

Cultura Oceânica: Clima, Sustentabilidade e Gestão de Recursos
Tomo XV da rede BRASPOR

PORTO
2026

Editores:
Davis Pereira de Paula; Emiliano Castro de Oliveira; João Alveirinho Dias;
Luís Cancela da Fonseca; Maria Rosário Bastos; Miguel da Guia Albuquerque;
Monique Palma; Olegário Azevedo Pereira; Sérgio Bergamaschi

CULTURA OCEÂNICA

CLIMA, SUSTENTABILIDADE E GESTÃO DE RECURSOS

TOMO XV DA REDE BRASPOR



REDE BRASPOR
UNIVERSIDADE ABERTA
www.uab.pt

Cultura Oceânica
Clima, Sustentabilidade e Gestão de Recursos
Tomo XV da Rede BRASPOR

Editores:

Davis Pereira de Paula
Emiliano Castro de Oliveira
João Alveirinho Dias
Luís Cancela da Fonseca
Maria Rosário Bastos
Miguel da Guia Albuquerque
Monique Palma
Olegário Azevedo Pereira
Sérgio Bergamaschi

Projecto Gráfico:

Diagramação– Luís Cancela da Fonseca
Capa – Olegário Azevedo Pereira & Luís Cancela da Fonseca

Fotografias:

Capa e contracapa – Luís Cancela da Fonseca
Páginas iniciais dos capítulos – Luís Cancela da Fonseca, excepto Cap. XVI de Lúcio Alves

Impressão e Acabamento:

UAb – Universidade Aberta

Palavras-chave:

Interdisciplinaridade; Zonas Costeiras; Oscilações Climáticas; Análise Diacrónica.

Cultura Oceânica: Clima, Sustentabilidade e Gestão de Recursos. / Davis Pereira de Paula... [et al.]. – Porto: UAb, 2026. (Rede BRASPOR; tomo XV).
377 p. : il. (Inclui Bibliografia).

ISBN: 978-989-9337-15-2
doi: https://doi.org/10.34627/2azb-hp64

1. Homem – Influência sobre a natureza. 2. Meio ambiente – Zona costeira. 3. Geomorfologia. 4. Assentamentos humanos – Aspectos ambientais – Aspectos culturais. 5. Gestão ambiental. 6. Mudanças climáticas. Universidade aberta Delegação do Porto, Portugal.

Editores:

Davis Pereira de Paula
Emiliano Castro de Oliveira
João Alveirinho Dias
Luís Cancela da Fonseca
Maria Rosário Bastos
Miguel da Guia Albuquerque
Monique Palma
Olegário Azevedo Pereira
Sérgio Bergamaschi

CULTURA OCEÂNICA
CLIMA, SUSTENTABILIDADE E GESTÃO DE RECURSOS

Tomo XV da Rede BRASPOR



UAb - Porto
2026

"Olhando o mar, sonho sem ter de quê.
Nada no mar, salvo o ser mar, se vê.
Mas de se nada ver quanto a alma sonha!"

Fernando Pessoa – Novas poesias inéditas, Lisboa, Ática, 1973

Antonieta Rodrigues, Fátima Araújo e Tomasz Boski

In memoriam

Vamos lavrando a vida semeando nos sulcos do tempo espólios e memórias, alimentando a esperança de que esse labor venha a ser útil à comunidade e aos vindouros. Por vezes, os sulcos da charrua da nossa vida cruzam-se, na penumbra dos tempos, com os traçados de outros viandantes. É nesses encontros com frequência fortuitos que o terreno do destino acolhe sementes raras e preciosas. Sementes que, com o desfilar dos dias, germinam com vigor, crescem e frutificam.

Foi precisamente o que aconteceu a 11 e 12 de Outubro de 2010. Quiçá por desígnio das divindades que governam o capricho das marés e a geometria mutável dos litorais, pouco mais de meia dúzia desses sulcos, que há muito vinham a ser rasgados nos terrenos da investigação científica, convergiram, se cruzaram e interpenetraram na cidade do Porto. Numa reunião de reflexão e partilha plural, por vontade uníssona, nasceu a Rede BRASPOR (Base de conhecimentos Relacionais Aplicados para o Ordenamento do Litoral), uma comunidade informal, despida de amarras burocráticas, gerada para incentivar a investigação do diálogo, nem sempre pacífico, entre os seres humanos e a Natureza nas margens instáveis do mar-oceano. O seu desígnio maior era erguer uma ponte invisível sobre o Atlântico, unindo investigadores que partilhavam interesses análogos pelas zonas costeiras.

A semente lançada em 2010 germinou com vigor e deitou raízes profundas. Ano após ano, o Atlântico deixou de ser um abismo que separava para se tornar num meio de comunicação que reflecte a itinerância de saberes adquiridos que foi frutificando com os "Encontros da Rede BRASPOR" alternadamente nas duas orlas lusófonas: em 2012 em Paraty; em 2013 em Ponte de Lima; em 2014 em Manaus; em 2015 em Mértola; em 2016 em Fortaleza; em 2017 em Sesimbra; em 2018 em Rio Grande; em 2019 em Sagres; em 2020 em Santos; em 2021 no Porto; em 2022 em João Pessoa; em 2023 em Cascais; em 2024 em Niterói; em 2025 novamente no Porto. Este ano de 2026, a semente lançada em 2010 frutificará em Matinhos, no Paraná, Brasil.

Contudo, a finitude dos dias impõe a sua lei incontornável, impedindo-nos de contemplar, na eternidade do tempo, o crescimento pleno das árvores que vamos plantando ao longo do caminho. De repente, o labor da charrua da vida interrompe-se. Três dos fundadores desta caminhada da BRASPOR viram os seus sulcos biográficos fechar-se entre 2025 e 2026, deixando órfã a comunidade científica que tinham ajudado a crescer: Antonieta Rodrigues, Tomasz Boski e Fátima Araújo. Todavia, o eco dos seus passos permanece gravado na memória das marés dos que os acompanharam.

Maria Antonieta da Conceição Rodrigues, carinhosamente conhecida por "Tutuca", despediu-se do mundo dos vivos a 12 de Março de 2025. Foi a maior impulsionadora da Rede BRASPOR, a Alma Mater que insuflou vida a esse projecto. Nascida em

Portugal, no Algarve, em 1943, foi ainda na inocência da infância que cruzou o Atlântico rumo ao Brasil, país que a adoptou e onde viria a rasgar horizontes novos para as mulheres na ciência. Licenciou-se em Geologia no ano de 1968 na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), onde também obteve o grau de mestre em 1971, erguendo-se como pioneira numa disciplina até então dominada por homens. Rompendo os segredos microscópicos da Terra, especializou-se em micropaleontologia, particularmente na linguagem fóssil dos foraminíferos. Em 1981, doutorou-se em Geociências na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), fixando-se a partir de 1982 na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Sob o seu olhar visionário, ergueu-se a defesa do património geológico, tornando-se uma das principais obreiras da criação do Parque Natural Municipal Paleontológico de São José de Itaboraí, um dos sítios fósseis mais importantes do Brasil.

Embora a sua vida estivesse firmada na chamada "geologia pura e dura" e na micropaleontologia, a "Tutuca" intuía, com rara lucidez, que o futuro da Ciência exigia pontes, cumplicidades e o diálogo fraterno da interdisciplinaridade para responder às feridas e aos desafios da sociedade contemporânea. Sabia, com a certeza de quem traz o mar no sangue, que as duas orlas do oceano deveriam unir-se num abraço de conhecimento. Foi movida por essa utopia que idealizou e organizou, entre 16 e 18 de Junho de 2010, o memorável "Simpósio da Baía de Sepetiba - Estado da Arte", para o qual convidou cientistas portugueses para partilharem o chão do debate profícuo. Naquele fórum pioneiro, debateram-se os processos geológicos cenozóicos, as pulsações históricas do nível das águas do mar e das pessoas que habitaram os seus entornos costeiros, bem como os segredos dos indicadores biológicos que povoam o litoral fluminense. Mas o maior legado desse simpósio não ficou aprisionado no livro que foi publicado com as actas científicas: ele foi a matriz conceptual, o sopro inspirador que desaguou, escassos meses volvidos, na histórica reunião do Porto. Nasceu assim a Rede BRASPOR, concebida como comunidade científica espontânea, livre, de geometria variável e independente de vínculos jurídico-financeiros institucionais, unindo cientistas dos dois lados do Atlântico que se dedicavam ao estudo de sistemas costeiros diferenciados e contrastantes.

Durante quinze anos, a "Tutuca" pôde ver a árvore que plantara desafiar o tempo, cobrir-se de folhas e dar frutos. Partiu sabendo que a sementeira fora fértil. A sua ausência física deixa a orla mais despovoada, mas a sua visão permanece viva no pulsar de cada maré e na persistência desses saberes partilhados que unem as gentes, a terra e o mar.

Na caminhada que encetámos juntos, a névoa de Inverno do hemisfério Norte levou também, a 9 de Fevereiro de 2026, a presença serena de Maria de Fátima Duarte de Araújo. Nascida em 1955, licenciou-se em Engenharia Química pelo Instituto Superior Técnico (IST) em 1977. Logo no romper da sua carreira profissional, em 1978, ingressou no Laboratório de Física e Engenharia Nucleares (LFEN), instituição pioneira que, na esteira do tempo, viria a reestruturar-se como Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN). Em Outubro de 1985, como Assistente de Investigação de laboratório aludido, partiu para a Universiteit Antwerpen (Universidade de Antuérpia), na Bélgica. Ali, no coração da Europa, concluiu o seu doutoramento em Junho de 1989, que incidiu em métodos analíticos não destrutivos, com particular ênfase na Fluorescência de Raios-X por Dispersão de Energias. Munida deste saber de vanguarda, regressou a Portugal com competências que lhe permitiram instalar de raiz o primeiro grande laboratório nacional dedicado a esta tecnologia, abrindo caminhos novos para a ciência lusa.

Dominando a arte de cruzar saberes, assumiu mais tarde a liderança do Grupo de Radiações, Elementos e Isótopos do Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN). À frente de equipas transdisciplinares, tornou-se a maior referência em Portugal nos estudos de proveniência de metais

arqueológicos, decifrando a história gravada nos artefactos dos nossos antepassados. Simultaneamente, volveu os seus olhos para a herança natural do país: realizou estudos profundos de monitorização nos estuários, nas lagunas e na vasta plataforma continental portuguesa, lendo o registo sedimentar para avaliar os impactos históricos das actividades humanas nos ambientes deposicionais adjacentes aos estuários dos grandes rios portugueses.

O seu espírito colaborativo levou-a a integrar as correntes que viriam a desaguar no nascimento da Rede BRASPOR. Participou activamente na "VII Reunião do Quaternário Ibérico", em Faro, em Outubro de 2009, e no "Workshop Antropicosta Iberoamericana", em Cananeia, em Março de 2010. Por isso, a sua presença na histórica e fundacional reunião do Porto, em Outubro de 2010, era um desígnio natural. Integrou, portanto, o núcleo restrito de pioneiros que lançaram à terra a semente da que viria a ser a fraterna rede de colaboração científica lusófona dedicada às zonas costeiras e ambientes marinhos. Foi acompanhando atentamente o desenvolvimento dessa árvore já frondosa que é designada por Rede BRASPOR.

O tempo, na sua marcha inexorável, roubou-nos também, a 5 de Março de 2026, a presença de Tomasz Boski. Nascido na Polónia em 1950, licenciou-se em Geologia em 1972 na Universidade de Varsóvia, com especialização em Geoquímica e Petrografia. Saiu então do país que o vira nascer, fez-se ao mundo e, numa rota errante, acabou por aterrar no Brasil. Ali, no sector privado, aplicou os seus conhecimentos geológicos na avaliação da estabilidade de terrenos destinados a fundações de grandes obras de engenharia. Foi então que se confrontou diretamente com terrenos sujeitos à meteorização tropical, tendo estudado como as rochas locais se decompunham e alteravam, produzindo solos ricos em óxidos de ferro e de alumínio. Essa intensa experiência de campo levou-o, em 1982, até à Guiné-Bissau, onde, ao serviço do governo local, prestou uma consultoria técnica de grande relevância para a cartografia e gestão dos recursos minerais daquela jovem nação, debruçando-se sobre a mineralogia e a geoquímica das bauxites lateríticas do Sudeste do país. Esse labor culminou, em Outubro de 1983, na apresentação da sua dissertação de mestrado na Vrije Universiteit Brussel, na Bélgica. Seria nessa mesma instituição que, em 1987, defenderia a sua tese de doutoramento sobre essas mesmas bauxites africanas, um recurso mineral de extrema importância estratégica.

No ano seguinte, em 1988, o destino trouxe-o a Portugal, iniciando o seu percurso como Professor Visitante na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD). Mas seria o Sul, com a sua luz mediterrânica e o apelo do oceano, a seduzi-lo em definitivo: em 1990 fixou-se na Universidade do Algarve (UAlg). Cientista de horizontes largos e espírito livre, fundou em 1998 o CIMA (Centro de Investigação Marinha e Ambiental), um farol da ciência oceanográfica e costeira, cuja direcção assumiu até 2016. Dotado de um pendor natural para a interdisciplinaridade, Tomasz Boski interessou-se vivamente pelas alterações do nível do mar durante o Holoceno, tendo-se dedicado a ler e interpretar as páginas do registo sedimentar existentes no Estuário do Guadiana e na Ria Formosa. Graças à sua rede de colaborações internacionais, estendeu as suas investigações até à América do Sul, particularmente ao Brasil.

O seu espírito inquieto esteve presente nos momentos prévios em que a semente da Rede BRASPOR começava a germinar, tendo participado activamente nas já aludidas reuniões precursoras: "VII Reunião do Quaternário Ibérico", "Workshop Antropicosta Iberoamericana e "Simpósio da Baía de Sepetiba". Quase que de foma natural e lógica, foi um dos cientistas presentes na histórica reunião do Porto, em Outubro de 2010. Ali, com entusiasmo, assinou a certidão de nascimento da Rede BRASPOR, tendo sido o mentor da sua designação, após o que acompanhou atentamente o crescimento dessa árvore

científica de que fora um dos fundadores. Em 2018, fustigado por uma doença degenerativa, foi forçado a recolher as velas e a reformar-se. Fica a memória de um homem que uniu continentes, desvendou parte da história da Terra e deixou o seu nome gravado na memória de quem com ele trabalhou.

Com a partida sucessiva e dolorosa da Antonieta Rodrigues, da Fátima Araújo e do Tomasz Boski, a Rede BRASPOR vê as suas margens mais desprotegidas e o seu cais mais silencioso. Ficámos todos mais pobres, privados da sua sabedoria e das suas qualidades humanas. Contudo, a melhor e mais perene homenagem que lhes podemos prestar não reside no pranto, mas no labor contínuo: cumpre-nos continuar a adubar a árvore BRASPOR plantada em 2010. Devemos cuidar das suas raízes para que os seus ramos alcancem novos horizontes e para que os seus frutos unam, de forma cada vez mais intensa, os cientistas do mundo lusófono. Que a interdisciplinaridade que eles tanto defenderam floresça em transdisciplinaridade, fazendo com que o saber sobre as nossas zonas costeiras permaneça tão vivo e eterno como o próprio oceano que nos une.

Setembro de 2026

João Alveirinho Dias, Rosário Bastos e Luís Cancela da Fonseca

SUMÁRIO

In Memoriam 5

Agradecimentos 11

Apresentação 13

Revisores Científicos 19

Cap I: Entre a maré e a memória: valorização da cultura costeira através de práticas comunitárias, arte e sustentabilidade. 21

Cap II: Participação social no monitoramento do litoral brasileiro: uma análise do projeto CoastSnap Nordeste. 31

Cap III: Educação oceânica e ciência cidadã: a experiência dos projetos EducaMar e CoastSnap em uma escola do nordeste, Brasil. 45

Cap IV: SISFAUMAR-PB: monitoramento e percepção dos riscos ambientais costeiros por meio da ciência cidadã. 57

Cap V: A cultura oceânica no currículo escolar: potencial e desafios do plano municipal de educação de Imbé - RS. 67

Cap VI: Integração cultural na Ilha da Torotama, Rio Grande/RS: potencialidades e desafios da extensão universitária. 81

Cap VII: Governança participativa na pesca artesanal: o papel do fórum dos pescadores e pescadoras das baías norte e sul de Florianópolis, SC, Brasil. 93

Cap VIII: Investigar a realidade com o território: em busca da pluralidade epistêmica na oceanografia. 107

Cap IX: Potenciais investimentos para a economia azul no nordeste do Brasil: uma síntese integrada do setor pesqueiro regional. 119

Cap X: O mar que nos resta: nostalgia, bem-estar e desafios climáticos no litoral gaúcho no século XXI. 135

Cap XI: Justiça azul e expansão eólica no município de Rio Grande, RS. 149

Cap XII: Monitoramento da Praia do Cassino, município de Rio Grande (RS): uma análise espaço-temporal da produção científica. 163

Cap XIII: Análise da relação entre o uso e ocupação histórico do solo e as áreas afetadas pelas inundações de abril e maio de 2024 em Rio Grande, RS/Brasil. 177

Cap XIV: Transformações ambientais associadas à expansão urbana de Rio Grande, RS, Brasil (1737–2024). **191**

Cap XV: Ictiofauna da bacia hidrográfica do Vouga no pós-terramoto de Lisboa (1755-1758). **203**

Cap XVI: Vulnerabilidade costeira em ambientes lagunares: uma análise bibliométrica global. **231**

Cap XVII: Sobre lagunas: alguns apontamentos e considerações. **263**

Cap XVIII: Mapeamento e caracterização preliminar das medidas de contenção da erosão costeira no sistema praia–falésia de Picos e Peroba, Icapuí, Ceará, nordeste do Brasil. **291**

Cap XIX: A influência de condicionantes geográficas no mercado imobiliário do litoral Ceará (Nordeste, Brasil). **309**

Cap XX: Avaliação de indicadores de contaminantes na água via dados satelitais: estudo de casos do sistema Guaíba. **323**

Cap XXI: Avaliação da qualidade da água e das condições ambientais do estuário do Rio Sanhauá, João Pessoa, PB . **337**

Cap XXII: Avaliação da eficácia de um sistema de biorremediação na qualidade da água da lagoa do Parque Sólon de Lucena, João Pessoa (PB). **349**

Cap XXIII: Fossas ecológicas como alternativa sustentável de saneamento: percepção ambiental e aceitação. **365**

AGRADECIMENTOS

O XV Encontro da Rede **B**ase de conhecimentos **R**elacionais **AP**licados para o **OR**denamento do Litoral (Rede BRASPOR) decorreu em formato híbrido (presencial e online), realizado na Delegação Regional do Porto da Universidade Aberta (Portugal), entre os dias 21 e 25 de Outubro de 2025.

Este Encontro foi organizado pela Universidade Aberta, designadamente com o suporte do Projecto PRR – *Tourism International Academy* (002/C06-i03.03/2021; 002/C06-i04.01/2021), contando ainda com o apoio da Câmara Municipal de Ovar, das empresas Central de Massas Refrigeradas e Delta Cafés, do Jornal Público, bem como do CITCEM – Centro de Investigação transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória (Projecto UID/04059/2025, doi: 10.54499/UID/04059/2025), do MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente (Projecto UID/04292/2025, doi: 10.54499/UID/04292/2025) e da ARNET – Rede de Investigação Aquática, Laboratório Associado (Pojecto LA/P/0069/2020, doi: 10.54499/LA/P/0069/2020).

A conjugação de esforços entre as entidades envolvidas possibilitou assegurar o enquadramento científico e o suporte organizacional necessários à realização deste evento, reforçando a sua projecção enquanto espaço de referência para a reflexão e o diálogo promovidos por estas instituições e iniciativas de investigação das dinâmicas de interacção entre as sociedades humanas e os territórios marinhos e costeiros, numa perspectiva sincrónica e diacrónica.



APRESENTAÇÃO

O XV Encontro da Rede BRASPOR, subordinado ao tema "Cultura oceânica - clima, sustentabilidade e gestão de recursos", realizou-se entre 21 e 25 de outubro de 2025 na Universidade Aberta (Delegação Regional do Porto), Portugal. Organizado em formato híbrido, reuniu docentes, investigadores, especialistas e estudantes de diferentes áreas científicas ligadas às zonas costeiras, sobretudo de Portugal e do Brasil, reafirmando a vocação interdisciplinar e transatlântica que caracteriza a Rede. Ao longo de cinco dias foram apresentadas 62 comunicações, às quais acresceram conferências proferidas por especialistas convidados, debates, reuniões científicas, actividades culturais, o lançamento do XIV Tomo da Rede BRASPOR e uma visita técnico-científica ao litoral. Foram, portanto, dias de intenso trabalho, bem como de partilha de conhecimentos e experiências, os quais, na senda dos encontros anteriores, permitiram estreitar relações e desenvolver aprendizagens conjuntas.

As conferências dos oradores convidados permitiram enquadrar as comunicações em torno de algumas das principais questões contemporâneas relacionadas com as zonas costeiras. De modo geral, o tomo que agora se publica é um reflexo dessa linha orientadora. A sequência das conferências iniciou-se, no dia 21 de outubro, com António Manuel da Silva Luís, docente do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro, que abordou as histórias do sal, das marinhas e das aves da Ria de Aveiro. Seguiu-se Pedro Parreira, arqueólogo do gabinete técnico de arqueologia da Direcção Regional da Cultura dos Açores, que apresentou as estratégias desenvolvidas no arquipélago para a gestão e valorização do património cultural subaquático. Já no dia 22, José Lino Costa, professor da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e investigador do MARE e do Laboratório Associado ARNET, analisou a sustentabilidade dos sistemas costeiros portugueses, salientando os desafios associados ao conhecimento, à intervenção e à conservação destes territórios. A programação do dia 23 iniciou-se, no que respeita às conferências convidadas, com Miguel da Guia Albuquerque, professor titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul e professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande, que reflectiu sobre as aprendizagens e os desafios da ciência cidadã em Portugal e no Brasil. Seguiu-se Luísa Schmidt, investigadora do Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa, cuja intervenção incidiu sobre a evolução, as fragilidades e os desafios da governança costeira em Portugal. A última conferência convidada desse dia coube a Cláudia Toriz Ramos, professora associada da Faculdade de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Fernando Pessoa, que analisou a relação entre o mar e a segurança ambiental. Após a viagem de campo realizada no dia 24, o programa científico foi retomado no dia 25 com Davis Pereira de Paula, professor da Universidade Estadual do Ceará e investigador associado do Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica, que apresentou um panorama da erosão costeira no Estado do Ceará. Nesse mesmo dia, Ester Serrão, professora da Universidade do Algarve e investigadora do Centro de Ciências do Mar, apresentou a rede MARAFRICA, dedicada à monitorização, integração e avaliação de dados relativos à biodiversidade marinha da costa ocidental africana. A estas intervenções seguiu-se a apresentação proferida por Luís Cancela da Fonseca, investigador do MARE e do ARNET na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, que propôs uma leitura abrangente dos ambientes lagunares enquanto ecossistemas singulares, complexos e particularmente vulneráveis. Os últimos conferencistas convidados do encontro foram Bruno Costa e Teresa Azevedo, responsáveis pelo projecto "Mar de Experiências". A sua intervenção mostrou como a recolha de memórias, a criação artística, a educação ambiental e o trabalho desenvolvido com crianças e jovens podem contribuir para a valorização da cultura

costeira e para a construção de uma consciência ambiental mais activa. No seu conjunto, estas intervenções evidenciaram a necessidade de articular ciências naturais, ciências sociais e humanas, participação comunitária, educação, património e políticas públicas na compreensão e na gestão dos espaços costeiros.

O acolhimento do encontro pela Universidade Aberta revestiu-se de particular significado. Para além de disponibilizar um espaço de encontro presencial e apoio técnico para o *streamming*, a instituição tornou possível uma participação alargada através da comunicação a distância, aproximando investigadores geograficamente dispersos. Mais ainda, o apoio concedido através do projecto PRR-TIA (*Tourism International Academy*) no qual a Universidade Aberta era uma das instituições participantes, contribuiu para aprofundar uma linha de reflexão dedicada às relações entre turismo, património, história ambiental e sustentabilidade costeira. Esta orientação abriu novas possibilidades de diálogo entre investigação científica, formação especializada, desenvolvimento local e práticas turísticas ambientalmente responsáveis. Do mesmo modo, esse apoio reflectiu-se na projecção pública do encontro que foi reforçada pela cobertura do jornal Público. Antes da sua realização, o artigo "XV Encontro da Rede BRASPOR: diálogos interdisciplinares sobre o litoral" deu voz a José António Porfírio, Luís Cancela da Fonseca, Maria Rosário Bastos, Monique Palma e Olegário Pereira, apresentando os objectivos científicos e sociais da iniciativa. Durante o encontro, a jornalista Aline Flor moderou o debate dedicado à cultura oceânica, ao clima, à sustentabilidade e à gestão de recursos. Posteriormente, a reportagem "Rede BRASPOR reforça cooperação lusófona em torno da cultura oceânica" destacou o alcance do evento e a vontade de ampliar a participação da Rede a investigadores e comunidades de outros territórios de língua portuguesa.

Como tem sido habitual nos encontros da Rede BRASPOR, a discussão e troca de experiências não se confinou às instalações da instituição que acolheu o evento. No dia 24 de outubro, realizou-se a viagem de campo entre Espinho e São Jacinto através da qual se transpôs o debate científico para o próprio território. Com efeito, o percurso realizado pela margem oceânica da laguna de Aveiro permitiu observar diferentes manifestações da erosão costeira, as obras de defesa, as alterações da linha de costa, as pressões decorrentes da ocupação humana e os desafios colocados à gestão destes espaços. A visita tornou particularmente evidente a importância de cruzar conhecimento histórico, observação ambiental, análise geomorfológica e experiência das comunidades locais, demonstrando que os problemas discutidos nas sessões científicas e agora transpostos neste livro possuem expressão concreta e imediata na paisagem. O XV Encontro constituiu, assim, não apenas um espaço de apresentação de resultados científicos, mas também um momento de convergência entre investigação, formação, comunicação pública, criação artística e conhecimento do território.

Este livro, prolonga esse diálogo interdisciplinar. Os capítulos que o integram retomam e desenvolvem algumas das questões discutidas, preservando a diversidade disciplinar do encontro e renovando o compromisso da Rede BRASPOR com a compreensão e a gestão sustentável dos sistemas costeiros atlânticos. Como tal, reúne um conjunto diversificado de estudos que, partindo de diferentes escalas geográficas, perspectivas disciplinares e opções metodológicas, convergem na reflexão sobre a cultura oceânica, o clima, a sustentabilidade e a gestão dos recursos costeiros. A sequência dos capítulos apresentados reflecte a diversidade das questões abordadas ao longo do encontro abrangendo temas como: a valorização das culturas costeiras, a participação das comunidades, os domínios da educação oceânica, da ciência cidadã e da governança participativa, os conflitos territoriais, as transformações ambientais, a vulnerabilidade costeira e lagunar, a qualidade da água e as soluções sustentáveis de saneamento.

A abertura deste tomo da Rede BRASPOR evoca o encontro. Tal como no evento a exposição promovida pelo projecto "Mar de Experiências" marcou o início dos trabalhos, também coube a este projecto inaugurar este volume através do capítulo intitulado "Entre a maré e a memória: valorização da cultura costeira através de práticas comunitárias, arte e sustentabilidade". Partindo da comunidade piscatória de Vila Chã, localizada no

concelho de Vila do Conde, Portugal, a reflexão escrita por Teresa Azevedo e Bruno Costa apresenta uma iniciativa assente no envolvimento comunitário, na comunicação do conhecimento, na criação artística e na sustentabilidade. Através da recolha de memórias locais, da produção de recursos lúdico-didácticos e da dinamização de actividades culturais e de sensibilização ambiental, o texto apresenta o projecto "Mar de Experiências", através do qual os Autores procuram preservar saberes e identidades, reforçar a ligação entre comunidade, património e território e promover uma cidadania activa, crítica e sustentável.

Na sequência da participação comunitária, o estudo intitulado "Participação social no monitoramento do litoral brasileiro: uma análise do projeto *CoastSnap* Nordeste" examina o potencial da ciência cidadã para a recolha contínua e de baixo custo de informações sobre a dinâmica costeira. A partir dos registos fotográficos e dos metadados fornecidos por cidadãos através do *WhatsApp*, Amanda Santos da Silva *et al*. comparam duas estações *CoastSnap* instaladas nas praias do Pacheco e de Retiro Grande, no estado do Ceará. O estudo permite caracterizar os participantes, a sua proveniência e os padrões de colaboração, demonstrando a importância do envolvimento das comunidades locais no acompanhamento das transformações da linha de costa.

A relação entre ciência cidadã e educação é aprofundada na análise "Educação oceânica e ciência cidadã: a experiência dos projetos EducaMar e *CoastSnap* em uma escola do Nordeste, Brasil". O capítulo da autoria de Samira Costa de Freitas *et al*. apresenta uma actividade desenvolvida com alunos do ensino fundamental numa escola do litoral cearense, recorrendo a exposições, vídeos, mapas, maquetas e representações gráficas. Os desenhos e mapas mentais produzidos pelos estudantes revelaram conhecimentos prévios sobre erosão costeira, poluição marinha, dunas e monitoramento das praias, confirmando o valor das metodologias participativas para a formação de uma consciência oceânica em comunidades directamente afectadas pelas dinâmicas costeiras.

Já no trabalho intitulado "SISFAUMAR-PB: monitoramento e percepção dos riscos ambientais costeiros por meio da ciência cidadã", Maria Jackelyne Aguiar *et al*. demonstram como a participação comunitária surge associada à observação da biodiversidade e à identificação de ameaças ambientais. A plataforma digital do Sistema de Monitoramento da Fauna Marinha Paraíbana permite que os cidadãos comuniquem ocorrências de poluição, registos de fauna e avistamentos de espécies exóticas, como o peixe-leão. A iniciativa demonstra como a colaboração entre população, investigadores e organismos ambientais pode contribuir para a produção de dados, para a percepção social dos riscos e para a formulação de medidas de gestão e conservação costeira.

O capítulo seguinte, da autoria de Kristina Garcia *et al*., intitulado "A cultura oceânica no currículo escolar: potencial e desafios do plano municipal de educação de Imbé - RS", insere-se no domínio das políticas educativas, avaliando as possibilidades de integração da cultura oceânica nos currículos das escolas municipais de Imbé. Embora sejam identificados progressos importantes, nomeadamente através da criação de legislação municipal e estadual, demonstra que a incorporação da temática no âmbito educativo continua a ocorrer de forma desigual, evidenciando a necessidade de uma articulação mais consistente entre conhecimento científico, educação ambiental e políticas públicas.

A aproximação entre universidade e comunidade constitui o eixo do estudo "Integração cultural na Ilha da Torotama, Rio Grande/RS: potencialidades e desafios da extensão universitária". Partindo de um diagnóstico participativo e da escuta activa da população, o capítulo elaborado por Aline Mendes *et al*. analisa actividades educativas, culturais, sociais e de saúde desenvolvidas numa comunidade marcada pela pesca artesanal, pela memória e por uma forte identidade territorial. A experiência evidencia a participação comunitária, o protagonismo das mulheres e os efeitos positivos da extensão na formação dos estudantes, mostrando como o diálogo entre conhecimentos académicos e saberes locais promove integração e transformação social.

No estudo que se segue, da autoria de Paula Pereira e Milton Asmus, são discutidas as formas de organização e intervenção das comunidades pesqueiras nos processos de gestão compartilhada.

Com o título "Governança participativa na pesca artesanal: o papel do Fórum dos Pescadores e Pescadoras das Baías Norte e Sul de Florianópolis, SC, Brasil", a análise identifica condições fundamentais para um ordenamento pesqueiro efectivamente participativo, como sejam, o reconhecimento das comunidades e dos profissionais da pesca, a criação de condições adequadas à participação social, a formulação de medidas ajustadas às realidades locais e a integração entre conhecimentos científicos e tradicionais.

A reflexão acerca da necessidade de reconhecer a pluralidade dos conhecimentos produzidos nos territórios é retomada no capítulo "Investigar a realidade com o território: em busca da pluralidade epistêmica na oceanografia" da autoria de Davi Carioni Rodrigues e Mário Gomes Soares. Através da colaboração com pescadores e pescadoras artesanais de Suruí, na Baía de Guanabara, o estudo mobiliza a investigação temática Freireana para questionar as assimetrias entre universidade, técnica e território. O assoreamento do rio Suruí, a contaminação das águas, os estigmas associados à pesca artesanal e o reflorestamento dos manguezais são identificados como temas geradores, capazes de sustentar uma oceanografia comprometida com a justiça socioambiental, a inserção ética e a acção colectiva.

A importância da pesca é considerada no capítulo "Potenciais investimentos para a economia azul no Nordeste do Brasil: uma síntese integrada do sector pesqueiro regional", no qual se analisam as possibilidades de desenvolvimento da aquicultura marinha, da pesca industrial e da pesca artesanal no contexto do "Planejamento Espacial Marinho da Região Nordeste". O estudo da autoria de João Carlos de Pádua Andrade *et al*. assinala o potencial da piscicultura *offshore* e da aquicultura, a importância da modernização e da rastreabilidade na pesca industrial e a necessidade de infra-estruturas, monitoramento participativo e valorização sociocultural da pesca artesanal. Na opinião dos autores, o "Planejamento Espacial Marinho" apresenta-se, assim, como instrumento indispensável para conciliar desenvolvimento económico, sustentabilidade ambiental e justiça social.

Para além da pesca, outros usos do litoral são igualmente centrais para o desenvolvimento das sociedades humanas. Em "O mar que nos resta: nostalgia, bem-estar e desafios climáticos no litoral gaúcho no século XXI", o litoral do Rio Grande do Sul é analisado como espaço histórico de saúde, lazer, sociabilidade e veraneio. Através do diálogo entre a História das Sensibilidades e a História Ambiental, o capítulo da autoria de Joana Carolina Schossler, confronta os imaginários nostálgicos associados às praias com as alterações e os riscos climáticos contemporâneos. Dessa relação emergem as ambiguidades de uma cultura litoral construída em torno do bem-estar, mas actualmente confrontada com os desafios ambientais do Antropoceno.

As tensões entre transição energética e direitos das comunidades tradicionais são discutidas no capítulo de Lucas Augusto de Lima *et al*. intitulado "Justiça azul e expansão eólica no município de Rio Grande, RS". Mediante a articulação entre dados de rastreamento de embarcações, cartografia social, documentação relativa ao licenciamento ambiental e análise espacial, o estudo identifica sobreposições entre áreas projectadas para a energia eólica *offshore* e territórios utilizados historicamente pela pesca artesanal. Os resultados mostram que a transição energética deve incorporar os princípios da Justiça Azul, o reconhecimento dos territórios tradicionais e um planeamento marinho socialmente justo e ambientalmente responsável.

Na análise realizada por Kevem Solano Guimarães e Ulisses Rocha de Oliveira intitulado "Monitoramento da Praia do Cassino, município de Rio Grande (RS): uma análise espaço-temporal da produção científica", são sistematizados cerca de trinta anos de estudos sobre este extenso sector costeiro. A investigação acompanha a evolução das metodologias, desde os perfis de praia até ao DGPS, ao vídeo-monitoramento, às imagens de satélite e aos *drones*. Além dos avanços tecnológicos, o capítulo identifica uma concentração de estudos na frente urbana do Balneário Cassino e lacunas noutros sectores da costa, sublinhando a importância do monitoramento continuado enquanto um meio para a gestão ambiental e para a compreensão dos processos de erosão e de deposição sedimentar.

A vulnerabilidade urbana perante ocorrências

extremas é examinada em "Análise da relação entre o uso e ocupação histórico do solo e as áreas afetadas pelas inundações de abril e maio de 2024 em Rio Grande, RS/Brasil". O cruzamento entre mapas históricos e os registos das áreas inundadas demonstra que a expansão urbana e industrial implicou o aterro e a ocupação de terrenos situados abaixo ou próximos das cotas de inundação. O estudo realizado por Lucas Lopes Pereira *et al*. evidencia, deste modo, que os impactos das cheias de 2024 não podem ser separados da história da ocupação do território nem das escolhas em relação ao planeamento urbano.

Esta leitura de longa duração é desenvolvida no capítulo "Transformações ambientais associadas à expansão urbana de Rio Grande, RS, Brasil (1737-2024)". Neste estudo, da autoria de Kewin Pires de Oliveira *et al*., a comparação de documentos cartográficos produzidos entre o século XVIII e a actualidade permite acompanhar a progressiva ocupação de dunas, marismas, banhados ou campos litorâneos (zonas húmidas permanente ou periodicamente inundadas). Através de aterros, drenagens e canalizações, a expansão urbana alterou ecossistemas fundamentais para a regulação hídrica e para a estabilidade da planície costeira. A vulnerabilidade contemporânea resulta, portanto, não apenas dos fenómenos climáticos extremos, mas também de quase três séculos de artificialização do território.

O capítulo "Ictiofauna da bacia hidrográfica do Vouga no pós-terramoto de Lisboa (1755-1758)", da autoria de Olegário Pereira *et al*., conduz a análise para Portugal e para uma cronologia setecentista. A partir das "Memórias Paroquiais" de 1758, os registos históricos da ictiofauna são comparados com os dados actuais e analisados através de um sistema de informação geográfica e de métodos multifactoriais. O estudo discute a influência de represas, açudes, moinhos, levadas, caneiros e outras construções sobre a circulação das espécies migradoras, procurando compreender as relações históricas entre intervenções humanas, ambientes fluviais e a distribuição das comunidades piscícolas.

Ainda no âmbito de sistemas lagunares, a análise da autoria de Elaine Cristina dos Santos e Jarbas Bonetti, intitulada "Vulnerabilidade costeira em ambientes lagunares: uma análise bibliométrica global", examina 114 estudos publicados entre 1992 e 2025. A investigação revela o crescimento recente deste campo, a concentração de trabalhos na região mediterrânica e a relevância atribuída à inundação, à altitude e à subida do nível do mar. Simultaneamente, identifica uma atenção ainda insuficiente em relação às dimensões sociais da vulnerabilidade, apontando a necessidade de abordagens mais integradas na avaliação e gestão dos sistemas lagunares.

O enquadramento ecológico destes ambientes é desenvolvido por Luís Cancela da Fonseca no estudo "Sobre lagunas: alguns apontamentos e considerações". O capítulo apresenta os sistemas estuarino-lagunares como espaços de encontro entre águas marinhas e continentais, compostos por *habitats* interligados que sustentam uma elevada biodiversidade. Destaca ainda a sua função como áreas de reprodução, crescimento, alimentação e repouso de numerosas espécies, bem como o papel das formações vegetais na retenção de sedimentos, nutrientes e contaminantes. Perante a urbanização, a poluição, a sobre-exploração dos recursos e as alterações climáticas, o autor defende uma conservação integrada, envolvendo comunidades, cientistas e autoridades públicas.

O problema da erosão costeira é o âmbito de análise no capítulo "Mapeamento e caracterização preliminar das medidas de contenção da erosão costeira no sistema praia-falésia de Picos e Peroba, Icapuí, Ceará, Nordeste do Brasil". Com recurso a observações de campo, *drones*, georreferenciação e registos fotográficos, neste estudo da autoria de Eduardo Lacerda Barros *et al*. foram identificadas setenta medidas de contenção ao longo de aproximadamente 2,5 quilómetros de litoral. A predominância de sacos de areia, paliçadas, mantas, enrocamentos e outras intervenções improvisadas revela respostas essencialmente reactivas e pouco planeadas, reforçando a necessidade de estratégias de longo prazo ajustadas à dinâmica natural da costa.

Tais estratégias são ainda mais prementes se for considerada a ocupação humana no litoral. É precisamente isso que demonstra o estudo de Weslyane Braga Rodrigues *et al*. intitulado "A influência de condicionantes geográficas no mercado imobiliário do litoral do Ceará (NE, Brasil)". Explorando as relações entre o valor dos

imóveis e as características naturais e urbanas da praia da Redonda, em Icapuí, o estudo demonstra que os imóveis mais valorizados tendem a localizar-se em sectores de maior declive e próximos da borda das falésias. Esta valorização paisagística incentiva aterros e construções em áreas vulneráveis, ampliando a exposição ao risco e tornando necessária uma gestão territorial capaz de compatibilizar habitação, turismo e segurança costeira.

As tecnologias de observação remota são abordadas em "Avaliação de indicadores de contaminantes na água via dados satelitais: estudo de casos do sistema Guaíba" da autoria de Deivid Alves *et al*.. A partir de imagens multiespectrais do satélite Sentinel-2, o capítulo avalia a distribuição de sólidos em suspensão e de matéria orgânica dissolvida entre março e maio de 2019 e 2020. Os resultados mostram o potencial do sensoriamento remoto como instrumento acessível para o acompanhamento de sistemas hidrográficos extensos, sensíveis e sujeitos a forte pressão urbana.

Em "Avaliação da qualidade da água e das condições ambientais do estuário do Rio Sanhauá, João Pessoa, PB" Rodolpho Trigueiro et *al*. analisam parâmetros físicos e químicos em três pontos de amostragem. As elevadas concentrações de compostos nitrogenados e de ortofosfatos, associadas aos valores muito reduzidos de oxigénio dissolvido, indicam a entrada contínua de efluentes e um processo acentuado de degradação ambiental. O estudo fornece, assim, dados importantes para a conservação da biodiversidade, para a protecção das comunidades que dependem do rio e para o desenvolvimento de políticas públicas.

O capítulo "Avaliação da eficácia de um sistema de biorremediação na qualidade da água da lagoa do Parque Sólon de Lucena, João Pessoa (PB)" da autoria de Luana Farias e Maria Cristina Crispim analisa os efeitos da instalação de módulos destinados à formação de biofilme aquático nativo. A intervenção produziu melhorias na transparência da água e reduções em vários nutrientes e indicadores de contaminação. Apesar desses resultados, a lagoa permaneceu num estado hipereutrófico, sobretudo devido à continuidade da entrada de esgotos, demonstrando simultaneamente as potencialidades da biorremediação e os limites de soluções que não eliminem as fontes de poluição.

Finalmente, o capítulo intitulado "Fossas ecológicas como alternativa sustentável de saneamento: percepção ambiental e aceitação", da autoria de Fructuoso Alves *et al*., apresenta uma solução descentralizada para comunidades com acesso insuficiente às redes convencionais de tratamento de esgotos. Através de questionários aplicados a moradores das comunidades da Penha e de Jacarapé, em João Pessoa, o estudo identifica uma avaliação predominantemente positiva das fossas ecológicas. Os participantes reconhecem benefícios sanitários e ambientais, reforçando a importância da extensão universitária e das tecnologias sociais na promoção de soluções sustentáveis de saneamento.

No seu conjunto, os capítulos que integram este livro evidenciam que a cultura oceânica não se limita à transmissão de conhecimentos sobre o mar e o litoral. Antes, envolve memória, identidade, educação, participação social, justiça ambiental, reconhecimento dos saberes locais, inovação tecnológica e capacidade de intervenção nos territórios. Ao articular estudos históricos, ecológicos, sociais, educativos e tecnológicos, este volume oferece uma leitura plural das relações entre sociedades, oceanos, zonas costeiras, lagunas, estuários e sistemas hidrográficos, contribuindo para uma gestão mais participativa, informada e sustentável destes ambientes. Assim, este mais recente Tomo publicado - o décimo quinto livro associado aos encontros promovidos pela Rede BRASPOR - dá continuidade ao trabalho desenvolvido desde o lançamento da primeira publicação no ano de 2012 oferecendo um amplo conjunto de reflexões acerca das questões que permeiam os litorais de Portugal e do Brasil.

Trofa, 24 de agosto de 2026

Olegário Nelson Azevedo Pereira

(Coordenador português da Rede BRASPOR; MARE - Centro de Ciências do Mare do Ambiente / ARNET - Rede de Investigação Aquática, Universidade NOVA de Lisboa; Universidade Aberta)

REVISORES CIENTÍFICOS

António da Silva Luís – Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Portugal.

Antônio Rodrigues Ximenes Neto – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.

Carlos Vale – Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR), Porto, Portugal.

Cristina Copstein Cuchiara – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - IFRS, Campus Rio Grande, Brasil.

Daniele Garcez – Universidade Federal do Ceará, Brasil.

Davis Pereira de Paula – Universidade Estadual do Ceará, Brasil.

Deivid Cristian Leal Alves – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS, Brasil.

Diana Mendes Boaventura – Escola Superior de Educação João de Deus | MARE - Centro de Ciências do Mar e do Ambiente & Laboratório Associado ARNET - Rede de Investigação Aquática, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal.

Eduardo de Paula Kirinus – Universidade Federal do Paraná, Brasil.

Eduardo Lacerda Barros – Universidade Estadual do Ceará, Brasil.

Emiliano Castro de Oliveira – Universidade Federal de São Paulo, Brasil.

Fabio Ferreira – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

Fernando Perna – Universidade do Algarve, Portugal.

Filipe Nobrega – Universidade Federal do Rio Grande, Brasil.

Francisco A.L. Andrade – MARE - Centro de Ciências do Mar e do Ambiente & Laboratório Associado ARNET - Rede de Investigação Aquática, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal.

Francisco Jose Maciel Moura – Universidade Estadual Vale do Acaraú. Brasil.

Francisco Oricélio da Silva Brindeiro – Secretaria Municipal da Educação de Fortaleza, Brasil.

Inês Alfaro Cardoso – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente (MARE), Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa e Liga para a Protecção da Natureza (LPN), Portugal.

Joana Gaspar de Freitas – Centro de História (CH-FLUL), Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, Portugal.

João Alveirinho Dias – Centro de Investigação Marinha e Ambiental (CIMA), Universidade do Algarve, Portugal.

