM-INDIANO (*Azadirachta indica* A. Juss.)**

Antonia Rosizelia Martins Sampaio  
Dan Vitor Vieira Braga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041013>

**CAPÍTULO 14..... 171**

**MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA PRODUÇÃO DE CANUDOS**

Leticia de Oliveira Maia  
Victor Dédalo Di Próspero Gonçalves  
Karolini Buoro Araújo  
Ana Gabrielle Rodrigues Pereira  
Eliana Setsuko Kamimura

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041014>

**CAPÍTULO 15..... 185**

**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA COM ALUNOS DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS**

Heric Maicon Almeida Mota  
Janice Henriques da Silva Amaral  
Elisângela Martins dos Santos  
Iasmin Rabelo Queiroz  
Eduarda Maria Silva de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041015>

<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>200</b>
<b>EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE INVESTIGATIVA SOBRE FORMIGAS COM ELABORAÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS</b>	
Francielle da Silva Mateus Costa	
Angela Maria Muniz Gonçalves	
Ilio Fealho de Carvalho	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041016">https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041016</a>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>210</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>211</b>

# CAPÍTULO 1

## ANÁLISE DA DINÂMICA SEDIMENTAR ESPAÇO-TEMPORAL DOS ESTUÁRIOS DO IPOJUÇÁ E MEREPE (PE) COM BASE NOS COMPONENTES DA FRAÇÃO ARENOSA (0,25MM E 0,50MM)

*Data de aceite: 21/09/2021*

*Data de submissão: 06/07/2021*

### **Thamiris Tárçila Veiga**

Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE  
ID Lattes: 9139628120762741

### **Roberto Lima Barcellos**

Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE  
ID Lattes: 1440986556375674

### **Luciana Dantas dos Santos**

Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE  
ID Lattes: 8805511945101477

**RESUMO:** O presente trabalho objetiva compreender, por meio da análise dos componentes da fração arenosa, as variações espaço-temporais que regem a dinâmica sedimentar do sistema estuarino-lagunar dos rios Ipojuca e Merepe (PE). Foram coletados um testemunho e 50 amostras superficiais ao longo do sistema estuarino, durante as estações seca e chuvosa, nos anos de 2016 e 2017. Sedimentos das frações granulométricas 1 $\phi$  (Areia grossa) e 2 $\phi$  (Areia média) foram observados em lupa binocular, na qual foram identificados os componentes sedimentares e as características morfométricas dos grãos minerais. Foi aplicado também o índice de biogênicos marinhos (BM). O testemunho é composto em sua maioria por

fragmentos de vegetais e rochas, com poucos grãos de quartzo e de carapaças carbonáticas. Por outro lado, amostras dos sedimentos superficiais são compostas principalmente por grãos quartzosos, com poucos fragmentos de rochas, de vegetais e de carapaças. Apenas alguns pontos apresentam sedimentos carbonáticos em sua composição, indicando a predominância de sedimentos litoclásticos. A distribuição dos grãos de origem marinha e continental não apresentou diferenças significativas entre as estações seca e chuvosa. O índice de biogênicos marinhos aplicado revelou valores negativos em quase todas as amostras observadas, evidenciando maior influência de fontes continentais, o que está diretamente relacionado ao fato dos estuários dos rios Ipojuca e Merepe estarem localizados no centro de uma área com extensa cobertura de manguezais e influência marinha restrita. Quanto à forma e textura dos grãos minerais, prevaleceram partículas com textura brilhante, alta esfericidade e arestas subangulosas à angulosas, típicos de transporte pelo aporte fluvial e retrabalhamento subaquoso estuarino atual. No estudo temporal do testemunho, foram observadas oscilações periódicas na composição dos sedimentos, sendo a presença de grãos de origem marinha inversamente proporcional aos fragmentos continentais, indicando uma possível associação entre tais flutuações e períodos de fortes chuvas ou variações no nível do mar.

**PALAVRAS - CHAVE:** Estuário; Fração arenosa; Sedimentos; Sazonalidade; Ipojuca.

## ANALISYS OF SPATIO-TEMPORAL SEDIMENTARY DYNAMICS OF IPOJUCA-MEREPE ESTUARIES BASED ON SANDY FRACTION COMPONENTS (0,25MM AND 0,50MM)

**ABSTRACT:** This article aims to understand the spatiotemporal variations that governs the sedimentary dynamics in the estuarine-lagoon system, in the estuaries of Ipojuca and Merepe rivers (PE), by means of the analysis of the sand fraction components. One core and 50 surface samples were collected in the estuarine system, during the dry and the rainy season, in the years 2016 and 2017. The grain-size fractions of  $1\phi$  (Coarse Sand) and  $2\phi$  (Medium Sand) were analyzed under a binocular magnifier, identifying the sediment components and their morphometric characteristics. The marine biogenic (BM) index was also applied. The core is mainly composed of plant and rock fragments, with few quartz minerals and carbonate shells. In contrast, samples from the surface sediments contain mostly quartz, with few rocks, vegetation, and shell fragments. Only some locations have presented carbonate sediments in their composition, indicating the prevalence of lithogenic sediments. The distribution of marine and continental sediments did not show significant differences between the dry and rainy seasons. The marine biogenic index revealed negative values in most samples, showing the greater influence of continental sources, which is directly related to the Ipojuca and Merepe rivers estuaries being in the center of an area with extensive mangrove cover and restricted marine influence. The form and texture of the grains exhibited minerals with a polished texture, high sphericity, and sub-angular to angular edges prevalence. In the core were observed temporal oscillations in sediment composition, with the presence of biogenic sediments being inversely proportional to continental fragments. Thus, indicating a possible association between such fluctuations and the periods of heavy rainfall or variations in the sea level.

**KEYWORDS:** Estuary; Sandy Fraction; Sediments; Seasonality; Ipojuca.

### 1 | INTRODUÇÃO

Estuários são ambientes costeiros de transição amplamente variados e de definição complexa. Segundo DYER (1995), podem ser definidos como corpos d'água semi-fechados, diretamente ligados ao oceano, que percorrem o rio até o limite máximo de influência da maré, onde a água do mar é parcialmente diluída pela água doce que vem do continente. Esses ambientes são formados quando há ocorrência de um processo de elevação relativa do nível do mar (transgressão marinha), levando à inundação de um vale de rio pela água do mar e a conseqüente mistura de águas doce e salgada (NICHOLS, 2009). Em grande parte desses estuários a hidrodinâmica é regida por processos de mistura que são gerados pela oscilação das marés e das descargas fluviais, o que ocasiona grande variabilidade temporal nos campos de velocidade e salinidade (FONTES, MIRANDA, & ANDUTTA, 2014). Devido a tais processos hidrodinâmicos, o estuário é alimentado por sedimentos contrastantes marinhos e continentais, que são trazidos pelo rio ou vindos da plataforma continental adjacente através do movimento das marés (DALRYMPLE, ZAITLIN, & RON BOYD, 1992). Algumas mudanças físicas no ambiente, decorrentes de

processos de erosão, sedimentação e transporte de sedimentos, podem causar alterações na dinâmica local por contribuírem na modificação da batimetria e da morfologia em suas margens, afetando os padrões das correntes locais e, conseqüentemente, o deslocamento e a distribuição das partículas sedimentares (FONTES et al., 2014).

Grãos presentes em ambientes de sedimentação marinhos são compostos em sua maioria por material detrítico vindo do continente (sedimentos terrígenos) e por sedimentos formados no próprio ambiente marinho (sedimentos biogênicos). Sedimentos terrígenos são gerados principalmente a partir do intemperismo de rochas continentais, o qual forma partículas sedimentares que são carregadas por correntes de água que fluem em direção ao oceano, enquanto sedimentos biogênicos são originados a partir de substâncias extraídas da água do mar, através de processos químicos, físicos e biológicos (TUREKIAN, 1996). Sedimentos terrígenos são encontrados de duas formas nos depósitos sedimentares, em forma inorgânica, tais como partículas de minerais e fragmentos de rocha, e de forma orgânica, como micro-raízes, folhas, sementes e outras partículas vegetais. Já os sedimentos de origem marinha (autóctones) são compostos por partículas bioquímicas, em geral provenientes de estruturas carbonáticas excretadas por organismos marinhos, e por partículas autigênicas, geradas a partir de reações químicas entre a água do mar e determinados compostos minerais presentes no ambiente (BAPTISTA NETO et al. 2004).