Jorge Gonçalves – Centro de Ciências do Mar (CCMAR), Universidade do Algarve, Portugal.

Jorge Ramos –Research Centre for Tourism, Sustainability and Well-being (CinTurs), Universidade do Algarve, Portugal.

Juliana Cristina Franz – Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Brasil.

Luís Cancela da Fonseca – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente (MARÉ) & Laboratório Associado Rede de Investigação Aquática (ARNET), Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal.

Luís Coelho Silva – Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral do Ministério da Agricultura e Mar, Portugal.

Luís Mota Figueira – GOVCOPP-Universidade de Aveiro; Museus e Monumentos de Portugal, E.P.E.- Convento de Cristo de Tomar; Instituto Politécnico de Leiria; Instituto Terra e Memória de Mação; Museu Agrícola de Riachos, Portugal.

Luísa Schmidt – Instituto de Ciências Sociais (ICS), Universidade de Lisboa, Portugal.

Mailton Nogueira da Rocha – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará - IFCE, Brasil.

Manuela Marinho Falcão – Investigadora aposentada, ex-Instituto de Investigação das Pescas e do Mar (IPIMAR), Portugal.

Manuela Moreira da Silva – Universidade do Algarve & CIMA-ARNET, Portugal.

Márcia Cristina Souza Madeira Malta Pinto – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - IFRS, Campus Rio Grande, Brasil.

Maria Adelaide Ferreira – Instituto Português do

Mar e da Atmosfera (IPMA), Algés, Portugal.
Maria Cristina Basílio Crispim da Silva – Universidade Federal da Paraíba, Brasil.
Maria João Correia – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente (MARÉ) & Laboratório Associado Rede de Investigação Aquática (ARNET), Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal.
Maria José Caramujo – Centro de Ecologia, Evolução e Alterações Ambientais (cE3c), Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal.
Maria Rosário Bastos – Universidade Aberta, Porto & Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória (CITCEM), Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Portugal.
Miguel da Guia Albuquerque – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - IFRS, Campus Rio Grande, Brasil.
Monique Palma – Universidade Aberta, Portugal e CIUHCT – NOVA School of Science and Technology, Portugal.
Óscar Ferreira – Faculdade de Ciências e Tecnologia e Centro de Investigação Marinha e Ambiental (CIMA), Universidade do Algarve, Portugal.
Paulo Henrique Gomes de Oliveira Sousa – Universidade Federal do Ceará, Brasil.
Paulo Roberto Silva Pessoa – Universidade Estadual do Ceará, Brasil.
Renan Gonçalves Pinheiro Guerra – Secretaria Municipal da Educação de Fortaleza, Brasil.
Roberta de Souza Pohren – Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Brasil.
Rodrigo Guimarães de Carvalho – Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Brasil.
Romeu Ribeiro – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente (MARE), Universidade de Lisboa, Portugal.
Sérgio Lira – CLEPUL – Centro de Literaturas e Culturas Lusófonas e Europeias, Universidade de Lisboa & Green Lines Instituto para o Desenvolvimento Sustentável, Barcelos, Portugal.
Tomaz Ponce Dentinho – Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, Portugal.
Vitor Campos – Núcleo de Estudos Urbanos e Territoriais (NUT), Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Portugal.
Wallason Farias de Souza – Universidade Estadual do Ceará, Brasil.

Capítulo I

ENTRE A MARÉ E A MEMÓRIA: VALORIZAÇÃO DA CULTURA COSTEIRA ATRAVÉS DE PRÁTICAS COMUNITÁRIAS, ARTE E SUSTENTABILIDADE



ENTRE A MARÉ E A MEMÓRIA: VALORIZAÇÃO DA CULTURA COSTEIRA ATRAVÉS DE PRÁTICAS COMUNITÁRIAS, ARTE E SUSTENTABILIDADE

Teresa Azevedo[1] e Bruno Costa[2]

[1]Socióloga e fundadora do Mar de Experiências [2]Artista e fundador do Mar de Experiências, mardeexperiencias@hotmail.com

RESUMO

Este trabalho apresenta o projeto *Mar de Experiências*, uma iniciativa de valorização da cultura local que integra quatro pilares fundamentais: envolvimento comunitário, comunicação de conhecimento, arte e sustentabilidade. A cultura costeira constitui um conjunto de práticas sociais, económicas, ambientais e simbólicas construídas historicamente na relação entre as comunidades humanas e o mar. As rápidas transformações económicas, sociais e ambientais têm vindo a alterar profundamente estas formas de vida, colocando em risco a preservação de conhecimentos, memórias e identidades locais. Tendo como ponto de partida a freguesia de Vila Chã, no concelho de Vila do Conde, caracterizada por uma forte tradição piscatória, o projeto desenvolve processos de recolha de memórias locais, produção de recursos lúdico-didáticos e dinamização de atividades culturais. Através da articulação entre investigação no terreno, criação artística e sensibilização ambiental, procura-se promover a valorização das identidades locais, estimular a reflexão crítica sobre as transformações sociais contemporâneas e fomentar práticas de cidadania ativa e sustentável.

Palavras-chave: Identidade Local; Património Cultural; Arte Comunitária; Memória Social.

Between the tide and memory: valuing coastal culture through community practices, art, and sustainability

ABSTRACT

This work presents the *Mar de Experiências* project, an initiative aimed at enhancing local culture that integrates four fundamental pillars: community engagement, knowledge communication, art, and sustainability. Coastal culture consists of a set of social, economic, environmental, and symbolic practices historically constructed through the relationship between human communities and the sea. Rapid economic, social, and environmental changes have been profoundly transforming these ways of life, putting at risk the preservation of local knowledge, memories, and identities. Taking the parish of Vila Chã, in the municipality of Vila do Conde, as its starting point—an area characterized by a strong fishing tradition—the project develops processes for collecting local memories, producing playful and educational resources, and promoting cultural activities. Through the articulation of field research, artistic creation, and environmental awareness, the project seeks to enhance local identities, stimulate critical reflection on contemporary social transformations, and foster active and sustainable citizenship practices.

Keywords: Local Identity; Cultural Heritage; Community Art; Social Memory.

INTRODUÇÃO

O projeto *Mar de Experiências* teve origem na freguesia de Vila Chã, no concelho de Vila do Conde, distrito do Porto, em Portugal, uma localidade historicamente marcada pela atividade piscatória tradicional. Bruno Costa, natural e residente em Vila Chã, descendente de família ligado ao setor piscatório, possuindo uma vivência fortemente marcada pela vida comunitária, movido pela curiosidade pessoal, procurou aliar o conhecimento local sobre fenómenos naturais - como o "mar a arder" ou "ardência", a Fata Morgana [1], os Parélios[2] ou "olho de boi" e as "estrelas a correr" – às suas explicações científicas. A consciência da importância deste património imaterial da comunidade levou-o, em colaboração

1 Fata Morgana é um tipo raro de miragem causada pela refração da luz em camadas de ar com temperaturas diferentes, geralmente quando há uma inversão térmica (ar frio perto do solo e ar quente acima), o que faz com que objetos distantes pareçam distorcidos, alongados, invertidos ou até flutuando no ar, criando imagens semelhantes a cidades ou paisagens irreais.

2 Parélios também conhecidos como "*sundogs*", são um aspecto óptico atmosférico em que aparecem manchas de luz coloridas ou alongadas ao lado do Sol, geralmente a 22° de distância, formadas pela refração da luz solar em cristais de gelo hexagonais presentes em nuvens cirros.

com Teresa Azevedo, socióloga de formação e residente em Vila Chã, a desenvolver iniciativas de comunicação (recolha e transmissão de informação), que reforçam a preservação dos conhecimentos tradicionais da comunidade piscatória e promovem a valorização cultural do território. O ponto de partida foi a publicação do livro *Vila Chã, Um Mar de Experiências* (AZEVEDO, 2017). Publicação que acabou por dar nome à iniciativa - *Mar de Experiências*. Uma iniciativa que assenta em quatro pilares: envolvimento comunitário, comunicação do conhecimento, arte e sustentabilidade.

As comunidades locais, entendidas como grupos sociais pertencentes a uma geografia específica, são espaços privilegiados de interação entre natureza e sociedade. Ao longo da história, a proximidade do mar moldou modos de vida, práticas económicas, tradições culturais e sistemas de conhecimento que caracterizam estas comunidades. Contudo, as dinâmicas contemporâneas de globalização, a transformação económica e a mobilidade social vêm alterando significativamente estas realidades. A perda progressiva de práticas tradicionais, o envelhecimento das populações locais e a valorização crescente de modelos económicos associados ao turismo e aos serviços transformam e diluem as identidades locais. As transformações sociais, económicas e ambientais que afetam atualmente as comunidades costeiras tornam cada vez mais urgente a valorização das suas memórias, conhecimentos e identidades culturais. Neste contexto, torna-se fundamental desenvolver iniciativas que promovam a valorização das memórias comunitárias, a preservação do património natural e cultural e a reflexão sobre os processos de mudança social.

Inspirado na definição de cultura costeira proposta por Maria do Céu Baptista (2010) — segundo a qual esta corresponde a um modo de viver "no limite entre a maré e o seu impacto" — o projeto *Mar de Experiências* propõe uma abordagem de valorização cultural e ambiental de comunidades e de um território. Através da articulação entre observação social, criação artística e intervenção comunitária, procura compreender e divulgar as dinâmicas sociais associadas às comunidades, valorizá-las pelos seus próprios agentes e por agentes externos, bem como promover práticas de cidadania e sustentabilidade. Entendendo a sustentabilidade como "o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades", tal como postulado no relatório *Our Common Future*, o *Relatório Brundtland* (1987, 43), publicado pela *World Commission on Environment and Development*.

O projeto procura estabelecer pontes com a ciência, nomeadamente no que diz respeito à validação e sistematização de determinados conhecimentos — como, por exemplo, a identificação e classificação científica de espécies da avifauna costeira, flora dunar e marinha, validado pelo Centro de Monitorização e Interpretação Ambiental - CMIA - de Vila do Conde; e a explicação dos benefícios farmacêuticos e fertilizantes das algas na produção agrícola, já referenciado na obra "Mulheres da Praia" da Antropóloga Sally Cole (COLE, 1994). Almejando ainda que esta relação seja bidirecional: a ciência tem a beneficiar com esta colaboração, na medida em que o envolvimento comunitário permite o acesso a um vasto conjunto de saberes informais, de base empírica, muitas vezes acumulados ao longo de gerações e dificilmente alcançáveis por via exclusivamente académica. São exemplos a identificação e comparação ao longo do tempo da quantidade e diversidade da apanha de determinadas espécies marinhas. Veja-se também o caso do fenómeno das Marés Bioluminescentes[3] que os pescadores chamam "O Mar a Arder". Que crenças e superstições estarão associadas e que comportamentos e valores poderão ter espoletado?

Assim, o *Mar de Experiências* no pilar "Envolvimento Comunitário" convida a ciência (Ciências Naturais e Ciências Humanas) a aliarem-se na aquisição e comunicação do conhecimento obtido desta experiência de proximidade com a comunidade. O projeto considera que a

[3] As marés bioluminescentes são um fenómeno natural em que a água do mar emite um brilho visível, geralmente azul, quando é agitado por ondas, correntes ou movimento. Este efeito ocorre devido à presença de microrganismos marinhos, principalmente dinoflagelados como o *Noctiluca scintillans*, que produz luz através de um processo químico conhecido como bioluminescência. Quando estimulados mecanicamente, esses organismos liberam energia sob a forma de luz, criando um espetáculo luminoso na superfície do mar. Este fenómeno é mais comum em águas quentes e em determinadas condições ambientais. Não sendo, por isso, habitual ou facilmente observável.

aproximação entre Ciência e Comunidade é um dos principais fatores que contribuem para a Sustentabilidade (ambiental e cultural), na medida em que, tal como é referido logo na primeira publicação "para que as riquezas que herdamos se possam transmitir temos de as respeitar e conhecer melhor (…) de atuar conscientemente sempre que pressentimos pressão ou perigo. Isto é saber que o mundo é composto de mudança e que somos nós que a criamos" (AZEVEDO, 2017, p. 8). Os recursos artísticos e atividades criados no âmbito desta iniciativa pretendem estreitar a relação Ciência – Comunidade. A criação artística ora assenta em saberes informais, recolhidos da comunidade, ora em conhecimentos científicos. E convida, nas atividades e oficinas de grupo à partilha de conhecimentos.

No decurso deste trabalho, apresentam-se um conjunto de atividades, levadas a cabo pelo projeto, destinadas à recolha de memórias locais, à produção de recursos culturais e à dinamização de ações de sensibilização ambiental e de valorização local, assim como os resultados dessas iniciativas.

CULTURA COSTEIRA E TRANSFORMAÇÃO SOCIAL

As zonas costeiras podem ser compreendidas como sistemas complexos de interação entre comunidades humanas e o ambiente (BASTOS *et al.*, 2024; PEREIRA & BASTOS, 2018), nos quais se articulam dimensões económicas, sociais e culturais ao longo do tempo.

A cultura costeira pode ser entendida como uma forma de ser e estar no lugar onde acaba a terra e começa o mar. Inclui atividades como a pesca, a apanha de algas, a construção de embarcações, as tradições alimentares, as formas de sociabilidade e os conhecimentos ecológicos locais. Para além da dimensão económica, a cultura costeira possui também uma forte componente identitária e simbólica. As paisagens marítimas, os saberes transmitidos entre gerações e as histórias de vida dos habitantes são elementos fundamentais na construção da memória coletiva das comunidades.

O *Mar de Experiências* constituindo uma iniciativa de valorização da cultura costeira que procura compreender as formas como o ser humano se relaciona com o seu meio, articulando criação artística e participação comunitária, pretende tornar-se um agente de transformação social.

PILARES CONCEPTUAIS DO PROJETO E INICIATIVAS ASSOCIADAS

Envolvimento comunitário

O envolvimento das comunidades locais constitui um elemento central do projeto. A recolha de histórias de vida, testemunhos e memórias permite compreender as experiências concretas dos indivíduos e identificar os processos sociais que moldaram as comunidades ao longo do tempo. Essas narrativas revelam não apenas trajetórias individuais, mas também transformações coletivas relacionadas com as atividades económicas, as estruturas familiares e as dinâmicas sociais e laborais. Ao valorizar estes testemunhos, o projeto contribui para a construção de um espólio documental que fortalece os laços entre gerações e promove o reconhecimento e o respeito das identidades locais. Para além da recolha de informação (conversas informais e entrevistas), são promovidas atividades de encontro e participação comunitária, como tertúlias, oficinas artísticas e percursos culturais, que estimulam a troca de conhecimentos e a reflexão coletiva.

Transmissão de conhecimento

A transmissão de conhecimento constitui outro eixo fundamental. Este conhecimento resulta da articulação entre diferentes fontes de informação, incluindo observações diretas do território, recolha de memórias locais e contributos provenientes de diversas áreas científicas.

A informação recolhida foi posteriormente trabalhada e transformada em conteúdos acessíveis ao público através de diferentes formatos, como livros, jogos educativos, exposições e documentários. Este processo permitiu transformar dados empíricos em instrumentos de aprendizagem e sensibilização cultural e ambiental.

No âmbito da partilha do conhecimento, houve a criação de documentários, como "Sargaço" exibido em 2018, no CMIA de Vila do Conde, e em 2024, na Semana do Pescador; e "Vila Chã - Cultura costeira e a biodiversidade" exibido em 2025 na Semana do Pescador em Vila do Conde. Realizaram-se horas do conto e jogos alusivos, exposições, percursos

culturais pela costa, oficinas temáticas como "Identidade Luminosa" (tema: Farol), "Olho de Proa" (o que é e que superstições estão associadas), "As Lourencinhas" (homenagem às mulheres do setor piscatório). Foram ainda feitas ações de degustação de "lamparões" (lapas).

Ao tornar a informação acessível e significativa para diferentes públicos, o projeto contribui para o empoderamento das comunidades e para a valorização das suas experiências.

Arte como meio de mediação cultural

A arte desempenha um papel fundamental no projeto, funcionando como um meio privilegiado de comunicação e transmissão de conhecimento. Através da criação artística, é possível abordar temas complexos de forma sensível e acessível, estimulando a curiosidade e a reflexão. Nas atividades desenvolvidas, a arte assume frequentemente uma dimensão participativa, permitindo que os intervenientes se tornem criadores e interpretem as suas experiências e perceções sobre o território. Desta forma, a criação artística transforma-se num espaço de diálogo e partilha entre diferentes perspetivas. A utilização de linguagens artísticas contribui também para aproximar diferentes públicos das temáticas abordadas, facilitando a difusão das mensagens associadas à valorização cultural e à sustentabilidade ambiental.

Sustentabilidade e consciência ambiental

A sustentabilidade constitui um princípio orientador transversal a todas as atividades. As questões ambientais, nomeadamente a poluição marítima e a intervenção nos ecossistemas costeiros, são abordadas através de ações de sensibilização e de reflexão crítica. Uma das estratégias consiste na recolha de objetos encontrados nas praias e na sua transformação em peças artísticas, num processo de recriação que valoriza o potencial simbólico desses materiais. Esta prática permite evidenciar as relações entre os comportamentos humanos e os impactos ambientais, promovendo uma maior consciência socioambiental. Por exemplo, a análise individual e coletiva dos objetos encontrados revela a interação contínua global, proporcionada pelas correntes marítimas (ex: aberturas de armadilhas usadas dos EUA, tinteiros HP provenientes de um contentor caído ao largo de Nova York em 2014, varetas usadas nos viveiros de mexilhões na Galiza); e mostra a interação local entre comunidades costeiras e não costeiras (ex: seringas dos serviços de veterinária, velas, ampla diversidade de embalagens), bem como os contatos entre o passado e o presente (ex. lixo com várias décadas e outro mais recente).

Ao integrar preocupações ambientais nas atividades culturais e educativas, o projeto procura estimular novas formas de relacionamento entre as comunidades e o meio natural, mais conhecedoras de si próprias e de fatores externos, procurando integrar fatores identitários e promover escolhas sustentáveis enquadradas nos contextos e exigências atuais.

RESULTADOS DO *MAR DE EXPERIÊNCIAS*

A iniciativa *Mar de Experiências* desenvolveu um conjunto de atividades destinadas à recolha de memórias locais, à produção de recursos culturais e à dinamização de ações de sensibilização ambiental e de valorização local. Os resultados desses trabalhos foram os seguintes:

1. Livros:
- "Vila Chã, Um Mar de Experiências" publicado pela Chiado Editora tem como tema a identidade local. Autoria de Teresa Filipa Miranda Azevedo e Ilustrações de Bruno Lopes Costa (AZEVEDO, 2017).
- "Profissões do Mar" edição de autor, procura promover a curiosidade e o gosto do mar como potencial futuro profissional. Autoria de Teresa Filipa Miranda Azevedo e Ilustrações de Bruno Lopes Costa.
  - 1ª edição – Patrocinada pela Mútua dos Pescadores – uma edição limitada, construída com resíduos da indústria gráfica - SOPLAS (AZEVEDO, 2018).
  - 2ª edição – Edição de autor (AZEVEDO, 2020).
  - 3ª edição – Edição Escola Azul (AZEVEDO, 2025).
- "Um Tesouro na Praia", publicado pela Alfarroba Editora sobre poluição marítima (AZEVEDO, 2021 e AZEVEDO, 2021a).

2. Dinamização de Horas do Conto.

3. Guia do Litoral de Vila Chã – História, Cultura Costeira e Biodiversidade (COSTA, 2020).

4. Jogos Artesanais:
- Puzzle "Vila Chã, Um Mar de Experiências" (COSTA, 2017).
- Dominó "Vila Chã, Um Mar de Experiências" (COSTA, 2017).
- Jogo da Memória "Vila Chã, Um Mar de Experiências" (COSTA, 2017).
- Jogos da Memória "Avifauna Costeira" (COSTA, 2017).
- Jogos da Memória "Flora Dunar" (COSTA, 2017).
- Jogos da Memória "Património Vila Chã" (COSTA, 2017).
- Jogos "Profissões do Mar" (jogos construídos com resíduos, inspirados nas 10 atividades abordadas no livro "Profissões do Mar" (COSTA, 2025).
- Jogos com resíduos - LX 2026 - um jogo criado com resíduos eletrónicos, com perguntas adaptáveis a temas diversos (ex: Cultura costeira de Vila Chã) (COSTA, 2026).

5. Registos vídeo e fotográficos (não disponíveis para consulta pública).

6. Videodocumentários:
- Sargaço (não disponível para consulta pública).
- Vila Chã e a Cultura Costeira - Qual o papel da Mulher na pesca do Bacalhau? (não disponível para consulta pública).
- Vila Chã e a Cultura Costeira - Qual o papel da Mulher na pesca do Bacalhau? Laidinha (2015), disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=zsDScEG-l3E&t=930s.
- Vila Chã e a Cultura Costeira - "Cultura Costeira e a Biodiversidade uma ligação em transformação" (não disponível para consulta pública).
- Bombardeiro Inglês cai em Vila Chã VCD – 1943, disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=0RC74UKCshk&t=342s.

7. Percursos culturais pela costa (são abordados vários temas à medida que o percurso é feito – ex: História, Cultura Costeira e Biodiversidade).

8. Exposições diversas com resíduos recolhidos das praias:
- *Praia, Outras Perspetivas* – coleção de objetos recolhidos das praias e categorizados (Lixo doméstico – objetos do dia a dia descartados por residências, como plásticos, embalagens, frascos, móveis quebrados; Lixo da indústria e construção civil – fragmentos de materiais como betão, tijolos, azulejos, restos de vidro industrial, metais de construção; Lixo relacionado com a espiritualidade – itens relacionados a rituais ou crenças, como velas, imagens religiosas, fitas ou oferendas; Lixo associado ao lazer – objetos de diversão ou turismo, como brinquedos, boias, cadeiras de praia, frascos de protetor solar; Lixo relativo à agricultura e pecuária – restos de embalagens de agroquímicos, sacos de ração, utensílios agrícolas descartados; Lixo da pesca – redes, cordas, anzóis, boias, restos de isca ou equipamentos danificados; Objetos de valor perdidos, como moedas, bijuteria, joias).
- *Biodiversidade ou Património que contam histórias* – são peças representativas de elementos da biodiversidade ou património local, que "falam" da relação destes elementos com a comunidade. As peças recebem o nome das pessoas ou famílias que contaram ou viveram essas histórias.
- *Lixo que conta histórias* – identificação de resíduos com várias décadas, apanhados nas praias, através de elementos como prazos de validade, logotipos, tipo de embalagem, preço indicado, etc.

9. Oficinas artísticas lúdico-didáticas com resíduos – utilização de materiais descartados para a transmissão de conhecimento local. (ex: construção de mosaicos representativos de paisagens marítimas, ajardinada ou florestais; criação de uma árvore com cordas de pesca recolhidas nas praias).

10. Ações de valorização comunitária (ex: Semana do Pescador, Conferência "Património, Tradições e Artesanato em contexto europeu" enquadrada no projeto europeu ECHO, "Feira de Emprego e Carreiras Azuis", Tertúlias no Museu "Memórias de uma Terra") e sensibilização ambiental (ex: limpezas de praia; *team building* de empresas que

realizaram Percurso Cultural + Limpeza de Praia, para depois verem os lixos recolhidos transformados nos símbolos da empresa (ex: logotipo da Barbeau, BRASMAR).

11. *Upcycling* [4] - Instalações artísticas construídas com resíduos (Ex: "Tio Rão", pescador da comunidade local; "Barco Mensageiro", com características da embarcação catraia, embarcação típica, com referências ao significado do "olho de proa").

Com as iniciativas referidas acima o projeto foi ampliando o seu âmbito de atuação, envolvendo outras comunidades, como as freguesias de Malta e Canidelo, e estabelecendo parcerias com diversas entidades culturais e educativas (escolas, bibliotecas, Centros de Ciência Viva, Centros de Monitorização Ambiental, SeaLife, Pavilhão da Água, Cascais Smart Pole…), com a indústria e serviços (SOPLAS, Ascendi, Ageas, Marshopping, Oeiras Parque, Mútua dos Pescadores, Veolia, entre outros) e o poder local (juntas de freguesia e municípios).

CONCLUSÃO

As transformações sociais, económicas e ambientais que afetam as comunidades costeiras tornam cada vez mais urgente a valorização das suas memórias, conhecimentos e identidades culturais. O projeto *Mar de Experiências* constitui um exemplo de iniciativa que procura responder a este desafio através da articulação entre investigação, participação comunitária, criação artística e sensibilização cultural e ambiental. Ao promover a recolha de memórias locais, a produção de recursos educativos e a dinamização de atividades culturais, contribui para a preservação e valorização da cultura costeira, estimulando simultaneamente a reflexão sobre as relações entre sociedade, território e ambiente.

A participação ativa da comunidade nas diferentes iniciativas desenvolvidas permitiu fortalecer o reconhecimento social das práticas tradicionais, promovendo o diálogo intergeracional e intercomunitário.

O impacto cultural e social do projeto foi igualmente reconhecido pela comunidade local, destacando-se a atribuição de dois votos de louvor pela Freguesia de Vila Chã, enquanto reconhecimento do valor das atividades realizadas e do seu contributo para a valorização do património cultural e da identidade local. Ao privilegiar abordagens participativas e lúdico-pedagógicas, o *Mar de Experiências* aproximou diferentes públicos das questões culturais e ambientais, incentivando uma participação mais consciente e ativa na vida comunitária.

Mais do que uma iniciativa de divulgação cultural, o *Mar de Experiências* afirma-se como um espaço de encontro entre conhecimento, criatividade e cidadania, evidenciando o potencial transformador da ligação entre memória, arte e sustentabilidade. Assim, demonstra a importância de envolver as comunidades na preservação do seu património e na construção de uma relação mais consciente e sustentável com o meio costeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Artigos

BAPTISTA, M.C. (coord.). 2010. *Celebração da Cultura Costeira*. Lisboa. *Marés – Revista para os sectores do Mar e da Economia Social,* **59.** Edição Especial CCC. Mútua dos Pescadores. https://bd-afl.net/Mutua_docs/Mares_59-CCC-Jun10.pdf.

BASTOS M. R.; PEREIRA, O. N. A.; FERREIRA, A.; SALGADO, F.; LIRA, S & DIAS, J. A. 2024. Approach and Permanent Human Occupation of Mainland Portugal Coastal Zone (1096–2021). *Water*. DOI:10.3390/w16081110.

Livros

AZEVEDO, T. 2025. *Profissões do Mar.* Edição Escola Azul.

AZEVEDO, T. 2021.*Um tesouro na Praia (2ªed.).* Alfarroba Editora. Lisboa.

AZEVEDO, T. 2021.*Um tesouro na Praia (1ªed.).* Alfarroba Editora. Lisboa.

AZEVEDO, T. 2020. *Profissões do Mar.* Edição de Autor.

AZEVEDO, T. 2018. *Profissões do Mar.* Edição de Autor.

AZEVEDO, T. 2017. *Vila Chã - Um Mar de Experiências.* Chiado Editora. Lisboa.

COLE, S. 1994. *Mulheres da Praia – O trabalho e a vida de uma comunidade costeira portuguesa*. Publicações Dom Quixote. Lisboa.

Capítulos de Livros

PEREIRA, O. & BASTOS, M.R. 2018. Bem conhecer para melhor gerir: A História Ambiental como ferramenta para

[4]Portefólio geral de instalações criadas com lixo recolhido nas praias: https://photos.app.goo.gl/qf22L2Nw6kjHdJki9 (Mar de Experiências, 2020-2026).

a gestão costeira - o exemplo do Furadouro. *In*: ROQUE, A.C.; PAULA, D.P.; Dias. J.A.; GONÇALVES, L.A.A.; CANCELA DA FONSECA, L.; RODRIGUES, M.A.C.; JÚNIOR, R.E.P. & PEREIRA, S.D., *Mares e Litorais: Perspectivas Transdisciplinares / Tomo VII da Rede BRASPOR,* pp. 65-83, Rio de Janeiro, Brasil: FGEL/UERJ.

- Relatórios:

RELATÓRIO BRUNDTLAND. 1987. Our Common Future. World Commission on Environment and Development. http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf.

- Material visual e audiovisual:

COSTA, B. 2017. *Sargaço*.

COSTA, B. 2015. *Vila Chã e a Cultura Costeira - Qual o papel da Mulher na pesca do Bacalhau?* Laidinha. https://www.youtube.com/watch?v=zsDScEG-l3E&t=930s.

COSTA, B. 2015. *Vila Chã e a Cultura Costeira - Qual o papel da Mulher na pesca do Bacalhau?*

COSTA, B. 2017. *Vila Chã e a Cultura Costeira - Cultura Costeira e a Biodiversidade uma ligação em transformação*.

COSTA, B. 2015. *Bombardeiro Inglês cai em Vila Chã VCD* – 1943. https://www.youtube.com/watch?v=0RC74UKCshk&t=342s.

MAR DE EXPERIÊNCIAS (2020-2026) – *Portefólio geral de instalações criadas com lixos recolhidos das praias*. https://photos.app.goo.gl/qf22L2Nw6kjHdJki9.

Capítulo II

PARTICIPAÇÃO SOCIAL NO MONITORAMENTO DO LITORAL BRASILEIRO: UMA ANÁLISE DO PROJETO COASTSNAP NORDESTE



PARTICIPAÇÃO SOCIAL NO MONITORAMENTO DO LITORAL BRASILEIRO: UMA ANÁLISE DO PROJETO COASTSNAP NORDESTE

Amanda Nara Santos da Silva[1], Davis Pereira de Paula[2], Vitória de Araújo Paiva [3], Samyra Costa de Freitas[4], Eduardo Lacerda Barros[5]

[1]Universidade Estadual do Ceará, Avenida Silas Munguba, 1700, Fortaleza, Ceará, Brasil. 60714-903. amanda.nara@aluno.uece.br
[2]Universidade Estadual do Ceará, Avenida Silas Munguba, 1700, Fortaleza, Ceará, Brasil. 60714-903. davis.paula@uece.br
[3]Universidade Estadual do Ceará, Avenida Silas Munguba, 1700, Fortaleza, Ceará, Brasil. 60714-903. vitoriaaraujo.paiva@aluno.uece.br
[4]Universidade Estadual do Ceará, Avenida Silas Munguba, 1700, Fortaleza, Ceará, Brasil. 60714-903. samyra.freitas@aluno.uece.br
[5]Universidade Estadual do Ceará, Avenida Silas Munguba, 1700, Fortaleza, Ceará, Brasil. 60714-903. eduardo.lgco@gmail.com

RESUMO

O projeto *CoastSnap* surgiu com o objetivo principal de monitorar a linha de costa a partir de registros fotográficos realizados por cidadãos cientistas, a fim de ter uma coleta de dados contínua e de baixo custo. Nesse cenário, este estudo se utilizou de metadados extraídos de registros enviados via *WhatsApp* pelos cidadãos cientistas, como data, horário e código DDD e DDI, com a finalidade de demonstrar o potencial do projeto *CoastSnap* na caracterização do perfil dos cidadãos que utilizam as praias e contribuem com o projeto. Para este estudo, foi analisado o resultado de duas estações localizadas no litoral do Nordeste brasileiro, uma das estações está localizada no litoral oeste do estado do Ceará, no município de Caucaia, na Praia do Pacheco, onde configura-se um sistema praia-falésia ativo. A segunda estação se localiza no litoral leste do mesmo estado, no município de Icapuí, na Praia de Retiro Grande, e destaca-se por conter a formação de um espigão arenoso natural. Esse estudo realiza uma comparação dos resultados das duas estações no decorrer do ano de 2025 e analisa os participantes de cada área analisada. Na análise do perfil do cientista cidadão percebeu-se diferenças de gênero entre os colaboradores, no qual o público feminino de Retiro Grande representava aproximadamente 49% dos participantes, enquanto na praia do Pacheco apresentava apenas 37,5%. Na espacialização dos dados de cada cidadão cientista percebeu-se que as duas estações concentravam colaboradores locais, ou seja, a maioria tinha proveniência do Ceará. Foi revelado que houve uma maior quantidade de imagens recebidas na estação de Icapuí, em comparação com a de Caucaia, 169 e 141, respectivamente, além de seguir o mesmo padrão em relação a quantidade de participantes únicos, sendo 110 e 88. Também se percebeu uma média mensal de registros menor na estação da praia do Pacheco, com 11,75, em relação a estação da praia de Retiro Grande com 14,08.

Palavras-chave: Engajamento Comunitário; Turismo Regional; Ciência Cidadã; Monitoramento Costeiro.

CoastSnap and citizen science: an analysis of social engagement in coastal monitoring in northeastern Brazil

ABSTRACT

The CoastSnap project was launched with the primary objective of monitoring the coastline using photographs taken by citizen scientists, in order to collect data continuously and at low cost. In this context, this study utilized metadata extracted from records sent via WhatsApp by citizen scientists, such as date, time, and area and international code, to demonstrate the potential of the CoastSnap project in characterizing the profile of citizens who use the beaches and contribute to the project. For this study, the results from two stations located on the coast of Northeast Brazil were analyzed. One of the stations is located on the western coast of the state of Ceará, in the municipality of Caucaia, at Pacheco Beach, where an active beach-cliff system is present. The second station is located on the eastern coast of the same state, in the municipality of Icapuí, at Retiro Grande Beach, and is notable for featuring a natural sand *Spit*. This study compares the results from these stations throughout the year 2025 and analyzes the participants in each area studied. In the analysis of the citizen scientist profile, gender differences were observed among the contributors, with women at Retiro Grande accounting for approximately 49% of participants, while at Pacheco Beach they accounted for only 37,5%. In the spatial analysis of each citizen scientist's data, it was observed that both stations had a concentration of local contributors, meaning that the majority were from Ceará. It was revealed that a greater number of images were received at the Icapuí station compared to the Caucaia station, 169 and 141, respectively, and the same trend held true for the number of unique participants, at 110 and 88. A lower monthly average of records was also observed at the Pacheco Beach station, with 11,75, compared to the Retiro Grande Beach station with 14,08.

Keywords: Community Engagement; Regional Tourism; Citizen Science; Coastal Monitoring.

INTRODUÇÃO

As praias são ambientes altamente dinâmicos, marcando o limite entre as influências marinhas e continentais, e constituem um subsistema costeiro de elevado valor ambiental, econômico e social. Esses ambientes são amplamente utilizados para atividades de lazer, turismo, pesca e ocupação urbana, assim desempenhando funções fundamentais, tanto ecológicas quanto socioeconômicas. Entretanto, as zonas costeiras estão sujeitas a múltiplas pressões naturais e antrópicas, como processos erosivos, urbanização acelerada e alterações climáticas, o que reforça a necessidade de monitoramento constante desses ambientes (BIRD, 2008; MASSELINK, 2011).

Diante desse cenário, vêm sendo desenvolvidas metodologias para o monitoramento costeiro entre as quais se destaca a ciência cidadã, por ampliar a coleta de dados por meio da participação direta da sociedade (BONNEY *et al*., 2009). Essa abordagem possibilita que cidadãos contribuam com a coleta de dados, ampliando a cobertura espacial e temporal dos dados, além de fortalecer a conscientização ambiental e a aproximação entre academia e sociedade (HAKLAY, 2013).

Em 2017, foi criado o projeto *CoastSnap*, desenvolvido primeiramente na Austrália, com o intuito de monitorar as variações da linha de costa de modo acessível e contínuo por meio de fotografias realizadas por cidadão cientistas a partir de estruturas fixas instaladas nas praias, possibilitando um monitoramento contínuo e de baixo custo da faixa de praia (HARLEY & KINSELA, 2019).

No Brasil, foram desenvolvidas iniciativas como o *CoastSnap* Brasil e o *CoastSnap* NE implantadas em diferentes locais do litoral brasileiro. O *CoastSnap* NE está presente no estado do Ceará, onde o litoral tem uma extensão de aproximadamente 573 km, compreendendo 20 municípios defrontantes ao mar, contendo casos particulares de processos morfológicos e impactos ambientais (CEARÁ, 2024), justificando a implantação do projeto.

Com o intuito de monitorar diferentes ambientes costeiros e suas respectivas faixas de praia, o projeto *CoastSnap* foi implementado no Nordeste brasileiro com a instalação de sua primeira estação no Ceará, no ano de 2021, localizada na praia do Pacheco, no município de Caucaia, Ceará. Atualmente, essa iniciativa integra o projeto *CoastSnap* NE, que conta com mais quatro estações distribuídas na região, ampliando a capacidade de monitoramento e análise das dinâmicas costeiras.

Este estudo tem como objetivo analisar o engajamento social dos cidadãos cientistas participantes do projeto *CoastSnap* NE, a partir da avaliação dos metadados associados aos registros enviados para as estações localizadas nas praias de Retiro Grande (Icapuí, Ceará) e do Pacheco (Caucaia, Ceará).

ÁREAS DE ESTUDO

No contexto deste trabalho, foram selecionadas duas estações do projeto *CoastSnap* NE situadas no litoral do Estado do Ceará: a estação da praia do Pacheco e a estação da praia de Retiro Grande (Figura 1). A escolha dessas estações justifica-se pela relevância dos processos costeiros e geomorfológicos nelas observados, como erosão, acresção, movimentos de massa, evolução e regressão da vegetação, processos associados à falésia ativa presente em Pacheco e a barreira costeira de Retiro Grande. Além disso, essas duas estações, as únicas do estado do Ceará que permaneceram ativas e receberam registros fotográficos durante todo o recorte temporal analisado, apresentaram potencial para a geração de dados que subsidiam análises sobre variações da linha de costa, processos erosivos e intervenções antrópicas ao longo do tempo.

A estação da praia de Retiro Grande (Figura 2), se localiza na costa leste do município de Icapuí (CE), divisa com o município de Aracati, a oeste e sul, e o estado do Rio Grande do norte a leste. A praia de Retiro Grande possui a presença de uma barreira costeira, do tipo *Spit,* em constante evolução, em que sua parte interna é ocupada na preamar pelo mar, dando origem a um porto de pesca da comunidade local e a paisagens turísticas (LACERDA BARROS *et al*., 2021; ANDRADE, 2025).

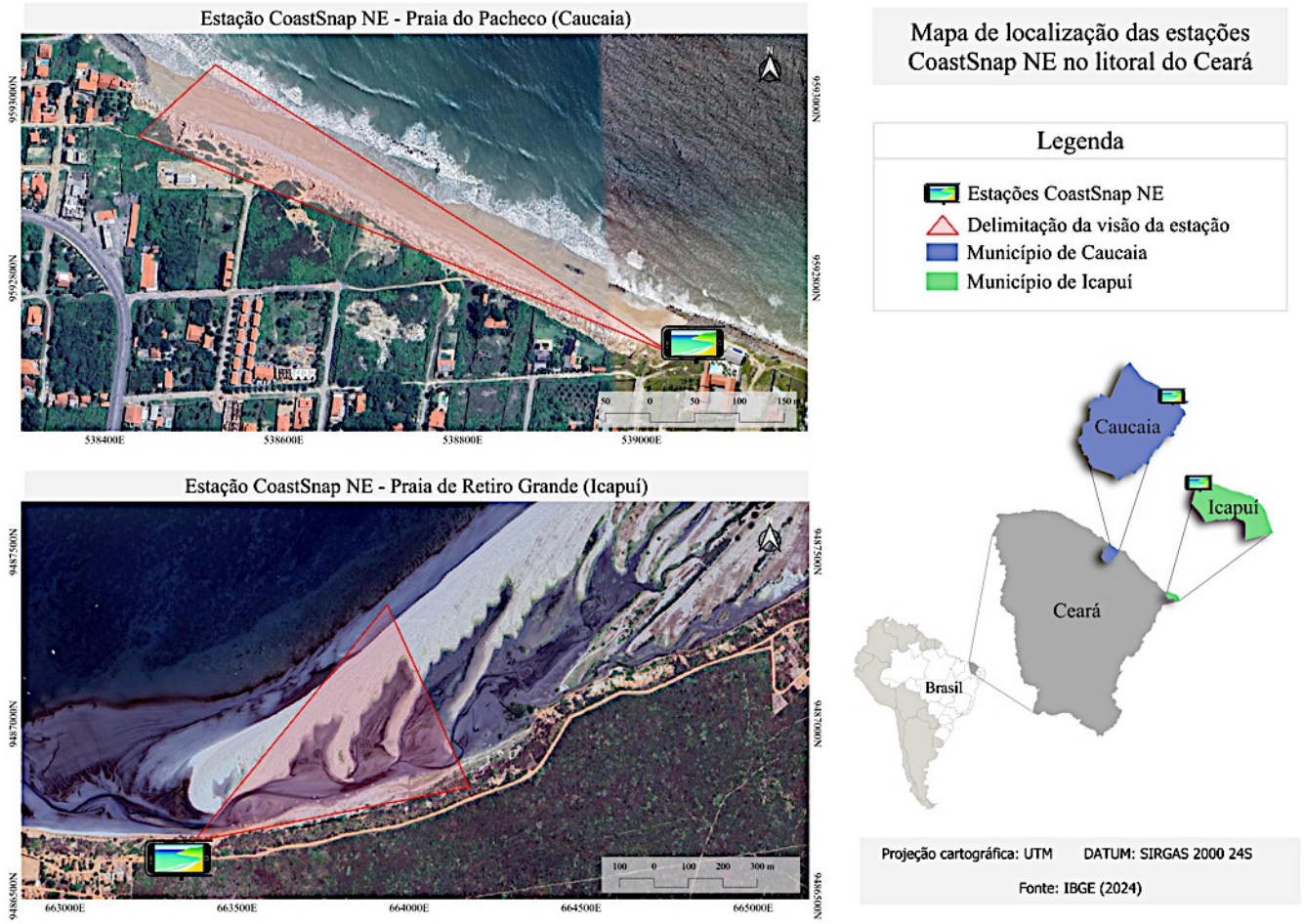


Figura 1 - Mapa de localização das estações *CoastSnap* NE selecionadas, na Praia do Pacheco e Retiro Grande.



Figura 2 - Estação de Retiro Grande, Icapuí, Ceará.

A estação da Praia do Pacheco (Figura 3), está localizada no município de Caucaia, na região metropolitana de Fortaleza, a cerca de 20 km do centro da capital cearense. Apesar de não ser uma praia com foco turístico, a estação se localiza próxima ao La Suite Praia Hotel, gerando um fluxo de pessoas relacionado ao lazer, seja de turistas, moradores locais ou pescadores que frequentam a praia com suas pequenas embarcações (FREITAS, 2025). A estação monitora um sistema praia-falésia, com um corpo escarpado ativo com presença de ocupações no topo, onde ocorrem movimentos de massa em direção a sua base (NETO *et al.*, 2024; LEISNER *et al.*, 2025).

MATERIAL E MÉTODOS

Estação CoastSnap

Para a instalação da estação *CoastSnap*, inicialmente é realizada a análise e escolha da

praia, considerando fácil acesso do local e visibilidade da linha de costa. Assim, define o local de instalação da base *CoastSnap*, normalmente um ponto elevado para que haja melhor captura e visão ampla da faixa de praia.



Figura 3 - Estação do projeto *CoastSnap* NE na praia do Pacheco, Caucaia, Ceará.

A base da estação é composta por um pórtico de madeira com um suporte de aço em seu topo, no qual o cientista cidadão posiciona seu *smartphone* para realizar o registro fotográfico (FREITAS *et al.*, 2024). Além disso, são instaladas placas informativas que contêm as redes sociais associadas ao projeto, seu objetivo principal, orientações e o passo a passo para que os visitantes possam contribuir com o monitoramento (Figura 4).



Figura 4 - Placas informativas do projeto *CoastSnap* NE.

Caracterização do banco de dados

A partir do recebimento de registros enviados pelos cidadãos cientistas por meio do aplicativo *WhatsApp*, os pesquisadores responsáveis estruturam um banco de dados que contém informações relevantes para a construção do perfil dos participantes de cada estação *CoastSnap*, permitindo uma caracterização que vai além do objetivo principal do projeto. Nesse banco de dados são registradas informações como: nome do participante, data e horário do registro e número de telefone utilizado para o envio das fotografias, sendo essas as variáveis utilizadas para a caracterização do perfil dos participantes.

As variáveis data e hora foram utilizadas para compreender a frequência de participação dos cientistas cidadãos durante o ano analisado. O nome do participante auxiliou na identificação do

gênero, enquanto o número de telefone foi utilizado para individualizar cada participante, evitando duplicações durante os processos de contagem. Além disso, também foi considerado os códigos de área telefônica DDD (Discagem Direta a Distância) e o DDI (Discagem Direta Internacional) associado ao número telefônico, possibilitando identificar e mapear a origem geográfica de cada cientista cidadão.

Tratamento dos dados

Visando uma comparação direta de dados entre as estações *CoastSnap* NE localizadas na praia do Pacheco e na praia de Retiro Grande, foi estabelecido o recorte temporal de janeiro a dezembro de 2025, período em que ambas as estações se encontravam implantadas e ativas. Assim, permitindo evitar vieses consequentes da diferença dos períodos de funcionamento das estações.

Com base nos registros recebidos durante o período de análise selecionado, foram quantificados os participantes utilizando o número de telefone como identificação principal, permitindo uma filtragem mais rigorosa dos dados. Dessa forma, foi definido como participante único aquele que realizou o envio de registros apenas uma vez, sendo identificado pela ausência da duplicação do número telefônico registrado no banco de dados

A identificação do gênero dos participantes foi realizada de forma indireta, com base no nome e na fotografia do perfil utilizado para o envio dos registros via *WhatsApp*. Os participantes foram classificados como masculino, feminino ou não identificado, quando as informações disponíveis não permitiam uma identificação segura. Ressalta-se que essa classificação constitui apenas uma estimativa baseada nos dados dos perfis de contato.