A composição e as características dos sedimentos que são depositados refletem diretamente as condições as quais o ambiente está submetido. O tamanho dos grãos, por exemplo, está diretamente relacionado à energia do agente transportador e devido à variedade de processos que os grãos podem sofrer. Assim, a análise desses sedimentos permite a identificação e caracterização dos diferentes ambientes deposicionais (DAVIS, 2004).

O objetivo desse trabalho, portanto, visa compreender por meio da análise dos componentes da fração arenosa, as variações espaço-temporais que regem a dinâmica sedimentar do sistema estuarino-lagunar dos rios Ipojuca e Merepe (PE). Os resultados obtidos também poderão contribuir ou auxiliar futuros estudos de dinâmica sedimentar e caracterização ambiental realizados na área.

## 1.1 Área de estudo

O sistema estuarino-lagunar dos rios Ipojuca e Merepe está localizado a cerca de 40km da capital Recife (figura 1) e apresenta características climáticas típicas de regiões tropicais costeiras, com duas estações bem definidas, uma seca (de setembro a fevereiro), com precipitação média mensal de 70 mm e uma chuvosa (de março a agosto), com precipitação média mensal de 250 mm (LINS, 2002).

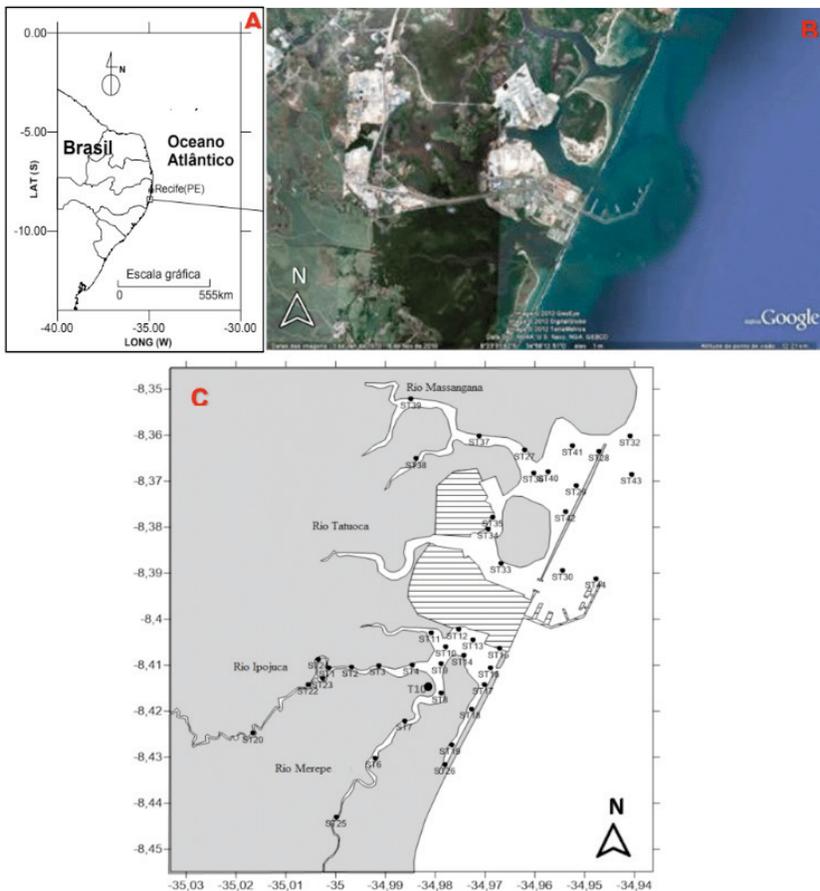


Figura 1. Localização do Sistema costeiro de Suape, mostrando a distribuição das estações de coleta de sedimentos superficiais e do testemunho (T10) no sistema estuarino-lagunar dos rios Ipojuca e Merepe.

O baixo estuário do Ipojuca é um sistema bastante raso (< 4,5m) e heterogêneo, classificado como tipo 1, segundo a classificação de Hansen & Rattray (1966), no qual a temperatura e a salinidade variam sazonalmente em resposta às flutuações no aporte de água doce e à amplitude de maré. O estuário apresenta também um campo de temperatura um pouco mais elevado devido à baixa profundidade, porém relativamente homogêneo ao longo do sistema e estável nos ciclos de marés (LINS, 2002). Quanto à fauna local, são encontrados diversos filos, principalmente de zooplâncton e zoobentos, como é mostrado, por exemplo, em NEUMANN-LEITÃO (1996) que encontrou 66 táxons de zooplâncton do estuário do Ipojuca, incluindo os Filos Rotifera e Foraminifera.

O Complexo industrial do Porto de Suape (CIPS) é um dos mais importantes portos do Brasil e o principal da Região Nordeste (BARCELLOS & SANTOS, 2018). Ele está localizado 40km ao sul da cidade de Recife e se estende da foz do rio Ipojuca até o rio

Massangana, cobrindo uma área de 3.232,58 ha, entre os municípios de Ipojuca e Cabo de Santo Agostinho (OLIVEIRA et al., 2020).

O rio Merepe é um rio costeiro, paralelo à costa, que possui aproximadamente 18km extensão desde sua nascente até a desembocadura (MIRANDA, 2019). O rio Ipojuca, por outro lado, nasce na cidade de Arcoverde, no interior do estado de Pernambuco, e se estende por cerca 250 km, percorrendo 25 municípios e cobrindo uma área de 3435 km<sup>2</sup> até chegar à costa (LINS & MEDEIROS, 2018). As águas dos rios Ipojuca e Merepe se encontram no limite sul do Complexo industrial do Porto de Suape, onde estão submetidos a impactos ambientais de diferentes fontes relacionadas ao Porto e ao transporte fluvial, resultando na aquisição de grande quantidade de contaminantes (SANTOS et al. 2019).

O sistema estuarino de Suape está submetido a um regime de mesomares semidiurnas (SCHETTINI et al. 2016), as quais atingem altura média por volta de 2m durante a sizígia e 0,7m durante a quadratura (PORTO DE SUAPE, 2020). O regime de marés, associado aos solos orgânicos da área influenciam diretamente na diversidade das florestas de mangues que cercam o sistema estuarino, essas comunidades, por sua vez, também são responsáveis por uma variedade de serviços ambientais, como estabilização do solo e fornecimento de habitats para a fauna local (PASSOS et al. 2021).

A geologia da área é caracterizada por rochas do embasamento cristalino, formados por granitóides, aflorantes e sedimentos meso-cenozóicos da Bacia de Pernambuco, a região também é composta basicamente por sedimentos quaternários, sedimentos de praia, recifes de arenito e predominantemente por sedimentos de mangue (CPRH, 2014). O baixo estuário do Ipojuca também demonstra uma tendência à estratificação no sentido lateral, onde possui alta concentração de silte e argila de origem fluvial que se misturam com areias mais finas na parte central e com areias médias em direção ao norte, até enfim se misturarem com cascalhos calcários (Neumann et al., 1998). No geral os sedimentos variam bastante ao longo do sistema estuarino, mas os grãos arenosos são predominantes, ainda que, em sua maioria, pobremente selecionados (SANTOS et al. 2019). Trabalhos anteriores especificamente sobre a análise da fração arenosa na área estão restritos a Barcellos et al. (2018) e Barcellos et al. (2019), realizados na porção norte do sistema estuarino adjacente ao Porto de Suape, na Baía de Suape e Estuários do Massangana.