Para a análise do engajamento dos participantes, foi considerado o total de participantes identificados a partir do número de contato registrado no banco de dados. Para a análise quantitativa dos dados, foram utilizadas as informações descritivas inseridas no banco de dados para realizar os cálculos estatísticos. O valor da média anual de registros foi obtida a partir da razão entre o número total de registros enviados em cada estação durante o período de 12 meses.

Foi analisada a frequência de participação dos cientistas cidadãos, considerando datas distintas de registros em cada estação, e três tipos de participantes: participante único, correspondente aos participantes com envio de registros em apenas um dia; participante ocasional, aqueles que realizaram contribuições em dois a três dias distintos; e participante frequente, com registros em quatro ou mais dias.

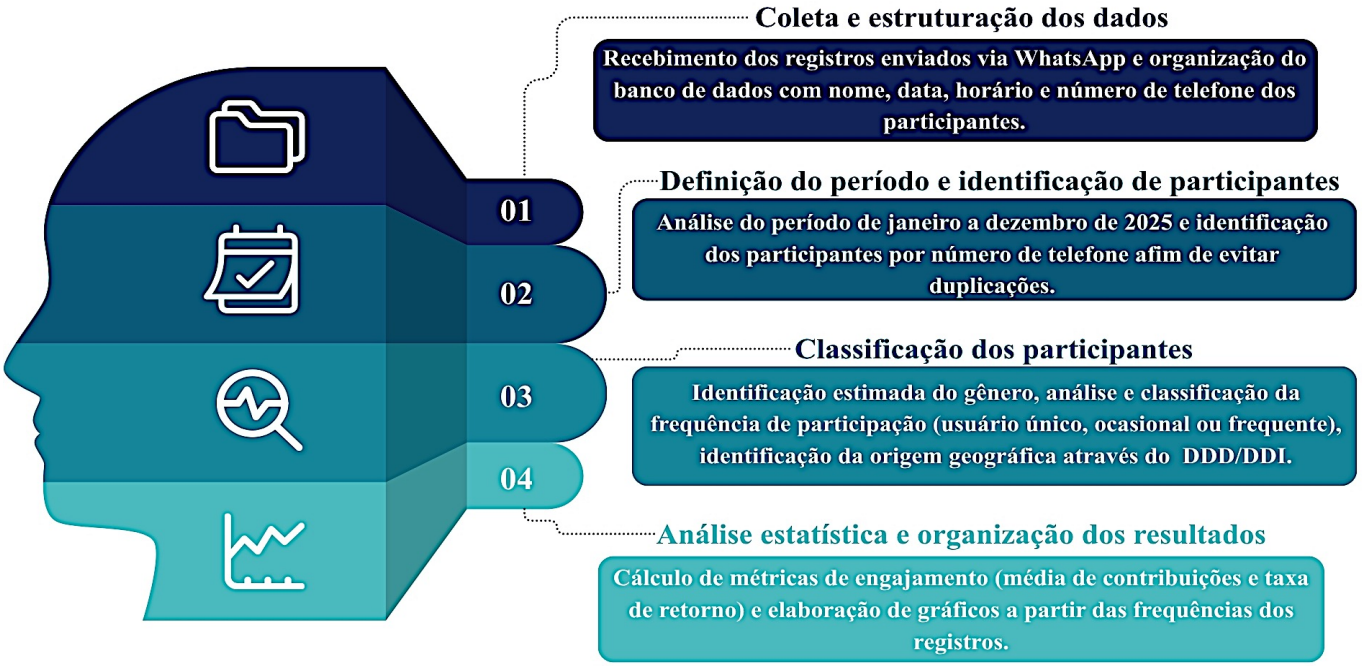


Figura 5 - Estrutura da análise das informações disponíveis no banco de dados do Projeto *CoastSnap* NE.

A taxa de retorno dos participantes foi calculada considerando a quantidade de participantes que contribuíram em dois ou mais dias em relação ao total de participantes. As porcentagens apresentadas ao longo dos resultados foram calculadas com base na proporção entre os valores observados e o total de registros ou de participantes de cada estação.

A organização e o tratamento dos dados (Figura 5) foram realizados em planilhas eletrônicas (Excel), enquanto os gráficos utilizados para representação dos resultados foram elaborados a partir das frequências absolutas e relativas dos registros. Para a análise da origem geográfica dos participantes, foram utilizados os códigos de área telefônica nacionais e internacionais (DDD e DDI) associados aos números de contato registrados, permitindo identificar a região de procedência dos colaboradores e a espacialização em escala nacional e internacional.

Como limitação desse método, foi encontrado um código DDD que corresponde a dois locais distintos, Distrito Federal e o estado de Goiás, impossibilitando identificar com segurança a origem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perfil dos participantes

A análise do perfil dos participantes permitiu compreender melhor a dimensão do gênero dos cidadãos, enquanto a estação de Retiro Grande teve uma quantidade maior de participantes identificados do gênero feminino (49%), os participantes de Pacheco foram majoritariamente masculinos, representando 54,5% dos colaboradores (Figura 6). As estações tiveram participantes os quais não foi possível afirmar com segurança o gênero, representando, respectivamente, aproximadamente 7% e 8% dos participantes totais.

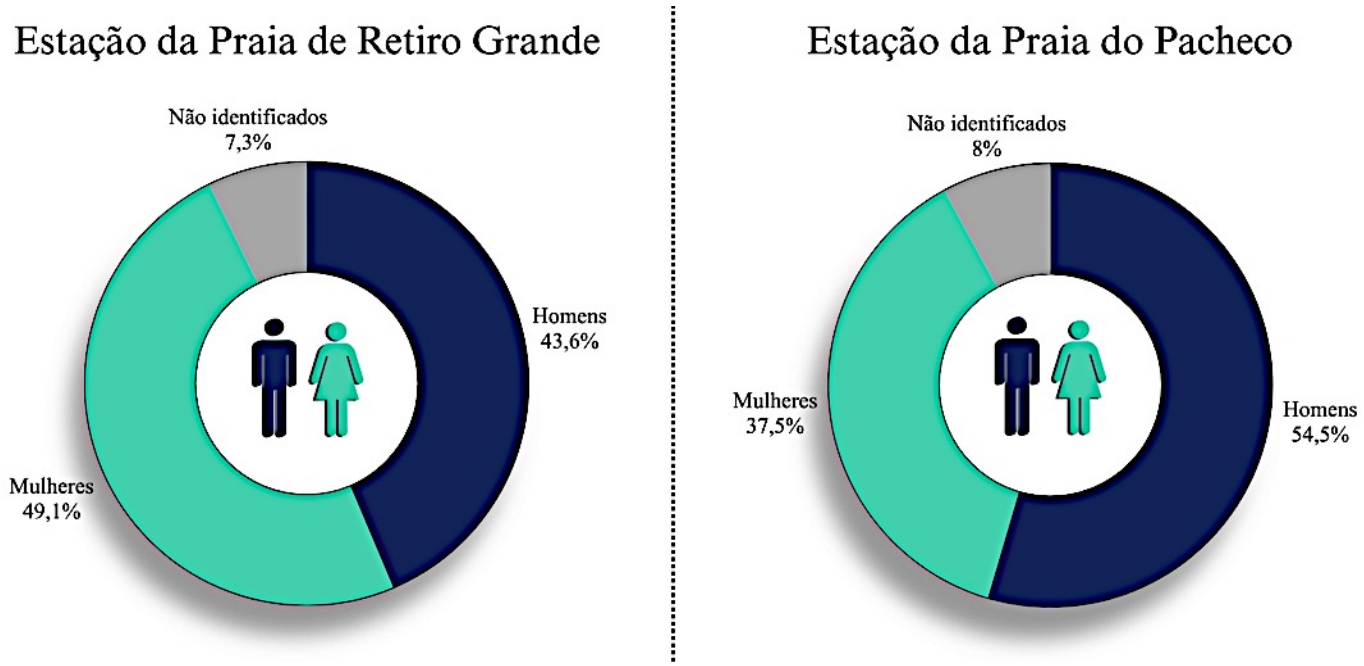


Figura 6 - Gráfico representando o gênero dos participantes no projeto *CoastSnap* NE.

Na Figura 7, pode-se observar que as duas estações analisadas do projeto *CoastSnap* NE alcançam além de cidadãos locais, contribuições de indivíduos de todas as regiões do país, revelando um amplo alcance do projeto e evidenciando o potencial para ações voltadas à educação e conscientização ambiental. Além disso, no ano de 2025, a estação de Retiro Grande também recebeu 2 contribuições de visitantes internacionais, da Itália e da Suíça, demonstrando também a fácil comunicabilidade que o projeto propõe.

Com esse mapeamento, percebe-se que a estação de Retiro Grande tem uma maior variedade regional de contribuintes, que pode estar associado ao potencial turístico do local. Observa-se também uma participação ativa dos estados que fazem divisa com a região Leste do Ceará, relacionando a proximidade geográfica da estação. Diferentemente,

a Praia do Pacheco apresenta uma participação mais ativa de colaboradores ao Oeste do Estado, revelando a relação entre a localização das estações e a distribuição espacial dos participantes.

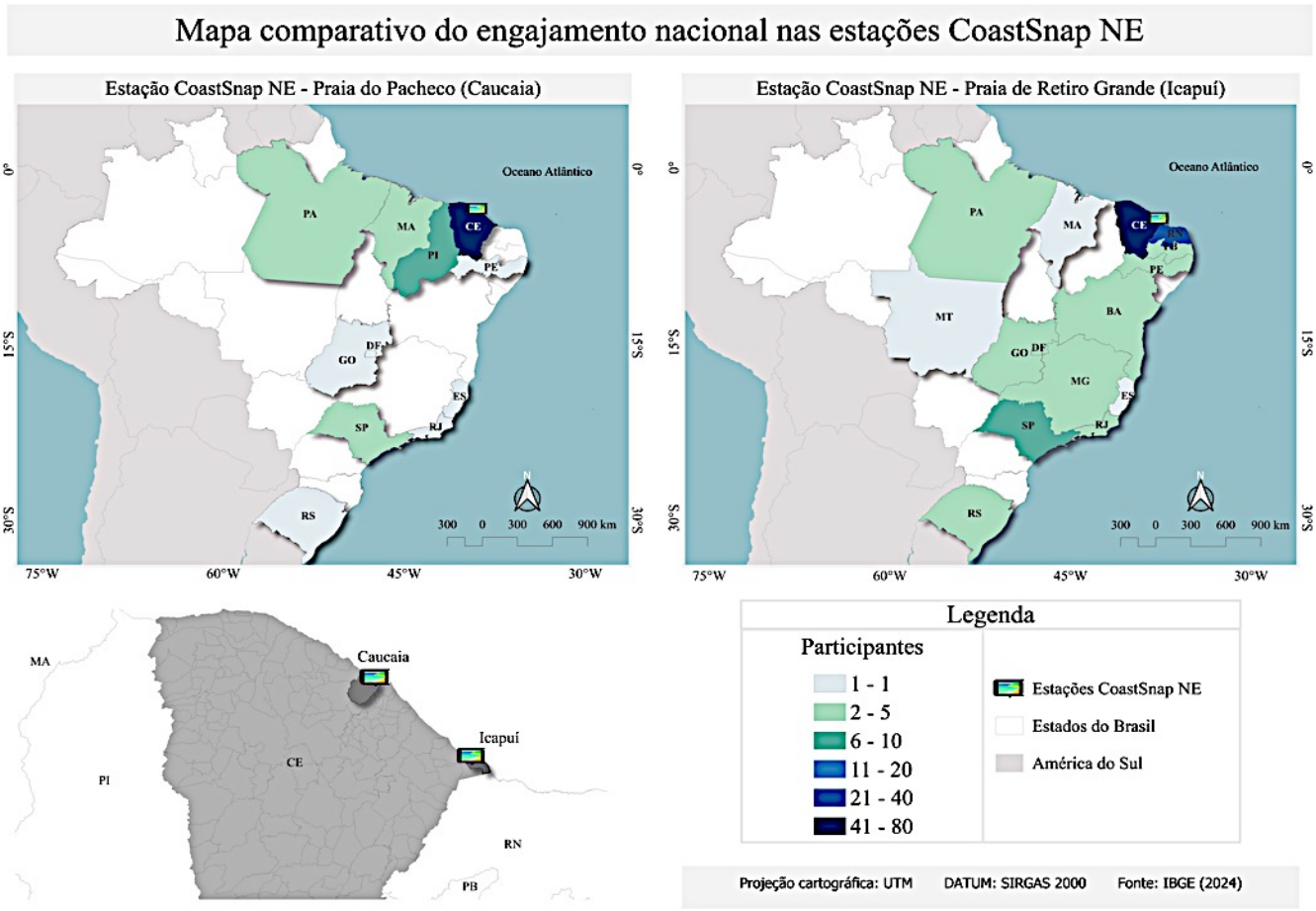


Figura 7 - Mapa de comparação do engajamento nacional em 2025 em duas estações *CoastSnap* NE, Retiro Grande e Pacheco.

Tabela I - Registros das estações *CoastSnap* NE em 2025, por região.

Participantes por região		
Regiões	**Estação de Retiro Grande**	**Estação do Pacheco**
Bahia (BA)	3	0
Ceará (CE)	**53**	**71**
Distrito Federal/Goiás (DF/GO)	2	1
Espírito Santo (ES)	1	1
Maranhão (MA)	1	2
Minas Gerais (MG)	2	0
Mato Grosso (MT)	1	0
Pará (PA)	2	2
Paraíba (PB)	3	0
Pernambuco (PE)	2	1
Piauí (PI)	0	6
Rio de Janeiro (RJ)	4	1
Rio Grande do Norte (RN)	21	0
Rio Grande do Sul (RS)	3	1
São Paulo (SP)	10	2
Itália	1	0
Suíça	1	0
Total	110	88

No entanto, ambas as estações apresentam maior participação do estado em que estão instaladas, o Ceará. A estação localizada no município de Caucaia, na praia do Pacheco, apresenta aproximadamente 80,6% de colaboradores locais, ou seja, 71 participantes são do próprio estado, indicando uma alta taxa de frequentadores locais na região. Por outro lado, a estação situada em Icapuí, na praia de Retiro Grande, revela que 48,2% dos 110 participantes são do Ceará, enquanto aproximadamente 19% são do Rio Grande do Norte, estado que faz divisa com o município de Icapuí, que pode estar relacionado a menor distância territorial.

Como apresentado na Tabela I, entre os estados que se destacaram nas contribuições à estação de Retiro Grande estão São Paulo e Rio de Janeiro, enquanto o estado do Piauí apresenta maior participação nas contribuições à estação da Praia do Pacheco.

Por fim, a origem dos colaboradores é maioritariamente local, mas com presença de visitantes de até 14 estados em Retiro Grande e 10 na praia do Pacheco (Tabela I), demonstrando o potencial do projeto em integrar o monitoramento ambiental ao turismo regional. Essa distribuição geográfica dos participantes é um indicador de sucesso para projetos de Ciência Cidadã, pois também transforma o turista em um agente ativo na gestão costeira, promovendo o desenvolvimento regional sustentável (BRANCHINI *et al*., 2015; MISHRA & SINGH, 2021).

Engajamento geral

Durante o período de 2025, observou-se uma quantidade de 16,56% maior no número de registros enviados a partir da estação da Praia do Retiro Grande em comparação à estação da Praia do Pacheco. Ao todo, a Praia do Retiro Grande contabilizou 169 fotografias, enquanto a Praia do Pacheco registrou 141. Estes valores englobam tanto os registros considerados aptos para processamento, ou seja, aqueles com qualidade adequada para a extração da linha d'água, quanto imagens que, por limitações técnicas (como enquadramento inadequado, baixa resolução ou interferências), não puderam ser plenamente utilizadas nas análises. Ainda assim, o volume total de contribuições representa um indicativo relevante do engajamento dos usuários e do potencial do monitoramento participativo no acompanhamento das dinâmicas costeiras.

A análise das datas das fotografias encaminhadas pelos participantes permitiu identificar uma maior concentração de registros no mês de janeiro em ambas as estações (Figura 8). Esse padrão está diretamente associado ao período de férias escolares, quando há intensificação do turismo e, consequentemente, maior presença de usuários nas praias.

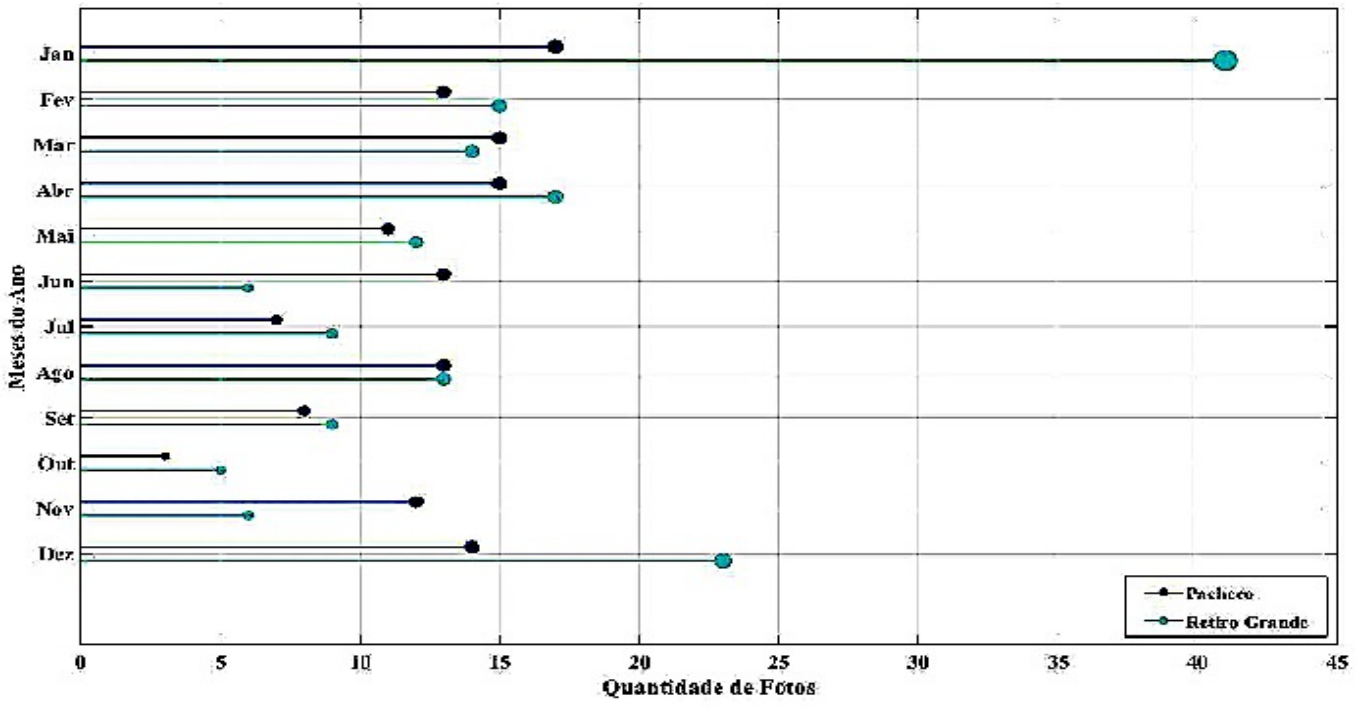


Figura 8 - Gráfico com o volume total de registro mensal, em 2025, das estações *CoastSnap* NE das praias do Pacheco e Retiro Grande.

Na Praia do Retiro Grande, o mês de dezembro também se destacou pelo elevado número de envios, o que pode ser relacionado ao período de feriados e início das férias, caracterizado por um aumento significativo no fluxo de visitantes. Na Praia do Pacheco, dezembro aparece igualmente como um mês relevante, figurando como o quarto com maior número de registros.

De modo geral, os picos de envio observados em janeiro e dezembro de 2025 coincidem com o período de alta estação no Nordeste brasileiro, evidenciando a influência da sazonalidade turística na coleta de dados. Esse comportamento reforça a dependência do monitoramento participativo em relação à dinâmica de uso e ocupação das praias, sendo um padrão também identificado em outras iniciativas do projeto *CoastSnap* em escala global (HARLEY *et al.*, 2022).

A média de registros dos 12 meses de 2025 foi de 14,08 na estação de Retiro Grande e 11,75 na estação do Pacheco. Além disso, através dos registros enviados via *WhatsApp*, foi possível coletar os números telefônicos e, consequentemente, identificar 110 participantes na praia de Retiro Grande e 88 na praia do Pacheco.

Esses resultados sugerem que, embora haja variação no número total de colaboradores, o padrão de contribuição por participante se mantém semelhante entre as estações analisadas. De acordo com HARLEY & KINSELA (2022), estações *CoastSnap* em diferentes regiões do mundo apresentam variações no número de registros que frequentemente estão relacionadas ao fluxo de visitantes nas praias e à facilidade de acesso às estações de monitoramento. Assim, locais com maior circulação de turistas ou frequentadores tendem a apresentar maior volume de contribuições, o que pode explicar a diferença observada entre as duas estações analisadas neste estudo.

A partir da classificação estabelecida para a análise da frequência de participação (Tabela II), verificou-se a predominância de participantes únicos, em ambas as estações monitoradas. Na praia de Retiro Grande, foram identificados 105 cidadãos sem recorrência de participação, enquanto na praia do Pacheco esse número foi de 84 participantes. Esse padrão evidencia que a maior parte das contribuições está associada a participações pontuais, sem a formação de um ciclo contínuo de engajamento por parte dos colaboradores.

Tabela II - Classificação da frequência de participação no projeto *CoastSnap*.

Classificação	Frequência de participação	N° de cidadãos - Praia de Retiro Grande	N° de cidadãos - Praia do Pacheco
Participante único	1 dia	105	84
Participante ocasional	2-3 dias	4	3
Participante frequente	≥ 4 dias	1	1

As categorias de maior frequência apresentaram menor representatividade, com poucos participantes ocasionais e apenas um participante classificado como participante frequente em cada estação.

Com base na classificação da frequência de participação, estimou-se a taxa de retorno dos participantes, considerando-se como recorrentes aqueles que realizaram envios em dois ou mais dias distintos. Os resultados indicaram uma taxa de retorno de aproximadamente 4,5% em ambas as estações do *CoastSnap* NE analisadas. Esse percentual evidencia um baixo nível de recorrência entre os colaboradores, e indica a necessidade de estratégias que incentivem o engajamento contínuo dos cientistas cidadãos ao longo do tempo.

Os resultados revelam que a participação no monitoramento ocorre majoritariamente de forma pontual, padrão já observado na literatura sobre ciência cidadã. DICKINSON *et al.* (2012) destacam que a maioria dos projetos desse tipo apresenta grande número de participantes

ocasionais e um número reduzido de colaboradores recorrentes, fenômeno associado ao caráter voluntário e espontâneo dessas iniciativas. Essa dinâmica também foi observada em diversas estações *CoastSnap*, como evidenciado por SORIANO-GONZÁLEZ *et al* (2024) na Espanha, onde, ao longo de cinco anos de funcionamento, registrou baixas taxas de engajamento de aproximadamente uma imagem por participante, com predomínio de contribuições pontuais, especialmente em períodos de alta temporada turística. De forma semelhante, as estações analisadas neste estudo apresentaram baixa taxa de retorno dos participantes, reforçando que o engajamento tende a ocorrer de maneira episódica.

CONCLUSÕES

O projeto *CoastSnap*, desde 2017, vem sendo utilizado como uma ferramenta de baixo custo para coleta de dados contínua, com a finalidade de monitorar a linha de costa das praias onde as estações estão implantadas (HARLEY *et al*., 2019). Diante desse cenário, o projeto *CoastSnap* NE, além da eficácia de monitorar o ambiente praial, mostrou-se também uma ferramenta útil para analisar o perfil dos utentes das praias monitoradas que contribuem com o projeto, isso através dos dados e metadados enviados via *WhatsApp* pelos próprios cientistas cidadãos, ampliando as possibilidades de investigação sobre o engajamento social associado ao monitoramento costeiro.

A partir dos dados apresentados, como número total de imagens recebidas, quantidade de participantes, distribuição por gênero, meses com maior número de registros e espacialização dos participantes por meio dos códigos de DDD e DDI, foi possível observar as particularidades de cada local monitorado, como as duas estações analisadas, evidenciando diferenças no alcance social e no perfil dos colaboradores.

Nesse contexto, essa análise comparativa entre as estações permitiu entender que, com ambas na mesma proposta metodológica, cada estação apresenta similaridades, mas também dinâmicas próprias de visitação, relacionadas principalmente ao uso de cada praia, frequência e origem de visitantes. Assim, os dados extraídos por cada estação *CoastSnap* podem ser utilizados para subsidiar pesquisas acadêmicas e também contribuir para a formulação e aprimoramento de políticas públicas voltadas à gestão costeira integrada. O banco de dados construído reúne informações sobre o perfil e a recorrência dos participantes que frequentam essas áreas, associadas aos registros das mudanças geomorfológicas locais, contribuindo para o monitoramento contínuo da zona costeira, o planejamento territorial, a definição de estratégias de conservação e a tomada de decisões fundamentadas pelos órgãos gestores.

Dessa forma, além da extensa base de dados que o *CoastSnap* é capaz de desenvolver para o monitoramento costeiro, a expansão gradual possibilita que haja uma maior visibilidade dos dados coletados, além de fortalecer a consciência ambiental por meio da participação ativa dos cientistas cidadãos. A presença de projetos que envolvem a população em ações de monitoramento ambiental contribui para ampliação da educação ambiental, além de favorecer o desenvolvimento de vínculos de pertencimento, cuidado e respeito pela própria área monitorada.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos aos órgãos de fomento pelo financiamento, sejam eles: CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – (Processos 420516/2022-0 e 309102/2022-7) e FUNCAP – Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – (PS1-0186-00333.01.00/21 e UNI-0210-00736.01.00/23) e à FUNCAP pela Bolsa de Pesquisador Visitante PVS-0215-00011.01.00/23 (ELB). Ao Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica – LGCO/Universidade Estadual do Ceará - UECE pelo apoio, logística e toda infraestrutura. Por fim, agradecimentos especiais a todos os cidadãos cientistas que, voluntariamente, contribuíram com registros em cada estação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, H.C. 2025. *Dinâmica e evolução morfológica da barreira costeira da praia de Retiro Grande, Icapuí-CE, Nordeste do Brasil.* Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. 75p.

BIRD, E.C.F. 2008. *Coastal geomorphology: an introduction*. 2ª ed., John Wiley & Sons, Chichester, Reino Unido. (ISBN-13: 978-0470517307).

BONNEY, R.; COOPER, C.; DICKINSON, J.L.; KELLING, S.; PHILLIPS, T.; ROSENBERG, K.V. & SHIRK, J.

2009. Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience*, 59(11):977-984. (doi:10.1525/bio.2009.59.11.9).

BRANCHINI, S.; MESCHINI, M.; COVI, C.; PICCINETTI, C.; ZACCANTI, F. & GOFFREDO, S. 2015. Participating in a citizen science monitoring program: implications for environmental education. *PLOS ONE*, 10(7). (doi:10.1371/journal.pone.0131812).

CEARÁ (ESTADO). 2024. Plano de Ações de Contingência para Processos de Erosão Costeira (PCEC) no Estado do Ceará. Governo do Estado do Ceará, Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Fortaleza, CE, Brasil.

DICKINSON, J.L.; SHIRK, J.L.; BONTER, D.N.; BONNEY, R.; CRAIN, R.L.; MARTIN, J.; PHILIPS, T. & PURCELL, K. 2012. The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6):291-297. (doi:10.1890/110236).

FREITAS, S.C. 2025. *Aplicação da ciência cidadã no monitoramento costeiro: o caso do projeto CoastSnap NE na praia do Pacheco, Caucaia-CE*. Monografia (Graduação em Geografia), Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. 79p.

FREITAS, S.C.; PAULA, D.P.; SILVA, A.J.L.; ANDRADE, H.C.; LEISNER, M.M.; BENDÔ, A.R.; LINS DE BARROS, L.; PEREIRA, P.S.; LACERDA BARROS, E. & PINHEIRO, L.S. 2024. Explorando a experiência dos cientistas cidadãos: um estudo das interações do projeto CoastSnap NE nas praias do Ceará, Nordeste do Brasil. In: PAULA, D.P.; OLIVEIRA, E.C.; DIAS, J.A.; FONSECA, L.C.; RODRIGUES, M.A.C.; BASTOS, M.R.; ALBUQUERQUE, M.G.; PALMA, M.; PEREIRA, O.A. & BERGAMASCHI, S. (Eds.). *A linha de costa como espaço de interface e identidade: Contributos interdisciplinares das humanidades azuis - Tomo XIII da Rede BRASPOR*:171-181, UERJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

HAKLAY, M. 2013. Citizen science and volunteered geographic information: overview and typology of participation. In: SUI, D.Z.; ELWOOD, S. & GOODCHILD, M. (Eds.). *Crowdsourcing geographic knowledge: volunteered geographic information (VGI) in theory and practice*; 105-122, Springer, Dordrecht. (doi:10.1007/978-94-007-4587-2_7).

HARLEY, M.D.; KINSELA, M.A.; SÁNCHEZ-GARCÍA, E. & VOS, K. 2019. Shoreline change mapping using crowd-sourced smartphone images. *Coastal Engineering*, 150:175-189. (doi:10.1016/j.coastaleng.2019.04.003).

HARLEY, M.D. & KINSELA, M.A. 2022. CoastSnap: a global citizen science program to monitor changing coastlines. *Continental Shelf Research*, 245:104796. (doi:10.1016/j.csr.2022.104796).

LACERDA BARROS, E.; DE PAULA, D.P.; GUERRA, R.G.P. & DE OLIVEIRA SANTOS, J. 2021. Erosion and coastal structures in Brazilian metropolises: the case of Fortaleza and its inequalities. In: SINGH, R.B.; CHATTERJEE, S.; MISHRA, M. & de LUCENA, A.J. (Eds.). *Practices in regional science and sustainable regional development: experiences from the Global South*, pp.127-150, Springer, Singapore. (doi:10.1007/978-981-16-2221-2_6).

LEISNER, M.M.; PAULA, D.P.; CARVALHO, R.G.; BASTOS, F.H.; ALBUQUERQUE, M.G.; VASCONCELOS, Y.G.; LEAL-ALVES, D.C. & MORAIS, J.O. 2025. Mass movement hazard assessment of active coastal cliffs (Northeast Brazil). *Ocean & Coastal Management*, 263:107596. (doi:10.1016/j.ocecoaman.2025.107596).

MASSELINK, G.; HUGHES, M. & KNIGHT, J. 2011. *Introduction to coastal processes and geomorphology*. 2ª ed. Routledge, London. (doi:10.4324/9780203785461).

MISHRA, M. & SINGH, R.B. 2021. Regional science, regional planning, and the Global South. In: SINGH, R.B.; CHATTERJEE, S.; MISHRA, M. & de LUCENA, A.J. (Eds.). *Practices in regional science and sustainable regional development*, pp.3-21, Springer, Singapore. (doi:10.1007/978-981-16-2221-2_1).

NETO, A.R.X.; SILVA, R.R.; PAULA, D.P.; LEISNER, M.M.; CORDEIRO, A.M.N.; MORAIS, J.O.; PINHEIRO, L.S. 2024. Spatial distribution and deposits of cliffs along the Brazilian semi-arid coast. *Geomorphology*, 466:109451. (doi:10.1016/j.geomorph.2024.109451).

SORIANO-GONZÁLEZ, J.; SÁNCHEZ-GARCÍA, E.; GONZÁLEZ-VILLANUEVA, R. 2024. From a citizen science programme to a coastline monitoring system: achievements and lessons learnt from the Spanish CoastSnap network. *Ocean & Coastal Management*, 256:107280. (doi:10.1016/j.ocecoaman.2024.107280)

Capítulo III

EDUCAÇÃO OCEÂNICA E CIÊNCIA CIDADÃ: A EXPERIÊNCIA DOS PROJETOS EDUCAMAR E COASTSNAP EM UMA ESCOLA DO NORDESTE, BRASIL



EDUCAÇÃO OCEÂNICA E CIÊNCIA CIDADÃ: A EXPERIÊNCIA DOS PROJETOS EDUCAMAR E COASTSNAP EM UMA ESCOLA DO NORDESTE, BRASIL

Samyra Costa de Freitas[1], Davis Pereira de Paula[2], Amanda Nara Santos da Silva[3], Eduardo Lacerda Barros[4], Ana Julia Leite da Silva[5]

[1, 2, 4, 5]Programa de Pós -Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará, Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica, Av. Dr. Silas Munguba, 1700 - Itaperi, Fortaleza - CE, CEP 60714-903. samyra.freitas@aluno.uece.br (autora correspondente), davis.paula@uece.br, eduardo.lgco@gmail.com, julia.leite@aluno.uece.br
[3]Universidade Estadual do Ceará, Avenida Silas Munguba, 1700, Fortaleza, Ceará, Brasil. 60714-903; amanda.nara@aluno.uece.br

RESUMO

A crescente preocupação com a preservação dos oceanos motivou a ONU a instituir a Década da Ciência Oceânica (2021-2030) para conscientizar sobre os impactos humanos nos ecossistemas marinhos. Nesse contexto, criou-se a iniciativa EducaMar, com sua primeira atividade realizada em 7 de junho de 2024 pelo LGCO/UECE na Escola Celina Sá Morais (Icaraí-Caucaia/CE), a 1,5 km da estação *CoastSnap* NE + *CoastSnap* BR, envolvendo turmas do 7º ano (A, B, C) para estimular conservação costeira e a ciência cidadã. A escola foi escolhida por sua localização estratégica próxima a estação de monitoramento. O projeto *CoastSnap* utiliza placas informativas com *QR Code* direcionando ao *WhatsApp* do projeto, pórtico de madeira e suporte de aço inox para registrar fotos horizontais padronizadas, que são enviadas via *WhatsApp* e armazenadas com data, hora e informações do cidadão cientista. A metodologia do EducaMar incluiu slides e vídeos sobre o projeto, mapas de localização para os alunos identificarem suas residências, escola e estação, e maquetes com 80% dos materiais recicláveis (papel, papelão, tampas, palitos, pedrinhas) representando dunas, falésias, espigões, moradias litorâneas e réplica em miniatura da estação, criando experiência lúdica interativa. Na atividade prática, foram utilizadas folhas A4, lápis, canetinhas, lápis de cor, borrachas e apontadores, com o objetivo de que os estudantes representassem, por meio de desenhos ou mapas mentais, os conhecimentos construídos a partir da dinâmica desenvolvida. Diante disso, os alunos demonstraram conhecimento prévio sobre erosão costeira, poluição marinha, dunas e do projeto *CoastSnap*, destacando que já contribuíram com fotos e querem envolver seus familiares na colaboração. Entre os resultados observados, destaca-se que os estudantes demonstraram boa capacidade de orientação espacial, conseguindo localizar a si mesmos, suas residências, a escola e a estação de monitoramento. Além disso, foram obtidos 76 desenhos e mapas mentais produzidos, sendo 26 do 7º A, 22 do 7º B e 28 do 7º C. Nesses materiais, destacaram-se espigões do Icaraí, avanço do mar sobre residências, feições costeiras e *smartphones* como ferramenta de monitoramento. Por fim, a atividade provou ser eficaz para desenvolver consciência oceânica no ensino fundamental, evidenciando o potencial de ações participativas para os objetivos da Década do Oceano e reforçando a necessidade de incluir conteúdos litorâneos no currículo escolar costeiro, especialmente em comunidades diretamente afetadas por dinâmicas praiais.

Palavras-chave: Cultura Oceânica, Monitoramento Costeiro, Década do Oceano, Cientista Cidadão, Educação Ambiental.

Oceanic education and citizen science: the experience of the EducaMar and CoastSnap projects with elementary school students at Icaraí beach, Ceará, northeast Brazil

ABSTRACT

The growing concern for ocean preservation prompted the UN to establish the Ocean Decade (2021-2030) to raise awareness about human impacts on marine ecosystems. In this context, the EducaMar initiative was created, with its first activity held on June 7, 2024, by LGCO/UECE at Celina Sá Morais School (Icaraí-Caucaia/CE), 1.5 km from the CoastSnap NE + CoastSnap BR station. This involved 7th-grade classes (A, B, C) to promote coastal conservation and citizen science. The school was selected for its strategic location near the monitoring station. The CoastSnap project uses informative plaques with QR codes linking to the project's WhatsApp, a trunk, and stainless steel support to capture standardized horizontal photos, which are sent via WhatsApp and stored with date, time, and citizen scientist information. The EducaMar methodology included slides and videos about the project, location maps for students to identify their homes, school, and station, and scale models made with 80% recyclable materials (paper, cardboard, lids, sticks, pebbles) representing dunes, cliffs, groins, coastal housing, and a miniature replica of the station, fostering an interactive playful experience. In the practical activity, A4 sheets, pencils, markers, colored pencils, erasers, and sharpeners were used, with the goal of having students represent (through drawings or mental maps) the knowledge built from the developed dynamics. Consequently, students demonstrated prior knowledge of coastal erosion, marine pollution, dunes, and the CoastSnap project, noting that they had already contributed photos and wanted to involve their families in the collaboration. Among the observed results, students showed good spatial orientation skills, successfully locating themselves, their homes, the school,

and the monitoring station. Additionally, 76 drawings and mental maps were collected, with 26 from 7th A, 22 from 7th B, and 28 from 7th C. These materials highlighted Icaraí groins, sea advancement over residences, coastal features, and smartphones as a monitoring tool. Ultimately, the activity proved effective in developing ocean awareness in elementary education, highlighting the potential of participatory actions for the Ocean Decade's goals and reinforcing the need to include coastal content in the curriculum for coastal schools, especially in communities directly affected by beach dynamics.

Keywords: Ocean Literacy, Coastal Monitoring, Ocean Decade, Citizen Scientist, Environmental Education.

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a preservação dos oceanos tem ganhado destaque na sociedade, visto que o oceano é fonte de diversos recursos naturais, abriga uma rica biodiversidade marinha e exerce papel essencial na alimentação e na economia global (ONU, 2021). Como resposta a essa demanda, a Organização das Nações Unidas (ONU) instituiu a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021–2030), com o objetivo de promover a conscientização sobre a importância do oceano e os impactos das ações humanas (UNESCO, 2021).

Atualmente, diversas iniciativas têm sido desenvolvidas para promover a educação oceânica no Brasil, como a criação de livros didáticos, kits pedagógicos, o programa Ecoeducação e a Escola Azul (BARBOSA NETO, 2014; SANTORO *et al*., 2020; CHRISTOFOLETTI *et al*., 2022; FERREIRA *et al*., 2025). Todas essas ações desempenham papel relevante na sociedade ao inserir conteúdos e informações sobre a zona costeira no currículo escolar, contribuindo também para a formação da população litorânea que vive em ambientes altamente dinâmicos e vulneráveis às mudanças ambientais.

Nesse contexto, ações de educação ambiental e de ciência cidadã têm se mostrado fundamentais para engajar a sociedade na conservação dos ambientes costeiros. Essa prática caracteriza-se pelo envolvimento da comunidade na coleta de dados em diferentes áreas do conhecimento, como saúde, educação e meio ambiente, estabelecendo uma colaboração entre cidadãos e pesquisadores que atuam conjuntamente na produção de informações e na ampliação da compreensão sobre diferentes fenômenos (MAMEDE, 2017; PACHECO *et al*., 2023; FREITAS, 2025).

Com base nessa perspectiva, foi criado, em 2017, o projeto *CoastSnap*, em Sydney, Austrália, com o intuito de realizar o monitoramento comunitário e participativo de praias a partir de registros fotográficos feitos pelos *smartphones* dos frequentadores (HARLEY & KINSELA, 2022). A iniciativa foi amplamente difundida entre pesquisadores e universidades, tornando-se hoje um projeto global, presente em mais de 31 países com 500 estações de monitoramento costeiro. No Brasil, essa iniciativa teve início em 2018, nos estados de Santa Catarina, Ceará e Rio de Janeiro (LINS-DE-BARROS *et al.*, 2023; FREITAS, 2025; SILVA, 2026).

No Ceará, a primeira estação foi instalada em 2021, na Praia do Pacheco. Em 2023, houve uma expansão em que o projeto, antes conhecido como *CoastSnap* CE, tornou-se *CoastSnap* NE, englobando também os estados do Piauí e Rio Grande do Norte. Atualmente, o *CoastSnap* NE possui oito estações de monitoramento: Pacheco, Icaraí, Taíba e duas localizadas em Retiro Grande (CE); Pedra do Sal e Praia do Coqueiro (PI); e Areia Branca/São Cristóvão (RN) (FREITAS, 2025; SILVA, 2026).

Desta forma, o objetivo deste trabalho é despertar o interesse dos estudantes pela conservação costeira, incentivá-los a participar do monitoramento ambiental por meio da ciência cidadã e compreender a relação deles com seu entorno e o impacto desta ação. Este estudo tem forte ligação com as ODS11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis e ODS14 – Vida na Água.

ÁREA DE ESTUDO

A praia do Icaraí está localizada no município de Caucaia, Região Metropolitana de Fortaleza-CE, distando aproximadamente 20 km da capital, e fica situada entre as praias do Pacheco e da Tabuba, possuindo um pouco mais de 3,5 km de extensão (PAULA *et al*., 2016). Trata-se de um trecho conhecido por estar inserido no principal núcleo de erosão do Ceará, em que o avanço do mar tem

comprometido as atividades de lazer e moradia do lugar (PAULA & NETO, 2017; LIMA *et al*., 2019).

Nesse trecho costeiro existem inúmeras obras costeiras construídas pela Prefeitura Municipal desde 2010, sejam elas: enrocamentos, *Bagwall*, esporões e espigões. Esse último vem sendo incorporado ao litoral do Icaraí desde 2023 (VASCONCELOS *et al*., 2024). Atualmente, esse trecho costeiro conta com três espigões já implantados. A estação do projeto está localizada na porção à barlamar do espigão no extremo leste da praia, a uma altura de 13,6 m acima do nível do mar (SILVA, 2026). A estação foi instalada no dia 29 de setembro de 2023 e continua ativa até hoje (Figura 1).



Figura 1 - Mapa de localização da estação *CoastSnap* NE da praia do Icaraí.

A escolha da Escola Celina Sá Morais para a realização da atividade fundamentou-se em critérios espaciais e socioambientais. A instituição encontra-se em localização estratégica, situada a aproximadamente 1,5 km da estação de monitoramento *CoastSnap* e a menos de 100 m do principal trecho em erosão no município de Caucaia, correspondente à orla urbana da Praia do Icaraí.

Essa proximidade confere aos estudantes uma vivência cotidiana com os efeitos da erosão costeira,

permitindo que suas percepções e experiências diretas contribuam de forma qualificada para a compreensão do fenômeno. Nesse sentido, a incorporação desse público no estudo não se limita a uma dimensão pedagógica, mas insere-se em uma perspectiva participativa, reconhecendo os estudantes como atores sociais relevantes na leitura, interpretação e proposição de respostas à problemática.

Assim, a atividade buscou não apenas apreender as percepções e sentimentos dos discentes em relação às transformações da linha de costa, mas também estimular a construção de um olhar crítico e propositivo, alinhado a abordagens contemporâneas de ciência cidadã e gestão costeira integrada.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto *CoastSnap* é composto por placas informativas que explicam como realizar a contribuição, um pórtico de madeira e um suporte de aço para posicionar o celular horizontalmente e registrar fotograficamente a paisagem. As imagens são enviadas via *WhatsApp* do projeto, cujo *QR Code* está inserido nas placas informativas. Ao receberem as fotos, elas são armazenadas no banco de dados do projeto, com registro de dia, hora e remetente (Figura 2).



Figura 2 - Estação CoastSnap NE Icaraí, Caucaia, Ceará.



Figura 3 - Fabricação de banners (a) e criação de maquetes (b).

A atividade foi desenvolvida com estudantes do Ensino Fundamental da Escola Celina Sá Morais, com idades entre 11 e 13 anos. Participaram da iniciativa as turmas do 7º A, 7º B e 7º C. Para a realização da primeira iniciativa do projeto EducaMar na escola, foram criadas apresentações em slides e vídeos educativos sobre a criação e desenvolvimento do projeto *CoastSnap*, além do uso de mapas reais para localizar as residências em relação à estação de monitoramento e à escola. Além disso, foi criado um *banner* sobre o projeto EducaMar (Figura 3a) e uma maquete representando feições costeiras (dunas e falésias) com 80% de materiais recicláveis, como papel, papelão, tampas de garrafa, palitos, pedrinhas, cola, tintas e bonecas (Figura 3b). As maquetes incluíam estruturas de contenção à erosão (espigões), moradias próximas ao mar e uma réplica em miniatura da estação *CoastSnap*, proporcionando uma experiência lúdica e interativa.