Impactos ambientais são observados na área estuarina e manguezais locais associados ao incremento das atividades urbano-portuárias, tal qual observado nos trabalhos de Oliveira et al. (2020), Oliveira et al. (2021) e Passos et al. (2021), que indicaram enriquecimento de metais (Ga, Pb, V e Zn) e nutrientes em sedimentos de subsuperfície, principalmente nos últimos 40 anos.

## 2 | MÉTODOS

### 2.1 Etapa de Campo

Foram realizados 2 cruzeiros oceanográficos, em setembro de 2016 (final da estação chuvosa) e março de 2017 (final da estação seca), nos quais foram coletadas, por meio de um amostrador de mandíbulas, 50 amostras de sedimentos superficiais em pontos obtidos, por um GPS (*Garmin Etrex-20*), distribuídos ao longo dos estuários dos rios Ipojuca e Merepe, durante o desenvolvimento do projeto FACEPE “*Suape-Geosub*” (APQ-0260-1.08/15). Em dezembro de 2017 (estação seca), foi realizada uma nova amostragem no baixo estuário do rio Merepe (8°24'59,4" 34°58'52,7") (Figura 1), onde foi coletado também um testemunho de sondagem com 2,08m de recuperação, utilizando um tubo de PVC por meio da técnica de “*push-core*”.

### 2.2 Etapa de laboratório

Em laboratório, o perfil sedimentar coletado foi fracionado verticalmente em porções de 2 cm, gerando 104 amostras. Entre os sedimentos superficiais foram selecionados os 13 pontos (ST2, ST4, ST6, ST8, ST9, ST10, ST13, ST16, ST17, ST19, ST20, ST23, ST25) que melhor representavam o sistema estuarino estudado, para a realização das análises da fração arenosa. Todos os sedimentos foram secos em estufa a 50°C e uma alíquota de 5 gramas foi retirada de cada amostra e separada. A análise dos sedimentos da fração arenosa seguiu a metodologia proposta por Shepard & Moore (1954), modificada por MAHIQUES (1987).

Todas as amostras foram peneiradas separadamente de acordo com as técnicas de peneiramento e pipetagem descritas em SUGUIO (1973) e os sedimentos de tamanho areia grossa (1Ø) e areia média (2Ø) retidos nas peneiras de malha 0,707-0,500mm e 0,350-0,250mm, respectivamente, foram separados e levados para análise em lupa binocular. As porções de 1Ø e 2Ø de cada amostra foram observadas com foco na identificação dos componentes sedimentares e de suas características morfoscópias. Após o reconhecimento geral de cada amostra, foram selecionados aleatoriamente cerca de 300 grãos de sedimentos para a identificação dos seus componentes, a partir de modificação proposta por HUBERT (1971).

Os sedimentos de quartzo e de outros minerais presentes nas amostras foram submetidos a análise morfoscópica (Krumbein, 1941), na qual foram observadas as características externas dos grãos, como o grau de arredondamento, nível de esfericidade e textura superficial. Tais informações fornecem complemento para as análises, pois auxiliam na determinação dos tipos de transporte e processos sofridos pelos sedimentos, bem como seus prováveis agentes deposicionais.

## 2.3 Tratamento dos dados

Os grãos identificados foram divididos em grupos, de acordo com as principais classes observadas (fragmentos de rochas, quartzo, fragmentos vegetais, fragmentos carbonáticos).

Após as contagens, foi aplicado o índice de biogênicos marinhos (BM) proposto por MAHIQUES et al. (1998), que avalia estatisticamente a influência marinha ou continental na sedimentação local a partir da diferença entre as frequências relativas dos constituintes biogênicos marinhos e dos constituintes terrígenos. Os valores variam de -1 a +1, sendo as amostras com valores mais próximos de -1 aquelas com maior influência continental na composição dos sedimentos e as amostras com valores próximos de +1 aquelas com maior influência marinha. Amostras com BM igual a zero ou valores muito próximos a ele, indicam de uma influência equilibrada no aporte de sedimentos de ambas as fontes.

## 3 | RESULTADOS

### 3.1 Variações espaciais sazonais na composição da fração arenosa:

Os principais grupos de sedimentos superficiais observados para as frações de areia grossa e areia média, coletados na estação chuvosa (Set-16), estão representados nas figuras 2 e 3.



Figura 2. Gráfico com porcentagem de cada grupo de componentes observados nas amostras da estação chuvosa da fração de 1 phi (areia grossa: 0,50mm) analisadas em



Figura 3. Gráfico com porcentagem de cada grupo de componentes observados nas amostras da estação chuvosa da fração de 2

As amostras superficiais apresentaram predominância de grãos terrígenos quartzosos, com menor ocorrência de fragmentos de rochas e de vegetais em ambos os períodos do ano analisados. Foram encontrados fragmentos de estruturas carbonáticas oriundas de organismos marinhos, como espículas de ouriço e fragmentos de conchas de moluscos,

além de quantidades significativas de carapaças de foraminíferos e algumas estruturas silicosas, como espículas de esponjas. Sedimentos antropogênicos, representados por pedaços de linha de pesca e microplásticos, também foram encontrados em parte das amostras, porém em quantidades inferiores a 1% da composição total dos sedimentos, portanto foram somados a outros fragmentos de origem continental encontrados em menor quantidade e descritos nos gráficos como “outros terrígenos”.

Como pode ser observado, há predomínio de grãos de quartzo em grande parte das amostras, e secundariamente há ocorrência de fragmentos de rochas e de fragmentos carbonáticos. Os pontos 13, 16, 17 e 19 apresentaram maior quantidade de grãos de origem marinha, em comparação com as outras amostras. Neste ponto, portanto, a Baía do Ipojuca encontra-se submetida à maior influência marinha no que diz respeito ao aporte e produção de sedimentos biogênicos para o sistema. Isso ocorre devido à sua conexão direta com o oceano, mesmo que limitada pela barreira de beachrocks, o que propicia essa maior sedimentação de origem biogênica marinha observada para área da desembocadura da baía (Sts 16 e 17) e, também para a laguna de Muro Alto (St 19). Por outro lado, os pontos 8, 9 (baixo estuário do Merepe) e 23 (alto estuário do Ipojuca) se destacam por exibirem porções de fragmentos rochosos e de vegetais dominando as amostras, denotando essa forte influência continental.

As amostras coletadas na estação seca (Mar-17) apresentaram valores percentuais similares aos da estação chuvosa, porém com a quantidade de fragmentos rochosos reduzida, devido ao menor aporte fluvial ocasionado pela baixa quantidade de chuvas. Com a diminuição desse aporte há também o domínio de grãos quartzosos em alguns pontos, como é demonstrado nos gráficos das figuras 4 e 5.



Figura 4. Gráfico com porcentagem de cada grupo de componentes observados nas amostras da estação seca da fração 1 phi (areia grossa) analisadas em lupa.

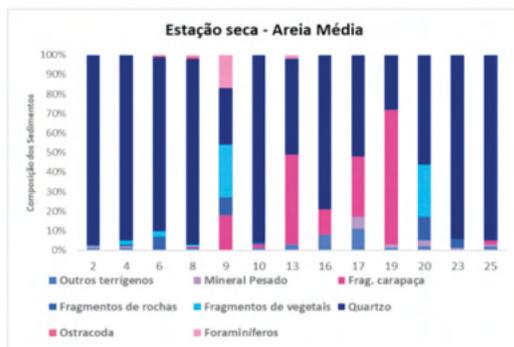


Figura 5. Gráfico com porcentagem de cada grupo de componentes observados nas amostras da estação seca da fração 2 phi (areia média) analisadas em lupa.