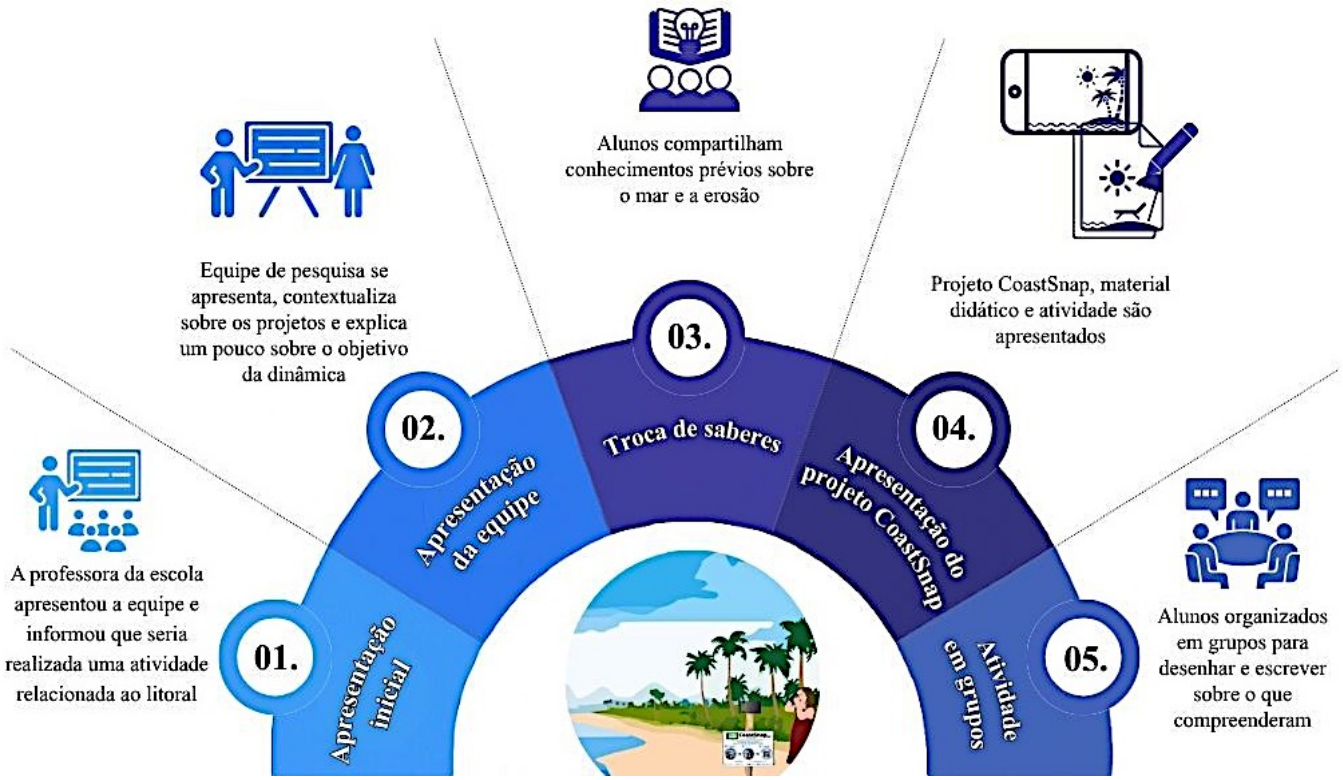


Figura 4 - Etapas realizadas na atividade EducaMar.



Figura 5 - Apresentação do projeto EducaMar pela equipe responsável.

Por fim, a atividade foi organizada em diferentes momentos didáticos (Figura 4). Inicialmente, a professora de Geografia da turma realizou a apresentação da equipe. Em seguida, a equipe responsável contextualizou a dinâmica e os objetivos da atividade, sendo orientada pelo professor responsável pelo projeto, seguida pela participação da turma, que compartilhou seus conhecimentos prévios sobre o mar, a praia e os processos erosivos.

Posteriormente, foi apresentado o projeto *CoastSnap* e o conceito de ciência cidadã, bem como seu funcionamento e objetivos, seguido da apresentação do material didático e das orientações para a atividade (Figura 5). Em seguida, os alunos do 7º A, 7º B e 7º C foram organizados em grupos de trabalho, favorecendo a troca de ideias e a construção coletiva do conhecimento. Para a execução da atividade, foram disponibilizadas 76 folhas A4, lápis, canetinhas coloridas, lápis de cor, borrachas e apontadores, permitindo que os estudantes representassem, por meio de desenhos e palavras, os conteúdos abordados sobre o *CoastSnap* e a zona costeira (Figura 5).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como princípio da atividade, os estudantes conseguiam se localizar no mapa do bairro do Icaraí, encontrando suas residências e observando a distância de suas casas até a escola e, principalmente, até a estação de monitoramento do Projeto *CoastSnap*. Algumas delas auxiliavam os colegas que tinham dificuldade em identificar suas ruas, demonstrando que, mesmo sem uma abordagem formal de localização nas disciplinas ministradas em sala de aula, elas conseguem se orientar através de suas vivências. Para isso, utilizam pontos de referência de fácil identificação, como supermercados, praças e barracas (Figura 6).



Figura 6 - Roda de conversa e identificação das localizações de seus domicílios, da escola e do projeto *CoastSnap*.

Ao final da atividade, observou-se que uma parcela significativa dos alunos já possuía conhecimentos prévios acerca de temas como o projeto *CoastSnap*, falésias, dunas, poluição marinha e erosão costeira. Dentre esses, destacou-se o entendimento sobre o processo de erosão costeira, uma vez que os estudantes vivenciam diretamente seus impactos no

cotidiano, por residirem no bairro.

Adicionalmente, alguns alunos relataram já ter tido contato prévio com o projeto, inclusive contribuindo com registros fotográficos, ainda que, à época, não compreendessem plenamente sua finalidade técnica e científica. Esse reconhecimento posterior reforçou o potencial do projeto como ferramenta de educação ambiental e ciência cidadã.

Por fim, evidenciou-se o interesse dos estudantes em ampliar sua participação, especialmente por meio do engajamento de familiares e da comunidade local em futuras contribuições, o que sinaliza uma oportunidade relevante para o fortalecimento de ações participativas e de monitoramento costeiro.

Como estratégia para avaliar a percepção dos estudantes em relação aos conteúdos abordados, foi proposta a elaboração de desenhos e mapas mentais como forma de expressão do conhecimento adquirido. Essa abordagem teve como objetivo identificar a compreensão dos alunos acerca do projeto, da dinâmica costeira e dos processos erosivos, valorizando formas não textuais de aprendizagem e interpretação.

A atividade contou com adesão integral das três turmas participantes (7º ano A, B e C), evidenciando o engajamento dos estudantes na proposta. Ao todo, foram produzidos 76 trabalhos, distribuídos da seguinte forma: 26 produções no 7º A, 22 no 7º B e 28 no 7º C. Esses resultados demonstram não apenas a participação ativa dos alunos, mas também a efetividade da metodologia adotada como instrumento de avaliação qualitativa.

A catalogação dos desenhos produzidos pelas turmas revelou a predominância de elementos como os espigões, o avanço do mar sobre as residências, diferentes feições costeiras, além da presença de frequentadores e surfistas (Figura 7). Esses registros evidenciam a forte relação entre o conteúdo trabalhado e a vivência cotidiana dos estudantes no ambiente costeiro.

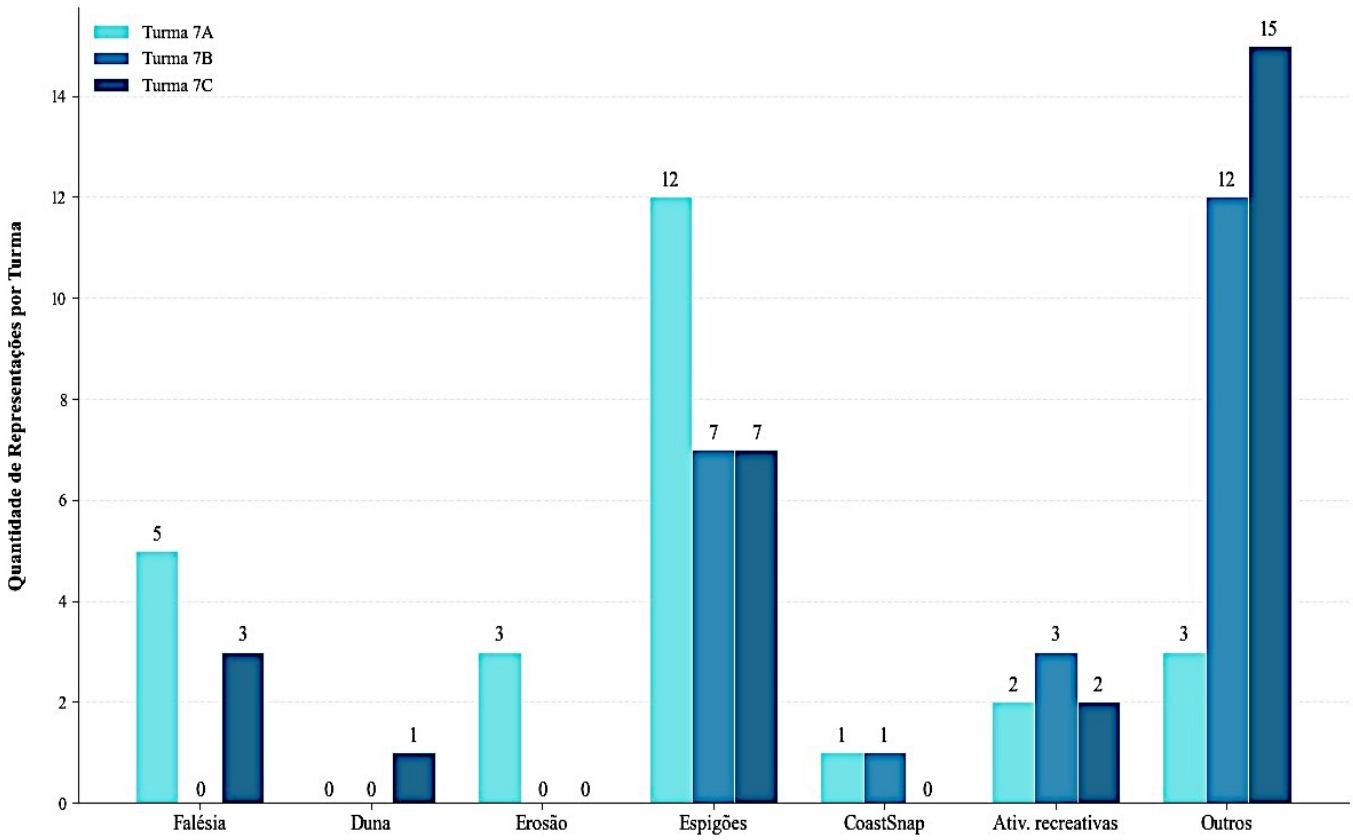


Figura 7 - Quantidade de desenhos por turma e suas representações geográficas.

Destacou-se, ainda, a recorrente representação de máquinas na faixa de praia, associadas às intervenções antrópicas, bem como o uso do *smartphone* como ferramenta central de monitoramento, o que demonstra a assimilação do conceito e da metodologia do projeto *CoastSnap* (Figura 8). Tais elementos indicam não apenas a compreensão dos processos discutidos, mas também a apropriação prática das ferramentas de ciência cidadã apresentadas durante a atividade.



Figura 8 - Desenhos elaborados pelos estudantes a partir da atividade desenvolvida.

De acordo com SANTOS (2013), o uso de desenhos em sala de aula possibilita novas formas de perceber e compreender a realidade e interpretar a paisagem, uma vez que essas produções revelam aspectos significativos do pensamento humano e das formas de apreensão dos conteúdos trabalhados. Nesse sentido, os resultados obtidos reforçam o potencial dessa abordagem como instrumento de avaliação qualitativa e de expressão do conhecimento.

Conforme NUNES *et al.* (2023), os alunos conseguem representar não apenas o que é tratado em sala de aula, mas também as suas vivências e experiências, como foi notado na atividade realizada com os estudantes da disciplina de Geografia Geral. Isso foi identificado na atividade proposta pela iniciativa EducaMar, em que os estudantes, além de retratar o que foi dito em sala de aula, demonstraram suas vivências e observações cotidianas, expressando seus conhecimentos por meio da arte.

CONCLUSÃO

A atividade EducaMar mostrou-se uma estratégia adequada para promover a educação oceânica e a cultura costeira entre estudantes do ensino fundamental, evidenciando o potencial de ações educativas participativas no âmbito da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021–2030). Ao integrar conteúdos geográficos, experiências locais e práticas de ciência cidadã por meio do projeto *CoastSnap*, a iniciativa ampliou a compreensão dos alunos acerca dos efeitos da erosão costeira, da poluição marinha e das intervenções antrópicas na praia do Icaraí, além de contribuir para o fortalecimento de suas habilidades de localização e representação espacial.

A ciência cidadã apresenta relevância teórica nos processos educativos por favorecer a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento e por aproximar o saber científico das realidades vividas. Em contextos escolares, essa abordagem contribui para aprendizagens mais significativas, críticas e contextualizadas, especialmente quando articulada a problemáticas socioambientais locais.

Nesse contexto, reafirma-se a importância da inserção sistemática e transversal de conteúdos relacionados ao litoral e ao oceano no currículo das escolas situadas em áreas costeiras, especialmente em comunidades diretamente impactadas por dinâmicas praiais. A articulação entre universidades, escolas e projetos de ciência cidadã, como o EducaMar e o *CoastSnap,* configura-se como uma estratégia promissora para a formação de jovens mais conscientes, informados e comprometidos com a conservação dos ambientes marinhos e costeiros, contribuindo para o fortalecimento de uma cultura oceânica crítica e sustentável no Brasil.

Com foco na consolidação de novas ações, iniciativas como o EducaMar devem não apenas acolher as ideias emergentes, mas também fomentar o desenvolvimento do pensamento crítico a partir das vivências e das relações cotidianas dos diferentes atores sociais. No contexto desta atividade, destaca-se o papel dos estudantes, cujas experiências diretas com o ambiente costeiro contribuíram significativamente para a construção de interpretações mais contextualizadas e sensíveis à realidade local.

Nesse sentido, o EducaMar pode atuar como um espaço integrador entre conhecimento científico e saberes vividos, estimulando a participação ativa, o protagonismo juvenil e o engajamento comunitário. Ao valorizar essas interações, amplia-se o potencial de formação de cidadãos mais conscientes, capazes de compreender, questionar e intervir de maneira responsável nas dinâmicas socioambientais que os cercam.

Ressalta-se, ainda, que esta foi a primeira atividade desenvolvida no âmbito da iniciativa EducaMar, configurando uma etapa inicial de aproximação com o público escolar e de avaliação da metodologia proposta. Espera-se, assim, dar continuidade às ações nas escolas por meio de novas intervenções educativas, ampliando o diálogo sobre ciência cidadã, educação oceânica, preservação ambiental e a importância da conservação dos ambientes costeiros.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Estadual do Ceará (UECE) e ao Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica (LGCO) pela infraestrutura e pelo apoio acadêmico disponibilizado. Este trabalho contou com o auxílio financeiro do CNPq (Processos 420516/2022-0 e 309102/2022-7) e da FUNCAP (PS1-0186-00333.01.00/21 e UNI-0210-00736.01.00/23), aos quais expressamos nosso reconhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA NETO, J.G. 2014. *Comunidades costeiras na prática da educação ambiental: um estudo de caso na Prainha do Canto Verde, Ceará, Nordeste do Brasil*. Monografia (Graduação em Oceanografia). Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. 46p.

CHRISTOFOLETTI, R.A.; ANDEOTTI, A.J.G.; CONTI, W.R.P.; TAKAHASHI, C.K.; MAZZO, T.M.; IGNACIO, B.L.; MARTINS, F.R.; KITAHARA, M.V. &

YOKOYAMA, L.Q. 2022. Escola Azul: educação, ciência, cidadania e a Década da Ciência Oceânica no Brasil. *Parcerias estratégicas,* 27(52):35-45.

FERREIRA, Q.R.L.B. 2025. *Biodiversidade oceânica e educação ambiental em livros didáticos de uma coleção de ciências da natureza*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, Brasil. 180p.

FREITAS, S.C. 2025. *Aplicação da ciência cidadã no monitoramento costeiro: O caso do projeto CoastSnap NE na praia do Pacheco, Caucaia-CE*. Monografia (Graduação em Geografia). Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. 79p.

HARLEY, M.D. & KINSELA, M.A. 2022. CoastSnap: A global citizen science program to monitor changing coastlines. *Continental Shelf Research*, 245:104796. (doi:10.1016/j.csr.2022.104796).

LIMA, J.C..; LIMA, R.J.R.; BARROS, E.L. & PAULA, D.P. 2019. Análise multitemporal da variabilidade da linha de costa do litoral do município de Caucaia, Ceará, Brasil. *Revista da Casa da Geografia de Sobral*, 21(2):864-884. (doi::10.35701/rcgs.v21n2.542).

LINS DE BARROS, F.; PIRES FRANCISCO, A.B.; CAÇADINI BIZERRA DA SILVA, L.; RAMOS MACIEL RIBEIRO, P.; SAD MILCZEWSKI, R. & JESUS DE SOUSA, R.E. 2023. Contribuições de monitoramentos participativos de praias arenosas para a gestão costeira integrada a partir do Projeto Mar à Vista (UFRJ) e da metodologia CoastSnap. *Costas,* 4(1):117-148. (doi:10.25267/Costas.2023.v.3.i2.07).

MAMEDE, S.; BENITES, M. & ALHO, C.J.R. 2017. Ciência cidadã e sua contribuição na proteção e conservação da biodiversidade na reserva da biosfera do Pantanal. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, 12(4):153-164. (doi:10.34024/revbea.2017.v12.2473).

NUNES, H.K.B.; FERREIRA, E.A. & SILVA, I.A.S. 2023. Criatividade, desenho e práticas educativas: reflexões, vivências e outras expressões para além da sala de aula de Geografia. *Revista Brasileira de Educação em Geografia*, 13(23):5-24. (doi:10.46789/edugeo.v13i23.1284).

ONU. 2021. Oceanos são cruciais para a economia e a cultura dos povos. In: https://news.un.org/pt/story/2021/06/1752872 (acesso: Março 2026).

PACHECO, J.; REIS, R.A.; JOUCOSKI, E. & LOW, R. 2023. Ciência cidadã e a educação básica: uma revisão bibliográfica sobre a ciência cidadã, suas tipologias e relações com o ensino de ciências. *Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)*, 15(1):70-95. (doi:10.24979/bolmirr.v15i1.1132).

PAULA, D.P.; BENDÔ, A.R.R.; LIMA, I.F.P. & ALVES, J.W.O. 2016. Mudanças de curto prazo no balanço sedimentar da Praia do Icaraí (Caucaia, Ceará) durante uma ressaca do mar. *Scientia Plena*, 12(4). (doi:10.14808/sci.plena.2016.047501).

PAULA, D.P. & NETO, C.A.F. 2017. Resposta de uma praia arenosa a um evento de ressaca do mar: o caso da Praia do Icaraí (Caucaia, Ceará, Brasil). Ateliê Geográfico, 11(2):184-204. (doi:10.5216/ag.v11i2.39302).

SANTORO, F.; SANTIN, S.; SCOWCROFT, G.; FAUVILLE, G. & TUDDENHAM, P. 2020. *Cultura oceânica para todos: kit pedagógico*. UNESCO Publishing. (ISBN:978-92-3-700011-3).

SANTOS, C. 2013. Desenhos e mapas no ensino de Geografia: a linguagem visual que não é vista. *Geograficidade*, 3(1):80-92. (doi:10.22409/geograficidade2013.30.a12876)

SILVA, A.J.L. 2026. *Aplicação do programa CoastSnap como uma ferramenta de monitoramento costeiro: um estudo de caso do CoastSnap NE na praia do Icaraí (Caucaia, Ceará)*. Monografia (Graduação em Geografia), Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. 90p.

UNESCO. United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030). Acesso: Março 2026 in: https://www.unesco.org/en/decades/ocean-decade.

VASCONCELOS, Y.; PAULA, D.P.; FERREIRA, O.; LEISNER, M. 2024. Contrasting short-term shoreline behaviour after the construction of sinusoidal groynes in NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 136, p. 104832. (doi:10.1016/j.jsames.2024.104832).

Capítulo IV

SISFAUMAR-PB: MONITORAMENTO E PERCEPÇÃO DOS RISCOS AMBIENTAIS COSTEIROS POR MEIO DA CIÊNCIA CIDADÃ



SISFAUMAR-PB: MONITORAMENTO E PERCEPÇÃO DOS RISCOS AMBIENTAIS COSTEIROS POR MEIO DA CIÊNCIA CIDADÃ

Maria Jackelyne Aguiar[1]; Christinne Costa Eloy[2]; Margarida Alcoforado Furquim[3]; Karina Massei[4]; Jéssica Viana de Vasconcelos[5]; Adeilson Bazante Filho[6]

[1]Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Sustentabilidade (PPGECOS), Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Rio Tinto, PB, CEP:58297-000, Brasil. E-mail: jackelynelimadeaguiar.sisfaumar@gmail.com.
[2]Instituto Federal da Paraíba - IFPB - Campus Cabedelo,Rua Santa Rita de Cássia, 1900 - Jardim Camboinha, Cabedelo - PB, CEP: 58103-772, Brasil. E-mail: christinne.eloy@ifpb.edu.br
[3]Pesquisadora Preamar - Programa Estratégico de Estruturas Artificiais Marinhas da Paraíba, Cabedelo - PB, Brasil. CEP: 58100-263. E-mail: dida.flor.ufpb@gmail.com
[4]Pesquisadora Preamar - Programa Estratégico de Estruturas Artificiais Marinhas da Paraíba, Cabedelo - PB, Brasil. CEP: 58100-263. E-mail: karina.massei@gmail.com
[5]Pesquisadora Preamar - Programa Estratégico de Estruturas Artificiais Marinhas da Paraíba, Cabedelo - PB, Brasil. CEP: 58100-263. Brasil. E-mail: jessicavasconcelosux@gmail.com
[6]Pesquisadora Preamar - Programa Estratégico de Estruturas Artificiais Marinhas da Paraíba, Cabedelo - PB, Brasil. CEP: 58100-263. E-mail: ade.bazante@gmail.com

RESUMO

As zonas costeiras enfrentam desafios ambientais crescentes, como poluição marinha, perda de biodiversidade e introdução de espécies invasoras, comprometendo serviços ecossistêmicos e a qualidade de vida das populações locais. A compreensão social destes riscos é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de gestão e conservação ambiental. Neste contexto, a ciência cidadã destaca-se como um instrumento relevante por promover o envolvimento da sociedade no monitoramento ambiental. O Sistema de Monitoramento da Fauna Marinha Paraibana (Sisfaumar-PB) consiste em uma plataforma digital voltada à educação ambiental e à participação comunitária na coleta de dados sobre biodiversidade e impactos ambientais na costa da Paraíba. Por meio da plataforma, cidadãos podem registrar ocorrências de poluição, observações de fauna e avistamentos de espécies exóticas, como o peixe-leão (*Pterois volitans*), cujo impacto sobre os ecossistemas recifais da região tem sido crescente. Esses registros contribuem para a identificação de padrões ambientais ao longo do tempo, fornecendo subsídios para ações de manejo e para o desenvolvimento de políticas públicas. A plataforma também atua em parceria com órgãos ambientais, como a Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba (SUDEMA), ampliando seu potencial como ferramenta de monitoramento ambiental e gestão costeira. Ao permitir a participação ativa da comunidade, o Sisfaumar-PB fortalece a percepção social sobre os riscos ambientais costeiros e estimula o engajamento da população em ações de conservação. Dessa forma, a iniciativa contribui para a integração entre sociedade, ciência e gestão ambiental no monitoramento dos ecossistemas costeiros da Paraíba.

Palavras-chave: Ciência Cidadã; Riscos Costeiros; Monitoramento Ambiental; Zonas Costeiras.

SISFAUMAR-PB: Monitoring and perception of coastal environmental risks through citizen science

ABSTRACT

Coastal zones face increasing environmental challenges, including marine pollution, biodiversity loss, and the introduction of invasive species, which compromise ecosystem services and the quality of life of local populations. Social understanding of these risks is essential for the development of effective environmental management and conservation strategies. In this context, citizen science stands out as a relevant tool by promoting public engagement in environmental monitoring. The Paraíba Marine Fauna Monitoring System (Sisfaumar-PB) is a digital platform designed to promote environmental education and community participation in the collection of data on biodiversity and environmental impacts along the coast of Paraíba, Brazil. Through the platform, citizens can report occurrences of pollution, fauna observations, and sightings of exotic species, such as the lionfish (*Pterois volitans*), whose impacts on reef ecosystems in the region have been increasing. These records contribute to the identification of environmental patterns over time, providing support for management actions and the development of public policies. The platform also operates in partnership with environmental agencies, such as the Superintendence of Environmental Administration of Paraíba (SUDEMA), enhancing its potential as a tool for environmental monitoring and coastal management. By enabling active community participation, Sisfaumar-PB strengthens social awareness of coastal environmental risks and encourages public engagement in conservation initiatives. Thus, the initiative contributes to the integration of society, science, and environmental governance in the monitoring of coastal ecosystems in Paraíba.

Keywords: Citizen Science; Coastal Risks; Environmental Monitoring; Coastal Zones.

INTRODUÇÃO

Os oceanos cobrem aproximadamente 71% da superfície da Terra e desempenham papel fundamental na regulação climática, na manutenção da biodiversidade e na provisão de recursos essenciais para as sociedades humanas.

Apesar dessa importância ecológica e socioeconômica, os ambientes marinhos vêm sofrendo pressões crescentes decorrentes das atividades humanas, incluindo poluição marinha, intensificação das atividades costeiras e degradação dos ecossistemas associados (ENVIRONMENTAL LITERACY COUNCIL, 2024).

Entre os principais problemas ambientais que afetam os oceanos destaca-se a poluição por resíduos sólidos, especialmente os plásticos. Milhões de toneladas de resíduos plásticos são despejadas anualmente nos oceanos, comprometendo os ecossistemas marinhos e os serviços ecossistêmicos associados (THOMAS, 2021). Estima-se que aproximadamente 11 milhões de toneladas de resíduos plásticos entrem nos oceanos todos os anos, podendo esse volume aumentar nas próximas décadas caso não sejam adotadas medidas efetivas de mitigação (LAU *et al.,* 2020).

Este cenário de degradação ambiental também é observado no Brasil, com aproximadamente 7.400 km de extensão litorânea (GONDIM *et al.,* 2011), onde cerca de 131 km correspondem ao litoral do estado da Paraíba, localizado na região Nordeste.

As zonas costeiras do estado da Paraíba estão sujeitas a diversos impactos ambientais associados às atividades humanas, incluindo poluição por resíduos sólidos, expansão das atividades turísticas, lançamento de efluentes urbanos, transporte de poluentes por rios e ocupação inadequada da faixa costeira. Esses processos podem comprometer a biodiversidade, alterar o funcionamento dos ecossistemas costeiros e gerar prejuízos socioeconômicos às populações que dependem diretamente desses ambientes, reforçando a necessidade de estratégias voltadas à gestão e ao uso sustentável da zona costeira (ABREU *et al*., 2017).

Nos últimos anos, o turismo tem se consolidado como uma das principais atividades econômicas nas cidades litorâneas da Paraíba. Dados divulgados pelo Governo do Estado indicam que somente em junho de 2023 o setor turístico na região registrou faturamento de aproximadamente R$ 81,846 milhões, representando um crescimento de 2,7% em relação ao mesmo período do ano anterior (GOVERNO DA PARAÍBA, 2023).

Embora essa atividade represente importantes benefícios socioeconômicos para a população local, o aumento do fluxo de visitantes pode intensificar pressões ambientais sobre os ecossistemas costeiros. Segundo SOUZA (2023), grande parte das atividades antrópicas insustentáveis realizadas na faixa costeira da Paraíba está relacionada ao turismo, sendo o município de João Pessoa o principal pólo dessa atividade.

A capital paraibana apresenta elevada densidade demográfica e figura entre as cidades mais populosas da região Nordeste (IBGE, 2022) . Nesse contexto, as atividades turísticas e urbanas exercem influência direta sobre a qualidade ambiental dos ecossistemas costeiros, incluindo os recifes presentes na região.

De acordo com ELOY *et al.* (2021), embora diversas áreas costeiras do estado estejam protegidas por legislação ambiental, práticas inadequadas por parte de visitantes ainda são frequentes. Entre elas destacam-se o pisoteamento dos recifes e a coleta de organismos marinhos como *souvenirs*. Além disso, esses ambientes recifais recebem diariamente entre 10 e 12 embarcações turísticas, cada uma transportando mais de 100 visitantes, o que aumenta a pressão sobre esses ecossistemas sensíveis.

Diante deste cenário, torna-se fundamental promover estratégias que ampliem a conscientização ambiental e incentivem a participação social na conservação dos ecossistemas marinhos. Nesse contexto, a ciência cidadã tem se destacado como uma abordagem relevante por promover o envolvimento da população em atividades de monitoramento ambiental, ampliando a produção de informações sobre os ecossistemas e favorecendo uma maior conscientização da sociedade acerca dos impactos ambientais.

A participação da comunidade em iniciativas de monitoramento ambiental permite ampliar a escala espacial e temporal das observações científicas, contribuindo para a identificação de padrões ambientais e para o desenvolvimento de estratégias de conservação mais eficazes. Além disso, o uso de tecnologias digitais têm ampliado as possibilidades de interação entre pesquisadores e sociedade, facilitando o compartilhamento de

informações ambientais e incentivando práticas de educomunicação socioambiental (MORESI *et al.,* 2017).

Nesse contexto, destaca-se o Sistema de Monitoramento da Fauna Marinha Paraibana (Sisfaumar-PB), uma plataforma digital desenvolvida a partir da parceria entre o Instituto Federal da Paraíba (IFPB), o Instituto de Pesquisa e Ação (InPact) e a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), voltada à educação ambiental e ao monitoramento participativo dos ecossistemas costeiros do estado da Paraíba (AGUIAR & SILVA, 2021).

A plataforma busca incentivar a participação de moradores, turistas e demais usuários no registro de ocorrências ambientais, incluindo observações de fauna marinha, presença de resíduos, encalhes de fauna marinha, registro de espécies invasoras e outros impactos observados na zona costeira.

Por meio de ferramentas digitais, como sistemas de envio de textos e imagens, os usuários podem contribuir para a construção de um banco de dados colaborativo sobre a biodiversidade marinha e os impactos ambientais observados no litoral paraibano. Essas informações podem subsidiar pesquisas científicas, apoiar ações de monitoramento ambiental e fortalecer a articulação entre sociedade, pesquisadores e órgãos públicos responsáveis pela gestão ambiental.

Dessa forma, o estudo tem como objetivo analisar o papel do Sisfaumar-PB como ferramenta de ciência cidadã no monitoramento ambiental e na ampliação da percepção social sobre os riscos ambientais nas zonas costeiras do estado da Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo compreende o litoral do estado da Paraíba, localizado na região Nordeste do Brasil, com aproximadamente 131 km de extensão costeira. O estudo abrange municípios costeiros que apresentam elevada relevância ambiental, turística e socioeconômica, incluindo João Pessoa, Cabedelo, Lucena, Conde e Pitimbu. Esses municípios apresentam diferentes características ambientais e níveis de urbanização, o que possibilita a análise de registros ambientais e de ocorrências relacionadas à fauna marinha em distintos contextos costeiros.

João Pessoa, capital do estado, concentra a maior população entre os municípios litorâneos e apresenta intenso fluxo turístico ao longo do ano. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), a cidade possui mais de 830 mil habitantes e integra uma extensa faixa litorânea composta por praias urbanas, falésias, recifes de coral e manguezais, ecossistemas de elevada relevância ecológica e econômica para a região. Esses ambientes desempenham papel fundamental na manutenção da biodiversidade marinha e no desenvolvimento das atividades turísticas e pesqueiras locais.

O clima predominante na região é tropical, com temperaturas médias anuais variando entre 24 °C e 30 °C. O regime pluviométrico apresenta uma estação chuvosa concentrada entre os meses de maio e agosto, período em que ocorre maior escoamento fluvial e intensificação do transporte de materiais e poluentes em direção ao ambiente costeiro. Essas condições climáticas, associadas à dinâmica das correntes costeiras, influenciam diretamente os padrões de deposição de materiais e a dinâmica ambiental ao longo do litoral paraibano.

A zona costeira brasileira é definida como o espaço geográfico de interação entre o mar, a terra e a atmosfera, abrangendo tanto o ambiente terrestre adjacente quanto o mar territorial. De acordo com a Lei nº 7.661/1988 e o Decreto nº 5.300/2004, essa zona inclui ecossistemas como praias, manguezais, dunas, restingas e áreas sujeitas à influência direta dos processos marinhos. Em termos técnicos, considera-se geralmente uma faixa de até 10 km para o interior do continente e até 12 milhas náuticas em direção ao oceano como referência para a delimitação da zona costeira brasileira (BRASIL, 1988; BRASIL, 2004).

Coleta e análise dos dados

A coleta de dados baseia-se principalmente em registros enviados por usuários por meio do Sisfaumar-PB, que opera como uma ferramenta de ciência cidadã voltada ao monitoramento ambiental das zonas costeiras do estado da Paraíba. Moradores, pescadores, turistas e demais frequentadores das

praias podem registrar ocorrências ambientais observadas durante suas atividades na região costeira.

Os registros são enviados por meio do sistema de comunicação disponível na plataforma, permitindo o compartilhamento de textos, imagens, vídeos ou áudios acompanhados de informações sobre a localização da ocorrência. Essas informações são posteriormente organizadas em um banco de dados colaborativo voltado ao monitoramento ambiental do litoral paraibano.

Entre os registros realizados pelos usuários encontram-se observações da fauna marinha, ocorrências de espécies invasoras, resíduos sólidos marinhos, registros de encalhes de fauna marinha e outros incidentes ambientais. Essas informações são analisadas de acordo com o tipo de ocorrência registrada, permitindo a identificação de padrões espaciais e temporais ao longo da costa paraibana.

No caso dos registros relacionados aos resíduos sólidos marinhos, os materiais são classificados conforme o tipo predominante, seguindo as diretrizes do Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar (PNCLM; BRASIL, 2019b), incluindo categorias como plásticos flexíveis, plásticos rígidos, metais, vidro, papel ou papelão, têxteis e borracha. Sempre que possível, informações adicionais presentes nos registros, como marcas e rótulos, são utilizadas para auxiliar na identificação da possível origem dos resíduos.

Campanhas pontuais de observação em campo podem ser realizadas em pontos estratégicos da faixa litorânea para complementar as informações disponíveis no sistema. Entre os principais locais monitorados destacam-se praias dos municípios de João Pessoa, Cabedelo, Lucena, Pitimbu e Conde, que apresentam diferentes características ambientais e níveis de pressão antrópica, possibilitando análises comparativas sobre os impactos observados ao longo da costa paraibana.

Participação comunitária e uso da plataforma SISFAUMAR-PB

O estudo adota uma abordagem participativa baseada em estratégias de ciência cidadã, na qual o Sisfaumar-PB atua como instrumento de integração entre sociedade, pesquisadores e instituições responsáveis pela gestão ambiental das zonas costeiras da Paraíba.

A plataforma foi desenvolvida inicialmente no contexto de projetos acadêmicos voltados à conservação dos ecossistemas marinhos do estado e posteriormente aprimorada com a colaboração de pesquisadores, estudantes e instituições parceiras.

Além de possibilitar o registro de ocorrências ambientais, o sistema funciona como um espaço de interação entre usuários e especialistas, permitindo o encaminhamento de informações relevantes sobre a fauna marinha e sobre impactos ambientais observados nas praias.

Outro aspecto importante da plataforma refere-se à divulgação de protocolos de comunicação para situações de encalhe de fauna marinha e outros incidentes ambientais. Nesses casos, os registros enviados pelos usuários podem auxiliar na rápida comunicação com os órgãos ambientais responsáveis, favorecendo ações de monitoramento, resgate e reabilitação dos animais.

A integração das comunidades que vivem na região costeira é fundamental para agilizar o primeiro atendimento a animais encalhados. Esse tempo de resposta reduzido é apontado como um fator crucial para que as operações de resgate tenham sucesso (BRASIL, 2019a) .

Além das atividades de monitoramento, o *site* também atua como instrumento de educação ambiental e divulgação científica, disponibilizando conteúdos informativos sobre biodiversidade marinha, conservação costeira e impactos ambientais associados às atividades humanas nas zonas litorâneas. A iniciativa também promove campanhas educativas voltadas à conscientização ambiental.

Ao estimular a participação da comunidade na observação e registro de eventos ambientais, o sistema contribui para fortalecer a percepção social sobre os riscos ambientais que afetam os ecossistemas costeiros, incentivando práticas de ciência cidadã e ampliando o envolvimento da sociedade em ações de conservação marinha.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de plataformas digitais associadas a estratégias de ciência cidadã tem se consolidado como uma abordagem relevante para ampliar o monitoramento ambiental em zonas costeiras. No presente estudo, o Sisfaumar-PB foi utilizado como ferramenta para registro e sistematização de ocorrências ambientais no litoral do estado da

Paraíba, permitindo a organização de um banco de dados colaborativo baseado em contribuições dos usuários da plataforma.

Nesse contexto, o Sistema de Monitoramento da Fauna Marinha Paraibana (Sisfaumar-PB) apresenta-se como uma ferramenta voltada à integração entre ciência, tecnologia e participação social no monitoramento ambiental costeiro. A plataforma foi concebida com o objetivo de promover a educação ambiental e incentivar o engajamento da população no registro de ocorrências ambientais nas praias do estado da Paraíba, contribuindo para a formação de um banco de dados colaborativo sobre os ecossistemas marinhos e costeiros da região. Na Figura 1 é apresentada a página inicial do Sisfaumar-PB, que reúne informações sobre biodiversidade marinha, educação ambiental e monitoramento participativo.

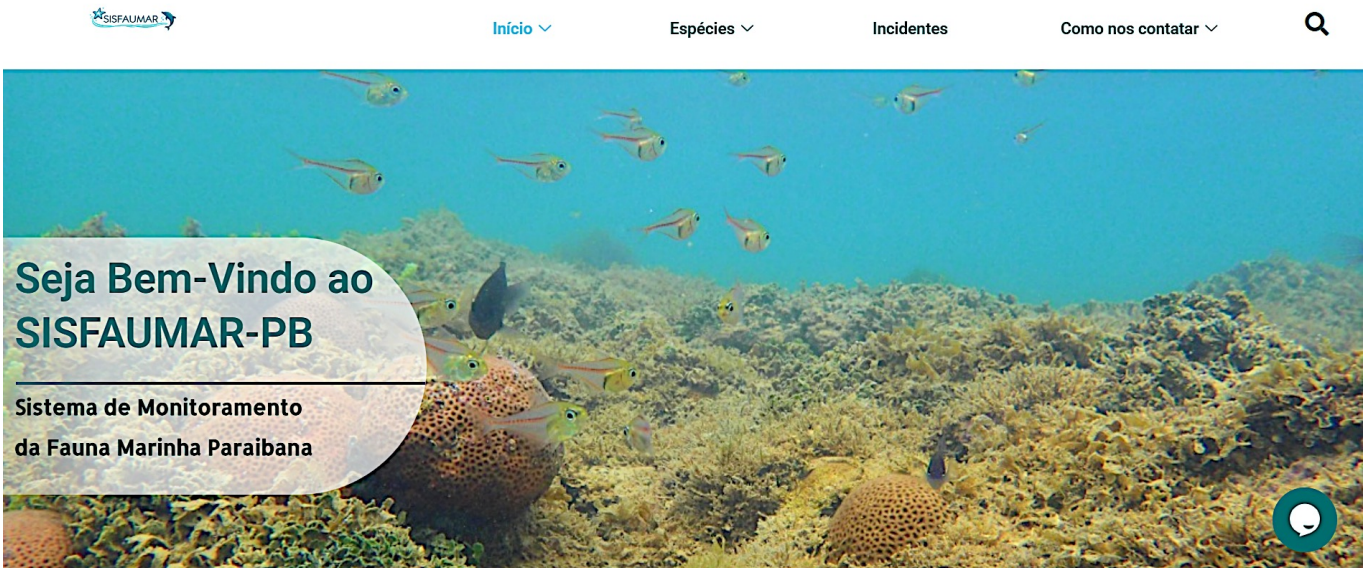


Figura 1 - Página inicial da plataforma SISFAUMAR-PB, utilizada para divulgação de informações sobre fauna marinha, educação ambiental e monitoramento participativo no litoral da Paraíba. Fonte: Plataforma SISFAUMAR-PB.



Figura 2 - Interface utilizada pelos usuários para o envio de registros ambientais. Fonte: Plataforma SISFAUMAR-PB.

O funcionamento do sistema permite que moradores, pescadores, turistas e demais usuários registrem informações relacionadas à fauna marinha, à presença de resíduos sólidos, ao avistamento de espécies invasoras, aos encalhes de fauna marinha e a outros incidentes ambientais observados no litoral. Os registros podem incluir textos, fotografias, vídeos, áudios e informações geográficas associadas à localização da ocorrência, permitindo a incorporação dos dados a um banco de dados estadual voltado ao monitoramento ambiental. A Figura 2 apresenta a interface do sistema de cadastro e envio de registros da plataforma Sisfaumar-PB, permitindo aos usuários compartilhar informações, imagens e localização das ocorrências ambientais observadas nas zonas costeiras.

A criação desse banco de dados representa uma importante estratégia para sistematizar informações ambientais frequentemente dispersas entre diferentes instituições ou restritas a registros pontuais. Além disso, a participação da comunidade no processo de coleta de dados contribui para a construção de bases de dados mais abrangentes e atualizadas, fortalecendo a relação entre ciência e sociedade.

Entre as aplicações da plataforma destaca-se o monitoramento da fauna marinha e de espécies invasoras. Um exemplo refere-se ao acompanhamento da ocorrência do peixe-leão *(Pterois volitans*) no litoral paraibano. A partir dos registros realizados pelos usuários, a plataforma tem sido utilizada como apoio para a organização de um banco de dados voltado ao acompanhamento dessa espécie invasora, em colaboração com a Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba (SUDEMA). A Figura 3 mostra a página da plataforma destinada ao registro e divulgação de espécies marinhas, com destaque para espécies invasoras, como o peixe-leão (*Pterois volitans*), utilizado no monitoramento ambiental participativo.

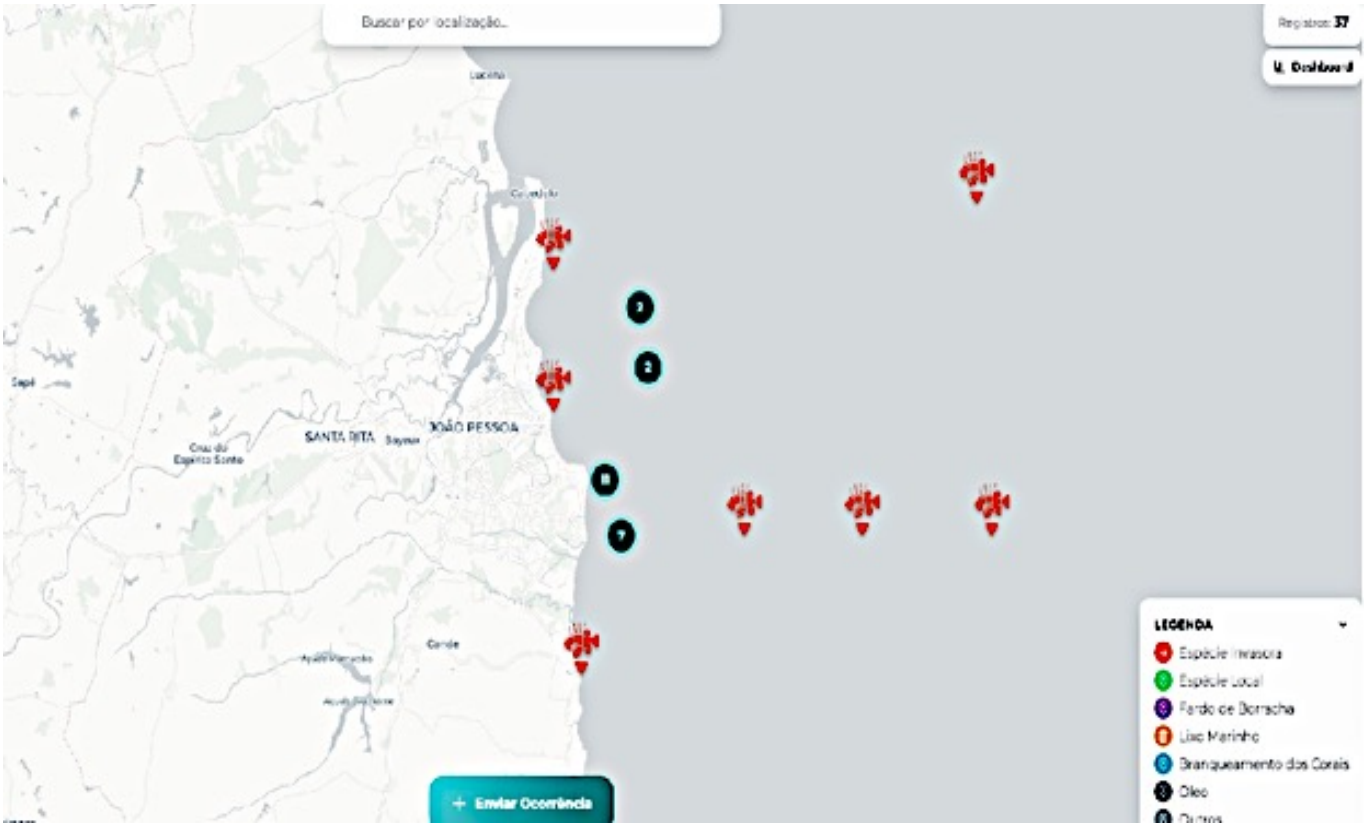


Figura 3 - Mapa interativo da plataforma dedicada ao catálogo e divulgação de espécies marinhas, incluindo espécies invasoras como o peixe-leão (*Pterois volitans*) Fonte: Plataforma SISFAUMAR-PB.

Além do registro de espécies, a plataforma pode contribuir para o monitoramento de resíduos sólidos marinhos e de outros impactos ambientais associados às atividades humanas nas zonas costeiras. A integração entre dados obtidos em campanhas de campo e registros enviados pelos usuários permite ampliar a compreensão sobre os padrões de ocorrência desses impactos, fornecendo informações relevantes para o planejamento de ações de mitigação e gestão ambiental.