Houve uma clara redução de fragmentos rochosos nas amostras durante a estação seca. A estação 8, composta predominantemente pela mistura desses sedimentos com fragmentos de vegetais passou a ser constituída quase unicamente por quartzo durante o período de estiagem. A situação inversa ocorreu no ponto 20, no qual houve predomínio de grãos quartzosos durante a estação chuvosa e aumento de fragmentos de vegetais e de rochas durante a estação seca. O que é coerente com a localização desta amostra que foi coletada no limite superior do alto estuário do rio Ipojuca, indicando que a influência terrígena ficaria limitada a esta porção do sistema nesta época do ano, devido ao baixo aporte fluvial (Lins e Medeiros, 2018) e, conseqüentemente, de sedimentos para o período. As demais estações de coleta apresentaram composição em proporções semelhantes nos dois períodos analisados.

### **3.2 Variações temporais na composição da fração arenosa:**

Quanto às amostras do perfil sedimentar do testemunho T-10, há predominância de sedimentos de origem vegetal e de fragmentos de rochas nos sedimentos de até cerca de 1 metro de profundidade. A partir desse ponto verifica-se um aumento súbito de grãos minerais, principalmente grãos de quartzo, que se tornam os componentes principais do sedimento em amostras do meio até a base do testemunho. Outros tipos de sedimentos, como fragmentos de conchas, carapaças, foraminíferos, espículas, espinhos, microplásticos, entre outros, também foram observados em sedimentos do testemunho, porém em quantidades relativamente baixas, quando comparados aos demais componentes. Variações periódicas no aporte de fragmentos rochosos foram observadas até a metade superior do perfil sedimentar, as amostras de profundidades maiores que 1 metro apresentaram redução gradativa no número de fragmentos rochosos e de fragmentos vegetais, até quase desaparecem por completo entre os sedimentos mais próximos da base.

### **3.3 Índice de Biogênicos Marinhos:**

O cálculo do índice de biogênicos marinhos, tanto em amostras do testemunho quanto em amostras superficiais, apresentou maior quantidade de números negativos e próximos de -1, indicando que o local sofre maior influência do aporte de sedimentos terrígenos, entre eles minerais (principalmente de quartzo), fragmentos de rochas, fragmentos de vegetais, sedimentos antropogênicos e alguns fragmentos de metais que foram observados em algumas amostras.

Entre as amostras superficiais, o ponto 19 foi o único a obter um valor positivo no índice de biogênicos marinhos, sendo este igual a 0,36 e 0,38 nas frações de areia média e 0,00 e 0,40 nas frações de areia grossa, para as estações chuvosa e seca, respectivamente. Os demais pontos têm seus valores mostrados nas figuras 6 e 7.

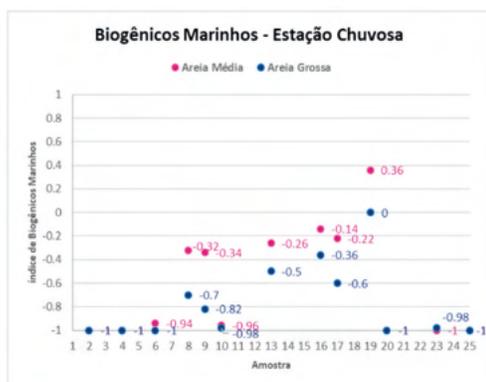


Figura 6. Gráfico do Índice de biogênicos marinhos para as amostras superficiais de tamanho 1 phi e 2 phi coletadas durante a estação seca.

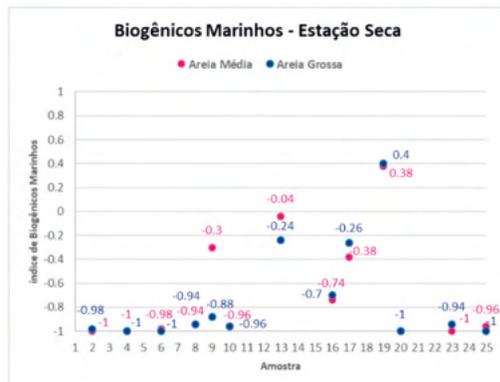


Figura 7. Gráfico do Índice de biogênicos marinhos para as amostras superficiais de tamanho 1 phi e 2 phi coletadas durante a estação chuvosa.

Os sedimentos do testemunho são compostos, em sua maioria, por grãos de origem continental, principalmente por vegetais e minerais de quartzo. O índice de biogênicos marinhos aplicado (figura 8) evidenciou a baixa quantidade de amostras com valores positivos ou próximos de zero, sendo estas apenas amostras mais próximas do topo, que apresentaram muitas carapaças de foraminíferos. O maior valor do índice BM (0,22) observado foi na fração de areia média, na amostra 3 (porção de 4 a 6 cm de profundidade), que continha muitas carapaças de ostracodes, um organismo marinho. Outros valores positivos foram observados nas amostras entre 60 cm e 70 cm de profundidade que também apresentaram alta quantidade de carapaças de foraminíferos e de outros fragmentos carbonáticos, influenciando positivamente o índice BM calculado.

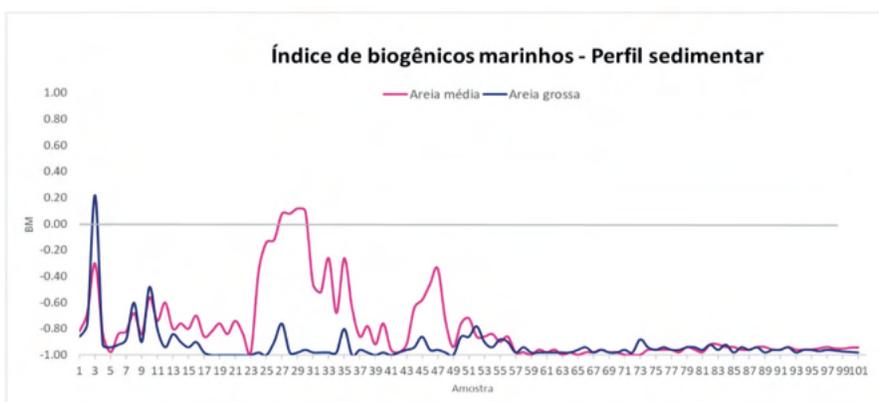


Figura 8. Gráfico do Índice de biogênicos marinhos para as amostras das frações de 1 phi e 2 phi do testemunho.

Obs.: Cada amostra descrita no eixo horizontal do gráfico representa uma porção de 2 cm do perfil amostrado, sendo a amostra 1 equivalente aos sedimentos de 0 a 2 cm e a amostra 101 equivalente aos sedimentos de 206 a 208 cm.

### 3.4 Morfometria

As características morfométricas dos grãos minerais de todas as amostras analisadas são semelhantes entre si e, no geral, apresentam sedimentos com textura polida, baixo grau de arredondamento e alto nível de esfericidade. Em resumo, o arredondamento dos grãos variou de angulosos a subarredondados, com poucos minerais apresentando arestas bem arredondadas, já a esfericidade observada foi em grande parte alta e poucos grãos exibiram maior excentricidade. Por fim, quanto à textura dos grãos, todos os minerais quartzosos apresentaram superfície bem polida ou levemente fosca.

As amostras do testemunho sedimentar apresentam sedimentos de tamanho 2  $\phi$  (areia média) com maior quantidade de grãos subangulosos, alta esfericidade e textura polida. Enquanto as amostras de tamanho 1  $\phi$  (areia grossa) apresentam grãos subarredondados, alta esfericidade e textura em geral polida, porém com alguns grãos de textura superficial levemente fosca. Não foi identificado nenhum padrão de características morfométricas relacionado às diferentes profundidades das amostras do perfil sedimentar.

Os sedimentos superficiais, tanto da estação seca quanto da estação chuvosa, exibem tendência a ter grãos com arestas angulosas a subangulosas na fração de areia média e arestas subangulosas a subarredondadas na fração de areia grossa. Foi observada esfericidade predominantemente alta para as frações de areia média e grossa em ambas as estações. A textura superficial dos grãos se apresentou polida nos grãos de tamanho 2  $\phi$ , porém no tamanho 1  $\phi$  algumas amostras apresentam minerais com textura levemente fosca.