Outro aspecto relevante do Sisfaumar-PB refere-se ao seu potencial como ferramenta de educação ambiental e divulgação científica. A utilização de tecnologias digitais para a comunicação científica tem sido apontada como uma estratégia importante para democratizar o acesso ao conhecimento e incentivar o envolvimento da população em questões ambientais (VINHAS, 2021; ALBAGLI, 1996). Nesse sentido, a plataforma possibilita a divulgação de conteúdos educativos sobre a biodiversidade marinha da Paraíba, orientações sobre conservação ambiental e informações relacionadas ao monitoramento costeiro.

A plataforma também disponibiliza canais de comunicação e orientações para situações envolvendo encalhes de fauna marinha e outros incidentes ambientais. A rápida comunicação desses eventos pode favorecer ações de monitoramento, resgate e reabilitação dos animais, reforçando o papel das comunidades costeiras no monitoramento ambiental (BRASIL, 2019a) .

Além dos benefícios relacionados ao monitoramento ambiental e à educação científica, o Sisfaumar-PB apresenta potencial para subsidiar ações de gestão ambiental e formulação de políticas públicas. A organização de um banco de dados participativo sobre ocorrências ambientais nas zonas costeiras pode fornecer informações relevantes para órgãos ambientais, pesquisadores e gestores públicos envolvidos na conservação dos ecossistemas marinhos.

A integração entre ciência cidadã, tecnologia digital e educação ambiental está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas, especialmente ao ODS 14, relacionado à conservação e ao uso sustentável dos oceanos, mares e recursos marinhos. Nesse contexto, o Sisfaumar-PB demonstra o potencial das ferramentas digitais participativas para fortalecer estratégias de monitoramento ambiental e ampliar a participação da sociedade na conservação dos ecossistemas marinhos e costeiros.

CONCLUSÕES

Os resultados discutidos neste estudo evidenciam o potencial da ciência cidadã como estratégia complementar para o monitoramento ambiental em zonas costeiras. A crescente pressão antrópica sobre os ecossistemas marinhos e costeiros, especialmente associada à presença de resíduos sólidos, à intensificação das atividades turísticas e à ocorrência de espécies invasoras, reforça a necessidade de abordagens integradas que ampliem a produção de dados ambientais e fortaleçam a participação social nos processos de conservação.

Dessa forma, o Sisfaumar-PB apresenta-se como uma iniciativa relevante para integrar tecnologia digital, participação comunitária e monitoramento ambiental no litoral da Paraíba. A possibilidade de registro colaborativo de ocorrências ambientais por moradores, pescadores e visitantes amplia a escala de coleta de informações sobre os ecossistemas costeiros, contribuindo para a construção de um banco de dados participativo capaz de apoiar pesquisas científicas e ações de gestão ambiental.

Além de seu papel no monitoramento ambiental, o sistema também demonstra potencial significativo como ferramenta de educação ambiental e divulgação científica. Ao disponibilizar informações sobre biodiversidade marinha, impactos ambientais e conservação costeira, a iniciativa contribui para ampliar a percepção da população sobre os riscos ambientais que afetam as zonas costeiras e incentivar o engajamento da sociedade em práticas de conservação.

Outro aspecto relevante refere-se à possibilidade de fortalecimento da articulação entre sociedade civil, pesquisadores e órgãos públicos responsáveis pela gestão ambiental. A organização de registros ambientais em um sistema colaborativo pode fornecer subsídios importantes para a formulação de políticas públicas e para o aprimoramento de estratégias de monitoramento e resposta a eventos ambientais, como encalhes de fauna marinha e ocorrência de espécies invasoras.

Dessa forma, o Sisfaumar-PB destaca-se como uma ferramenta promissora para integrar ciência cidadã, educação ambiental e gestão costeira, contribuindo para ampliar o conhecimento sobre os impactos ambientais que afetam o litoral paraibano e fortalecer estratégias participativas de conservação marinha.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às instituições e pesquisadores envolvidos no desenvolvimento e aprimoramento diário da plataforma Sisfaumar-PB, bem como às comunidades costeiras, pescadores e a todos os participantes que contribuem com registros e informações por meio do *site*. Agradecem também às instituições parceiras e aos órgãos ambientais que colaboram com ações de monitoramento e conservação dos ecossistemas costeiros do estado da Paraíba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, F.L.; VASCONCELOS, F.P. & ALBUQUERQUE, M.F.C. 2017. A diversidade no uso e ocupação da zona costeira do Brasil: a sustentabilidade como necessidade. *Conexões: Ciência e Tecnologia*, 11(5): 8-16. (doi:10.21439/ conexoes. v11i5.1277).

AGUIAR, M.J.L. & SILVA, C.R.S. 2021. SISFAUMAR-PB. In: Anais do Encontro de Extensão e Cultura do IFPB: extensão para as diferenças – resistir e esperançar. João Pessoa, PB: IFPB. Disponível em: https://www.even3.com.br/anais/enexifpb/ 397369-sisfaumar-pb/ (acesso: Junho 2026).

ALBAGLI, S. 1996. Divulgação científica: informação científica para cidadania. *Ciência da Informação*, 25(3):396-404. (doi:10.18225/ci.inf.v25i3.639).

BRASIL. 1988. Lei n.º 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 maio 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ ccivil_03/leis/l7661.htm. (acesso: Julho 2026).

BRASIL. 2004. Decreto n.º 5.300, de 7 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei n.º 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 dez. 2004. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ _ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm (acesso: Julho 2026).

BRASIL, 2019a. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) & Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Protocolo Brasileiro de Encalhes e Encontros de Mamíferos Marinhos. Brasília, DF, Brasil. Disponível em: https://www.car-spaw-rac.org/IMG/pdf/Protocolo_de _conduta_para_encalhes_de_mamferos_aquticos.pdf

BRASIL, 2019b. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar. Brasília, DF:, Disponível em: https://assets.marinha.mil.br/dellaguna/sites/www.marinha.mil .br.dellaguna/files/Downloads/Plano-de-Combate-ao-Lixo-no-Mar-20.03-FINAL.pdf. (acesso: Julho 2026).2019.

ELOY, C.C.; FRANÇA, H.E.C. & MASSEI, K. 2021. Divulgação da ciência e conservação dos recifes de coral da Paraíba, Atlântico Sul Ocidental. *Environmental Smoke*, 4(3):45-52. (doi:10.32435/envsmoke.20214345-52).

ENVIRONMENTAL LITERACY COUNCIL. 2024. What percentage of the earth is covered by oceans? Disponível em: https://enviroliteracy.org/what-percentage-of-the-earth-is-covered-by-oceans/ (acesso: Março 2026).

GONDIM, A.I.; DIAS, T.L.P.; CAMPOS, F.F.; ALONSO, C. & CHRISTOFFERSEN, M.L. 2011. Macrofauna bêntica do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo, Paraíba, Brasil. *Biota Neotropica*, 11(2):75-86. (doi:10.1590/S1676-06032011000200009).

GOVERNO DA PARAÍBA. 2023. Turismo da Paraíba fatura mais de R$ 81 milhões em junho e mantém expansão. Portal Governo da Paraíba. Disponível em: https://paraiba.pb.gov.br/noticias/turismo-da-paraiba-fatura-mais-de-r-81-milhoes-em-junho-e-mantem-expansao (acesso: Março 2026).

IBGE 2022. Censo Demográfico 2022: resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: jun. 2026.

LAU, W.W.Y.; SHIRAN, Y.; BAILEY, R.M.; COOK, E.; STUCHTEY, M.R.; KOSKELLA, J.; VELIS, C.A.; GODFREY, L.; BOUCHER, J.; MURPHY, M.B.; THOMPSON, R.C.; JANKOWSKA, E.; CASTILLO, A.C.; PILDITCH, T.D.; DIXON, B.; KOERSELMAN, L.; KOSIOR, E.; FAVOINO, E.; GUTBERLET, J.; BAULCH, S.; ATREYA, M.E.; FISCHER, D.; HE, K.K.; PETIT, M.M.; SUMAILA, U.R.; NEIL, E.; BERNHOFEN, M.V.; LAWRENCE, K. & PALARDY, J.E. 2020. Evaluating scenarios toward zero plastic pollution. *Science*, 369(65109: 1455-1461. DOI: 10.1126/science.aba9475.

MORESI, E.A.D.; BARBOSA, J.A.; BRAGA Filho, M.O.; ALVES, P.N.; SANTOS, J.C.A.; ASSIS, F.C.S.; BERNARDES, T.M. &; LIMA, V.C. 2017. O emprego do aplicativo SciHub em projetos de ciência cidadã. *Revista Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática*, 14(2): 45-52. http://www.iiisci.org/Journal/ riSCI/FullText.asp?var=&id=CA301DY17.

SOUZA, M.C.S. *Análise das mudanças na linha costeira e do turismo náutico em um recife costeiro urbano no Nordeste do Brasil*. Tese (Doutorado em Ciências Exatas e da Natureza) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/ 123456789/30355/1/MariaCeciliaSilvaSouza_Tese.pdf.

THOMAS, J.A. 2021. Poluição dos oceanos: quais são as consequências para o planeta. Um Só Planeta, 19 jun. 2021. Disponível em: https://umsoplaneta.globo.com/ biodiversidade/noticia/2021/06/19/poluicao-dos-oceanos-quais-sao-as-consequencias-para-o-planeta.ghtml. Acesso em: Março 2026.

VINHAS, L.V. & PAULA, M.A.B. 2021. Divulgação científica: eventos presenciais em uma Instituição Científica e Tecnológica federal brasileira. *Journal of Science Communication América Latina*, 4(1): A04. (DOI:10.22323/3.04010204).

Capítulo V

A CULTURA OCEÂNICA NO CURRÍCULO ESCOLAR: POTENCIAL E DESAFIOS DO PLANO MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE IMBÉ - RS



A CULTURA OCEÂNICA NO CURRÍCULO ESCOLAR: POTENCIAL E DESAFIOS DO PLANO MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE IMBÉ - RS

Kristina Eduarda Leão Garcia[1], Marlise Amália Reinehr Dal Forno[2], Gerson Fernandino[3]

[1]Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGEDU), kristinaeduarda@gmail.com (autor correspondente)
[2]Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento Interdisciplinar - Campus Litoral Norte, marliseardf@gmail.com
[3]Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento Interdisciplinar - Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos (CECLIMAR), gerson.fernandino@ufrgs.br)

RESUMO

A intensificação das pressões sobre os ecossistemas marinhos e costeiros têm evidenciado a necessidade de ampliar a compreensão social acerca do papel do Oceano nos sistemas ambientais, climáticos, econômicos e culturais, uma vez que ainda persiste uma lacuna entre o conhecimento científico produzido e a compreensão pública sobre o Oceano. E essa perspectiva inclui também os tomadores de decisão, o que dificulta a formulação de políticas públicas orientadas à sustentabilidade. Diante deste cenário, o presente estudo tem como objetivo analisar as possibilidades de implementação e promoção da cultura oceânica ao currículo das escolas municipais em alinhamento aos tipos de educação ambiental tendo como estudo de caso o município de Imbé-RS, Brasil. A metodologia adotada para o trabalho foi baseada em buscas bibliográficas e análises documentais, através das bases de dados do *Google Scholar* e *Scielo*, e sendo transformados em tabelas, gráficos e informações textuais. Logo a pesquisa tem abordagem qualitativa, de natureza documental e com caráter exploratório-descritivo. Os resultados indicam que o município de Imbé vem apresentando avanços relevantes na inserção da cultura oceânica no campo educacional ambiental, especialmente por meio da criação de legislações municipais e estaduais que incorporam essa temática aos currículos escolares. No entanto, o estudo evidencia também que esses avanços ainda ocorrem de forma desigual no território nacional.

Palavras-chave: Planejamento Educacional; Conscientização sobre o Oceano; Políticas Públicas Educacionais; Educação Ambiental.

Ocean culture in the school curriculum: potential and challenges of the Municipal Education Plan of Imbé - RS

ABSTRACT

The intensification of pressures on marine and coastal ecosystems have highlighted the need to increase social understanding on the role of the Ocean over environmental, climate, economic, and cultural systems considering the existing gap between the scientific knowledge produced and public understanding about the Ocean. This perspective also includes decision makers, which hampers the elaboration of public policies towards sustainability. In face of this scenario, the objective of the present study was to evaluate the possibilities for implementing and promoting ocean literacy in the curriculum of municipal schools in line with the types of environmental education approaches using the municipality of Imbé, state of Rio Grande do Sul, Brazil, as a case study. The methodology adopted by this study was based on bibliographic searching and document analysis, using Google Scholar and Scielo databases. Hits were organized in tables, graphs, and text information. Thus, a qualitative, documental, exploratory-descriptive approach was used. Results indicated that the municipality of Imbé has been presenting relevant advances in including ocean literacy in the environmental educational field, especially by the creation of municipal and state laws that incorporate this subject in school curricula. However, the study also highlights that these advancements are still unevenly distributed across the country.

Keywords: Educational Planning; Ocean Awareness; Educational Public Policies; Environmental Education.

INTRODUÇÃO

O movimento internacional conhecido como '*Ocean Literacy'*, traduzido no Brasil como Cultura Oceânica, emerge como uma abordagem educacional voltada à promoção do entendimento das relações entre a humanidade e o Oceano, defendendo a inserção das ciências oceânicas nos currículos da educação básica (PAZOTO *et al.*, 2021). Sendo desenvolvida inicialmente nos Estados Unidos no início dos anos 2000, essa iniciativa consolidou-se a partir da formulação de sete Princípios Essenciais da cultura oceânica (Figura 1), posteriormente reconhecidos e

difundidos internacionalmente pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), por meio da Comissão Oceanográfica Intergovernamental.

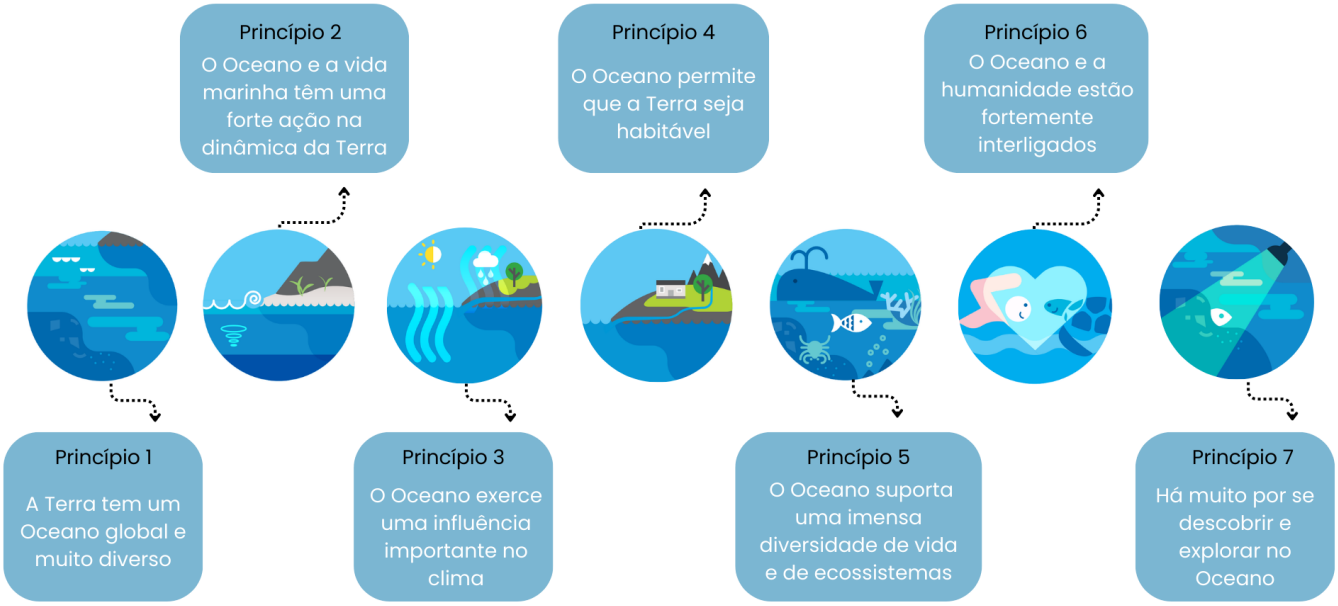


Figura 1 – Os sete Princípios Essenciais da Cultura Oceânica, adaptados de Cultura Oceânica para Todos – Kit Pedagógico (2020).

No cenário brasileiro atual, a articulação entre ciência, educação e políticas públicas tem sido impulsionada pelo Programa *Maré de Ciência*, liderado pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP/ Campus da Baixada Santista), que atua na integração entre produção científica e sociedade, alinhando-se à Agenda 2030 e à Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável. Entre as principais estratégias de inserção da cultura oceânica no ensino formal brasileiro, destacam-se as '*Escolas Azuis*', iniciativa criada com o objetivo de integrar o Oceano aos currículos escolares, independentemente da proximidade geográfica das instituições em relação ao litoral (COSTA *et al.*, 2021).

O estado do Rio Grande do Sul (RS) possui uma adesão crescente de municípios vinculados às *'Escolas Azuis'* desde de sua criação, totalizando 36 municípios inseridos ao programa. (Figura 2), e evidencia a ampliação desse debate no âmbito educacional da região. Conforme CHRISTOFOLETTI *et al.* (2022), o programa também abrange todos os níveis do ensino formal e, ao compreender o Oceano como um eixo integrador entre diferentes áreas do conhecimento, promove sua vinculação às habilidades e competências estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), por sua vez, definida na Lei nº 9.394/1996 que define as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (Brasil, 1996).

No campo das políticas públicas educacionais brasileiras, destaca-se o município de Santos (SP), que reconheceu a cultura oceânica como política pública ao assegurar sua inclusão no currículo escolar municipal por meio da Lei Municipal nº 3.935, de 12 de novembro de 2021 (SANTOS, 2021). Essa iniciativa tornou Santos a primeira cidade do mundo a institucionalizar formalmente a cultura oceânica na educação básica, consolidando-a para além de ações pontuais e reforçando o papel dos municípios na implementação de políticas educacionais voltadas à relação sociedade e Oceano (UNESCO, 2021). Em territórios costeiros, essa discussão adquire relevância ampliada, uma vez que tais espaços oferecem serviços ecossistêmicos essenciais ao bem-estar humano, com processos ecológicos que sustentam condições de vida, como provisão de alimentos, regulação ambiental e qualidade da água e do ar (COSTANZA *et al.*, 1997; AVALIAÇÃO ECOSSISTÊMICA DO MILÊNIO, 2003); COSTANZA *et al.*, 2017; MENGER, 2022). Nesse contexto, observa-se a presença da Rede de Escolas Associadas da UNESCO (Rede PEA) nas

escolas do município de Imbé (RS), evidenciando o potencial de articulação entre educação, sustentabilidade e valorização cultural em territórios costeiros.

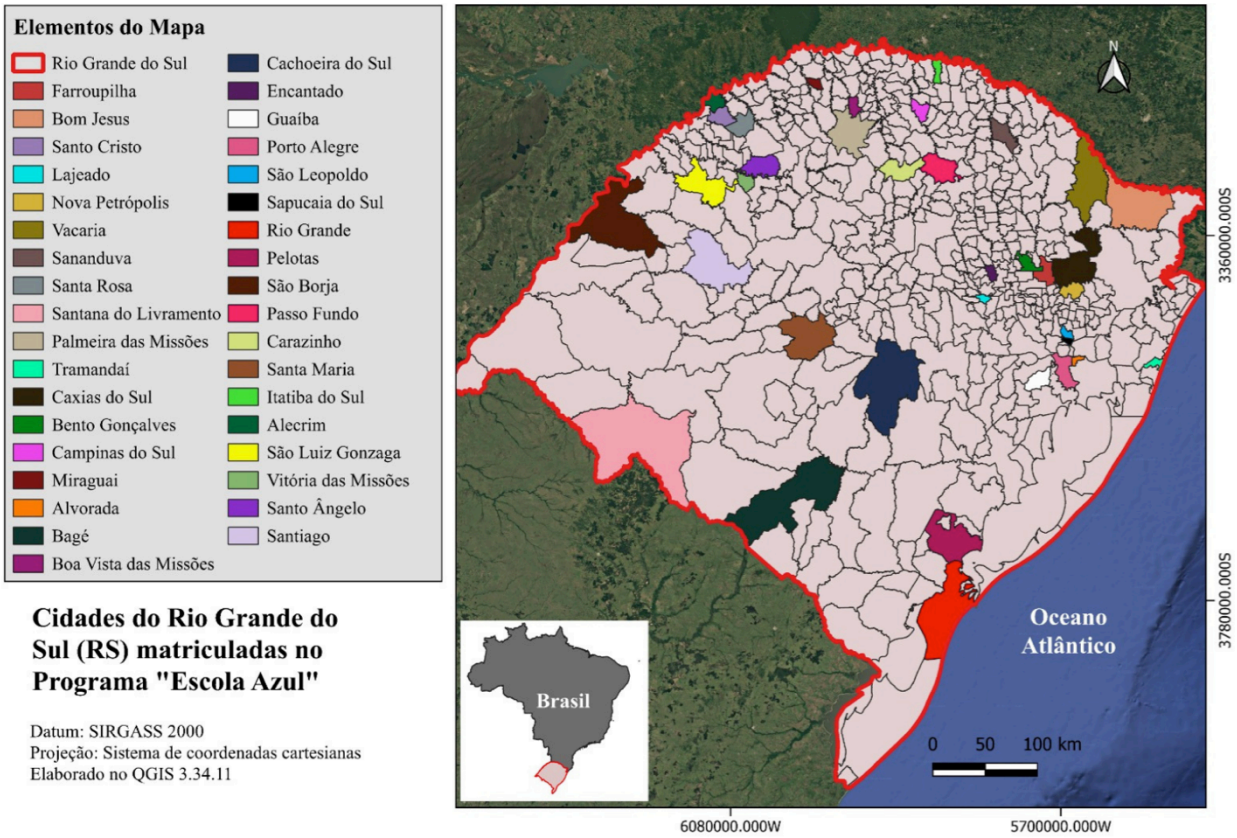


Figura 2 – Distribuição dos municípios do RS cadastrados no Programa 'Escola Azul'.

Neste sentido, a cultura oceânica dialoga diretamente com os fundamentos da Educação Ambiental (EA), cuja consolidação histórica está associada ao avanço do debate ambiental internacional ao longo do século XX, especialmente a partir da Conferência de Estocolmo (1972) e das diretrizes estabelecidas em Belgrado (1975) e Tbilisi (1977), que definiram princípios pedagógicos, o caráter interdisciplinar e o compromisso com a formação cidadã voltada à sustentabilidade (BARBIERI & SILVA, 2011; GHILARDI-LOPES *et al*., 2019). No Brasil, esse movimento resultou na institucionalização da Política Nacional de Educação Ambiental por meio da Lei nº 9.795/1999, que estabelece a EA como componente essencial dos processos educativos formais e não formais, reforçando a importância de abordagens educacionais integradoras, como por exemplo a própria cultura oceânica (BRASIL, 1999; UNESCO, 2005). Vale ressaltar que a diversidade de abordagens da EA no Brasil pode ser compreendida a partir de três macrotendências definidas conforme as práticas desenvolvidas e as escolhas conceituais e pedagógicas adotadas: a EA conservacionista, a EA pragmática e a EA crítica (Figura 3) (LAYRARGUES & LIMA, 2014). Sendo a EA conservacionista caracterizada por ter uma abordagem centrada na dimensão ecológica dos problemas ambientais, priorizando a preservação da natureza e a mudança de comportamentos individuais como estratégias de enfrentamento da crise socioambiental. Já a EA pragmática mantém a ênfase na conduta individual, mas desloca o foco para o discurso do desenvolvimento sustentável, articulando-se a políticas públicas, instrumentos de gestão ambiental e soluções técnico-científicas como alternativas viáveis para a mitigação dos impactos ambientais. E por último, a EA crítica que difere das anteriores ao defender que a crise ambiental não pode ser compreendida isoladamente das estruturas sociais, econômicas e políticas que a produzem, propondo a problematização das desigualdades, dos conflitos socioambientais e das relações de poder, bem como o fortalecimento da ação coletiva e da participação social (LAYRARGUES & LIMA, 2014).

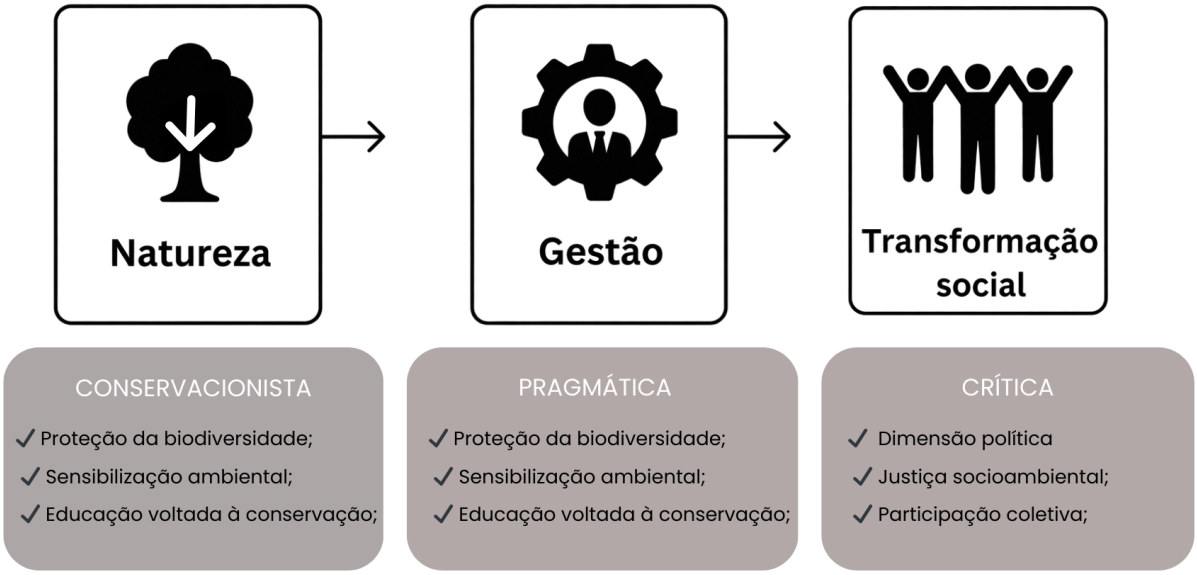


Figura 3 – Classificação analítica das macrotendências da educação ambiental.

METODOLOGIA

Obtenção dos dados

A metodologia iniciou-se com a realização de levantamentos bibliográficos sistemáticos nas bases de dados *Google Scholar e SciELO*, utilizando como palavras-chave os termos "lei da cultura oceânica", "cultura oceânica no Brasil" e "lei da cultura oceânica nas escolas", em diferentes combinações. Além disso, foram consultadas na pesquisa, portais de notícias e reportagens e normativas presentes no arcabouço legal brasileiro. Logo, o estudo tem caráter de abordagem qualitativa, de natureza documental e com caráter exploratório-descritivo.

As principais fontes de investigação e análise para a compreensão do objeto de pesquisa derivam de um conjunto de normas e de materiais metodológicos, como: o Plano Municipal de Educação de Imbé (PMEI) nº 1.660, de 19/06/2015 (Imbé, 2015), com vistas ao cumprimento do disposto no artigo 214 da Constituição Federal (Brasil, 1988) e na Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014 (Brasil, 2014) e o *Kit Pedagógico "Cultura Oceânica para todos"* criado pela COI da UNESCO (2020). Os documentos citados foram selecionados por apresentarem informações relevantes para compreensão do tema investigado pela pesquisa.

Inicialmente o conjunto de informações foi utilizado para analisar possíveis convergências entre o PMEI e os sete princípios da cultura oceânica, verificando em que nível as estratégias educacionais dialogam entre si. Logo em seguida, foi possível considerar o nível de diálogo entre as estratégias educacionais municipais do PMEI em conjunto com os sete princípios, bem como suas aproximações com as macrotendências da EA. A aplicação desses critérios resultou na seleção de cinco metas e 12 estratégias do PMEI, consideradas pertinentes para a análise por apresentarem aderência direta ou indireta aos princípios da Cultura Oceânica. As metas e estratégias selecionadas para compor o *corpus* documental deste estudo são apresentadas no decorrer do texto (Quadro I). Para essa identificação, consideraram-se elementos conceituais associados aos princípios da Cultura Oceânica, tais como sustentabilidade, cidadania, participação social, articulação entre escola e comunidade, valorização da diversidade cultural, infraestrutura para práticas educativas e relações entre sociedade e ambiente marinho.

Importante salientar que, para fins de análise, a classificação foi realizada com base na orientação predominante identificada em cada princípio da Cultura Oceânica. Essa categorização é apresentada posteriormente no Quadro III, o qual sintetiza a classificação das estratégias analisadas segundo a macrotendência predominante da Educação Ambiental (conservacionista, pragmática ou crítica), contribuindo para a clareza metodológica e a comparabilidade dos dados.

Reconhece-se, contudo, que tais categorias não se manifestam de forma estanque na prática educativa, podendo apresentar zonas de transição e tensionamentos. Essa dimensão mais dinâmica e interpretativa é aprofundada na seção de discussão. E por fim, foi elaborado um documento orientador em formato de *folder*, sendo a análise conduzida com base nos resultados obtidos e nas descrições sistematizadas dos *checklists* deste estudo, visando maior clareza interpretativa.

Para a condução das análises, procedeu-se à sistematização das informações por meio do preenchimento de tabelas analíticas, construídas e ajustadas ao longo de etapas iterativas.

Quadro I - Metas e estratégias do Plano Municipal de Educação de Imbé selecionadas para análise documental.

Meta do PMEI	Estratégias identificadas
Meta 2 – Universalizar o ensino fundamental de nove anos e garantir a conclusão na idade recomendada.	2.1 Desenvolver tecnologias pedagógicas articuladas entre escola e ambiente comunitário, incluindo aquisição de equipamentos, produção de material didático, formação continuada e articulação com instituições acadêmicas, esportivas e culturais.
	2.2 Disciplinar, a organização flexível do trabalho pedagógico, incluindo adequação do calendário escolar de acordo com a realidade local, a identidade cultural e as condições climáticas da região.
	2.3 Promover a relação das escolas com instituições e movimentos culturais, assegurando a oferta regular de atividades culturais dentro e fora dos espaços escolares.
	2.7 Fomentar projetos, concursos, feiras e produções, valorizando os saberes e a história cultural dos estudantes.
Meta 6 – Oferecer educação integral em tempo integral.	6.1 Promover, com o apoio da União, a oferta de educação básica pública em tempo integral, por meio de atividades de acompanhamento pedagógico e multidisciplinares, inclusive culturais e esportivas, de forma que o tempo de permanência dos (as) alunos (as) na escola, ou sob a responsabilidade, passe doa ser igual ou superior a 7 (sete) horas diárias durante todo o ano letivo, com a ampliação progressiva da jornada de professores em uma única escola.
	6.5 Articular a escola com espaços educativos, culturais e esportivos.
	6.7 Atender escolas do campo e comunidades indígenas e quilombolas considerando suas especificidades.
	6.9 Aperfeiçoar o tempo de permanência dos alunos com atividades recreativas, esportivas e culturais.
Meta 7 – Fomentar a qualidade da educação básica.	7.10 Garantir infraestrutura básica, saneamento, manejo de resíduos, acesso a bens culturais e laboratórios.
	7.12 Articular programas educacionais com outras áreas, fortalecendo redes de apoio às famílias.
Meta 18 – Assegurar, no prazo de dois anos, a existência de planos de carreira para os profissionais da educação básica e superior pública.	18.10 Garantir infraestrutura mínima nas escolas, incluindo laboratórios, biblioteca, internet e acessibilidade.
Meta 20 – Ampliar o investimento público em educação.	20.3 Instituir comissão municipal de acompanhamento e fiscalização das ações relativas à educação.

Caracterização da área de estudo

O município de Imbé, situado no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, apresenta crescimento populacional recente. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025), o município possui atualmente 28.027 habitantes, o que representa um aumento aproximado de 4,5% em relação a 2022, quando registrava 26.824 habitantes. Esse incremento demográfico, ainda que moderado, intensifica dinâmicas de uso e ocupação do território costeiro, podendo ampliar pressões sobre os ecossistemas locais. Além de abrigar uma diversidade de ambientes, como praias, dunas, marismas, lagunas e estuários, além de áreas urbanas e rurais, que desempenham papel fundamental na provisão de serviços ecossistêmicos, como citado anteriormente. Nesse contexto, o crescimento populacional reforça a necessidade de políticas públicas e práticas educativas que considerem a sustentabilidade e a conservação desses sistemas.

Ademais, Imbé possui uma rede escolar de 22 escolas, incluindo duas estaduais, 18 municipais e duas privadas, de acordo com os Dados Educacionais (2025). Das 18 instituições, 15 (de educação básica) estão integradas ao Programa Escolas Associadas (PEA) da UNESCO.

O município foi definido como recorte empírico da pesquisa por integrar um território costeiro e por apresentar adesão a iniciativas vinculadas à Rede PEA, o que o torna pertinente aos objetivos do estudo voltados à inserção da cultura oceânica no contexto educacional e curricular.

RESULTADOS

Integração dos sete princípios da cultura oceânica às metas e estratégias do PMEI

A partir das cinco metas e 12 estratégias do PMEI previamente selecionadas para análise documental (Quadro I), procedeu-se à identificação das correspondências entre as estratégias educacionais municipais e os sete princípios essenciais da Cultura Oceânica (Quadro II).

Quadro II - Correspondência entre as Metas e Estratégias do PMEI com os Princípios da Cultura Oceânica.

Plano Municipal de Educação de Imbé (PMEI)		Princípios da Cultura Oceânica						
Meta	Estratégia	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
2	2.1							●
	2.2	●		●	●		●	●
	2.3						●	●
	2.7						●	●
6	6.1						●	●
	6.5						●	●
	6.7						●	●
	6.9						●	●
7	7.10	●	●		●		●	●
	7.12						●	●
18	18.10					●	●	●
20	20.3					●	●	●

Destacam-se, no presente estudo, os princípios 6 e 7, que apresentaram o maior número de associações com as estratégias do PMEI, evidenciando uma convergência temática com diretrizes voltadas à sustentabilidade, à cidadania e à relação sociedade-oceano. Em contraste, os princípios 2 e 3 apresentaram menor número de vinculações, sugerindo dimensões ainda pouco exploradas no âmbito do planejamento educacional local.

Integração dos sete princípios da cultura oceânica às metas e estratégias do PMEI em consonância com as macrotendências da educação ambiental

No que se refere às macrotendências da EA verificou-se predominância de abordagens pragmáticas, presentes em sete das 12 estratégias analisadas (2.1; 6.1; 6.5; 6.9; 7.10; 7.12; 18.10), especialmente aquelas relacionadas à infraestrutura escolar, ampliação do tempo educativo, articulação institucional e promoção de atividades pedagógicas. Características conservacionistas foram identificadas em três estratégias (7.10; 18.10; 20.3), sobretudo vinculadas à qualidade ambiental, saneamento, manejo de resíduos e valorização da biodiversidade. Já as abordagens alinhadas à EA crítica apareceram de forma menos frequente, sendo identificadas de maneira direta em duas estratégias (2.3; 6.7), principalmente nas que envolvem participação social, articulação comunitária, diversidade cultural e redes de proteção social (Quadro III).

Quadro III - Correspondência entre as Metas e Estratégias do PMEI com os Princípios da Cultura Oceânica e as Macrotendências da EA.

Princípio da Cultura Oceânica	Estratégias do PME relacionadas	Dimensão de integração curricular com a Cultura Oceânica	Macrotendência predominante
1. Oceano global e diverso	2.2; 7.10	Integração curricular, infraestrutura, saneamento, laboratórios e conexão sistêmica entre escola-território	Conservacionista
2. Oceano na dinâmica da Terra	7.10	Qualidade da água, resíduos, processos costeiros, impactos antrópicos e uso de laboratórios de ciências	Pragmática
3. Influência do oceano no clima	2.2	Clima local, eventos culturais marítimos, correntes oceânicas, riscos climáticos e adaptação	Pragmática
4. Oceano permite a habitabilidade	2.2; 7.10	Mudanças climáticas, saneamento, energia, água e participação social em estratégias de adaptação	Pragmática
5. Diversidade de vida e ecossistemas	18.10; 20.3	Biodiversidade costeira, marismas, pesca artesanal, segurança alimentar e merenda escolar	Conservacionista
6. Oceano-humanidade interligados	2.3; 2.7; 6.1; 6.5; 6.7; 6.9; 7.10; 7.12; 18.10	Cultura, identidade, desigualdade social, Lei 10.639/03, justiça climática, redes de proteção social e participação comunitária	Crítica
7. Muito a descobrir e explorar	2.1; 2.3; 2.7; 6.1; 6.5; 6.7; 6.9; 7.10; 7.12; 18.10	Produção de conhecimento, tecnologias pedagógicas, formação docente, ciência, investigação e engajamento social	Crítica

Quadro IV - Sistematização dos termos culturais diretos e indiretos presentes nas estratégias do PMEI.

Termos culturais associados de forma direta no PMEI	Termos culturais associados de forma indireta no PMEI;
2.1 - Instituições Culturais;	6.7 - Promoção da educação em tempo integral voltada às escolas do campo, comunidades indígenas e quilombolas, respeitando suas peculiaridades locais e garantindo consulta prévia e informada;
2.2 - Identidade Cultural ;	18.10 - Garantia de infraestrutura escolar mínima e acessível, assegurando espaços e recursos pedagógicos adequados ao processo educativo;
2.3 - Movimentos Culturais;	20.3 - Instituição de mecanismo municipal de acompanhamento e colaboração interinstitucional para fortalecimento das ações educacionais;
2.7 - História Cultural;	
6.1 - Acompanhamento pedagógico e multidisciplinares (culturais);	
6.5 - Espaços Culturais;	
6.9 - Atividades Recreativas Culturais;	
7.10 - Bens Culturais;	
7.12 - Movimentos Culturais;	

Quando observada a relação entre princípios e macrotendências, nota-se que os princípios 1 a 4 concentram predominantemente estratégias de caráter pragmático e conservacionista, enquanto os princípios 6 e 7, apesar do maior número de estratégias vinculadas (9 e 10 estratégias, respectivamente), distribuem-se entre as três macrotendências, com presença proporcionalmente reduzida de abordagens críticas.

Referências culturais diretas e indiretas nas estratégias do PMEI

O PMEI não menciona explicitamente e diretamente o conceito de cultura oceânica. Ainda assim, o documento incorpora abordagens culturais voltadas à educação básica, da educação infantil ao ensino superior. Do total de estratégias analisadas neste estudo (n = 12), nove (75%) apresentaram menções a termos culturais, ainda que predominantemente de forma indireta. Em contraponto, três estratégias (25%) não fizeram referência a esses termos (Quadro IV).

Documento orientador: proposta para a promoção da Cultura Oceânica

Como desdobramento dos resultados obtidos, elaborou-se um documento orientador, em formato de *folder* frente e o verso (Figuras 4 e 5), destinado a subsidiar a inserção da cultura oceânica nos currículos municipais de Imbé. O material sintetiza elementos discutidos ao longo do estudo, incluindo encaminhamentos para elaboração de proposta legislativa, orientações pedagógicas e sugestões de atividades educativas.

O documento apresenta aplicabilidade no âmbito da gestão pública municipal, podendo apoiar ações, programas e decisões relacionadas à educação e às políticas ambientais, bem como dialogar com instituições de ensino superior em atividades de ensino, pesquisa e extensão. Dessa forma, constitui-se como produto educacional derivado da pesquisa, contribuindo para a articulação entre universidade, escola e políticas públicas no campo da cultura oceânica.



Figura 4 – Documento orientador: proposta para a promoção da cultura oceânica em Imbé (lado externo do *folder*).



Figura 5 – Documento orientador: proposta para a promoção da cultura oceânica em Imbé (lado externo do *folder*).

O material também está disponível em formato digital por meio de um *QR Code* (Figura 6), destinado a facilitar seu acesso e divulgação.

DISCUSSÃO

Observa-se que o município de Imbé, por meio do PMEI, evidencia esforços, ainda que de forma indireta, para a incorporação de temáticas associadas à cultura oceânica no contexto educacional local. Tal aproximação manifesta-se na valorização de princípios como a gestão democrática, o financiamento da educação, a formação e valorização dos profissionais do magistério, bem como na articulação entre escola, território e comunidade. Esses elementos indicam que, mesmo sem menção explícita à Cultura Oceânica, o PMEI apresenta condições estruturais, pedagógicas e institucionais que podem favorecer sua inserção nos currículos das escolas municipais. Entre as condições estruturais, destacam-se a previsão de laboratórios, acesso à internet, bibliotecas e espaços destinados às práticas esportivas.

Acesse a versão digital do documento orientador:

Figura 6 – *QR Code* do Documento Orientador.

No âmbito pedagógico, evidenciam-se estratégias relacionadas à realização de projetos, feiras, concursos e atividades interdisciplinares. Já as condições institucionais manifestam-se na constituição de comissões de acompanhamento, na

articulação intersetorial e no fortalecimento de redes de apoio às famílias, configurando um cenário potencialmente favorável à implementação contínua dessa temática.

Os resultados evidenciam, portanto, que o município dispõe de bases institucionais, pedagógicas e territoriais capazes de sustentar a inserção futura da Cultura Oceânica nos currículos escolares, especialmente quando articuladas a perspectivas críticas da Educação Ambiental e às especificidades do território costeiro de Imbé.

Ademais, como relatam LEBRETON *et al.* (2017), a inserção da temática oceânica em contextos escolares, mesmo em localidades distantes do litoral, pode gerar um contexto educativo relevante, evidenciando que a responsabilidade pela qualidade dos ambientes marinhos é de todos, reforçando a dimensão coletiva e cidadã da EA.

A predominância de abordagens pragmáticas identificada no PMEI converge com análises clássicas da EA brasileira, que apontam a recorrente ênfase em ações voltadas à gestão, à mudança de comportamentos individuais e à organização institucional, em detrimento da problematização das dimensões políticas e estruturais da crise socioambiental, como destacam LAYRARGUES & LIMA (2014), GUIMARÃES (2004) e LOUREIRO (2012). Nesta perspectiva, os Princípios 2 ("Oceano na dinâmica da Terra") e 3 ("Influência do oceano no clima") se articulam a estratégias do PMEI 7.10 e 2.2, que envolvem uso de laboratórios, integração curricular sobre clima e água, saneamento e infraestrutura pedagógica. Ou seja, trata-se de uma educação oceanográfica aplicada a problemas reais do território escolar, com foco em praticidade e gestão sustentável.

Entretanto, a presença ampliada de estratégias vinculadas aos Princípios 6 ("Oceano-humanidade interligados") e 7 ("Muito a descobrir e explorar"), contemplando estratégias 2.3; 2.7; 6.1; 6.5; 6.7; 6.9; 7.10; 7.12; 18.10, não implica necessariamente maior criticidade. Isso corrobora a compreensão de que a profundidade transformadora das práticas educativas depende menos da quantidade de ações previstas e mais de sua orientação pedagógica, política e territorial. Essas estratégias conectam saberes científicos com cultura, identidade, justiça climática, engajamento comunitário e produção de conhecimento interdisciplinar, abrindo espaço para uma modalidade de EA mais crítica e transformadora.

Tal perspectiva aproxima-se da concepção de EA crítica como processo formativo voltado à constituição de sujeitos ecológicos e socialmente implicados, capazes de articular cultura, justiça social e participação coletiva, conforme comentam CARVALHO (2004) e SATO & CARVALHO (2005), em diálogo com a noção freireana de educação como prática emancipatória e transformadora (FREIRE, 1996). Além disso, a interpretação dos resultados à luz do território costeiro reforça que políticas curriculares e educacionais são atravessadas por disputas de poder, usos sociais do espaço e desigualdades historicamente produzidas, em conformidade com SANTOS (2000) e APPLE (2006).

Dessa forma, ainda que o PMEI apresente predominância pragmática, a existência de elementos culturais, comunitários e participativos indica possibilidades de deslocamento em direção a perspectivas críticas, em consonância com a coexistência de diferentes correntes da EA no campo educacional (SAUVÉ, 2005). Tais achados sugerem que a inserção da cultura oceânica no planejamento educacional municipal pode atuar como vetor de aprofundamento crítico, especialmente quando articulada às realidades socioterritoriais e às interações entre sociedade e ambiente marinho.

CONCLUSÃO

O município de Imbé apresenta condições institucionais favoráveis à implementação da cultura oceânica, conforme evidenciado pelo PMEI. Ainda que de forma discreta e marcada por um viés predominantemente pragmático, próprio de instrumentos de gestão educacional, o documento contempla princípios compatíveis com a temática, não havendo impedimentos técnicos para sua incorporação aos currículos escolares. Nesse sentido, a efetivação dessa agenda configura-se como estratégia relevante para a promoção da qualidade de vida, da sustentabilidade socioambiental e do fortalecimento da relação sociedade-oceano no território costeiro.

Por fim, destaca-se o potencial da ciência cidadã e dos estudos de percepção ambiental como

instrumentos complementares para fortalecer o engajamento social e as atitudes pró-ambientais, indicando a necessidade de novas pesquisas que aprofundem, territorializem e ampliem os resultados aqui obtidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPLE, M.W. 2006. *Ideologia e currículo*. 3ª ed. Artmed, Porto Alegre, RS, Brasil.

BARBIERI, J.C. & SILVA, D. 2011. Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. *Revista de Administração Mackenzie*, 12(3):51-82.

BRASIL. 1988. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Brasil.

BRASIL. 1996. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Brasil.