## 4 | DISCUSSÃO

### 4.1 Variações espaciais sazonais na dinâmica sedimentar:

Sedimentos de camadas superficiais refletem as condições atuais do ambiente no qual estão inseridos, podendo sofrer fortes variações em diferentes estações do ano, por exemplo. Portanto o teor composicional encontrado em amostras superficiais está diretamente relacionado aos padrões de entrada da maré no sistema estuarino e às chuvas, que influenciam no fluxo de água dos rios e na lixiviação de rochas emersas, proporcionando maior aporte de sedimentos continentais para regiões oceânicas costeiras (BAPTISTA NETO et al. 2004).

Os fragmentos carbonáticos encontrados nas amostras de tamanho 2  $\phi$  (areia média) consistem principalmente em carapaças de foraminíferos, enquanto amostras com grãos de tamanho 1  $\phi$  (areia grossa) são compostas majoritariamente por fragmentos de conchas e esqueletos carbonáticos. As carapaças de foraminíferos observadas não exibem danos em sua estrutura e, por se tratar de organismos pequenos, ficaram retidas apenas na peneira de malha com menor abertura (250mm). Os demais fragmentos carbonáticos

pertenciam, em geral, a organismos maiores, como moluscos bivalves, por exemplo. Ao contrário das carapaças de foraminíferos que são originalmente pequenas, as estruturas carbonáticas maiores demandam tempo e energia para serem fragmentadas em partículas finas. É esperado, portanto que tais sedimentos sejam encontrados com maior abundância em classes granulométricas maiores, tal qual observado para a baía de Suape, na porção norte do sistema Barcellos et al. (2018) e no Canal de São Sebastião (SP) por Barcellos e Furtado (2001).

Entre as amostras superficiais, o maior volume de sedimentos biogênicos foi encontrado no ponto localizado na laguna de Muro Alto (St 19), onde não há ligação direta com os rios, facilitando o transporte de material carbonático trazido perenemente da plataforma continental pelas ondas durante as marés cheias. Também foi observada grande quantidade de sedimentos biogênicos na estação 13, localizada próxima à TermoPE (termelétrica) e à desembocadura do estuário na baía do Ipojuca, onde há contato direto com o mar e, conseqüentemente, maior abundância de grãos de origem marinha que são transportados diariamente pelos fluxos de maré.

Todo o sistema estuarino dos rios Ipojuca e Merepe é circundado por áreas de manguezal, proporcionando acúmulo de partículas vegetais em algumas áreas, como foi observado na composição de amostras superficiais, que também continham grande quantidade de partículas rochosas, relacionadas à presença nas proximidades da Suíte Granítica do Cabo (Oliveira et al., 2020). De acordo com BAPTISTA NETO et al. (2004) e TUREKIAN (1996) fragmentos de rochas muitas vezes são gerados por consequência do intemperismo mecânico que desintegra porções e partículas contendo todos os minerais e características da rocha original, esses fragmentos por sua vez são carregados por fluxos d'água em direção ao oceano, juntamente à grãos de minerais puros e lá são retrabalhados pelas ondas. Porém, se não houver energia suficiente no ambiente para continuar transportando esses sedimentos para o oceano, eles podem acabar temporariamente retidos nas regiões estuarinas, por isso, em alguns casos, coletas sedimentares apresentam amostras com grande número de fragmentos rochosos em sua composição.

O índice de Biogênicos Marinhos (BM) aplicado nas amostras superficiais maior tendência à valores negativos e muito próximos de -1 em sedimentos coletados no final da estação chuvosa e valores ainda em maioria negativos, porém mais próximos de zero em sedimentos da estação seca, o que denotaria uma maior influência marinha para esta época.

O índice BM varia de -1 a +1, sendo os valores negativos indicativos de maior influência continental na região e valores positivos indicativos maior influência marinha (MAHIQUES et al., 1998). Segundo os resultados obtidos, todos os sedimentos analisados sofrem maior influência do aporte continental, com a única exceção no ponto 19, o qual está localizado dentro do ambiente da laguna de Muro Alto, a qual não sofre interferência direta do aporte fluvial.

Sedimentos continentais chegam ao oceano principalmente através dos rios, que por sua vez são abastecidos em grande parte através de fluxos d'água gerados pelas chuvas que carregam sedimentos provenientes da lixiviação da superfície de rochas e solos. Deste modo esperava-se que as amostras coletadas durante a estação chuvosa apresentassem a maior parcela de minerais e fragmentos de rochas, que são os principais componentes dos sedimentos de origem continental, entretanto os resultados mostraram a situação inversa, na qual a estação seca apresentou maior quantidade de componentes terrígenos.

As amostras da estação chuvosa foram coletadas em setembro de 2016, no final do período de chuvas, e as amostras da estação seca foram coletadas em março de 2017, no final do período de estiagem. Apesar das estações, no município de Ipojuca, onde está localizada a área de estudo, o volume de chuva acumulada para o mês de setembro de 2016 foi de 36 mm, enquanto para o mês de março de 2017 esse volume foi de 122,6 mm (APAC-PE), ou seja, a maior quantidade de chuvas na estação seca ficou refletida na composição dos sedimentos coletados nesse período, apresentando sedimentos biogênicos mais adentro do estuário no final do período chuvoso e mais retidos próximo à desembocadura no final do período estiagem.

Na figura 9 é ilustrada a representação das influências marinha e continental sobre a composição dos sedimentos, de acordo com os valores obtidos na aplicação do índice BM.

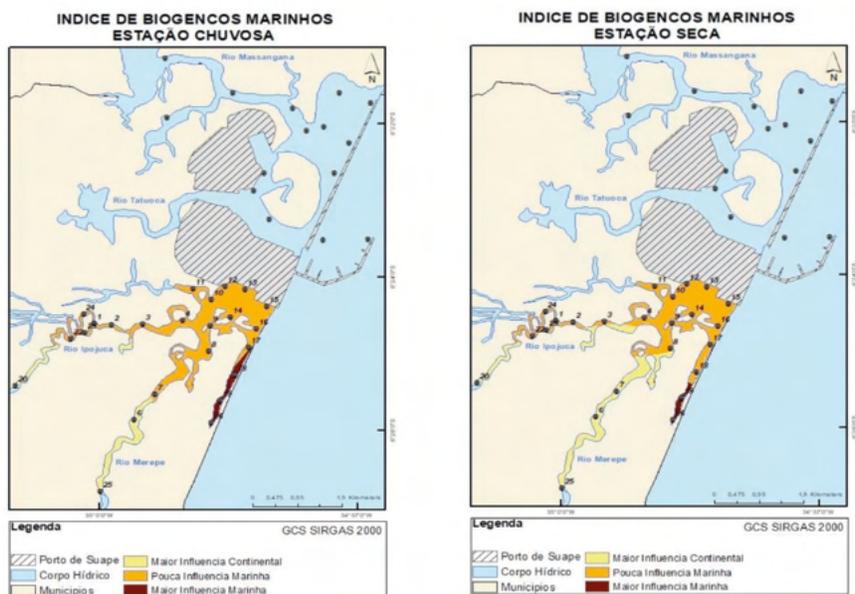


Figura 9. Mapa gerado a partir dos valores do índice de biogênicos marinhos aplicado às amostras superficiais de tamanho 2 phi (areia fina), mostrando a distribuição dos pontos de coleta e das influências marinha e continental sobre as regiões do sistema estuarino-lagunar dos rios Ipojuca e Merepe.

## 4.2 Variações temporais na sedimentação:

Como sedimentos de amostras superficiais refletem as características recentes do ambiente em que estão inseridos, o perfil sedimentar expõe, através de camadas, registros de condições ambientais pretéritas, cujo estudo pode auxiliar no entendimento da evolução da geologia e da dinâmica local (SUGUIO et al., 1985). A fração arenosa do testemunho analisado apresentou grande variação na composição das amostras em diferentes profundidades, o que está diretamente relacionado às diferentes características ambientais das épocas em que os sedimentos foram depositados.

As amostras da metade ao topo do testemunho (T-10) são compostas principalmente por fragmentos de rochas, vegetais e estruturas carbonáticas, com proporções alternadas ao longo do perfil. A abundância de fragmentos vegetais se dá pelo fato de o local estar cercado por manguezais, o que proporciona suprimento constante deste tipo de sedimento para a área. Já os fragmentos de rochas são trazidos pelo curso fluvial e sua variação entre as camadas do testemunho pode estar relacionado à ocorrência de períodos chuvosos, que favorecem o aporte desses grãos, intercalados por períodos secos. Em relação aos sedimentos carbonáticos, a quantidade elevada de grãos encontrados em algumas amostras é devida principalmente ao grande número de carapaças de foraminíferos presentes nos sedimentos de tamanho  $2\phi$  (areia média). Segundo NEUMANN-LEITÃO (1996) foraminíferos da família *Globorotaliidae* ocorrem no estuário do rio Ipojuca principalmente durante a época de chuva, com uma densidade de 12,57%, portanto o aumento desses organismos em parte das amostras também pode ser consequência da ocorrência de um período chuvoso no local.

Foi observado que até cerca da metade superior do testemunho existe uma mistura entre fragmentos carbonáticos, vegetais e grãos rochosos. O que estaria associado a condições ambientais mais estuarinas e lagunares, sob dinâmica mais restrita. Estas características até 1m de profundidade refletiriam um ambiente sedimentar similar ao atual, que é um baixio de intermarés areno-lamoso (Santos et al., 2019) adjacente à franja do mangue no baixo estuário do Merepe. De fato, Oliveira et al. (2020; 2021) e Passos et al. (2021) observaram o mesmo contato brusco entre areias na base do perfil e lamas-arenosas em direção ao topo, em 2 testemunhos coletados no estuário do rio Massangana na porção norte do sistema estuarino-lagunar de Suape-Ipojuca. Esses mesmos autores observaram taxas de sedimentação na casa de  $0,75 \text{ cm.ano}^{-1}$ , o que daria uma idade de cerca de 135 anos, em relação à formação e evolução do baixio sedimentar na área atual.

As camadas abaixo de 1 metro de profundidade do T-10 têm esses fragmentos carbonáticos, vegetais e grãos rochosos substituídos quase completamente por minerais quartzosos. O quartzo é um mineral resistente à degradação química e, embora possa ser fragmentado ou desgastado durante o transporte, pode permanecer intacto por longos períodos e distâncias (NICHOLS, 2009), por este motivo pode suportar mais facilmente

condições desfavoráveis à preservação de partículas mais frágeis, desta forma o aumento deste mineral nos sedimentos mais próximos à base do testemunho pode ser devido à sua maior resistência. Por outro lado, areias de ambientes marinhos rasos são geralmente dominadas por quartzo (NICHOLS, 2009), podendo indicar que esse local do T-10 já foi uma paleopraia ou paleolaguna, em uma época que o nível do mar estava mais alto que o atual. Isso corrobora o observado por Martins et al. (2020) para o rio Formoso (PE), localizado 60km a sul, com testemunhos indicando esta curva descendente do nível do mar nos últimos 3000 anos. A presença de sedimentos essencialmente arenosos do meio para base dos testemunhos de Oliveira et al. (2020; 2021) e Passos et al. (2021) são igualmente indicativos de um ambiente pretérito praiial/lagunar segundo os autores, similar aos sedimentos arenosos litoclásticos encontrados na Baía de Suape atualmente (Barcellos et al., 2018).

Por fim, a análise morfooscópica das amostras superficiais e do perfil sedimentar mostraram que os grãos de tamanho  $2\phi$  tendem a apresentar arestas angulosas e subangulosas, indicando que os sedimentos têm origem mais recente ou não foram suficientemente retrabalhados durante o transporte ao ponto em que suas arestas fossem suavizadas. E, também apresentam textura polida, típica de sedimentos que foram trabalhados em meio aquoso, pois, segundo CAILLEUX (1945), grãos de quartzo em ambientes marinhos costumam apresentar superfície polida. Os sedimentos maiores ( $1\phi$ ), assim como os grãos menores, também apresentam textura polida, porém com leve tendência a apresentar sedimentos um pouco mais foscos, já suas arestas variam entre subangulosas e subarredondadas, indício de que esses grãos foram trabalhados por um período de tempo maior ou, por serem mais pesados, sofreram um retrabalhamento mais intenso, modelando suas arestas.

## 5 | CONCLUSÕES

Sedimentos das amostras sazonais são compostas principalmente por grãos de quartzo em ambas as classes de tamanho analisadas, o que foi evidenciado pelo índice BM que apresentou valores negativos para grande maioria das amostras superficiais, indicando maior influência continental na sedimentação do ambiente estuarino-lagunar do Ipojuca-Merepe.

O testemunho apresenta maior variação entre os componentes nas amostras de até 1 metro de profundidade e predominância de grãos de quartzo em camadas mais profundas. O índice BM também apresentou valores em geral negativos para maioria das amostras do testemunho, excluindo-se apenas algumas amostras nas quais os fragmentos carbonáticos (carapaças de foraminíferos) aparecem em maior quantidade.

A análise morfooscópica evidenciou grãos variando de angulosos a subarredondados, sendo os grãos subangulosos predominantes entre sedimentos de areia fina e os grãos

subarredondados predominantes entre os sedimentos de areia média, devido a diferença nos seus respectivos tipos de transporte. Os grãos também apresentam alta esfericidade e textura superficial em geral polida, indicando retrabalhamento em meio aquoso, principalmente fluvial, mas também transicional estuarino.

Em resumo, observou-se uma variação tanto espacial sazonal quanto temporal dos parâmetros analisados. Há maior influência continental dos rios Ipojuca e Merepe na sedimentação de grãos terrígenos no período chuvoso e maior influência marinha no período seco, o que está relacionado diretamente à menor influência fluvial na área neste período. No caso da evolução temporal, os dados dos sedimentos subsuperficiais indicam um processo regressivo, com aumento da influência terrígena e condições de confinamento para o topo do testemunho. Já na base do testemunho a forte presença sedimentos arenosos quartzosos indica um ambiente praiar/lagunar que progressivamente vai dando lugar a condições mais abrigadas e de menor dinâmica sedimentar, evidenciadas pelo aumento de fragmentos vegetais, carbonatos e lamas que, por sua vez, são indicativos do ambiente sedimentar atual, um terraço de intermarés localizado em uma franja de mangue do baixo estuário do rio Merepe.

## REFERÊNCIAS

BAPTISTA NETO et. al. 2004. Introdução à Geologia Marinha. Editora Interciência. 279p.

BARCELLOS, R. L. et al. 2018. Análise dos componentes da fração arenosa como indicadores ambientais no sistema costeiro associado ao Complexo Industrial-Portuário de Suape (PE). *Parcerias estratégicas (impresso)*, v. 23, p. 169-188.

BARCELLOS, R. L.; SANTOS, L. D. 2018. Histórico de impactos ambientais e o Estado-da-Arte em Oceanografia no sistema estuarino-lagunar de Suape-Ipojuca (PE). *Parcerias estratégicas (impresso)*, v. 23, p. 155-168.

BARCELLOS, R. L. et al. 2019. Análise dos componentes da fração arenosa como indicadores ambientais no sistema costeiro associado ao Complexo Industrial Portuário de Suape (PE). *Parcerias Estratégicas*, 23(46), p.169-188.

BARCELLOS, R., & FURTADO, V. V. 2001. Caracterização dos componentes da fração arenosa (0,500 mm/0,250 mm) no Canal de São Sebastião (SP). *Pesquisas em Geociências*, 28(2), p. 35-51.

CAILLEUX, A. (1945). Distinction des galets marins et fluviaux. *Bulletin de La Société Géologique de France*, S5–XV(7–8), 375–404.

DALRYMPLE, R., ZAITLIN, B., & RON BOYD, R. (1992). Estuarine facies models: conceptual basis and stratigraphic implications. *Journal of Sedimentary Research* (Vol. 62).