BRASIL. 1999. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Brasil.

BRASIL. 2014. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Brasil.

CARVALHO, I.C.M. 2004. *Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico*. Cortez, São Paulo, SP, Brasil.

CHRISTOFOLETTI, R.A.; GOZZO, A.J.; CONTI, W.R.P.; TAKAHASHI, C.K.; MAZZO, T.M.; IGNACIO, B.L.; MARTINS, F.R.; KITAHARA, M.V.; YOKOYAMA, L.Q. 2022. Escola Azul: educação, ciência, cidadania e a Década da Ciência Oceânica no Brasil. *Parcerias Estratégicas*, 27(52): 35-45.

COSTA, R.L.; AVELAR, M.; CRISTINA, S.; FERREIRA, J.; ABECASIS, R.; CAMPOS, A.; CASTRO, J.; PALMA, P.; SEGURA, B.; ANDRADE, C.; ALVES, F.L. 2021. Fostering Ocean-Literate Generations: The Portuguese Blue School. In: KOUTSOPOULOS, K.C.; STEL, J.H. (Eds.). *Ocean Literacy: Understanding the Ocean.* Key Challenges in Geography. Springer, Cham, p. 147-164.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253-260.

COSTANZA, R.; DE GROOT, R.; BRAAT, L.; KUBISZEWSKI, I.; FIORAMONTI, L.; SUTTON, P.; FARBER, S.; GRASSO, M. 2017. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 28: 1-16.

FREIRE, P. 1996. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra, São Paulo, SP, Brasil.

GHILARDI-LOPES, N.P.; KREMER, L.P. & BARRADAS, J.I. 2019. A importância da alfabetização do oceano no Antropoceno e como a educação ambiental pode ajudar na sua promoção. In: GHILARDI-LOPES, N.P. & BERCHEZ, F. (Eds.). *Educação Ambiental Costeira e Marinha*. Springer, Cham, Suíça.

GUIMARÃES, M. 2004. Educação ambiental crítica. In: LAYRARGUES, P.P. (Ed.). *Identidades da educação ambiental brasileira*. MMA, Brasília, DF, Brasil.

IMBÉ. 2015. Lei nº 1660, de 19 de junho de 2015. Plano Municipal de Educação. Imbé, RS, Brasil.

LAYRARGUES, P.P. & LIMA, G.F.C. 2014. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. *Ambiente & Sociedade*, 17(1):23-40.

LEBRETON, L.C.M.; VAN DER ZWET, J.; DAMSTEEG, J.W.; SLAT, B.; ANDRADY, A. & REISSER, J. 2017. River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications*, 8(1):15611. DOI:10.1038/ncomms15611.

LOUREIRO, C.F.B. 2012. *Trajetória e fundamentos da educação ambiental*. Cortez, São Paulo, SP, Brasil.

MENGER, K. R. 2022. *Gestão pesqueira com base ecossistêmica na Laguna Tramandaí, Rio Grande do Sul.* Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação em Ciências Biológicas: Ênfase em Gestão Ambiental Marinha e Costeira), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2022.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2003. Produtos da Avaliação Ecossistêmica do Milênio. Relatório técnico, Millenniumassessment.org. (disponível em https://www.millenniumassessment.org/documents/document.433.aspx.pdf)

PAZOTO, C.E.; WÜRDIG, N.L.; TURRA, A.; HAZIN, F.; SOARES, M.O.; CUNHA, M.G.G.S.; BERCHEZ, F.; PINHEIRO, H.T.; LONGO, G.O.; FERREIRA, B.P.; MANSO, C.L.C.; SZPILMAN, M.; PEGAS, F.; CONTENTE, R.F.; GANDRA, T.B.R.; TOREZANI, E.; SCHIAVETTI, A.; BORGES, R.; FERREIRA, C.E.L.; MOURA, R.L. 2021. A Cultura Oceânica nas Escolas. *Revista Ciência Elementar*, 9(2): 045.

PLANO MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE IMBÉ/RS. 2015. Prefeitura Municipal de Imbé, Imbé, RS, Brasil.

SANTOS, M. 2000. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. Edusp, São Paulo, SP, Brasil.

SANTOS. 2021. Lei nº 3.935, de 12 de novembro de 2021. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Brasil.

SAUVÉ, L. 2005. Uma cartografia das correntes em educação ambiental. In: SATO, M. & CARVALHO, I.C.M. (Eds.). *Educação ambiental: pesquisa e desafios*. Artmed, Porto Alegre, RS, Brasil.

Capítulo VI

INTEGRAÇÃO CULTURAL NA ILHA DA TOROTAMA, RIO GRANDE/RS: POTENCIALIDADES E DESAFIOS DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA



INTEGRAÇÃO CULTURAL NA ILHA DA TOROTAMA, RIO GRANDE/RS: POTENCIALIDADES E DESAFIOS DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

Aline Mendes[1]; Juliana Cristina Franz[2]; Alerrandro Cardoso Leite[3]; Karina Yukari Ueno[4]; Lautildes Neto Silveira[5]; João Matheus de Lima Oliveira[6]; Cristiano Landgraf[7]

[1] Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Av. Itália, km 8, bairro Carreiros, Rio Grande – RS, CEP: 96203-900, Brasil. E-mail: alinebastosmendes@gmail.com;
[2] Professora da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Av. Itália, km 8, bairro Carreiros, Rio Grande – RS, CEP: 96203-900, Brasil. E-mail: julianafranz@gmail.com;
[3] Graduando pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Av. Itália, km 8, bairro Carreiros, Rio Grande – RS, CEP: 96203-900, Brasil. E-mail: alejandrocardosoleite@gmail.com;
[4] Bacharel pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Av. Itália, km 8, bairro Carreiros, Rio Grande – RS, CEP: 96203-900, Brasil. E-mail: karinayukari.geo@gmail.com;
[5] Graduando pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Av. Itália, km 8, bairro Carreiros, Rio Grande – RS, CEP: 96203-900, Brasil. E-mail: lautildes@gmail.com;
[6] Mestrando pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Av. Itália, km 8, bairro Carreiros, Rio Grande – RS, CEP: 96203-900, Brasil. E-mail: Matheuslima172@gmail.com;
[7]Mestrando pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Av. Itália, km 8, bairro Carreiros, Rio Grande – RS, CEP: 96203-900, Brasil. E-mail: crislandgraf1973@gmail.com

RESUMO

O artigo analisa a experiência extensionista *Integração Cultural na Torotama*, realizada na Ilha da Torotama (Rio Grande/RS), com o objetivo de compreender como ações entre universidade e comunidade fortalecem vínculos territoriais e valorizam saberes locais. O estudo reconhece a ilha como um espaço vivido, marcado por identidade, memória e práticas de pesca artesanal. A metodologia baseou-se em diagnóstico participativo, com escuta ativa da comunidade, orientando atividades educativas, culturais e de prestação de serviços em dois encontros. Destacaram-se rodas de conversa, exposições, palestras e ações voltadas à saúde e à sustentabilidade. Os resultados evidenciam forte participação comunitária, protagonismo das mulheres e impactos positivos na formação dos estudantes. Conclui-se que a extensão universitária promove diálogo, integração de saberes e transformação social, reforçando o papel da universidade pública.

Palavras-chave: Torotama; Integração Cultural; Extensão; Pesca Artesanal.

Cultural integration on Torotama Island, Rio Grande/RS: potentials and challenges of university extension

ABSTRACT

This article analyzes the extension experience *Cultural Integration in Torotama*, carried out on Torotama Island (Rio Grande, RS, Brazil), with the aim of understanding how interactions between the university and the community contribute to strengthening territorial ties and valuing local knowledge. The study recognizes the island as a lived space, shaped by identity, memory, and artisanal fishing practices. The methodology was based on a participatory diagnostic approach, grounded in active listening to the community, which guided the development of educational, cultural, and service-oriented activities conducted over two meetings. Key activities included discussion circles, exhibitions, lectures, and initiatives focused on health and sustainability. The results reveal strong community engagement, the prominent role of women, and positive impacts on students' academic training. It is concluded that university extension fosters dialogue, promotes the integration of knowledge, and contributes to social transformation, reinforcing the role of the public university.

Keywords: Torotama; Cultural Integration; University Extension; Artisanal Fishing

INTRODUÇÃO

Na leitura geográfica, existem espaços que se tornam lugares. O autor que consagra esse conceito é Yi-Fu TUAN (1983), relacionando o lugar ao espaço vivido, experimentado e carregado de significado. O lugar é construído a partir do cotidiano, sendo pela experiência que o indivíduo conhece, sente e atribui sentido ao ambiente. TUAN (1983) usa o conceito de topofilia (amor pelo lugar) para explicar o vínculo emocional que

as pessoas desenvolvem com determinados ambientes, neste reduto espacial, as lembranças e histórias pessoais são fundamentais para transformar um espaço em lugar.

O lugar é o pedaço do mundo onde construímos e guardamos nossa subjetividade. Por essa razão, existe uma relação entre identidade pessoal/coletiva e os lugares que habitamos. A Torotama (Figura 1) é uma ilha lagunar e pertence ao estuário da Lagoa dos Patos, sendo o 3º distrito do município de Rio Grande. Apresenta depósitos lagunares, característica de um solo recente formado por processos de decomposição da rocha de origem (BORGES, 2024). Para além de seus atributos passíveis de descrição, a Ilha da Torotama é o lugar de diversas pessoas, lugar de vida, memória e construção identitária para seus moradores, sendo atravessada por dinâmicas sociais, culturais e ambientais que expressam as especificidades da pesca artesanal.

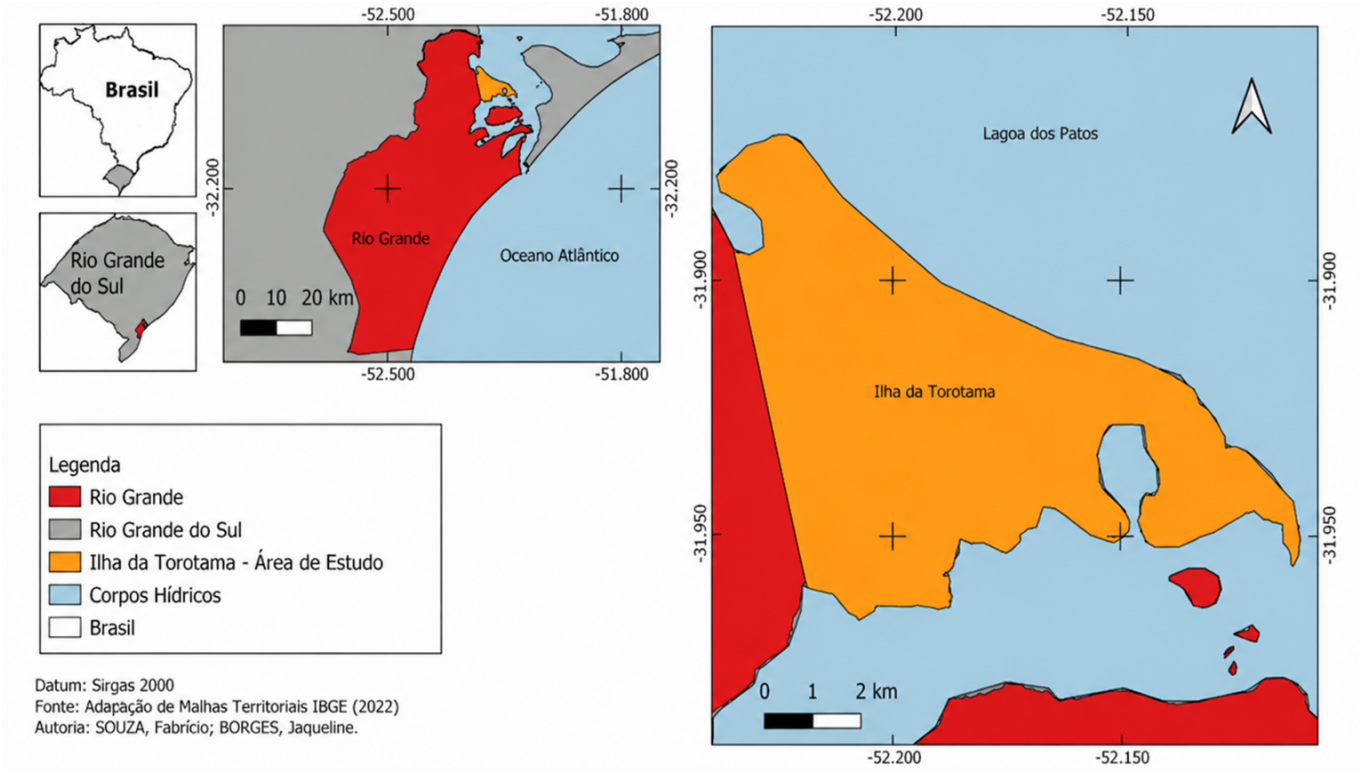


Figura 1 – Localização da Ilha da Torotama.

Parte-se da seguinte questão: em que medida ações extensionistas, construídas a partir de diagnóstico participativo, contribuem para o fortalecimento territorial e a valorização de saberes em comunidades pesqueiras? Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo analisar a experiência extensionista *Integração Cultural na Torotama*, desenvolvida pelo Núcleo de Análises Urbanas e Culturais (NAUC), em parceria com o projeto *Vida, Voz e Cor dos sujeitos(as) da pesca artesanal na Lagoa dos Patos*, buscando compreender de que forma tais ações contribuem para o fortalecimento de vínculos territoriais, a valorização de saberes locais e a construção de espaços de diálogo entre universidade e comunidade.

A ação foi estruturada em dois encontros, realizados em datas distintas e voltados a públicos específicos. O primeiro ocorreu em 30 de maio de 2025 e foi direcionado ao público infantil, com a realização de atividades lúdicas e educativas que integraram conhecimento e cultura. Nesse dia, foi promovida uma sessão de cinema, proporcionando momentos de lazer e reflexão, além da exposição fotográfica intitulada "Como as mulheres da Torotama fazem"[1], que destacou a produção local e valorizou o protagonismo feminino na comunidade. Também foi realizada uma roda de conversa sobre eventos climáticos extremos, abordando, de forma acessível às crianças, questões relacionadas às mudanças climáticas e seus impactos no cotidiano da ilha. Complementando as atividades, ocorreu a contação de histórias, contribuindo para o estímulo

[1] Projeto proposto por Jaqueline Rosa Borges, aprovado pela Lei Paulo Gustavo, Lei Complementar nº 195, de 8 de julho de 2022.

à imaginação e ao fortalecimento da identidade cultural local.

O segundo encontro, realizado em 6 de junho de 2025, foi voltado à comunidade em geral, ampliando o alcance das discussões e ações propostas. Nesse momento, foi ministrada uma palestra sobre a saúde da mulher, abordando temas relacionados à prevenção, ao autocuidado e ao acesso aos serviços de saúde. A prefeitura municipal foi convidada a participar, levando consigo o mutirão para regularização de documentação por meio da Secretaria de Pesca e Aquicultura. Além disso, foi novamente apresentada a exposição "Como as mulheres da Torotama fazem", reforçando a valorização do protagonismo feminino da ilha, e houve a distribuição de mudas de plantas, incentivando práticas sustentáveis e o cuidado com o meio ambiente.

Todas as ações desenvolvidas no evento *Integração Cultural na Torotama* foram escolhas oriundas da própria comunidade que, no momento do evento "Café com a Torotama"[2], foi convidada a colocar sugestões de ações, com o objetivo de direcionarmos os serviços.

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como de natureza qualitativa, ancorada em uma abordagem participativa e extensionista, na qual a produção do conhecimento ocorre em diálogo direto com os sujeitos envolvidos. Conforme destaca GODOY (1995), a pesquisa qualitativa permite compreender fenômenos sociais a partir de sua complexidade, considerando o contexto, as experiências e os significados atribuídos pelos sujeitos, sendo especialmente adequada para investigações que envolvem práticas sociais, culturais e institucionais.

Nesse sentido, o desenvolvimento das ações fundamentou-se nos princípios da extensão universitária, estruturando-se a partir de um diagnóstico participativo realizado previamente com a comunidade local, durante a atividade "Café com a Torotama". Essa etapa configurou-se como um espaço de escuta ativa, no qual os participantes puderam expressar demandas, percepções e necessidades, sistematizadas por meio da elaboração de uma nuvem de palavras (Figura 2), permitindo identificar temas prioritários para a comunidade.



Figura 2 - Nuvem de palavras.

Do ponto de vista metodológico, foram mobilizadas estratégias como a observação participante, o registro das interações em campo e a escuta sensível das narrativas dos sujeitos envolvidos, tanto durante o evento diagnóstico quanto nas ações extensionistas posteriores. Essas estratégias possibilitam não apenas o levantamento de demandas, mas também a compreensão das dinâmicas sociais e culturais presentes no território.

A partir desse processo, foram identificadas demandas relacionadas à recorrência de eventos climáticos extremos, ao empreendedorismo local, à saúde feminina e mental, à prevenção do câncer de pele e à regularização de documentos. Com base nesse levantamento, o grupo organizador estruturou um cronograma de reuniões internas voltadas à articulação logística e institucional, viabilizando parcerias com diferentes setores da universidade e do poder público.

A integração com a comunidade da Torotama ocorreu na Escola Municipal de Ensino Fundamental Cristóvão Pereira de Abreu, e foi dividida estrategicamente em duas datas distintas. No primeiro dia, as atividades foram direcionadas ao público escolar, e as ações desse dia foram:

a) Conversa e dinâmica sobre os eventos extremos sob uma perspectiva científica e educativa, realizada em parceria com o Laboratório de e Climatologia e Cartografia (LaCCa);

[2] Evento realizado no Partage Shopping Rio Grande em abril de 2024, onde foram expostas pela primeira vez as fotografias do projeto "Torotama" à comunidade.

b) Contação da história "O Pequeno Príncipe: uma aventura na África"[3], com a participação do Professor Drº Artur Barcelos, através da Trupe de contadores de histórias Bugigang;
c) Dinâmicas de autodeclaração em conjunto com a Secretaria de Município da Educação (SMEd);
d) Experiências de cinema com a participação da Direção de Arte e Cultura da Pró-reitoria de Extensão (DAC/PROEXC/FURG);
e) Atividades lúdicas baseadas na obra "As aventuras de Belinha"[4], organizadas pelo curso de História/FURG.

No segundo dia, as ações voltaram-se à comunidade trutameira em geral, operacionalizando as demandas técnicas e sociais previamente levantadas, sendo elas:

a) A parceria com a Secretaria da Agricultura e Pecuária e o Horto da FURG permitiu a distribuição de mudas frutíferas e ornamentais;
b) O Sebrae promoveu um "bate-papo" focado no fomento ao empreendedorismo local;
c) A Secretaria da Saúde promoveu roda de conversa sobre saúde mental e demandas psicológicas;
d) O curso de Enfermagem da universidade ministrou uma palestra sobre a saúde da mulher e o câncer de pele;
e) A Secretaria Municipal de Mobilidade, Acessibilidade e Segurança promoveu uma escolinha de trânsito para as crianças que acompanhavam seus responsáveis;
f) A Secretaria de Pesca e Aquicultura realizou o cadastro para mutirões de documentação.

De forma simbólica e afetiva, houve a entrega das fotografias dos clubes, utilizadas na exposição anterior, aos seus respectivos representantes, reforçando os laços de memória entre a academia e a comunidade. Durante todo o período de execução, a escola abrigou simultaneamente as amostras fotográficas "Vida, Voz e Cor dos Sujeitos(as) da Pesca Artesanal" e "Como as Mulheres da Torotama fazem", criando um ambiente de valorização da identidade local. Todo o processo foi permeado por espaços de convivência e acolhimento, como o *coffee break* servido aos participantes, que funcionou como um facilitador para o diálogo e o fortalecimento de redes de apoio comunitário.

A análise dos resultados foi realizada de forma interpretativa, a partir das narrativas dos extensionistas, dos registros das atividades e das interações observadas em campo. Essa abordagem permitiu articular experiência empírica e reflexão teórica, evidenciando as potencialidades e os desafios das ações extensionistas no contexto da comunidade da Torotama.

REFLEXÃO TEÓRICA

A universidade pública brasileira está historicamente estruturada sobre o tripé ensino, pesquisa e extensão, entendido como princípio fundamental para a produção do conhecimento comprometido com a sociedade. De acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Educação (CNE) nº 7/2018:

> A Extensão na Educação Superior Brasileira é a atividade que se integra à matriz curricular e à organização da pesquisa, constituindo-se em processo interdisciplinar, político educacional, cultural, científico, tecnológico, que promove a interação transformadora entre as instituições de ensino superior e os outros setores da sociedade, por meio da produção e da aplicação do conhecimento, em articulação permanente com o ensino e a pesquisa (DOU nº 243, 19.12.2018, Seção 1, p. 49 e 50).

Nesse sentido, a extensão universitária não se configura apenas como atividade complementar, mas como dimensão formativa essencial. No contexto da Torotama, essa perspectiva se materializa na construção coletiva das ações, orientadas pelas demandas da própria comunidade.

Experiências desenvolvidas em laboratórios e projetos vinculados à extensão demonstram que a formação acadêmica se amplia quando o estudante participa de ações que extrapolam o espaço da sala de aula, permitindo o contato direto com a realidade social. O trabalho desenvolvido no NAUC, especialmente por meio do projeto *Vida, Voz e Cor*

[3] Livro de autoria do Prof. Dr. Artur Barcelos e da Profa. Dra. Adriana Fraga Martins, professores da Universidade Federal do Rio Grande. O livro conta a história de um piloto solitário após a queda de seu avião no deserto do Saara. É quando aparece um menino, assim, do nada. O piloto não imagina, mas está prestes a realizar uma viagem pelos reinos e paisagens da grande África. Uma aventura marcante e inesquecível.

[4] Belinha, capivara da Reserva Ecológica do Taim, vive aventuras fora da reserva após um acidente. Livro de autoria da Profa. Dra. Carmem G. Burgert Schiavon, da Universidade Federal do Rio Grande.

dos sujeitos(as) da pesca artesanal da Lagoa dos Patos, evidencia essa perspectiva.

A proposta do núcleo busca registrar trajetórias, narrativas e memórias coletivas, ao mesmo tempo em que constrói um diálogo entre universidade e comunidade, fortalecendo a ideia de partilha social do conhecimento produzido. O registro audiovisual, as entrevistas e a organização de narrativas demonstram que a pesquisa universitária pode assumir um papel social, tornando-se instrumento de valorização cultural e de reconhecimento dos sujeitos envolvidos.

A extensão universitária, nesse contexto, constitui-se como um espaço privilegiado de formação, pois coloca o estudante diante de situações reais, exigindo responsabilidade, escuta sensível e capacidade de interpretação crítica. Ao participar de projetos como o *Vida, Voz e Cor*, o graduando deixa de ocupar apenas o lugar de receptor de conteúdos e passa a atuar como sujeito ativo na construção do conhecimento e, através da atividade extensionista, confronta realidades distintas, enriquecendo a trajetória pessoal e profissional dos estudantes. Para RAMOS *et al*. (2023, p. 22),

> Ao estabelecer um diálogo respeitoso e inclusivo, a universidade se torna mais sensível às demandas e às necessidades da sociedade, podendo desenvolver atividades de extensão mais pertinentes e eficazes. Além disso, a interação dialógica entre a universidade e a sociedade contribui para a formação de profissionais críticos, éticos e comprometidos com a transformação social, capazes de atuar de forma integrada e colaborativa em diferentes contextos e situações.

Essa experiência contribui para o desenvolvimento de habilidades que dificilmente seriam alcançadas apenas por meio das disciplinas teóricas, como o trabalho coletivo, a mediação com diferentes públicos e a compreensão das complexidades sociais presentes no espaço. Do ponto de vista teórico-metodológico, a extensão aproxima-se das abordagens qualitativas de pesquisa, nas quais o contato direto com o campo, a observação e o diálogo com os sujeitos tornam-se elementos centrais.

No caso do projeto *Vida, Voz e Cor*, a produção audiovisual não se limita ao registro técnico, mas atua como mediadora entre universidade e comunidade, permitindo que as narrativas dos pescadores artesanais sejam reconhecidas e valorizadas. A linguagem audiovisual intensifica o encontro entre realidade e espectador, possibilitando que a experiência vivida pelos sujeitos seja compartilhada de forma sensível e acessível.

Além da dimensão social, a extensão universitária possui forte impacto na formação profissional dos estudantes. A participação em projetos exige domínio de metodologias, organização de atividades, produção de relatórios e capacidade de reflexão teórica sobre a prática desenvolvida. Esse processo contribui para a construção de uma formação mais crítica e comprometida, na qual o conhecimento deixa de ser apenas acumulado e passa a ser produzido coletivamente.

O estudante aprende, nesse contexto, que a universidade não é um espaço isolado, mas parte de uma rede mais ampla de relações sociais, culturais e políticas. Outro aspecto relevante refere-se ao caráter ético da extensão. Ao trabalhar diretamente com comunidades, o estudante precisa desenvolver responsabilidade quanto ao uso das informações, ao respeito às narrativas locais e à devolução dos resultados obtidos. A noção de devolutiva, presente no projeto *Vida, Voz e Cor*, reforça a ideia de que a pesquisa universitária não deve se apropriar dos saberes populares sem retorno social. Pelo contrário, a extensão pressupõe troca, diálogo e construção coletiva, princípios que fortalecem o papel social da universidade pública.

A devolutiva para a comunidade constitui uma etapa fundamental no processo extensionista, pois materializa os resultados das pesquisas em formatos acessíveis, garantindo que o conhecimento produzido não permaneça restrito ao espaço acadêmico. Em estudos realizados com comunidades ribeirinhas, destaca-se que um dos principais desafios da pesquisa com populações tradicionais é justamente assegurar o retorno dos dados coletados, exigindo do pesquisador compromisso ético e político com os sujeitos envolvidos, além da construção de materiais que possam ser utilizados pela própria comunidade na gestão de seu território e na tomada de decisões (CUNHA *et al.*, 2017, p. 2). Nesse sentido, a devolutiva não representa apenas a finalização de um projeto, mas constitui parte constitutiva do processo de produção do conhecimento, reafirmando o princípio de que a extensão universitária deve promover troca de saberes e participação social.

A participação das comunidades é elemento central para a realização de pesquisas comprometidas com a realidade social, pois são os próprios sujeitos que compartilham suas experiências, histórias e conhecimentos, tornando possível a construção

coletiva dos resultados. Experiências participativas demonstram que ações de devolutiva fortalecem o protagonismo local e reconhecem o papel das comunidades na gestão do espaço onde vivem, ao mesmo tempo em que consolidam parcerias entre universidade e sociedade na busca por soluções para problemas concretos (CUNHA *et al*., 2017). Dessa forma, a devolução dos materiais produzidos, sejam eles textos, registros audiovisuais ou relatórios, representa também uma forma de reconhecimento da importância daqueles que contribuíram diretamente para a realização da pesquisa.

Valorizar os saberes e as narrativas compartilhadas pelas comunidades implica compreender que a produção acadêmica deve retornar ao lugar de onde partiu, contribuindo para o fortalecimento das identidades locais e para a preservação de suas memórias. A devolutiva possibilita que os sujeitos se reconheçam nos materiais produzidos, transformando a pesquisa em instrumento de afirmação cultural e de participação social, ao mesmo tempo em que amplia o alcance político e educativo das ações extensionistas. Conforme apontado em experiências colaborativas, a criação de espaços de fala e de socialização dos resultados permite que os próprios comunitários participem da construção e transformação de suas realidades, reforçando o caráter social da universidade pública e o compromisso com a produção coletiva do conhecimento (CUNHA *et al*., 2017).

Nesse sentido, as narrativas subjetivas e individuais de cada integrante extensionista do grupo foram utilizadas para apontar as potencialidades e os desafios na realização da extensão universitária. Nas ciências humanas e sociais, tem sido rotineiramente utilizado o discurso narrativo ou a reprodução de narrativas para relatar experiências vividas coletiva ou individualmente. Pode-se dizer que contar histórias e compartilhar experiências é parte da história do ser humano, onde, através dessa prática, aprendeu e ensinou durante o decorrer dos anos. De acordo com REALES & CONFORTIN (2011, p. 9).

> Narrar faz parte da vida dos homens, poderíamos dizer que é uma atividade fundamental da vida posto que, através da narração, é possível organizar as experiências e torná-las comunicáveis. Contar histórias é uma atividade praticada por todos. Por esse motivo, todos sabemos produzir discursos narrativos, tendo noção dos elementos que constituem um relato. Muitas pessoas, alguma vez, já praticaram algum tipo de narrativa escrita em cartas ou diários pessoais. A narrativa, então, não se concretiza apenas no plano literário, podendo estar presente na comunicação oral ou escrita de qualquer pessoa em qualquer época.

O uso reflexivo das narrativas tem, neste trabalho, o objetivo de buscar, na memória das ações em comunidade, o encontro do indivíduo pesquisador e do subjetivo humano que existe em cada um, onde, ao se deparar com as realidades do lugar habitado e do espaço vivido, entende que a neutralidade científica não se trata de uma ausência de posicionamento, mas de um exercício ético de consciência crítica, no qual o pesquisador reconhece sua implicação, seus limites e sua responsabilidade na construção do conhecimento.

Responsabilidade essa que é marcada pela presença constante do desenvolvimento da alteridade e da empatia. Nos estudos antropológicos, a importância do olhar é a primeira instância a ser desenvolvida. LEITÃO (2011) metaforiza o olhar antropológico como aquele que dispõe de "um par de óculos e uma centena de lentes". É necessário trocá-las e adequá-las cada vez que penetramos em um mundo novo, com seus códigos culturais específicos emaranhados na teia cultural da comunidade.

GEERTZ (1989) aponta o indivíduo enquanto um tecelão compulsivo de si próprio, que borda incessantemente sua teia de significados para, assim, atribuir sentido ao mundo. A cultura, então, pode ser compreendida como um sistema simbólico que media a relação entre o indivíduo e o mundo. Nessa perspectiva, o ser humano interpreta a realidade a partir de construções culturais, que funcionam como "teias de significados" (GEERTZ, 1989, *apud* LEITÃO, 2011), através das quais atribui sentido à sua experiência.

Diante do exposto, a revisão teórica evidencia que a extensão universitária, articulada ao ensino e à pesquisa, constitui-se como dimensão indissociável da formação acadêmica e como prática social comprometida com a transformação da realidade. Ao integrar diferentes saberes, metodologias e sujeitos, a extensão promove não apenas a produção de conhecimento, mas também sua partilha e ressignificação em diálogo com as comunidades. Nesse processo, experiências como as desenvolvidas no âmbito do NAUC e do projeto *Vida, Voz e Cor* reafirmam o potencial formativo, ético e político da universidade pública, ao valorizar narrativas, fortalecer identidades e reconhecer os sujeitos como protagonistas de suas próprias histórias.

RESULTADOS E NARRATIVAS

No lugar de apenas descrever a experiência, busca-se aqui relatar e discutir os impactos causados pela atividade de extensão realizada na Ilha da Torotama, nos dias 30 de maio e 6 de junho. O grupo promoveu diversas atividades culturais, educativas e de prestação de serviços junto à comunidade, sempre orientadas por demandas que partiram dos próprios(as) trutameiros(as), previamente identificadas em um evento com participação comunitária, o que evidencia o caráter participativo e dialógico da ação extensionista.

Entre tantas possíveis narrativas, optou-se por sintetizar reflexões construídas pelos membros que organizaram o evento, estudantes de graduação e pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Ao longo do processo, tornou-se uníssona a percepção de que a comunidade trutameira é forjada pela força de suas raízes e de sua história. Eventos como esse atuam diretamente na renovação da autoestima e da confiança coletiva, fortalecendo o reconhecimento identitário e funcionando como uma mola propulsora para a reivindicação de direitos.

Nesse contexto, chamou atenção a presença expressiva das mulheres em comparação aos homens, tanto neste quanto em outros eventos, revelando a centralidade das mulheres na organização da vida comunitária e na reprodução social da pesca artesanal. As mulheres da Torotama organizam-se coletivamente em prol da comunidade e participaram de forma ativa em diferentes frentes: rodas de conversa sobre saúde da mulher e saúde mental, acesso a serviços públicos como o Cadastro Único e a confecção de documentos de identidade, além da visita à exposição fotográfica e da participação na distribuição de mudas de plantas, incluindo espécies frutíferas e árvores para sombreamento.

Um dos extensionistas relata que "*uma menina de cinco ou seis anos pediu para levar duas mudas frutíferas para casa*" (relato de extensionista), evidenciando práticas cotidianas que expressam processos mais amplos de reconstrução territorial e continuidade cultural. Esse gesto, aparentemente simples, carrega consigo a potência simbólica da reconstrução após a pior enchente da história do Rio Grande do Sul, revelando a força das comunidades tradicionais e sua profunda conexão com as raízes culturais e com a transgeracionalidade.

O processo de transgeracionalidade caracteriza-se pela transmissão de saberes e práticas entre gerações, especialmente por meio da vivência e da oralidade. Nesse aspecto, as mulheres desempenham papel central na preservação e difusão dos conhecimentos tradicionais, como aqueles relacionados à pesca, ao futebol e ao Carnaval, que são elementos fundamentais da vida social e cultural trutameira.

Na Figura 3, há um exemplo dessa participação, que ocorre desde cedo. As crianças ocupam os espaços cotidianos e aprendem a cultura e o trabalho, que se entrelaçam, passando de geração em geração.



Figura 3 - Mulheres: mãe, filha e avó.

As crianças participam ativamente das atividades comunitárias, incentivadas principalmente pelas mulheres de suas famílias. Esse engajamento evidencia um processo contínuo de formação social e política, no qual as mulheres vêm se destacando como protagonistas na luta pelos direitos dos pescadores e pescadoras. Entre os extensionistas, destacou-se a importância de iniciativas como a *Integração Cultural na Torotama*, que reafirmam o valor da comunidade e elevam sua autoestima, especialmente ao colocar as mulheres pescadoras no centro das discussões sobre cultura e pesca artesanal.

No que diz respeito à construção de narrativas, também foi possível abrir espaço para uma leitura poética sobre o lugar Torotama. Essa forma de narrativa não busca romantizar o cotidiano dos pescadores e das pescadoras, que é marcado por desafios constantes, mas valorizar o espaço vivido e as relações humanas que ali se estabelecem de maneira singular. As narrativas poéticas, nesse

sentido, funcionam como um recurso sensível de expressão e reconhecimento, ampliando as formas de compreender e representar o território. A seguir, apresenta-se um exemplo dessas construções poéticas, utilizadas de forma complementar às exposições fotográficas:

> São delas as mãos que despem o pescado
> Que transformam o sustento em alimento
> Que acordam o sol na chegada do barco.
>
> A mulher que no filho viu a vida
> Que na luta fez a voz
> Que ao cotidiano dá a cor
>
> Do café ao licor, na mulher vejo o amor
> Por essa terra distante, na labuta incessante
> Bate no peito e vibra
> Seu estandarte é sua figa.
>
> São tantas as nuances desse lugar
> No horizonte fundo o mar conduz o homem
> Na terra firme a mulher conduz o mar.
> (Aline Mendes, 2024).

A utilização de narrativas poéticas transforma a experiência extensionista ao incorporar dimensões sensíveis e subjetivas, permitindo que os sujeitos se reconheçam não apenas como participantes, mas como protagonistas de suas próprias histórias. Ao dialogar com as imagens expostas, essas narrativas ampliam as possibilidades de leitura do território, articulando memória, identidade e pertencimento.

Ao longo do desenvolvimento do projeto *Vida, Voz e Cor*, houve a oportunidade de levar à comunidade fotografias produzidas no Carnaval de 2024, no Carnaval de 2025 e também registros de mulheres da Torotama, no âmbito do projeto "Como as mulheres da Torotama fazem". Todas essas experiências foram marcantes e significativas, contando com intensa participação comunitária.

Ao retornarem à comunidade, essas imagens provocaram interações profundas entre os indivíduos. As crianças demonstraram entusiasmo ao reconhecer rostos familiares nas fotografias e, sobretudo, ao se perceberem como parte da comunidade e da própria obra artística exposta. Em alguns momentos, meninos, ao visualizarem imagens de seus clubes de futebol, passaram a entoar cantos e simular batidas de bateria, recriando ali, de forma espontânea, a atmosfera vibrante dos jogos e das manifestações culturais locais.



Figura 4 - Crianças na Integração Cultural na Torotama.

O ato de ver e revelar-se autor da própria história evidencia que a fotografia, assim como a poesia, ultrapassa o campo estético e se constitui como ferramenta de mediação social, fortalecendo vínculos, memórias e sentidos de pertencimento. Assim, a experiência extensionista não se limita à ação pontual, mas se desdobra em processos contínuos de reconhecimento, valorização cultural e fortalecimento comunitário.



Figura 5 - Entrega de fotografias da primeira exposição do projeto, intitulada "Torotama".

Optou-se por realizar algumas entregas de fotografias nesse momento de integração. Com a presença de representantes dos clubes Novo Avante e Fiateci, as fotografias foram entregues em forma de agradecimento (Figura 5).

A entrega das fotografias utilizadas já estava prevista desde o início do projeto fotográfico, pois compreende-se que a construção do projeto se dá de forma coletiva e horizontal. Esse ato foi uma forma simbólica de compartilhar a produção acadêmica, expressando nosso agradecimento e gratidão à comunidade.

Para os extensionistas, profissionais em formação, também é importante a relação com a comunidade, ou como também se refere, a ação "fora dos muros" da universidade. Em uma das narrativas observadas, um dos extensionistas afirma que:

> *Dessa experiência, levo comigo os olhares dos adultos nitidamente fortalecidos nas suas tradições e com a atualidade; e das crianças, que relacionaram descobertas (como as noções de trânsito e segurança nesse âmbito) com a nossa presença - alunos que em alguns casos, como no meu ainda não licenciado, éramos chamados o tempo todo, como referência, "Professor, professor!*" (relato de extensionista).

Para o estudante que cursa licenciatura, sempre é um momento memorável este, onde é chamado de professor pela primeira vez. Da mesma forma que a extensão contribui para a autoestima dos moradores locais, ela forja profissionais mais bem preparados e sensíveis para lidar em diferentes contextos sociais, econômicos e culturais.

O trabalho da extensão é árduo. São diversas as reuniões necessárias para um evento com a envergadura da *Integração Cultural na Torotama* acontecerem e muitas mãos diferentes dispostas a construir um bom trabalho. Nesse contexto, os estudantes exploram suas potencialidades, sua capacidade de organização, de estabelecer e cumprir prazos, de compreender as instâncias universitárias e o que cada uma delas representa, além de contar sempre com o fator mais expressivo da extensão: o humano.

Lidar com pessoas é complexo, mas extremamente gratificante. Quando nos propomos a ir ao encontro do outro, somos surpreendidos com o encontro de nós mesmos. Uma das extensionistas não conteve as lágrimas de emoção, felicidade e gratidão. Ela disse, sintetizando esse momento: "(...) *é como se tudo tivesse feito sentido. O projeto chegou onde sempre pertenceu: ao seu lugar de origem, àqueles que deram vida a ele*!" (relato de extensionista).

Essas narrativas evidenciam que a extensão universitária, para além de uma prática institucional, constitui-se como experiência formativa e relacional, na qual se articulam dimensões afetivas, culturais e políticas na construção coletiva do conhecimento.

CONCLUSÕES

Os resultados da ação evidenciam a relevância de iniciativas extensionistas construídas a partir da escuta comunitária na promoção de espaços de diálogo e troca entre universidade e comunidade. Observou-se a participação ativa dos moradores nas atividades, o interesse pelos temas abordados e o fortalecimento do reconhecimento da cultura local, especialmente no que se refere à produção feminina e ao protagonismo das mulheres. Ademais, a discussão sobre eventos climáticos extremos mostrou-se pertinente, considerando as dinâmicas ambientais que afetam diretamente o território e as condições de reprodução da vida na comunidade, enquanto as ações voltadas à saúde e à sustentabilidade contribuíram para a promoção do bem-estar comunitário.

Dessa forma, conclui-se que a ação *Integração Cultural na Torotama* cumpriu seus objetivos ao articular diferentes dimensões cultural, educativa e socioambiental em uma proposta integrada e participativa, com destaque para o protagonismo das mulheres, cuja atuação mostrou-se central na organização da vida comunitária e na mediação de saberes locais. Ressalta-se, por fim, a importância da continuidade de iniciativas como essa, que fortalecem os vínculos entre universidade e comunidade e contribuem para o fortalecimento de processos coletivos de reconhecimento, valorização cultural e construção de estratégias locais frente aos desafios socioambientais.

AGRADECIMENTOS

Expressamos nossos sinceros agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Lei Paulo Gustavo pelo financiamento e fomento desta ação.

Agradecemos à Prefeitura Municipal do Rio Grande, às Secretarias da Agricultura e Pecuária, da

Saúde, de Mobilidade, Acessibilidade e Segurança e de Pesca e Aquicultura, pelo apoio e parceria.

Estendemos nossos agradecimentos ao Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), aos cursos de Enfermagem, História e Arqueologia da FURG, à Escola Cristóvão Pereira de Abreu e à sua direção, bem como à Universidade Federal do Rio Grande, por meio da Pró-Reitoria de Extensão e Cultura, pelo apoio institucional.

Por fim, nosso mais profundo reconhecimento à comunidade da Torotama, aos pescadores e às pescadoras, cuja acolhida, saberes e vivências deram sentido e vida a este trabalho, tornando-o verdadeiramente coletivo e significativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, J. R. 2024. *A transgeracionalidade dos códigos culturais na comunidade pesqueira da Ilha da Torotama – Rio Grande, RS***.** Rio Grande. Dissertação de Mestrado: FURG.

CUNHA, C.V.; LIMA, P.K.A.; SILVA, S.K.L. & GOIABEIRA, S.S. 2017. Devolutiva de pesquisa: uma experiência participativa colaborativa no rio Tocantins. In: EDUPESQAMAZÔNIA 2017, *Amazônia*: 1–6.

FINA, B.G. & AOKI, C. 2021. *Extensão universitária: um caminho de integração e aprendizagem.* Campina Grande: Editora Amplla. (ISBN: 978-65-88332-57-3).

GEERTZ, C. *A interpretação das culturas.* Rio de Janeiro: LTC, 1989.

GODOY, A. S. 1995. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, 35(3): 20–29.

LEITÃO, D. K. A arte de sensibilizar o olhar ou por que ensinar antropologia? 2011. Disponível em: https://www.passeidireto.com/arquivo/2459030/a-arte-de-sensibilizar-o-olhar. Acesso em: 25 mar. 2026.

RAMOS, A.C.; OLIVEIRA, E.S.G.; JAVARINI, M.A. & PEREIRA, G.S. 2023. *A extensão universitária: impacto, transformação e desafios.* 2. ed. Vila Velha: Universidade Vila Velha, 2023.

REALES, L & CONFORTIN, R. de S. *Introdução aos estudos da narrativa.* Florianópolis: UFSC, 2008

SOUZA, F. 2024. Mapa de localização da Ilha da Torotama.

TUAN, Y. *Espaço e lugar: a perspectiva da experiência.* São Paulo: Difel, 1983.

Capítulo VII

GOVERNANÇA PARTICIPATIVA NA PESCA ARTESANAL: O PAPEL DO FÓRUM DOS PESCADORES E PESCADORAS DAS BAÍAS NORTE E SUL DE FLORIANÓPOLIS, SC, BRASIL



GOVERNANÇA PARTICIPATIVA NA PESCA ARTESANAL: O PAPEL DO FÓRUM DOS PESCADORES E PESCADORAS DAS BAÍAS NORTE E SUL DE FLORIANÓPOLIS, SC, BRASIL

Paula Martinez Falcão Pereira[1], Milton Lafourcade Asmus[2]

[1] Universidade Federal de Santa Catarina, Laboratório de Gestão Costeira Integrada, paula.oceanologa@gmail.com (autora correspondente)
[2] Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Oceanografia, docasmus@gmail.com

RESUMO

A pesca artesanal costeira e marinha é uma atividade de relevância econômica e social, contribuindo para a segurança alimentar e nutricional em diversos países. Apesar de sua importância, a continuidade da pesca de pequena escala encontra-se ameaçada por conflitos socioambientais que impactam tanto a sua produtividade quanto as comunidades pesqueiras. Problemas como a sobrepesca, a poluição e a degradação ambiental compõem parte dos principais desafios, sendo a sobreposição de usos por diferentes setores econômicos um fator de intensificação de conflitos pelo acesso e uso dos recursos. Soma-se a isso a ausência de monitoramento sistemático, a fragilidade das medidas reguladoras e a descontinuidade dos dados pesqueiros. Nesse contexto, observa-se que a gestão institucional, de maneira geral, não contempla adequadamente as especificidades e os conhecimentos locais, o que limita a participação efetiva das comunidades pesqueiras nos processos de tomada de decisão e enfraquece a própria gestão. Este artigo possui como objetivo analisar como pescadores e pescadoras artesanais se organizam e atuam como protagonistas em processos de gestão compartilhada e na defesa de seus territórios. O estudo, de caráter qualitativo, baseou-se na metodologia da observação participante. Através do acompanhamento de reuniões abertas realizadas pelo Fórum dos Pescadores e Pescadoras Artesanais das Baías Norte e Sul de Florianópolis (SC, Brasil), durante o período de abril de 2023 a junho de 2025, foram coletados dados qualitativos a partir de gravações e anotações feitas durante as reuniões. Também foram analisados documentos e atas relacionados às ações do fórum. A partir da análise de conteúdo foi possível identificar, com base nas contribuições do fórum, os principais direcionamentos para a implementação efetiva de um ordenamento pesqueiro participativo para as baías de Florianópolis. As principais contribuições incluem: (i) mapear as comunidades pesqueiras e identificar os pescadores e pescadoras artesanais profissionais; (ii) promover condições efetivas de participação social, considerando as limitações impostas pela atividade pesqueira; (iii) formulação de medidas adaptadas à realidade local; e (iv) a integração entre conhecimentos científicos e tradicionais.