DAVIS, R. & FITZGERALD, D. 2004. Beaches and Coasts. *Blackwell Science Ltd; 1 ed.* 419p.

- DYER, K. R. (1995). Sediment transport processes in estuaries. *Developments in Sedimentology*, 53(C), 423–449.
- FONTES, R., MIRANDA, L., & ANDUTTA, F. (2014). Estuarine Circulation. In *Encyclopedia of Earth Sciences Series* (p. 10). Hansen e Rattray
- HUBERT, J. F. 1971. Analysis of Heavy-mineral Assemblages. In: CARVER, R. E. (ed.). *Procedures in Sedimentary Petrology*. New York, *Wiley-Interscience*. p.453-478.
- KRUMBEIN, W. C. 1941. Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles. *Journal of Sedimentary Research*, 11.2 p. 64-72.
- LINS, P. L. M. (2002) Hidrologia e Hidrodinâmica do baixo estuário do rio Ipojuca, PE. 68 p. *Dissertação (Mestrado em Oceanografia)*. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- LINS, S. R. R. M.; MEDEIROS, Carmen. 2018. Propagação da maré Salina em um estuário tropical estrangulado, Ipojuca, NE-Brasil. *Tropical Oceanography*, 46.1, p. 70-91.
- MAHIQUES, M. M. de. 1987. Considerações sobre os Sedimentos de Superfície de Fundo da Baía da Ilha Grande, Estado do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico - USP, São Paulo, 139 p.
- MAHIQUES, M. M., TESSLER, M. G., & FURTADO, V. V. 1998. Characterization of energy gradient in enclosed bays of Ubatuba region, south-eastern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 47(4), p. 431–446.
- MARTINS, S. E. M. et al. 2020. Holocene vegetation changes according to sea-level and climate dynamics on tidal flats of the Formoso River estuary, northeastern Brazil. *Quaternary International*.
- MIRANDA, A. M. 2019. Condições ambientais do estuário do rio Merepe (Pernambuco/BR): biomassa fitoplânctonica e parâmetros hidrológicos. *Tese de mestrado*. Universidade Federal de Pernambuco.
- NEUMANN-LEITÃO, S. 1996. Variação diurna e sazonal do Zooplâncton no estuário do rio Ipojuca, PE (Brasil). *Trabalhos Oceanográficos*. 24:103-133.
- NICHOLS, G. 2009. *Sedimentology and Stratigraphy*. *Wiley-Blackwell; 2nd edition*. UK. 419p.
- OLIVEIRA, T. S. et al. 2020. Geochemical background indicators within a tropical estuarine system influenced by a port-industrial complex. *Marine Pollution Bulletin*, v. 161, 111794.
- OLIVEIRA, T. S. et al. 2021. Reconstructing the history of environmental impact in a tropical mangrove ecosystem: A case study from the Suape port-industrial complex, Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, v.44, 101747.
- PASSOS, T. et al. 2021. Mangrove carbon and nutrient accumulation shifts driven by rapid development in a tropical estuarine system, northeast Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, v.166, 112219.
- PORTO DE SUAPE, Porto de Suape. URL. 2020. Disponível em: <<http://www.suape.pe.gov.br>> Acesso em: 12 jun 2020.

SANTOS L. D. et al. 2019. Influence of the industrial port complex of Suape on Ipojuca estuarine surface sediments spatial distribution, seasonality and characteristics of organic matter. *Coastal Sediments 2019*. p. 1800-1807.

SCHETTINI, C. A.F. et al. 2016. A circulação do Estuário do Baixo Capibaribe (Brasil) e suas implicações para o transporte de escalares. *Jornal Brasileiro de Oceanografia*, v 64, n. 3, p. 263-276.

SHEPARD, F.P. & D. G. MOORE. 1954. Sedimentary Environments Differentiated by Coarse Fraction Analysis. *Bull. An. Assoc. Petrol. Geol.*, 38(8):1792-1802.

SUGUIO, Kentiro. et al. (1985). Flutuações do nível relativo do mar durante o quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista brasileira de Geociências*. 15(4): 273-286.

SUGUIO, Kenitiro. (2007). *Geologia sedimentar*. Edgard Blücher.

TUREKIAN, K. K. (1996). *Oceanos*. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda. 151p.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ambiente Marinho 10, 3, 19, 24

Aprendizagem Significativa 12, 185, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 195, 197, 198, 209

Arborização 12, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170

### B

Biodegradáveis 171, 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184

Biodiversidade 9, 10, 19, 20, 21, 24, 28, 43, 46, 48, 56, 85, 106, 112, 117, 120, 122, 123, 133, 134, 137, 138, 158, 165, 169, 176, 208, 210

Biologia Reprodutiva 74

Biomassa 17, 86, 181

Biomonitoramento 10, 45, 47, 52

### C

Canudos 12, 171, 175, 176, 177, 183

### D

Degradação ambiental 159

Diversidade 9, 5, 43, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 116, 123, 132, 134, 145, 146, 161, 167, 169, 170, 200, 202, 205, 206

### E

Ecologia de moluscos 11, 105, 120, 132

Ecossistemas Aquáticos 46, 47, 56

Educação Ambiental 13, 116, 161, 167, 169, 200, 201, 208, 210

Embarcações de madeira 19, 21, 27, 28

Ensino por investigação 196, 201, 207

Espécies Exóticas 12, 121, 159, 161, 163, 167, 168

Estação reprodutiva 11, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79

Estresse de salinidade 31

Estuário 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 43

### F

Fases reprodutivas 55, 57, 59, 62, 65, 66, 67, 68

Fauna silvestre 102, 105, 106, 116, 119

Fração arenosa 10, 1, 3, 5, 6, 7, 9, 14, 16

Fungos Filamentosos 11, 84, 85, 86

## **G**

Gametogênese 10, 55, 57, 70

Germinação de propágulos 31, 43

## **I**

Impactos ambientais 5, 16, 47, 160, 161, 168, 175

Insetos 55, 57, 111, 166, 202, 203, 205, 206

Interações Ecológicas 159, 161, 166, 168

Inventários 120, 121, 123, 132

## **M**

Mangue Branco 30, 31

Mapas Conceituais 185, 194, 196, 199

Mata Atlântica 107, 111, 120, 121, 123, 126, 132, 134

Medicina Popular 135, 138

Meio Ambiente 9, 23, 160, 161, 162, 165, 170, 171, 173, 177, 181, 202, 203, 205, 207, 208

Microrganismos 84, 85, 91

Mitospóricos 84, 85, 86, 89, 90, 91

Modelos Didáticos 13, 200, 202, 204, 206

Mortalidade de estradas 105

## **P**

Peixes de água doce 47, 55

Peixes invasores 55

Plano de arborização 159

Plantas 31, 106, 123, 136, 137, 141, 143, 145, 146, 148, 149, 150, 155, 158, 161, 166, 167, 177

Plástico 19, 28, 98, 129, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 181

Propriedades 136, 142, 143, 144, 145, 161, 164, 178, 179, 180, 181, 182

## **R**

RAPELD 11, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 132, 133, 134

Reprodução de peixes 55, 71

Restauração ecológica 31, 44

## **S**

Saúde Ambiental 10, 19

Sazonalidade 1, 67, 72, 78, 109

Sedimentos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 54

Sequência Didática 185, 192, 195, 200, 202, 205, 207

Solo 5, 53, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 96, 97, 99, 120, 122, 126, 128, 130, 131, 142, 152, 162, 179, 207