Palavras-chave: Gestão Pesqueira; Conhecimento dos Pescadores; Gestão Compartilhada; Participação.

Participatory governance in artisanal fisheries: representation and local knowledge

ABSTRACT

Coastal and marine artisanal fisheries are activities of significant economic and social importance, contributing to food and nutritional security in many countries. Despite their relevance, the continuity of small-scale fisheries is threatened by socio-environmental conflicts that affect both productivity and the livelihoods of fishing communities. Issues such as overfishing, pollution, and environmental degradation are among the main challenges, and the overlap of land uses by different economic sectors is a factor that intensifies conflicts over access to and use of resources. Added to this are the lack of systematic monitoring, the weakness of regulatory measures, and gaps in fisheries data. In this context, institutional management generally fails to adequately consider local specificities and knowledge, limiting the effective participation of fishing communities in decision-making processes and weakening governance itself. This article aims to analyze how artisanal fishers organize and act as key agents in co-management processes and in the defense of their territories. This qualitative study was based on the participant observation methodology. Through monitoring of open meetings held by the Forum of Artisanal Fisheries of the North and South Bays of Florianópolis (SC, Brazil) from April 2023 to June 2025, qualitative data were collected from recordings and meeting notes. Documents and minutes related to the forum's activities were also analyzed. Based on the content analysis and the forum contributions, it was possible to identify the main guidelines for the effective implementation of a participatory fisheries management system for the bays of Florianópolis. The main contributions include: (i) mapping fishing communities and identifying professional artisanal fishermen and fisherwomen; (ii) promoting effective conditions for social participation, taking into account the limitations imposed by fishing activities; (iii) formulating measures tailored to local conditions; and (iv) integrating scientific and traditional knowledge.

Keywords: Fisheries Management; Fishers' Knowledge; Co-Management; Participation.

INTRODUÇÃO

A pesca artesanal desempenha um papel fundamental na segurança alimentar, na geração de renda e na manutenção de modos de vida tradicionais em diversas regiões costeiras do Brasil (SEIXAS & DIAS, 2023; BRASIL, 2023). Em escala global, a pesca de pequena escala contribui significativamente para a produção de alimentos destinados ao consumo humano e constitui importante fonte de trabalho, renda e subsistência para milhões de pessoas (FAO, 2025).

No Brasil, a pesca artesanal é praticada por milhares de pescadores e pescadoras distribuídos ao longo do litoral e em ambientes continentais, desempenhando papel relevante na geração de trabalho e renda e na manutenção de modos de vida, identidades culturais e conhecimentos tradicionais associados aos ambientes aquáticos (BRASIL, 2023). Para além de sua relevância socioeconômica, essa atividade está profundamente vinculada a conhecimentos ecológicos locais construídos a partir da interação histórica entre comunidades pesqueiras e os ambientes marinhos e costeiros (DIEGUES, 2004; BERKES, 2012). Apesar de sua importância social, cultural e econômica, o setor enfrenta desafios relacionados à redução dos estoques pesqueiros, aos conflitos pelo uso dos territórios pesqueiros, às mudanças ambientais, à fragmentação institucional e à limitada participação dos pescadores e pescadoras nos processos de tomada de decisão que afetam a atividade (DOS SANTOS *et al*., 2012; LEROY & MEIRELES, 2013; RENCK *et al*., 2023).

Em muitos contextos, os conhecimentos produzidos pelos pescadores e pescadoras permanecem pouco incorporados aos mecanismos formais de gestão, enquanto normas e regulamentações são frequentemente elaboradas sem considerar as especificidades ecológicas, sociais e culturais dos territórios pesqueiros (LEROY & MEIRELES, 2013; RENCK *et al*., 2023). Tais fatores tendem a gerar conflitos socioambientais, especialmente em territórios costeiros onde diferentes usos do espaço marinho coexistem (BARROS *et al.*, 2021). Diante disso, tem-se ampliado o debate acerca da necessidade de construção de modelos de gestão mais inclusivos, capazes de integrar diferentes formas de conhecimento e promover a participação efetiva das comunidades tradicionais (DIEGUES, 2019; AVILÉS *et al.*, 2024).

A literatura sobre gestão compartilhada e governança participativa destaca que o envolvimento direto dos usuários dos recursos naturais pode contribuir para aumentar a legitimidade das decisões, fortalecer mecanismos de monitoramento e ampliar a capacidade adaptativa dos sistemas de governança (OSTROM, 1990; BERKES, 2009). Da mesma forma, estudos apontam que a articulação entre conhecimento científico e conhecimento local favorece a construção de estratégias de gestão mais contextualizadas, capazes de responder às especificidades ecológicas, sociais e culturais dos territórios pesqueiros (BERKES, 2012; TENGÖ *et al.*, 2014). Nesse contexto, processos de organização coletiva protagonizados pelos próprios pescadores e pescadoras assumem papel relevante na construção de arranjos participativos voltados ao ordenamento pesqueiro e à gestão dos recursos marinhos.

Os desafios anteriormente descritos manifestam-se de forma evidente nas Baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina, (SC, Brasil) território que abriga importantes comunidades pesqueiras artesanais e cuja dinâmica socioeconômica está historicamente associada aos recursos marinhos (RODRIGUES, 2000). Nas últimas décadas, essas comunidades passaram a conviver com pressões decorrentes da urbanização, da degradação ambiental e da intensificação de diferentes usos do espaço costeiro, com reflexos sobre os recursos pesqueiros e os modos de vida associados à pesca artesanal (PARIZOTTO, 2009; SILVA & FONSECA, 2016). Somam-se a esse contexto conflitos relacionados a instrumentos normativos e processos de gestão frequentemente percebidos pelos pescadores e pescadoras como insuficientemente adequados às especificidades da pesca artesanal local (STEENBOCK *et al*., 2015).

Nesse cenário, emergem iniciativas de organização social e articulação política protagonizadas pelos próprios pescadores e pescadoras, com vistas à construção de propostas e estratégias de ordenamento pesqueiro e gestão compartilhada. Dentre essas iniciativas, destaca-se, na área citada, o Fórum dos Pescadores e Pescadoras Artesanais das Baías Norte e Sul de Florianópolis (FPBF), criado em 2020, como um espaço de

mobilização, articulação e diálogo entre comunidades pesqueiras, instituições públicas e outros atores envolvidos na gestão da pesca artesanal. A partir de uma atuação baseada na participação e no protagonismo dos pescadores e pescadoras, o fórum tem buscado construir caminhos para o ordenamento do território pesqueiro, enfrentando desafios e promovendo avanços no reconhecimento de seus direitos e modos de vida.

Embora iniciativas como a do Fórum dos Pescadores e Pescadoras Artesanais das Baías Norte e Sul de Florianópolis (FPBF) sejam amplamente reconhecidas como experiências promissoras de organização social, ainda persistem desafios quanto às formas pelas quais esses arranjos podem ser reconhecidos, considerados e efetivamente incorporados aos processos formais de tomada de decisão na gestão da pesca artesanal (VIEIRA *et al*., 2015). Em muitos casos, seu papel permanece pouco conhecido, subestimado ou insuficientemente considerado pelas instituições responsáveis pela gestão pesqueira, mesmo em contextos que preveem mecanismos de participação (KALIKOSKI & SEIXAS, 2009). Ainda que avanços pontuais possam ser observados, permanece uma lacuna quanto ao reconhecimento institucional do potencial desses espaços participativos e de sua contribuição para a construção de processos de gestão compartilhada. Nesse contexto, torna-se relevante ampliar a produção de estudos que evidenciem o papel, os limites e as potencialidades dessas iniciativas, contribuindo para seu fortalecimento e para sua maior incorporação às políticas públicas voltadas à pesca artesanal.

Com base na situação supramencionada, o presente estudo tem como objetivo analisar o papel do Fórum dos Pescadores e Pescadoras Artesanais das Baías Norte e Sul de Florianópolis (SC) no ordenamento pesqueiro do território das baías. A partir de observação participante realizada entre 2023 e 2025 junto às reuniões do fórum, busca-se compreender como os pescadores e pescadoras se organizam e atuam como protagonistas em processos de gestão compartilhada, bem como identificar elementos que possam contribuir para o fortalecimento de modelos participativos de governança na pesca artesanal. Ao analisar essa experiência, o artigo procura contribuir para o debate sobre participação social, representatividade e integração de conhecimentos na gestão de territórios pesqueiros.

ÁREA DE ESTUDO

As Baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina estão localizadas na região central do litoral catarinense e constituem um importante território para a pesca artesanal no estado, abrigando diversas comunidades pesqueiras cujos modos de vida estão historicamente associados ao uso dos recursos marinhos e costeiros (RODRIGUES, 2000; PINHO, 2016). Os municípios que compartilham o território das baías — Florianópolis, São José, Palhoça, Biguaçu e Governador Celso Ramos — integram a Região Metropolitana da Grande Florianópolis e concentram mais de um milhão de habitantes (IBGE, 2022) (Figura 1). A crescente urbanização da região e a intensificação das atividades desenvolvidas no ambiente costeiro e marinho têm ampliado a sobreposição de usos sobre o território das baías. Áreas tradicionalmente utilizadas pela pesca artesanal passaram a ser compartilhadas com atividades turísticas, navegação recreativa, transporte marítimo, empreendimentos de infraestrutura e outras formas de ocupação e uso dos ambientes costeiros, além da atuação de diferentes instituições responsáveis pela gestão ambiental, pesqueira e territorial.

A região abriga ainda importantes unidades de conservação marinhas, como a Área de Proteção Ambiental de Anhatomirim, a Estação Ecológica de Carijós e a Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé, ampliando a diversidade de instrumentos normativos e arranjos institucionais que incidem sobre o território.

A pesca artesanal nas baías caracteriza-se pela diversidade de recursos explorados, técnicas de pesca e comunidades envolvidas, estando diretamente dependentes da manutenção dos ecossistemas costeiros que sustentam a atividade e os modos de vida das populações locais (AGGIO, 2008; PINHO, 2016). Nesse cenário, a sobreposição de usos, interesses e instrumentos de gestão torna as Baías Norte e Sul um contexto particularmente relevante para a análise de processos participativos de governança e ordenamento pesqueiro em escala local.

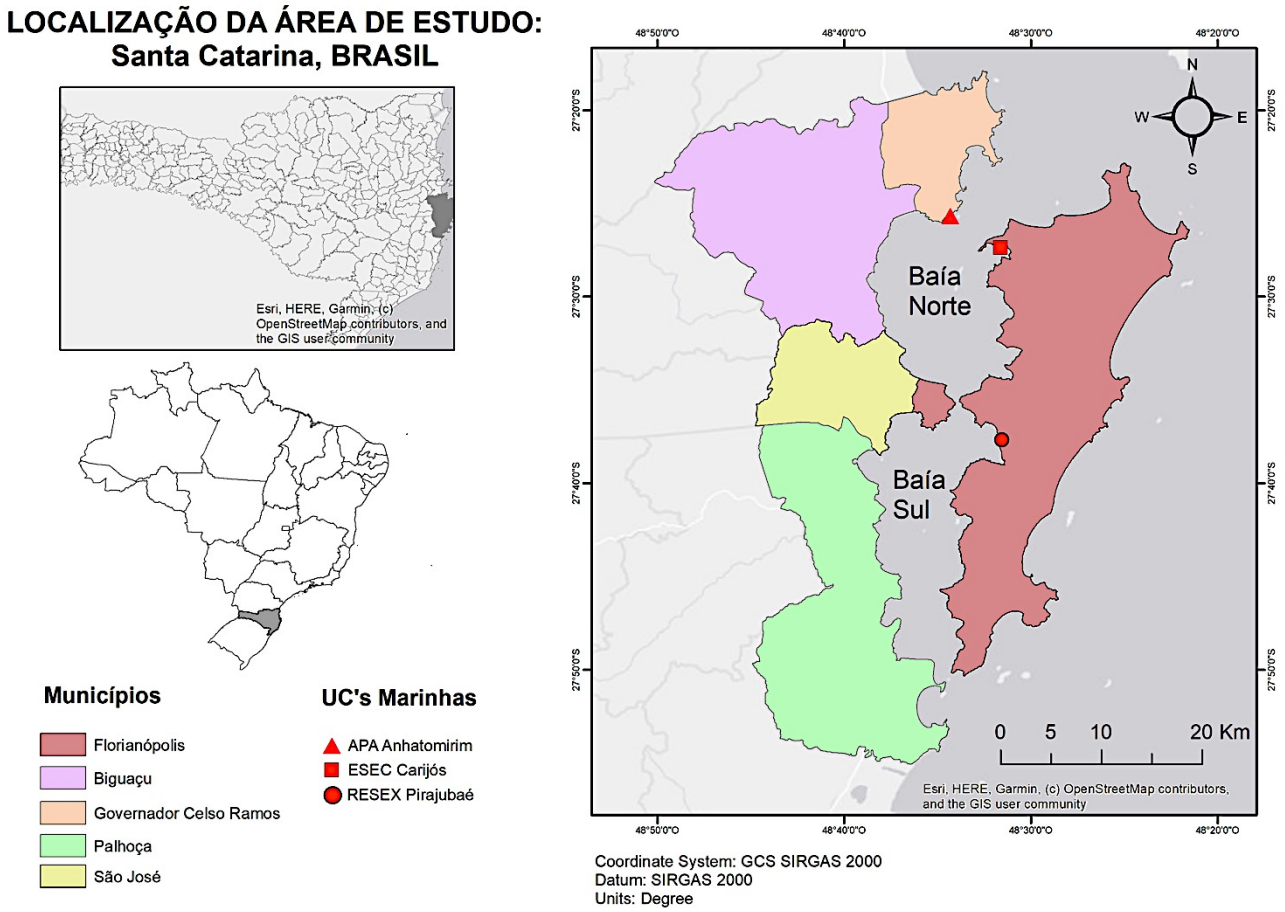


Figura 1 - Mapa de localização das Baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina e das unidades de conservação marinhas incidentes sobre o território de estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

Delineamento metodológico e campo empírico

O estudo, de abordagem qualitativa, adotou a metodologia da pesquisa participante, consistindo no acompanhamento de reuniões públicas realizadas pelo Fórum dos Pescadores e Pescadoras Artesanais das Baías Norte e Sul de Florianópolis, Santa Catarina, no período de abril de 2023 a junho de 2025. O Fórum dos Pescadores e Pescadoras Artesanais das Baías Norte e Sul constitui um espaço de articulação e diálogo voltado à discussão de temas relacionados à pesca artesanal, ao ordenamento pesqueiro e à defesa dos territórios pesqueiros. Suas reuniões configuram espaços coletivos de discussão e deliberação, nos quais são debatidas questões relacionadas à atividade pesqueira, aos conflitos territoriais e às estratégias de organização social.

Entre os participantes das reuniões estiveram presentes pescadores e pescadoras artesanais profissionais, lideranças comunitárias, representantes de associações de pesca, órgãos governamentais, instituições de fiscalização, universidades e organizações parceiras. Nesse sentido, constitui um espaço privilegiado para observar processos de organização coletiva, negociação, construção de estratégias e interação entre diferentes atores envolvidos na governança da pesca artesanal, justificando sua escolha como campo empírico desta pesquisa.

A autora participou de 11 reuniões na condição de pesquisadora-observadora, realizadas majoritariamente de forma presencial em Florianópolis. A duração dos encontros variou entre aproximadamente 1h30 e 3 horas.

A composição das reuniões variou ao longo do período de acompanhamento, refletindo a dinâmica de mobilização do próprio fórum e os temas discutidos em cada encontro. Participaram das reuniões pescadores e pescadoras artesanais

de diferentes comunidades das baías Norte e Sul de Florianópolis, lideranças comunitárias e representantes de associações de pesca, além de representantes de órgãos governamentais relacionados à gestão pesqueira e ambiental, instituições de fiscalização, universidades e organizações parceiras.

O número de participantes variou de aproximadamente 10 a mais de 90 pessoas por reunião. Os encontros de menor porte contaram predominantemente com a participação de pescadores e pescadoras das comunidades pesqueiras das baías. Já as reuniões relacionadas a pautas de maior repercussão institucional apresentaram participação ampliada de diferentes atores. Destacam-se os encontros que contaram com a presença do Secretário Nacional da Pesca, com cerca de 80 participantes, do Ministro do Meio Ambiente, com aproximadamente 50 participantes, a II Assembleia Geral do Fórum, que reuniu representantes de cerca de 29 comunidades pesqueiras das baías, e a reunião promovida pela Secretaria de Estado da Aquicultura e Pesca de Santa Catarina em conjunto com a Polícia Militar Ambiental, que contou com a participação de mais de 90 pescadores.

Entre os participantes estiveram representantes de associações de pesca das comunidades locais, órgãos ambientais, instituições de fiscalização, órgãos responsáveis pela regulamentação e gestão da atividade pesqueira, além de pesquisadores e extensionistas vinculados à UFSC, UDESC e UNIVALI, representantes do Conselho Pastoral dos Pescadores e outros apoiadores da pesca artesanal.

Coleta e análise dos dados

A observação participante constituiu um elemento central da pesquisa, permitindo acompanhar diretamente as interações, debates, processos de tomada de decisão e dinâmicas de organização desenvolvidas no âmbito do fórum. Para além do registro dos conteúdos discutidos, essa estratégia possibilitou a compreensão dos contextos em que surgem os conflitos, das relações estabelecidas entre os diferentes atores sociais envolvidos e dos significados atribuídos pelos participantes às questões debatidas.

Os dados analisados consistem nos registros em diário de campo, gravações e transcrições das reuniões acompanhadas. As observações realizadas durante as reuniões foram registradas em diário de campo e posteriormente integradas ao processo analítico. As gravações foram transcritas integralmente, constituindo, juntamente com os registros em diário de campo e documentos complementares, como ofícios e atas, a base de dados da análise.

Inicialmente, foi realizada a leitura integral do material, com o objetivo de promover a familiarização com o conteúdo e o contexto das discussões. Para a análise dos dados, foi utilizada a técnica de análise de conteúdo, conforme proposta por BARDIN (2011), permitindo a sistematização das informações obtidas. A partir da leitura do material, procedeu-se à identificação de temas recorrentes relacionados à organização coletiva dos pescadores, aos conflitos territoriais e às estratégias de gestão pesqueira.

Em seguida, procedeu-se à codificação dos dados e à construção de categorias analíticas de forma indutiva. Os temas identificados foram inicialmente agrupados em categorias preliminares, posteriormente organizadas em categorias intermediárias e, por fim, sintetizadas em categorias analíticas mais abrangentes que orientaram a interpretação dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das reuniões, realizada a partir dos registros de campo, da transcrição das gravações e da revisão documental, seguindo os procedimentos da análise temática de conteúdo (BARDIN, 2011), permitiu identificar categorias relacionadas à governança participativa e ao ordenamento pesqueiro nas Baías Norte e Sul de Florianópolis. Inicialmente, foram identificados códigos temáticos recorrentes, que posteriormente foram agrupados em categorias intermediárias e consolidados em quatro categorias analíticas finais. O processo de construção dessas categorias é apresentado a seguir (Quadro 1).

Reconhecimento e mapeamento das comunidades pesqueiras

A ausência de informações sistematizadas sobre os pescadores e as comunidades pesqueiras

das Baías Norte e Sul contribui para sua invisibilização institucional, dificultando o reconhecimento de sua presença histórica no território, de seus direitos e de suas formas de organização social. Durante as discussões realizadas no âmbito do fórum, os participantes destacaram que a inexistência de dados sobre o número de pescadores e pescadoras, sua distribuição territorial e seus modos de organização limita sua representação política e compromete a formulação de estratégias de gestão alinhadas às realidades locais. Nesse contexto, o reconhecimento das comunidades pesqueiras aparece como uma condição fundamental para a construção de processos de ordenamento pesqueiro participativos.

Quadro I - Síntese das categorias analíticas.

Categorias iniciais (códigos)	Categorias intermediárias	Categorias finais
Falta de informações sobre pescadores e comunidades; reconhecimento territorial	Invisibilidade institucional e reconhecimento territorial	Reconhecimento e mapeamento das comunidades pesqueiras
Organização dos pescadores; mobilização social; representação política	Participação e ação coletiva	Participação social e representatividade
Conflitos regulatórios; ordenamento pesqueiro; ordenamento náutico; conflitos territoriais	Governança territorial e adequação normativa	Formulação de medidas de gestão adaptadas às realidades locais
Conhecimento dos pescadores; articulação com universidades; gestão compartilhada	Produção compartilhada de conhecimento	Integração entre conhecimento científico e tradicional

Diante desse cenário, os participantes apontaram como prioridade a realização de um diagnóstico situacional das comunidades pesqueiras das baías, incluindo a identificação e quantificação dos pescadores e pescadoras artesanais profissionais. Entre os instrumentos considerados estratégicos para esse processo destacam-se a cartografia social e a aplicação do Protocolo de Consulta previsto na Convenção nº 169 da OIT, entendidos como mecanismos capazes de promover o reconhecimento das comunidades e incorporar seus conhecimentos ao processo de ordenamento pesqueiro.

Para além da identificação numérica dos pescadores, salienta-se a necessidade do reconhecimento de seus vínculos históricos, culturais e produtivos com o território e com a atividade pesqueira. Com destaque para as falas de uma das lideranças do fórum, quando questiona sobre a necessidade de identificar dentro das comunidades quem de fato depende da pesca como fonte de renda prioritária:

"Quem faz parte do cotidiano da pesca?";

"pra fazer o ordenamento pesqueiro é necessário que a população que se identifica enquanto pescador artesanal comprove esse vínculo, para que possa reclamar e fazer uso dos seus direitos";

"*antes de ser um canal de navegação, antes de ser construída a ponte e antes de ter um prédio da Polícia Militar, nós já tava ali. Então nós temos esse direito primeiro que eles"*;

"a nova cultura não tem que se sobrepor a nós, a nova cultura que tá vindo tem que se adaptar a nós";

"eu sou o pescador dessa comunidade pesqueira, então meu modo de vida tem que ser respeitado";

"que a gente seja consultado conforme nós achamos que devemos ser consultados, respeitando a Convenção OIT 169 e o Decreto 6.040".

Dessa forma, o reconhecimento das comunidades pesqueiras ultrapassa a dimensão administrativa e cadastral, envolvendo também o reconhecimento de seus vínculos históricos, culturais e produtivos com o território. Nessa perspectiva, os territórios pesqueiros podem ser compreendidos como espaços de reprodução social e cultural, para além de sua função econômica (DIEGUES, 2004).

Um exemplo recente de reconhecimento institucional de uma comunidade pesqueira tradicional na região encontra-se no território pesqueiro Ponta do Leal, que passou a integrar em janeiro de 2026 o Programa Nacional de Reforma Agrária (PNRA), sendo reconhecido como Projeto de Assentamento Agroextrativista (PAE). Este pode ser compreendido como um avanço, ainda que incipiente, no fortalecimento da segurança jurídica e na garantia de permanência das comunidades pesqueiras em seus territórios tradicionalmente ocupados.

O processo referido resulta de um esforço interinstitucional que contou também com a participação dos pescadores e com a mobilização de seus conhecimentos sobre o território, envolvendo o Conselho Nacional de Povos e Comunidades Tradicionais (CNPCT), o Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais (MPP), o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) e a Secretaria de Patrimônio da União (SPU) (BRASIL, 2026).

Participação social e representatividade

A incompatibilidade entre os tempos da pesca e os tempos da gestão limita a participação dos pescadores nos espaços decisórios. Essa condição influencia também os processos de representação, uma vez que nem sempre aqueles que ocupam posições formais de liderança são reconhecidos como representantes legítimos pelas comunidades.

A participação, nesse contexto, não depende apenas da existência de canais institucionais de consulta, mas também das condições concretas que possibilitem aos pescadores exercer influência sobre as decisões que afetam seus modos de vida, bem como afirma JENTOFT (2000). Para aqueles que dependem diretamente da pesca como principal fonte de subsistência, a participação em reuniões, processos de representação e articulações políticas implica custos de tempo e renda que podem inviabilizar seu envolvimento nos processos decisórios.

Essa condição ajuda a compreender por que, em muitos casos, os cargos de representação acabam sendo ocupados por indivíduos que dispõem de maior disponibilidade para participar desses espaços, ainda que nem sempre sejam reconhecidos como representantes legítimos pelas comunidades.

Nesse sentido, as falas a seguir revelam como a necessidade de conciliar o trabalho na pesca com atividades de articulação política constitui um dos principais desafios à participação nos processos de gestão:

"Às vezes a gente perde uma semana pra ir num seminário, pra organizar as reuniões, e às vezes essa semana é uma semana decisiva na safra do peixe";

"então, nós que sobrevive tem que tá todos os dias ali, às vezes a gente fica uma semana sem conseguir trabalhar e em um dia tu pesca o que não pescou naquela semana";

"pra gente que sobrevive da pesca, as dificuldades que enfrentamos ao liderar esses movimentos, como o do fórum, é o tempo que a gente tem (...). Muitas vezes eu perco uma semana assim, aí eu penso – ah, mas tem mais duas, três semanas no mês pra pescar... mas e se dá um tempo ruim, uma lua ruim, uma quadra ruim? (...) A gente faz voluntário esse trabalho de liderança, todo o serviço é voluntário (...). Então essa dificuldade do tempo disponível pra essa função, de conciliar os tempos".

A dificuldade em participar dos espaços de gestão incide sobre outra problemática relacionada à representação e à legitimidade política das lideranças pesqueiras. As falas abaixo relatam situações em que representantes formais das comunidades não são reconhecidos pelos pescadores como interlocutores legítimos de suas demandas e necessidades.

"Muitas das pessoas em posição de liderança, não são lideranças, apenas estão ocupando um cargo que o pescador não tem como ocupar, porque não tem tempo".

"Muitos presidentes de associação chegam nas comunidades e tu ouve alguém dizer: fulano é presidente mas não me representa, pois ele não

entende nada de pesca".

"Como hoje em dia todo mundo pode tirar a carteira, qualquer um pode ser pescador".

"Como se reconhece se aquela pessoa faz parte da comunidade que ela diz representar?".

Nota-se que os questionamentos sobre representatividade não se restringem à ocupação formal dos cargos, mas também à capacidade dos representantes de compreender e expressar os conhecimentos, experiências e demandas construídos no cotidiano da atividade pesqueira. Diante da percepção de que decisões relacionadas à gestão pesqueira vêm sendo frequentemente tomadas sem a sua participação efetiva, desconsiderando as especificidades territoriais e produtivas das baías, os participantes reivindicaram maior inserção nos espaços decisórios e respeito aos mecanismos de consulta previstos na legislação.

Frente às limitações de participação e à necessidade de fortalecer a representação política das comunidades pesqueiras, o Fórum dos Pescadores e Pescadoras Artesanais das Baías Norte e Sul de Florianópolis consolidou-se como uma estratégia de ação coletiva voltada à defesa dos interesses da categoria e à ampliação de sua capacidade de diálogo com instituições públicas.

Fundado em 18 de janeiro de 2020, em Florianópolis, o fórum é uma organização civil sem fins lucrativos que atua como instância de mobilização organizada por e para pescadores e pescadoras artesanais. Trata-se de uma entidade representativa das comunidades pesqueiras situadas nos municípios que integram as Baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina, contando com a participação de aproximadamente 29 comunidades.

Suas ações envolvem a articulação entre comunidades pesqueiras em busca de maior unidade política, a promoção da gestão compartilhada do uso do território, o fortalecimento e a valorização da cultura e do modo de vida associados à pesca artesanal, além da representação dos interesses e direitos dos trabalhadores e trabalhadoras da pesca.

As frentes de atuação do fórum incluem o ativismo social, burocrático e ambiental, bem como a articulação com lideranças, associações de pescadores, órgãos públicos, instituições de ensino e pesquisa e colaboradores externos, visando à consolidação de uma rede voltada à gestão pesqueira participativa. Dentre seus principais objetivos estão o ordenamento pesqueiro e a implementação de uma gestão compartilhada para o território das Baías Norte e Sul de Florianópolis.

O recente reconhecimento do fórum como entidade legítima de representação dos interesses e direitos dos pescadores e pescadoras artesanais das baías de Florianópolis, firmado em reunião realizada em outubro de 2024 com representantes do Ministério do Meio Ambiente (MMA), representa um marco importante nesse processo.

Sendo assim, uma das contribuições de espaços participativos como o fórum, é a capacidade de ampliar e promover a participação das comunidades pesqueiras, fortalecendo a sua representação política e possibilitando a construção de modelos de gestão mais justos e territorialmente situados.

Formulação de medidas de gestão adaptadas às realidades locais

Os conflitos apresentados pelos participantes estão relacionados, em grande medida, ao descompasso entre instrumentos normativos elaborados em escalas mais amplas e as especificidades ecológicas, produtivas e socioculturais da pesca artesanal nas Baías Norte e Sul de Florianópolis. Essa situação manifesta-se tanto nas regulamentações pesqueiras quanto em outros processos de uso e ocupação do território, como a expansão do turismo náutico, a especulação imobiliária e a implantação de empreendimentos potencialmente impactantes.

Como consequência, os pescadores relatam situações recorrentes de insegurança jurídica, conflitos com órgãos fiscalizadores e restrições que afetam diretamente sua atividade e seus modos de vida. A seguir falas que elucidam a problemática:

"a gente vive num desordenamento pesqueiro";

"*pois, o que a gente pesca aqui não se pesca lá pra cima, eles não estão olhando para a nossa realidade daqui"*;

"estão decidindo sobre a nossa vida sem falar com nós";

Um dos temas recorrentes foi o uso da chamada "rede feiticeira", cuja regulamentação foi apontada pelos pescadores como incompatível com as práticas tradicionais e com as condições ambientais da região. Também foram discutidas as restrições relacionadas à captura do bagre-branco (*Genidens barbus*),

decorrentes da Portaria MMA nº 445/2014, atualizada pela Portaria MMA nº 148/2022. Além disso, a Portaria SUDEPE nº 51/1983 foi frequentemente mencionada pelos participantes por gerar interpretações divergentes durante as ações de fiscalização, contribuindo para situações de insegurança jurídica.

Essas questões motivaram a realização de reuniões com representantes de órgãos federais e estaduais responsáveis pela gestão da pesca, nas quais os pescadores apresentaram suas demandas e argumentos em defesa da revisão dessas normativas. Em uma das reuniões acompanhadas, os pescadores negociaram diretamente com o secretário de pesca de Florianópolis a revisão das regras relacionadas ao uso da rede feiticeira, processo que resultou posteriormente na flexibilização dessa regulamentação.

Outro ponto recorrente refere-se à ausência de ordenamento náutico, especialmente diante do crescimento do turismo na Ilha de Santa Catarina, que intensificou a presença de lanchas, embarcações turísticas e catamarãs, ampliando a disputa pelo espaço marinho nas baías. Também foram registradas preocupações relacionadas ao projeto de emissário terrestre e aquático previsto para a Baía Sul, em função de seus potenciais impactos sobre a pesca artesanal e os ecossistemas costeiros, e em relação aos espaços cedidos para maricultura.

Paralelamente, os participantes destacaram a inexistência de um ordenamento pesqueiro específico para as Baías Norte e Sul, situação que gera incertezas quanto às áreas de pesca, aos petrechos permitidos e às formas de uso do território.

Diante desse cenário, a construção de acordos de pesca surge como uma estratégia local de gestão e resolução de conflitos. Os acordos foram elaborados pelos próprios pescadores com o objetivo de regular o uso dos recursos pesqueiros e reduzir disputas entre diferentes modalidades de pesca.

Segundo os participantes, os acordos surgiram em resposta à entrada de modalidades de pesca consideradas incompatíveis com as práticas tradicionalmente adotadas na região, gerando conflitos relacionados à captura excessiva dos recursos pesqueiros. Apesar de não possuírem reconhecimento legal formal, alguns desses acordos passaram a ser parcialmente reconhecidos pelos órgãos de fiscalização. Contudo, os participantes destacaram que a consolidação desses acordos depende da construção de um ordenamento pesqueiro formal para as baías.

"Aquele acordo não é um acordo formalizado, reconhecido por lei, é um acordo informal que nós fizemos entre nós pescadores pra ver como que nós ia trabalhar ali e terminar com os nossos conflitos (...)".

"Só que pra esses acordos serem reconhecidos por todos, nós somos obrigados a fazer o ordenamento pesqueiro das baías".

Os acordos de pesca podem ser compreendidos não apenas como mecanismos de resolução de conflitos, mas também como experiências locais de governança capazes de subsidiar a construção de instrumentos formais de gestão adaptados às realidades ecológicas, sociais e produtivas do território.

Em consonância com esse objetivo, o fórum tem atuado institucionalmente por meio da revisão de instrumentos normativos que impactam diretamente a atividade pesqueira, como a Instrução Normativa nº 12, a Portaria nº 445 e a Portaria SUDEPE nº 51/1983, além do encaminhamento de demandas ao Ministério Público Federal relacionadas à regulamentação da pesca nas baías.

Os resultados mostram que as reivindicações dos pescadores não se orientam pela ausência de regulação, mas pela construção de instrumentos de gestão capazes de considerar as especificidades ecológicas, produtivas e socioculturais do território.

A experiência analisada sugere que a efetividade das medidas de gestão está associada à incorporação dos conhecimentos e das experiências dos usuários dos recursos naturais na formulação das regras que orientam seu uso, princípio amplamente reconhecido nos debates sobre co-gestão e governança de recursos de uso comum (OSTROM, 1990; BERKES, 2009).

Integração entre conhecimento científico e tradicional

A articulação do fórum com universidades, instituições de pesquisa e órgãos governamentais revelou esforços voltados à integração entre diferentes formas de conhecimento, fortalecendo processos de gestão compartilhada e produção coletiva de informações sobre o território pesqueiro. Em vista disso, as discussões indicam a importância atribuída pelos participantes à valorização do conhecimento dos pescadores e pescadoras na

construção de estratégias de ordenamento pesqueiro. Alguns registros demonstram como o conhecimento dos pescadores é mobilizado para interpretar mudanças ambientais e compreender a dinâmica dos recursos pesqueiros:

"nós que tamo na água a gente sabe que a temperatura tá subindo, e que cada vez menos períodos do ano a água da baía esfria, tem vezes que a gente passa a rede e fala: - dá pra fazer um pirão com essa água".

O conhecimento dos pescadores também se manifesta na compreensão detalhada dos petrechos de pesca e de seus efeitos sobre os recursos pesqueiros. Ao explicar as diferenças entre modalidades consideradas passivas e ativas, os participantes mobilizam conhecimentos construídos a partir da experiência cotidiana no território, contribuindo para a avaliação crítica de normas e regulamentações que incidem sobre a atividade.

A fala a seguir exemplifica como esse conhecimento subsidia questionamentos a classificações normativas que nem sempre correspondem às especificidades técnicas e ambientais da pesca artesanal praticada nas baías:

"quando a rede de caceio passa ela vai trabalhando, ela é passiva, o peixe tem que forçar. quando tu cerca em volta e serrilha ela por baixo, ela é ativa, o peixe não precisa ir, ela pega e não tem arrego, porque ela cerca de cima a baixo, e o peixe não tem por onde fugir".

A integração entre diferentes formas de conhecimento também se expressa na construção coletiva de propostas de ordenamento pesqueiro. Em uma das reuniões acompanhadas, um pesquisador apoiador do fórum propôs "*elaborar uma proposta inicial de ordenamento pesqueiro junto a um grupo técnico pequeno inicialmente, a exemplo do que foi feito com o gerival*". Em resposta, o coordenador do fórum destacou que "*para isso precisamos reunir quem detém o conhecimento do panorama geral, das necessidades gerais e da realidade da pesca artesanal nas baías"*.

A construção conjunta de propostas também se manifesta na formulação de alternativas para adequação das normas pesqueiras à realidade local. Ao discutir a possibilidade de regulamentação da captura do bagre-branco (*Genidens barbus*), um dos participantes propôs que a atividade fosse autorizada apenas para pescadores que dependem diretamente da pesca para sua subsistência, mediante critérios específicos de controle e rastreabilidade:

"a gente quer poder pescar o bagre de julho até dezembro, por exemplo, com qual modalidade? quem vai poder pescar o bagre? a ideia inicial é permitir a pesca do bagre, que agora tá proibida, exclusivamente praquele pescador que sobrevive da pesca (...)".

As discussões analisadas constatam que os pescadores e pescadoras artesanais não atuam apenas como demandantes de mudanças normativas, mas também como formuladores de propostas concretas de gestão. Ao mobilizarem conhecimentos construídos a partir da experiência cotidiana na pesca artesanal, os participantes contribuem para a interpretação de mudanças ambientais, a avaliação dos efeitos de diferentes petrechos e a elaboração de medidas voltadas à conciliação entre conservação dos recursos pesqueiros, segurança alimentar e manutenção dos modos de vida associados à pesca.

Por conseguinte, a integração entre conhecimento científico e tradicional não constitui uma dimensão isolada da atuação do fórum, mas um elemento transversal que perpassa as demais categorias identificadas neste estudo. O conhecimento dos pescadores(as) está presente na formulação dos acordos de pesca, na identificação de conflitos regulatórios, na reivindicação de participação nos processos decisórios e na construção de propostas de ordenamento adaptadas às realidades locais.

A gestão compartilhada depende não apenas da participação dos pescadores, mas também do reconhecimento de seus conhecimentos como componente legítimo da produção de informações e da tomada de decisão. Conforme argumenta BERKES (2009), processos de cogestão são fortalecidos quando conhecimentos científicos e conhecimentos ecológicos locais são articulados de forma complementar, ampliando a compreensão dos sistemas socioecológicos e a capacidade de responder aos desafios associados ao uso sustentável dos recursos naturais.

CONCLUSÕES

Este estudo analisou o papel do Fórum dos Pescadores e Pescadoras Artesanais das Baías Norte e Sul de Florianópolis na construção de processos de ordenamento pesqueiro e gestão compartilhada. A partir do acompanhamento das atividades do fórum e da interação com seus

participantes, foi possível compreender como a organização coletiva tem contribuído para a articulação política das comunidades pesqueiras, a defesa de seus territórios e a construção de propostas voltadas à gestão da pesca artesanal. Embora o fórum reúna representantes de aproximadamente 29 comunidades pesqueiras, sua composição não contempla a totalidade das comunidades existentes nas baías. Essa limitação não invalida sua relevância política, mas indica que os processos de representação permanecem em construção e demandam estratégias contínuas de ampliação da participação.

A análise permitiu identificar quatro elementos centrais para o fortalecimento da gestão compartilhada nas Baías Norte e Sul de Florianópolis. O primeiro refere-se ao reconhecimento e mapeamento das comunidades pesqueiras e de seus integrantes, condição fundamental para ampliar sua visibilidade institucional e subsidiar políticas públicas adequadas às realidades locais. O segundo relaciona-se à ampliação da participação social e ao fortalecimento da representatividade dos pescadores e pescadoras nos processos de tomada de decisão. O terceiro diz respeito à formulação de medidas de gestão adaptadas às características ecológicas, produtivas e socioculturais do território. Por fim, destaca-se a integração entre conhecimento científico e tradicional como componente central na elaboração de estratégias de gestão mais legítimas, territorialmente situadas e socialmente reconhecidas.

Os resultados sugerem que, em contextos caracterizados pela ausência de instrumentos formais de ordenamento pesqueiro, a governança participativa pode acontecer a partir de processos de organização coletiva conduzidos pelas próprias comunidades pesqueiras. O caso das Baías Norte e Sul de Florianópolis amplia o debate sobre cogestão ao exemplificar que a construção de arranjos participativos pode anteceder a institucionalização formal de mecanismos de gestão. Nesse cenário, o fórum tem se consolidado como um espaço de governança participativa em construção, no qual pescadores e pescadoras assumem papel ativo não apenas na identificação dos problemas que afetam a atividade pesqueira, mas também na formulação de propostas e de soluções voltadas ao ordenamento do território e dos recursos pesqueiros.

Por fim, ressalta-se que iniciativas voltadas ao mapeamento das comunidades pesqueiras, ao fortalecimento de mecanismos de representação, à construção participativa de instrumentos de ordenamento e à integração entre conhecimento científico e tradicional podem contribuir para modelos de gestão mais efetivos e adaptados às dinâmicas locais de uso dos recursos. Tais iniciativas também podem favorecer a sustentabilidade da cadeia produtiva da pesca artesanal, considerando de forma integrada suas dimensões ambientais, sociais e econômicas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos pescadores, às lideranças pesqueiras e ao coordenador do Fórum dos Pescadores e Pescadoras Artesanais de Florianópolis. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

NOTA sobre o uso de Inteligência Artificial

Declaramos o uso de ferramentas de inteligência artificial (*ChatGPT*) para apoio na revisão gramatical do texto. Todas as decisões analíticas, interpretação dos resultados e redação são de responsabilidade dos autores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGGIO, R.B.M. 2008. *Pesca artesanal na Baía Norte de Florianópolis: capturas, esforço de pesca, problemática e possíveis soluções*. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) Acesso em: 14 jun. 2026. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/132884/20081-RaphaelBMAggio.pdf?sequence=1&isAllowed=y

AVILÉS, I.D.; MORA-MOTTA, A.; BARBORA, P.A.; BHARATI, L.; BIBER-FREUDENBERGER, L.; PETERSHEIM, C., & YOUKHANA, E. 2022. Integrating scientific and local knowledge to address environmental conflicts: the role of academia. *Human Ecology*, 50(5):911–923. (doi:10.1007/s10745-022-00344-2).

BARDIN, L. 2011. *Análise de conteúdo*. SP: Edições 70.

BARROS, S.; MEDEIROS, A. & GOMES, B.E. (Eds.) 2021. *Conflitos socioambientais e violações de direitos humanos em comunidades tradicionais pesqueiras no Brasil: relatório 2021*. 2. ed. Olinda, PE: Conselho Pastoral dos Pescadores.

BERKES, F. 2009. Evolution of co-management: Role of knowledge generation, bridging organizations and social learning. *Journal of environmental management*, 90(5): 1692-1702.

BERKES, F. 2012. *Sacred ecology*. 3. ed. New York: Routledge.

BRASIL, 2023. Ministério da Pesca e Aquicultura. *Boletim estatístico da pesca e aquicultura*. Brasília: MPA. Disponível em: https://www.gov.br/mpa/pt-br/assuntos/cadastro-registro-e-monitoramento/estatistica-pesqueira/retomada-estatistica-pesqueira/boletim_estatistico_2023-2024.pdf. Acesso em: 14 jun. 2026

BRASIL, 2026. Ministério da Pesca e Aquicultura. *Territórios e comunidades de pesca artesanal são reconhecidos em ação conjunta entre MPA, INCRA e SPU*. Brasília. Disponível em: https://www.gov.br/mpa/pt-br/assuntos/noticias/territorios-comunidades-pesca-artesanal-reconhecidos-mpa-incra-spu. Acesso em: 02 abr. 2026.

DOS SANTOS, M.P.N.; SEIXAS, S.; AGGIO, R.B.M.; HANAZAKI, N.; SCHIAVETTI, A. & AZEITEIRO, U.M. 2012. A pesca enquanto atividade humana: pesca artesanal e sustentabilidade. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 12(4): 405–427.

DIEGUES, A.C. 2004. *A pesca construindo sociedades: leituras em antropologia marítima e pesqueira*. São Paulo: NUPAUB-USP

DIEGUES, A.C. 2019. Conhecimentos, práticas tradicionais e a etnoconservação da natureza. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 50: 1–18,.

FAO. 2024. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 – Blue Transformation in action*. Rome. 2024. Disponível em: https://openknowledge.fao.org/items/8ab20ccf-1e9d-4ae6-836c-ca770d16da01. Acesso em: 14 jun. 2026.

IBGE, 2022. *Censo Demográfico 2022*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro.

JENTOFT, S. 2000. The community: a missing link of fisheries management. *Marine policy*, 24(1): 53-60.

KALIKOSKI, D.C., SEIXAS, C.S., & ALMUDI, T. 2009. Gestão compartilhada ecomunitária da pesca no Brasil: avanços e desafios. *Ambiente & sociedade*, 12:. 151-172.

LEROY, J.P. & MEIRELES, J. 2013. Povos indígenas e comunidades tradicionais: os visados territórios dos invisíveis. In: PORTO, M. F.; PACHECO, T.; LEROY, J. P. (Eds.). *Injustiça ambiental e saúde no Brasil: o mapa de conflitos*. Rio de Janeiro: Fiocruz, p. 115–131.

OSTROM, E. 1990. G*overning the commons: the evolution of institutions for collective action*. Cambridge: Cambridge University Press.

PARIZZOTO, B. 2009. *Qualidade da Água e Distribuição Espacial de Foraminíferos Bentônicos em Estuários das Baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina (Brasil)*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 244 p. Disponível em: http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/92777

PINHO, R. 2016. A pesca artesanal na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina: um patrimônio da cultura local. *Confluências Culturais*, [s. l], 5(2): 9-27.

RENCK, V.; LUDWIG, D.; BOLLETIN, P.; REIS-FILHO, J.A.; POLISELI, L. & EL-HANI, C.N. 2023. Taking fishers' knowledge and its implications to fisheries policy seriously. *Ecology and Society*, 28(2), Article 7. (doi:10.5751/ES-14104-280207).

RODRIGUES, A.M.T. 2000. *Diagnóstico sócio-econômico e a percepção ambiental das comunidades de pescadores artesanais do entorno da Baía da Babitonga (SC): Um subsídio ao Gerenciamento Costeiro*. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 228 p.