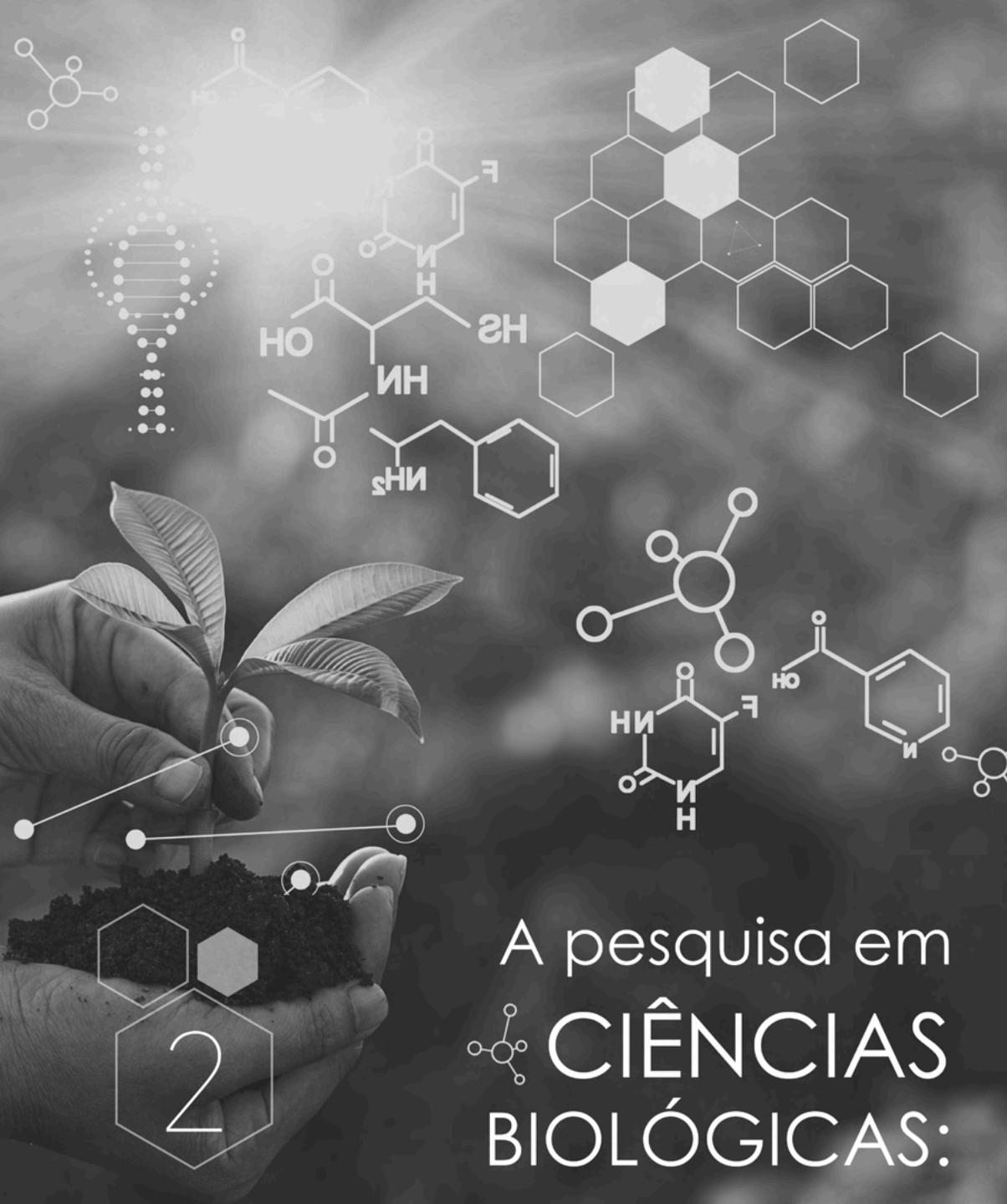
Sustentabilidade 9, 20, 28, 43, 169, 181, 210

## **T**

Teleósteos 64, 67, 71, 73, 78

## **Z**

Zigomicetes 84, 85, 90, 91



# A pesquisa em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Desafios atuais e perspectivas futuras

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

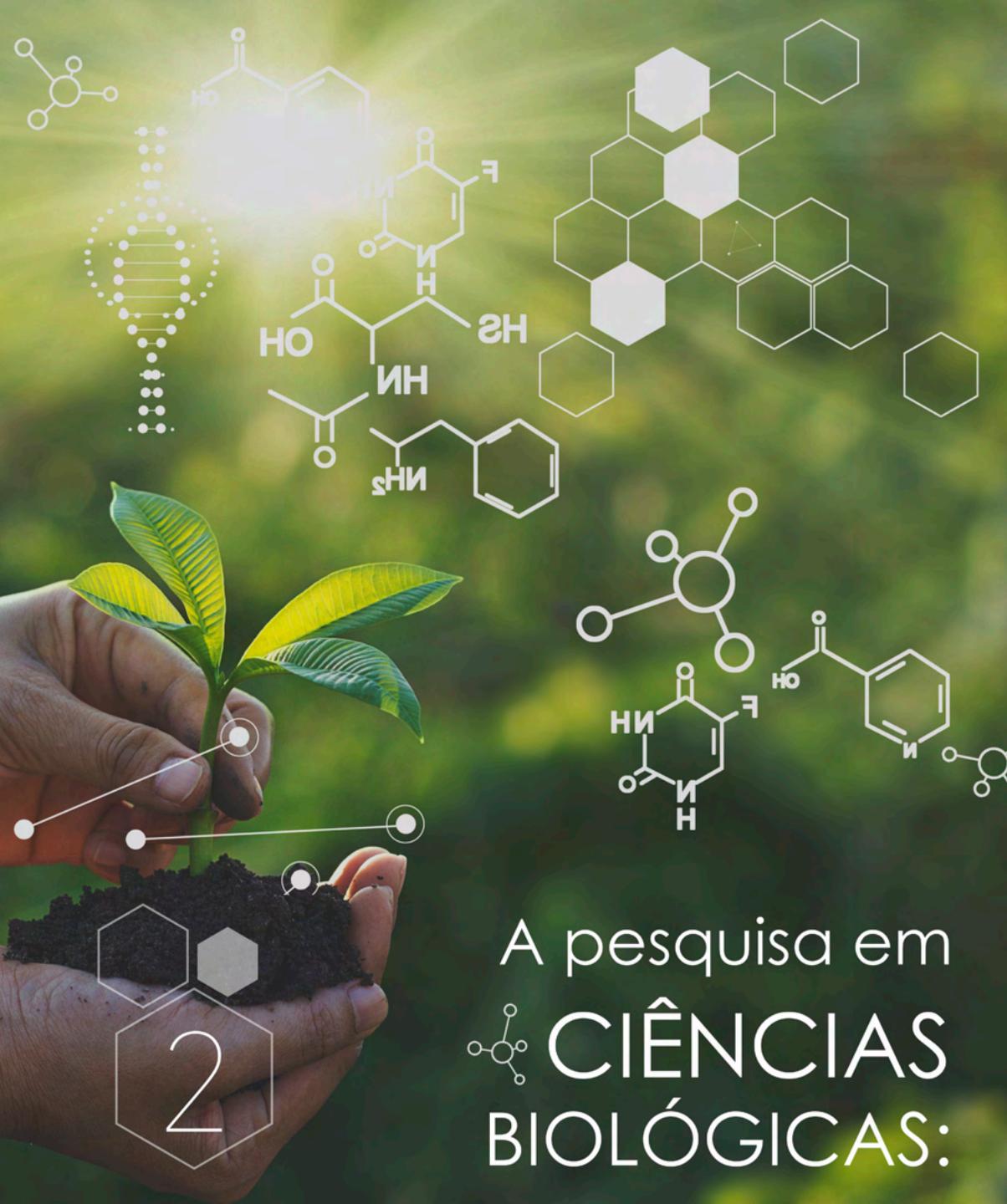
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

**Atena**  
Editora

Ano 2021

2



# A pesquisa em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Desafios atuais e perspectivas futuras

[www.arenaeditora.com.br](http://www.arenaeditora.com.br) 

[contato@arenaeditora.com.br](mailto:contato@arenaeditora.com.br) 

[@arenaeditora](https://www.instagram.com/arenaeditora) 

[www.facebook.com/arenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/arenaeditora.com.br) 

**Atena**  
Editora

Ano 2021

2