SEIXAS, C.S. & DIAS, E.C.A. 2020. Conhecimento ecológico dos pescadores de Tarituba: uma contribuição empírica à gestão da pesca com enfoque ecossistêmico. In: SEIXAS, C.S.; VIEIRA, P.F. & MEDEIROS, R.P. *Governança, conservação e desenvolvimento em territórios marinhos-costeiros no Brasil*: 265–289. São Carlos: RiMa Editora.

SILVA, A.R. & FONSECA, A.L.D. 2016. Eutrofização dos recursos hídricos como ferramenta para a compreensão das doenças de vinculação hídrica. *Geosul*, 31(62): 247-270.

STEENBOCK, W.; DOS SANTOS, R.A.; MACEDO, H.S.; DE ALMEIDA, E.G.; DA SILVA, M.C.; MEDEIROS, R.P. & VIZUETE, E.P. 2015. Até onde posso arrastar? Construindo acordos sobre os limites da pesca artesanal de arrasto na Baía Norte de Florianópolis frente à legislação ambiental. *Revista CEPSUL-Biodiversidade e Conservação Marinha*, 4(1): 29-45.

TENGÖ, M.; BRONDIZIO, E.S.; ELMQVIST, T.; MALMER, P. & SPIERENBURG, M. 2014. Connecting diverse knowledge systems for enhanced ecosystem governance: the multiple evidence base approach. *Ambio*, 43(5): 579-591.

VIEIRA, M.D.M.; SANTOS, C.D. & SEIXAS, C.S. 2015. Opportunities for fisheries co-management in coastal systems within Brazilian legislation. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41(4): 995-1012.

Capítulo VIII

INVESTIGAR A REALIDADE COM O TERRITÓRIO: EM BUSCA DA PLURALIDADE EPISTÊMICA NA OCEANOGRAFIA



INVESTIGAR A REALIDADE COM O TERRITÓRIO: EM BUSCA DA PLURALIDADE EPISTÊMICA NA OCEANOGRAFIA

Davi Carioni Rodrigues[1, 2, 3]; Mário Gomes Soares[1, 2]

[1] Programa de Pós-Graduação em Oceanografia (PPG-OCN), Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rua São Francisco Xavier, 524, Bloco E, 4º andar, sala 4018, CEP: 20550-013. Rio de Janeiro-RJ, Brasil.
[2] Núcleo de Estudos em Manguezais (NEMA), Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rua São Francisco Xavier, 524, Bloco E, 4º andar, CEP: 20550-013. Rio de Janeiro-RJ, Brasil.
[3] Germinal Assessoria Terra, Trabalho e Educação. Travessa Visconde de Moraes, n. 59, Botafogo, RJ, CEP: 22260-080
Autor correspondente: davi.carioni@gmail.com

RESUMO

A Baía de Guanabara condensa processos históricos de degradação ambiental, desigualdade e conflito, em que risco, racismo ambiental e disputas por reconhecimento público se articulam de forma persistente. Neste contexto, o artigo discute a Investigação Temática Freireana como horizonte teórico-metodológico para uma oceanografia comprometida com justiça socioambiental e pluralidade epistêmica. A pesquisa foi desenvolvida em parceria com pescadores e pescadoras artesanais de Suruí, no recôncavo da Baía de Guanabara, e apresenta resultados preliminares referentes às etapas de levantamento preliminar e codificação. A inserção territorial, orientada por diálogo, escuta atenta e encontro de saberes, permitiu identificar modos pelos quais a colonialidade do saber se manifesta na relação entre universidade, técnica e território. Como resultados, o estudo explicita como a Investigação Temática Freireana contribuiu para diminuir assimetrias epistêmicas e apresenta quatro codificações elaboradas a partir da inserção inicial: assoreamento do rio Suruí, poluição e contaminação das águas, cadeia produtiva da pesca artesanal atravessada por estigmas e disputas, e reflorestamento de manguezais. Argumenta-se que essas codificações condensam contradições vividas pela comunidade e configuram temas geradores potenciais para a continuidade do processo investigativo. Conclui-se que a Investigação Temática Freireana oferece bases consistentes para reposicionar a oceanografia em territórios de conflito socioambiental, ao articular produção de evidências, inserção ética e ação coletiva sem reproduzir hierarquias epistêmicas.

Palavras-chave: Investigação Temática Freireana; Oceanografia Decolonial; Pluralidade Epistêmica; Pesca Artesanal.

Investigating reality through territory: in search of epistemic plurality in oceanography

ABSTRACT

Guanabara Bay condenses historical processes of environmental degradation, inequality, and conflict, in which risk, environmental racism, and disputes over public recognition are persistently intertwined. In this context, the article discusses Freirean Thematic Investigation as a theoretical-methodological horizon for an Oceanography committed to socio-environmental justice and epistemic plurality. The research was carried out in partnership with artisanal fishers from Suruí, in the inner Guanabara Bay region, and presents preliminary results from the stages of preliminary survey and codification. Territorial insertion, guided by dialogue, attentive listening, and an encounter of knowledges, made it possible to identify the ways in which the coloniality of knowledge operates in the relationship between university, technique, and territory. As results, the study explains how Freirean Thematic Investigation contributed to reducing epistemic asymmetries and presents four codifications developed from the initial insertion: siltation of the Suruí River, water pollution and contamination, the artisanal fisheries productive chain marked by stigma and dispute, and mangrove reforestation. It argues that these codifications condense contradictions experienced by the community and constitute potential generative themes for the continuity of the investigative process. The article concludes that Freirean Thematic Investigation provides consistent grounds for repositioning Oceanography in territories marked by socio-environmental conflict by articulating evidence production, ethical insertion, and collective action without reproducing epistemic hierarchies.

Keywords: Freirean Thematic Investigation; Decolonial Oceanography; Epistemic Plurality; Artisanal Fisheries.

INTRODUÇÃO

A Baía de Guanabara concentra a marca de um projeto de urbanização e industrialização que distribui riscos de forma desigual, impõe zonas de sacrifício, degrada o ambiente e converte ecossistemas em depósitos de rejeitos (VARGAS, 2008; ALENCAR, 2016; VIEGAS, 2006). Quando

esse processo se acopla à crise climática e ao racismo ambiental, o desastre deixa de ser exceção e passa a operar como método de produção de lentas violências, erosões socioambientais acumuladas e ameaças difusas que corroem a vida (NIXON, 2011; VIANA, 2022). Nesse quadro, risco ambiental e conflito social se interpenetram, e a disputa não se limita ao evento, envolve também narrativa, prova e reconhecimento público (ACSELRAD & MELLO, 2002). A necropolítica ambiental ajuda a nomear a produção sistemática de vulnerabilidade, a desproteção institucional e a naturalização do extermínio em territórios racializados (MBEMBE, 2018; VIANA, 2022). Pensar uma ecologia decolonial, e por extensão uma oceanografia decolonial, implica recolocar essa violência em relação com a história colonial, com a economia-mundo e com a devastação ambiental, deslocando o Sul global para o centro analítico (FERDINAND, 2022).

Entende-se que a oceanografia clássica reproduz a colonialidade do saber ao transformar territórios em campos de extração de dados e comunidades em fontes de informação não reconhecidas como produtoras de conhecimento (MOURA, 2009). A linguagem científica, seu regime de validação e seus silêncios podem codificar exclusões e produzir *deficits* de diversidade, inclusive no interior das ciências do mar (ABDEL-RAHEEM *et al.,* 2023). O problema é o modo como a técnica circula atravessada por poder, e como a neutralidade pode operar como forma de violência em territórios em conflito.

Na discussão sobre colonialidade do saber, a ciência moderna se apresenta como universalidade e ao fazê-lo, define quem pode falar, de onde, com quais credenciais e quais formas de saber podem circular como verdade (MIGNOLO, 2005). A colonialidade do poder reorganiza o mundo por meio de classificações sociais e hierarquias raciais e, junto com ela, reordena o que conta como conhecimento legítimo (QUIJANO, 1992). A opção decolonial propõe deslocar o lócus de enunciação e sustentar uma desobediência epistêmica que recuse a naturalização de epistemes únicas (MIGNOLO, 2005). Na prática oceanográfica, esse deslocamento demanda repensar currículos, objetos, métricas e a própria ideia de fazer ciência diante de territórios em conflito (ABDEL-RAHEEM, 2023). Também exige reconhecer dimensões sociais da oceanografia, que atravessam docência, pesquisa e extensão, e recolocar a universidade como instituição comprometida com transformação social e com as necessidades históricas das maiorias marginalizadas (LEGA, 2023).

Como diretriz metodológica, este estudo assume a investigação temática freireana (ITF) como um modo de inserir a pesquisa no território com compromisso ético, político e pedagógico. Conforme destacam GONTIJO *et al.* (2021), a adoção desse referencial como horizonte teórico-metodológico para orientar pesquisas acadêmicas, embora não tenha sido o foco do trabalho de Paulo Freire, encontra-se respaldado no reconhecimento explícito do autor sobre a importância do saber científico na miríade de conhecimentos que compõe a realidade. Nesse sentido, as autoras ressaltam que a ITF tem sido adotada como caminho para diferentes campos de conhecimento em abordagens, em geral, vinculadas a pesquisa-ação.

A ITF aparece de forma emblemática na obra de Paulo Freire (FREIRE, 1987), Pedagogia do Oprimido (PO). Nesta, FREIRE (1987) afirma que a investigação da realidade é parte do ciclo de conhecimento e ocorre com e entre os seres humanos, por meio da dialogicidade. FREIRE (1987) compreende que a produção de conhecimento é um processo histórico-social que emerge do universo temático dos sujeitos históricos, relacionando situações concretas e as formas como são interpretadas essas situações. FREIRE (1987) ressalta que a produção de conhecimento é um processo de saber-mais, no qual os sujeitos envolvidos são convidados a realizar uma busca pela causalidade entre as coisas concretas e a forma como se pensa sobre elas. Indaga-se, nesse processo, o conteúdo e a finalidade da produção de conhecimento, desvelando a favor de quê e quem e contra o quê e quem serve o conhecimento produzido (FREIRE, 1987).

A ITF, enquanto parte do ciclo de produção de conhecimento não se separa do ciclo de aprendizagem da PO. FREIRE (1987) reconhece a educação bancária e as formas de pesquisa extrativistas como parte de um sistema que cria e fortalece regimes de opressão, sendo, elas mesmas situações-limite para educadores, pesquisadores e comunidade. Para superar essa prática histórica, FREIRE (1987) propõe que a ITF seja organizada seguindo os mesmos princípios e finalidades da PO. Nesse sentido, a ITF segue as mesmas diretrizes da PO, sendo organizada de forma dialógica e

problematizadora e tendo como finalidade e conscientização humanizadora.

Na presente pesquisa, trabalha-se em parceria com a comunidade de pescadores e pescadoras artesanais de Suruí, município de Magé, Rio de Janeiro, Brasil. Este é um território pesqueiro associado ao manguezal e localizado no recôncavo da Baía de Guanabara. Neste artigo, é apresentado um recorte dos resultados alcançados após a realização de duas etapas da ITF: levantamento preliminar e codificação. Com isso, espera-se subsidiar a reflexão sobre como: (i) a ITF contribuiu para diminuir assimetrias epistêmicas; (ii) apresentar quatro codificações elaboradas a partir da inserção inicial; e (iii) discutir as implicações desse desenho metodológico para uma oceanografia comprometida com justiça socioambiental e pluralidade epistêmica.

TERRITÓRIO DE INSERÇÃO: SURUÍ NO RECÔNCAVO DA BAÍA DE GUANABARA

Suruí (Lat: -22.662972; Long: -43.128972) integra um mosaico de ambientes costeiros e estuarinos da baía de Guanabara, com presença de manguezais e forte relação com a pesca artesanal (CHAVES, 2021a; LÍRIO, 2014). O território condensa, simultaneamente, sociobiodiversidade, modos de vida tradicionais e um histórico de degradação ambiental associado a saneamento precário, industrialização, vazamentos de óleo e processos de estigmatização do próprio ambiente e de seus trabalhadores (LUBANCO, 2022; VARGAS, 2008; ALENCAR, 2016). É também um território atravessado por mobilização social, associativismo e disputa por reconhecimento, onde a produção de evidência pode operar como estratégia de reivindicação e resistência (LUBANCO, 2022; CHAVES, 2021a).

METODOLOGIA, MÉTODOS E MATERIAIS

As etapas Investigação Temática Freireana

A Investigação Temática Freireana (ITF) foi pensada como parte de uma pedagogia emancipatória por Paulo Freire em sua obra Pedagogia do Oprimido (FREIRE, 1987). O objetivo original da ITF consiste na construção do conteúdo programático dessa formação, contudo, de acordo com SAUL & SAUL (2017), a metodologia apresentada por FREIRE (1987) pode ser deslocada para a produção de conhecimentos acadêmico sobre a realidade.

GONTIJO *et al.* (2021) ressaltam que ao direcionar a ITF para dar suporte teórico-metodológico a atividades de pesquisa deve ser feito com base nos fundamentos da pedagogia de Paulo Freire, logo, deve: ter como finalidade a transformação social no sentido da promoção da justiça socioambiental; ser reconhecida como parte do ciclo do conhecimento e como experiência formativa *per se*; promover a relação entre teoria e prática e assumir que todos os participantes do processo são sujeitos da pesquisa. Produzir um conhecimento com vistas a justiça socioambiental "é possibilitar a construção de espaços nos quais as pessoas envolvidas tenham a oportunidade de refletir criticamente e desvelar as razões de ser de suas formas de pensar e agir no mundo" (GONTIJO *et al.,* 2021, p. 215).

Na pedagogia de FREIRE (1987) a ITF é a porta de entrada para a comunidade e, com base no autor, pode ser organizada nas seguintes etapas:

1. Levantamento preliminar: delimita a área de estudo, promove a inserção ética e realiza levantamentos de informações junto à comunidade mediada. São recomendados levantamentos bibliográficos, diálogos informais e reuniões como forma de levantar essas informações. Dessa fase emergem situações significativas e contradições vivenciadas pela comunidade mediada;
2. Codificação: análises dos achados da fase anterior, em que, a partir de uma abordagem interdisciplinar, são realizadas reflexões coletivas sobre as situações significativas observadas. Essa etapa seleciona um conjunto de contradições relevantes a partir das falas e visões de mundo da comunidade mediada;
3. Descodificação: processo coletivo voltado para validar as codificações enquanto temas geradores. Esse processo ocorre através de uma abordagem

problematizadora em que cada codificação é questionada em relação a sua situação existencial. Tem como resultado a afirmação da importância relativa de cada codificação em relação a uma ideia inicial de totalidade. É um processo que impulsiona a conscientização sobre a realidade;

4. Redução temática: seleção coletiva dos saberes necessários para a compreensão dos temas geradores e delimitação das atividades que serão realizadas como parte do processo de aprendizagem coletiva. A redução busca identificar um conteúdo programático mínimo, constituindo-se em unidades de aprendizagem.

Esse artigo apresenta os resultados alcançados após a realização das duas primeiras etapas do ciclo de aprendizagem da ITF junto a comunidade de pescadores e pescadoras de Suruí e a seguir, são apresentadas as atividades realizadas para a consecução das duas primeiras etapas.

Atividades realizadas

O processo de levantamento preliminar teve início em julho de 2024, através do levantamento bibliográfico e compreensão do conhecimento existente sobre o território. O ato de ler e estudar, como ressaltado por Gontijo *et al.* (2021), foi orientado por uma postura crítica e orientado para a ampliação dos recursos interpretativos que foram utilizados na etapa de campo. Os resultados desse levantamento não serão trazidos como resultados nesse artigo.

A partir de agosto de 2024, se deu início o contato com a comunidade e a inserção no território, ainda como parte do processo de levantamento preliminar. A maior parte das atividades ocorreram por intermediação da Associação de Catadores de Caranguejo e Amigos dos Mangues de Magé (ACAMM). Essa entidade foi fundada em 2016, a partir de um acúmulo de mais de 20 anos de práticas comunitárias autônomas de luta por reconhecimento e direitos. A ACAMM tem sido largamente responsável pela mediação no território e mobilização de sujeitos locais.

As atividades de inserção em campo realizadas e as aberturas que trouxeram para a pesquisa consistiram em:

- Realização de um curso audiovisual[1] de curta duração e parceria com a ACAMM permitiu conviver e observar processos de negociação, mobilização e realização de atividades sociais junto a parceiros e integrantes da comunidade;
- Participação em 3 reuniões do Conselho Gestor da APA de Guapimirim permitiu observar a comunidade sendo representada em espaços de negociação onde diversos universos temáticos apareceram, assim como situações-limite;
- Presença em 6 eventos comunitários[2], incluindo festas e manifestações, foram importantes para presenciar e ouvir as comunidades em momentos de trabalho de inserção, formação política e criação de vínculos afetivos entre seus membros;
- Realização de 10 encontros, agendados ou informais, com diretores da ACAMM, que atuam como lideranças formais no território, foram fundamentais para caracterizar os problemas mobilizadores e o universo temático;
- Realização de 4 rodas de conversa planejadas coletivamente com diretores da ACAMM e com mulheres que participam do Coletivo Mulheres Mar em Movimento, responsável pela condução da Cozinha Comunitária das Caranguejeiras, que também é mantida pela ACAMM. As rodas de conversa contaram com a presença de diretores e associados da entidade comunitária, tendo sido eles mobilizados pela entidade com base no tema da reunião. Esses encontros tornaram

[1] A partir de introdução noções básicas de produção audiovisual é proposto aos participantes um processo de investigação do território para produzir filmes. Como resultado foram produzidos: um curta-metragem em formato de documentário que apresentou a história da pesca artesanal pelo olhar dos pescadores e um curta-metragem em formato de ficção que trouxe questões místicas e espirituais do território em um lugar de conflito com a indústria de petróleo.

[2] Festa de Natal (ACAMM); Encontro Ecumênico em defesa do rio Suruí (ONG Greenfaith e ACAMM); Reunião do projeto Andadas (ONG Guardiões do Mar e ACAMM); Assembleia com associados (ACAMM); Reunião para elaboração do Plano de Manejo da APA de Suruí (Comitê de Bacia da Baía de Guanabara); reunião de apresentação da metodologia do Projeto Monitora (ICMBio, NEMA e ACAMM).

possível promover devolutivas e leituras coletivas dos primeiros achados e sistematizações realizadas. Esses espaços também serviram para complexificar a compreensão sobre o universo temático e identificar situações-limite.

Os registros das atividades de escuta atenta foram realizados em caderneta de campo, fotografias, fluxogramas e diagramas. As informações e conhecimentos compartilhados foram sendo organizados a partir de uma análise de discurso e da sistematização inicial dos problemas mobilizadores.

Os achados preliminares foram sendo organizados em codificações, ou seja, em descrições de situações existenciais vividas pela comunidade mediada (FREIRE, 1987). Os critérios escolhidos para as codificações levaram em consideração, situações em que a comunidade se via facilmente representada e em que se despertava nela desafios à curiosidade e o interesse por querer saber mais (FREIRE, 1987). As quatro rodas de conversa realizadas, algumas mediadas por materiais iconográficos e visuais, contribuíram para validar essas codificações e complexificar a representação social comunitária sobre cada uma delas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O QUE EMERGE QUANDO SE MOLHA OS PÉS

ITF e a assimetria de saberes

Há na comunidade de Suruí um histórico de interação com atividades acadêmicas propostas por universidades públicas e privadas. Essa experiência prévia produziu expectativas sobre o papel da pesquisa no território e sobre o compromisso ético esperado. Na primeira ida ao território esse horizonte apareceu com força através de questionamentos sobre o propósito da pesquisa, os ganhos que a comunidade teria e que compromissos seriam assumidos pelos pesquisadores. A abordagem comunitária exigiu que a proposta de pesquisa fosse explicitada como pesquisa com a comunidade e não para a comunidade, recusando a lógica de prestação de serviço e afirmando o encontro de saberes como orientação.

As assimetrias entre saberes tradicionais e científicos emergiram, ao longo da inserção, de duas formas. A mais recorrente apareceu nas falas que demandavam validação e reconhecimento externo, por exemplo quando uma dúvida era endereçada como pedido de opinião qualificada: "porque você está aqui com a gente e traz os seus conhecimentos que são importantes e que a gente precisa compreender [uma fala, durante uma roda de conversa, de um dirigente da ACAMM que buscava ressaltar a importância da ciência no reconhecimento dos problemas da comunidade]? (Informante M.R)"; porque, se fizer a batimetria, vai mostrar o que a gente vê todo dia [sobre a necessidade de gerar dados de base técnico-científica para validar uma hipótese de assoreamento]" (Informante R.A); ou quando a presença da universidade era tomada como sinal de importância do território: "porque é bom a universidade está aqui para mostrar quais são os nossos problemas" (Informante M.A); "porque se você está aqui estudando, pesquisando a gente é porque a gente tem algum valor" (Informante M.R). Nesses momentos, a inserção ética da pesquisa operou como intervenção por perguntas. As falas que convocavam validação eram devolvidas com questões sobre o porquê da ciência ser acionada como instância de reconhecimento e sobre o que se perde quando o saber local não é considerado suficiente. Esse procedimento ampliou o debate sobre hierarquias e, com o tempo, abriu espaço para enunciados de parceria, na direção de juntar o que se sabe no território com o que a universidade pode oferecer para melhorar a situação da comunidade.

A segunda forma de hierarquização apareceu na demanda por informações técnicas sobre documentos como pareceres e condicionantes ambientais. Nesses casos, o cuidado metodológico foi identificar, antes de qualquer leitura, quais interpretações já circulavam na comunidade, em que contexto elas operavam e qual era a função política daquele documento. A devolutiva evitou o formato de sentença para promover a dialogicidade. Intervenções por perguntas buscavam promover essas demandas como novos espaços de escuta e caracterização de situações significativas e contradições inerentes a elas. Nesse sentido, a realização de perguntas que explicitavam limites, escolhas e silêncios do documento foi a estratégia adotada.

Com o tempo, a inserção no território através da ITF, sendo esta sustentada por uma escuta atenta, simpática e empática, contribuiu para a abertura de espaços de confiança e a recusa de responder tecnicamente em algumas circunstâncias passou a ser compreendida como compromisso ético. Nota-se uma virada na relação e esse momento foi marcado

pela adoção, por parte da comunidade, do sinal de fala "já é de casa" (Informante M.A e Informante M.R).

A ITF, praticada através da escuta e do diálogo, se constituiu em procedimento e em horizonte ético na medida em que foram sendo consolidadas relações de confiança, bem como o entendimento coletivo de que a pesquisa não seria realizada com base em uma hierarquização de saberes. Atitudes recorrentes que sugeriram aos participantes comunitários da pesquisa que a escuta e o diálogo dependem de abertura para reaprender, hesitar e ceder lugar se tornaram reconhecidas e valorizadas. Em chave freireana, essa prática representa a recusa pelo gesto bancário e a afirmação da práxis enquanto conhecimento que se faz no vaivém entre leitura do mundo e ação no mundo, com aqueles e aquelas que vivem a situação investigada (FREIRE, 1987).

Propostas de codificações

As codificações apresentadas a seguir trazem o contexto de conflito no qual emergiram, buscando, com isso, evidenciar tensões, contradições e condutas que se tornarão relevantes para a identificação de situações-limite, de temas geradores e do universo temático na comunidade. Como as etapas de descodificação e redução temática não foram realizadas, os temas geradores são apresentados sob forma potencial.

Assoreamento do Rio Suruí

O assoreamento do rio Suruí aparece como problema logo no primeiro momento de escuta da comunidade. Durante uma reunião da APA de Guapimirim (agosto de 2024), organizada pelo ICMBio, um pescador e liderança comunitária de Suruí apresenta o problema: a instalação de um gasoduto coloca em risco o rio e a pesca, pois a sua presença acelera o assoreamento e diminui a profundidade do rio a tal ponto que as embarcações locais não conseguem mais navegar na maré baixa. Tão importante quanto o problema ambiental descrito pela liderança está o silêncio institucional que se segue.

Momentos mais tarde, em encontro com essa liderança na sua residência, tem-se acesso a fotografias de um ato organizado por ele e outros pescadores para contestarem a passagem de novos gasodutos pelo leito do rio. As manifestações fizeram com que as obras fossem paralisadas. Aqui aparece uma dimensão chave do problema: ao ser questionado por um engenheiro da obra sobre a relação entre a presença do gasoduto e a ocorrência do assoreamento a liderança provoca: "então prova que não ocorreu! Me mostra a batimetria de como era antes e me mostra as batimetrias de todo esse tempo que passou depois que o gasoduto foi instalado e aí podemos ver se tem relação ou não" (Informante R.A).

A fala da liderança, ao exigir de um engenheiro as batimetrias anteriores e posteriores à instalação do gasoduto, condensou um núcleo central da contradição. A comunidade reconhece que a ciência opera como idioma de autoridade no conflito e a mobiliza estrategicamente. Ao mesmo tempo, evidencia que a prova exigida está sob controle de agentes externos ao território. A codificação do assoreamento organiza, assim, uma disputa em torno da prova, do acesso a séries históricas, do silêncio institucional e da relação entre desenvolvimento infraestrutural e justiça socioambiental. Como tema gerador, o assoreamento abre perguntas sobre quem mede, quem interpreta, quem decide o que conta como impacto e como a perda de navegabilidade reorganiza trabalho, circulação e permanência no território.

Poluição e contaminação das águas

Em outubro de 2024 um desastre ambiental envolvendo a colisão de dois caminhões provoca o vazamento de produtos derivados de petróleo para o rio Suruí. Esse acontecimento mobilizou a comunidade que buscava compreender os riscos a que estava sujeita. O tema do vazamento e da poluição por óleo apareceu em encontros com lideranças, reuniões no ICMBio e em relatórios enviados para análise dos pesquisadores. Em um dos encontros, a liderança foi enfática ao afirmar que não confiava no processo de monitoramento que havia sido realizado para avaliar o grau de contaminação e destacava como a vivência da comunidade havia sido negligenciada pelo poder público municipal, tanto para definir a estratégia de amostragem, quanto para avaliar o grau de contaminação. O interesse despertado nos pescadores sobre a poluição trouxe também reflexões sobre seu oposto, a despoluição do rio Suruí. Em uma reunião comunitária, pescadores se expressaram frustrados pela situação de abandono, que gera a poluição, e se dispuseram a agir para

mudar a situação: "se for para fechar a estrada, estou dentro" disse um dos presentes.

Essa codificação articula evento crítico e processo prolongado. O desastre pontual torna visível um contexto mais amplo de degradação persistente, em que a baía de Guanabara aparece como espaço historicamente administrado sob lógica de sacrifício ambiental (VIEGAS, 2006). A formulação de NIXON (2011) sobre lentas violências ajuda a compreender esse quadro. O vazamento não inaugura a violência. Ele torna visível uma corrosão socioambiental acumulada, já naturalizada. Em termos de tema gerador, a poluição convoca discussões sobre risco, saneamento, abandono institucional, legitimidade do monitoramento e relação entre experiência cotidiana e evidência pública. O que se coloca em jogo não é apenas o grau de contaminação da água, mas o próprio direito de a comunidade nomear o dano que vive.

Cadeia produtiva da pesca artesanal, estigmas e disputas

A pesca artesanal em Suruí é realizada por homens e mulheres, sendo estas estigmatizadas pelo patriarcado e machismo. Isso aparece em falas marcantes das mulheres, como por exemplo quando destacam a proibição de irem para a pesca: "a gente pescava escondida dos maridos" (Informante M.A); "a gente tinha que ir sozinha ou com outra mulher para a pesca" (Informante A.G); quando relatam casos de abuso e violência: "meu marido levantava a mão para mim e me agredia" (Informante M.A); "ameaçava me abandonar e controlava o dinheiro para gastar com festa" (Informante M.R); "a gente tinha que misturar nossa produção na dele para ele não desconfiar" (Informante M.R); casos de invisibilização/subalternização: "cansei de fazer laço [armadilha para pescar caranguejo] como se fosse obrigação, nem obrigado tinha" (Informante P.R); "tem mulher que virou manicure por que não era reconhecida pelo marido e nem pela Colônia de Pescadores, mesmo ela tendo que limpar e vender o pescado" (Informante R.A).

A presença do machismo e do patriarcado através da invisibilização, da violência física e simbólica e do apagamento institucional não é incomum na atividade pesqueira artesanal, sendo relatado em outras pesquisas (RODRIGUES, *et al.,* 2018; NETO *et al.,* 2021; SOUZA, 2022). CHAVES (2021b, p. 30-31) em seu trabalho de doutorado sobre pescadoras artesanais de Magé destaca: "a conclusão da tese que é constatar que as pescadoras artesanais da área de estudo, apesar [...] do machismo [....] que reside dentro de seu próprio universo, existem, resistem e se identificam".

Nesse processo de resistir nota-se que foram as mulheres que protagonizaram o processo associativista que culminou na fundação da ACAMM. Durante pelo menos uma década, uma mulher foi a presidente desta entidade, tendo desenvolvido ações e projetos comunitários. Um desses projetos se chama Cozinha das Caranguejeiras e nele se desenvolvem atividades de beneficiamento de pescado com o objetivo de fortalecer a renda e a autoestima das mulheres que atuam no mangue e no mar.

A tensão por legitimidade é presente diariamente. Numa liderança a construção da cozinha com verbas de um edital foi contestada por pescadores que consideravam ruim que o investimento se destinasse ao fortalecimento das atividades da cadeia produtiva exercidas pelas mulheres e não por eles.

Durante encontros com as lideranças dos projetos foram recorrentes falas, em tom de desabafo, que problematizavam a baixa participação na Cozinha: "o que precisamos fazer para ter mais mulheres aqui com a gente?" (Informante M.R), por que "muitas mulheres preferem ficar em casa sem fazer nada, sem dinheiro e passando dificuldade a participar das atividades da cozinha?" (Informante P.R). As hipóteses para essas questões incluem falta de interesse em aprender a fazer o beneficiamento, expectativa de ganho acima da realidade e machismo.

Essa codificação desloca a leitura da cadeia produtiva para além da dimensão instrumental, econômica ou biológica. Ela mostra que ambiente, trabalho, cuidado, renda e poder se articulam na organização da vida coletiva. Trata-se de identificar quem pesca ou quem beneficia o pescado, porém em um contexto no qual determinados trabalhos se tornam menos visíveis, menos valorizados e menos passíveis de financiamento. Em chave teórica, a situação revela que a hierarquização não recai apenas sobre saberes, mas também sobre trabalhos e lugares sociais. Como tema gerador, essa codificação abre

discussões sobre divisão sexual do trabalho, peso das mulheres na reprodução material da pesca artesanal, condições de participação em iniciativas coletivas e disputas sobre o próprio significado de cadeia produtiva no território.

Reflorestamento de manguezais

As conversas sobre reflorestamento surgiram durante uma caminhada entre o porto de pesca e a sede da associação local de catadores de caranguejo. Durante o caminho, de um lado da rua, era apontada uma área de manguezal que está sofrendo desmatamento por causa do crescimento urbano desordenado. Do outro lado, era apresentada uma área de manguezal morta e que despertava o interesse pela restauração. Nesse momento, era também apresentada a face hegemônica de uma cadeia produtiva organizada em torno de conflitos ambientais: a restauração de manguezais se tornou negócio valioso na baía de Guanabara. Nessa cadeia, pescadores e catadores de caranguejo, guardiões e mantenedores históricos da biodiversidade, haviam sido transformados em mão de obra barata enquanto seus saberes tradicionais eram extraídos de forma predatória por organizações não governamentais e pelo poder público.

Para a liderança comunitária a restauração de manguezais não seria possível sem a contribuição física e intelectual dos catadores e pescadores. A força e a definição de estratégias bem-sucedidas de restauração têm origem no "povo e no saber ancestral", afirmou a liderança (Informante R.A). O conhecimento acumulado sobre dinâmica das marés, circulação das águas, das fontes de água doce, da temperatura superficial do solo e do subsolo, são alguns exemplos de variáveis ambientais observadas e sistematizadas por eles que viabilizam as estratégias de restauração. Contudo, contesta, se "temos o conhecimento, nos falta o reconhecimento" (Informante R.A). Foi no fim da caminhada, chegando na associação, que a liderança comentou que eles estavam escrevendo uma proposta para encaminhar para um edital de patrocínio. Os desafios para eles eram grandes, afirmava, pois, a tecnocracia do edital existia em linguagem distante da praticada tradicionalmente na comunidade e exigia um outro saber para a prática da restauração: o saber científico.

A frase "temos o conhecimento, nos falta o reconhecimento" sintetiza o núcleo dessa codificação. Há um acúmulo territorial sobre marés, circulação da água, fontes de água doce e dinâmica do solo que orienta práticas bem-sucedidas de restauração. Há também dispositivos institucionais, como editais, que operam em linguagem tecnocrática e exigem a tradução do saber comunitário para formatos externos de legitimidade. Em termos teóricos, trata-se de uma expressão direta da colonialidade do saber, na medida em que o acesso a recursos, autoria e reconhecimento depende da submissão a critérios de validação que não se originam no território. Como tema gerador, o reflorestamento convoca discussões sobre mercantilização da natureza, extração de saberes, tecnocracia dos editais, protagonismo comunitário e repartição justa de recursos.

Implicações para uma oceanografia comprometida com justiça socioambiental e pluralidade epistêmica

Os resultados indicam que a escuta atenta e a investigação temática oferecem um caminho consistente para reposicionar a oceanografia em territórios de conflito socioambiental. O que emerge em Suruí não é apenas uma lista de problemas a serem medidos. O que emerge é um conjunto de contradições que exigem da pesquisa outra relação com o território, com a técnica e com a produção de evidências. A investigação temática freireana contribui justamente porque impede que o conteúdo da pesquisa seja definido de fora e organiza a leitura da realidade a partir do que se apresenta como situação significativa para os sujeitos envolvidos (FREIRE, 1987).

Nesse quadro, uma oceanografia comprometida com justiça socioambiental e pluralidade epistêmica não se define pela recusa da técnica, mas pela recusa de seu uso como instrumento de captura. A técnica precisa ser reinscrita em relações de diálogo, devolutiva e corresponsabilidade. Isso significa que medir não pode ser sinônimo de extrair. Significa que produzir evidência exige reconhecer a vivência territorial como interpretação legítima e construir procedimentos apropriáveis pela comunidade, úteis para ação, reivindicação e tomada de decisão.

Fals Borda ajuda a precisar essa implicação ao defender a investigação da realidade orientada à

transformação, ou seja, não com a finalidade de acumulação acadêmica, mas de se relacionar com uma ação coletiva, com uma utilidade pública e com o fortalecimento da capacidade de leitura e intervenção dos sujeitos sobre sua própria realidade (FALS BORDA, 1970; FALS BORDA, 1988). Os resultados desta pesquisa apontam para uma oceanografia pública e situada, capaz de construir monitoramento ambiental de base comunitária sem reproduzir colonialismo intelectual, e capaz de operar com rigor científico sem reatualizar hierarquias epistêmicas que historicamente silenciam os territórios pesqueiros da Baía de Guanabara.

CONCLUSÕES

A fase inicial da ITF permitiu sistematizar quatro codificações em Suruí que podem orientar a construção de uma ação coletiva de base comunitária para transformação socioambiental. Os resultados indicam que a ITF, quando assumida como princípio metodológico e ético, cria condições para enfrentar assimetrias epistêmicas e reduzir riscos de colonialismo intelectual, reposicionando o fazer oceanográfico para além de uma prática instrumental e aproximando-o de uma prática emancipatória e situada em contexto de conflito socioambiental.

As codificações apresentadas não devem ser lidas como inventário de impactos. Elas condensam contradições que atravessam a vida coletiva, organizam disputas por prova e reconhecimento público e expõem o modo como a produção de evidência pode operar tanto como captura quanto como estratégia de reivindicação. Nesse sentido, a investigação temática freireana fornece um procedimento para aproximar a agenda de pesquisa do mundo vivido e construir, com o território, um horizonte de ação orientado por temas geradores (FREIRE, 1987).

O passo seguinte do percurso, fora do escopo deste artigo, consiste na validação coletiva dessas codificações como temas geradores. O objetivo é que o processo de pesquisa seja capaz de produzir conscientização e evidências que sejam apropriáveis pela comunidade, fortalecendo práticas territoriais e reivindicações por justiça socioambiental no recôncavo da baía de Guanabara, com protagonismo dos pescadores e pescadoras artesanais na elaboração e execução de uma oceanografia comprometida com pluralidade epistêmica e transformação social.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às lideranças e trabalhadoras(es) da pesca artesanal de Suruí, às instâncias de gestão e às redes locais que possibilitam o diálogo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Essa pesquisa foi avaliada e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa através da Plataforma Brasil sob o CAAE: 93399825.9.0000.5282.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-RAHEEM, S.; PAYNE, A.; RIVERA, M.G.; STURDIVANT, S.K.; WALKER, N.S.; MÁRQUEZ, M.C.; ORNELAS, A.; TURNER, M.; BYERS, K. & BELTRAN, R.S. 2023. Oceanography's diversity deficit: Identifying and addressing challenges for marginalized groups. *Oceanography*, 36(4):44-50. (DOI:10.5670/oceanog.2024.136).

ACSELRAD, H. & MELLO, C.C. do A. 2002. Conflito social e risco ambiental: o caso de um vazamento de óleo na Baía de Guanabara. in: ALIMONDA, H. (Comp.). *Ecología política: naturaleza, sociedad y utopía*: 293-317. Buenos Aires, Argentina: CLACSO. (ISBN 950-9231-74-6).

ALBERNAZ, P. de C. & CARVALHO, J.J. de. 2022. Encontro de saberes: por uma universidade antirracista e pluriepistêmica. *Horizontes Antropológicos*, 28(63):333-358. (DOI:10.1590/S0104-71832022000200012).

ALENCAR, E. 2016. *Baía de Guanabara: descaso e resistência*. Rio de Janeiro, Brazil: Fundação Heinrich Böll; Mórula. 124p. (isbn 978-85-65679-40-4).

CHAVES, C.M.S.R. da S. 2021a. Pescadoras artesanais de Magé (RJ): um estudo etnogeográfico. *Revista Continentes*, 18:224-260. (DOI:10.51308/continentes.v1i18.336).

CHAVES, C.M.S.R. da S. 2021b. *Nos manguezais e no "mar" de Magé (RJ): um estudo sobre pescadoras artesanais e suas existências, resistências e identidades*. Dissertação de Doutoramento, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 284p.

FALS BORDA, O. 1970. *Ciencia propia y colonialismo intelectual*. México: Nuestro Tiempo.

FALS BORDA, O. 1988. *Conocimiento y poder popular: lecciones con campesinos de Nicaragua, México y Colombia*. Bogotá, Colombia: Siglo XXI.

FALS-BORDA, O. & RAHMAN, M.A. 1991. *Action and knowledge: breaking the monopoly with participatory action-research*. London, United Kingdom: Intermediate Technology Publications; New York, NY, USA: The Apex Press.

FERDINAND, M. 2022. *Uma ecologia decolonial: pensar a partir do mundo caribenho*. São Paulo, Brasil: Ubu Editora. 320p. (ISBN 978-65-86497-98-4).

FREIRE, P. 1987. *Pedagogia do oprimido*. 17th ed. Rio de Janeiro, Brasil: Paz e Terra.

FREIRE, P. 1996. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo, Brasil: Paz e Terra.

GONTIJO, D. T.; CALHEIROS, M. N. S. & SANTIAGO, M. E. 2021. Investigação Temática freireana e produção do conhecimento na pesquisa acadêmica: reflexões teórico-metodológicas. *Revista Educação e Cultura Contemporânea*. 18(55): 211-233. (DOI:10.5935/2238-1279.20210095)

LEGA, G.M.S. 2023. *As dimensões sociais da oceanografia: a percepção de docentes quanto à inserção da oceanografia socioambiental no Brasil*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Paulo, Santos, Brasil.

LÍRIO, C.R. da S. 2014. Diagnóstico socioeconômico e ambiental dos catadores de caranguejo de Magé-RJ. *In*: Congresso Nacional de Excelência em Gestão (CNEG). Anais… Rio de Janeiro, Brasil: CNEG,p. 1-15.

LUBANCO, C. de A. 2022. "*Até o rio tá triste": a interpretação da paisagem do Rio Suruí a partir de uma reconstituição histórica ambiental participativa*. Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

MBEMBE, A. 2018. *Necropolítica: biopoder, soberania, estado de exceção, política da morte*. 3rd ed. São Paulo, Brasil: N-1 Edições. 71p. (ISBN 978-85-6694-350-4).

MIGNOLO, W.D. 2005. A colonialidade de cabo a rabo: o hemisfério ocidental no horizonte conceitual da modernidade. *In*: LANDER, E. (Ed.). *A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais. Perspectivas latino-americanas*: 33-49. Buenos Aires, Argentina: CLACSO.

MIGNOLO, W.D. 2008. Desobediência epistêmica: a opção descolonial e o significado de identidade em política. *Cadernos de Letras da UFF*, 34:287-324.

MOURA, G. G. M. 2019. Construção da crítica à oceanografia clássica: contribuições a partir da oceanografia socioambiental. *Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental*, Rio Grande, 24(2): 13–41 (DOI: 10.14295/ambeduc.v24i2.9728.)

NETO, J.N.A.; SILVA, R.O. & AMARAL, S.C.S. 2021. Maré invisível e as mulheres na pesca artesanal: um estudo sobre o perfil laboral e a discriminação indireta na atividade pesqueira do Brasil. *Campo Território: Revista de Geografia Agrária*. 16(43):103-128 (DOI:10.14393/RCT164305)

NIXON, R. 2011. *Slow violence and the environmentalism of the poor*. Cambridge, MA, USA; London, United Kingdom: Harvard University Press. 353p. (ISBN 978-0-674-04930-7).

QUIJANO, A. 1992. Colonialidad y modernidad-racionalidad. *In*: BONILLA, H. (Comp.). *Los conquistados*. Bogotá, Colombia: Tercer Mundo Editores; FLACSO, p. 437-449.

QUIJANO, A. 2011. Colonialidad del poder y clasificación social. *Contextualizaciones Latinoamericanas*, 2(5/4):1-33. (DOI:10.32870/cl.v0i5.2836).

RODRIGUES, D.H.X.B.C; JORGE, C. de L.P.; FREIRE, M.P. & LIANZA, S. 2018. A participação das mulheres na pesca artesanal: uma pesquisa exploratória no Canto de Itaipu, Niterói, RJ. *Revista Tecnologia e Sociedade*. 14(32):173-193. (DOI: 10.3895/rts.v14n32.7917)

SAUL, A. & SAUL, A. M. 2017. A metodologia da Investigação Temática: elementos político-epistemológicos de uma práxis de pesquisa crítico-emancipatória. *Revista e-Curriculum*, 15(2): 429–454. (DOI:10.23925/1809-3876.2017v15i2p429-454)

SOUZA, S.R. 2022. *A situação feminina na pesca artesanal: um estudo sobre as condições de trabalho e as relações com o território pesqueiro em Arraial do Cabo e São João da Barra – RJ*. Dissertação de doutorado. Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. 198p.

VARGAS, L.A. 2008. Baía de Guanabara: a origem de um belo e conturbado cartão postal do Rio de Janeiro, e um desafio para a educação ambiental. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 21:93-108. (DOI: 10.14295/remea.v21i0.3037).

VIANA, M.R. 2024. Racismo ambiental, necropolítica e crise climática: reflexões a partir da crise humanitária dos povos indígenas e comunidades tradicionais no Brasil. *InSURgência: Revista de direitos e movimentos sociais*, 10(1):143-171. (Doi:10.26512/revistainsurgncia.v10i1.50211).

VIÉGAS, R. N. 2006. Desigualdade ambiental e "zonas de sacrifício". *Mapa dos Conflitos Ambientais no Estado do Rio de Janeiro*, 21p. (https://forum.justicaambiental.org.br/wp-content/uploads/2006/08/desigualdade_ambiental_e_zonas_de_sacrificio.pdf).

Capítulo IX

POTENCIAIS INVESTIMENTOS PARA A ECONOMIA AZUL NO NORDESTE DO BRASIL: UMA SÍNTESE INTEGRADA DO SETOR PESQUEIRO REGIONAL



POTENCIAIS INVESTIMENTOS PARA A ECONOMIA AZUL NO NORDESTE DO BRASIL: UMA SÍNTESE INTEGRADA DO SETOR PESQUEIRO REGIONAL

João Carlos de Pádua Andrade[1], Yasmim Gabrielle Behrmann Santos Araújo[2], Alice Oliveira Chagas[3], Amanda Serra dos Praseres[4], Mariana Rodrigues Ferreira dos Santos[5], Bruno César Luz Pinheiro[6], Beatriz Rêgo Cartibani Pires Miranda[7], Bruna Carla Costa de Jesus[8], Katianny Gomes Santana Estival[9] e Zina Angélica Cáceres Benavides[10]

[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10] Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, Ilhéus, Bahia, Brasil. [1]jcpandrade@uesc.br; [2]ygbsantos.ep@uesc.br; [3]aochagas.ep@uesc.br; [4]aspraseres.ep@uesc.br; [5]mrfsantos.ep@uesc.br; [6]bclpinheiro.ppgmc@uesc.br; [7] brcpmiranda.ep@uesc.br; [8]bccjesus.bge@uesc.br; [9]ksgestival@uesc.br; [10]zacbenavides@uesc.br.

RESUMO

O presente artigo expõe os potenciais investimentos para o setor da pesca marinha da região nordeste do Brasil - composto pela aquicultura, pesca artesanal e pesca industrial - de forma a contribuir com a elaboração do Planejamento Espacial Marinho da Região Nordeste (PEM-NE). O setor pesqueiro evidencia que a aquicultura marinha, a pesca industrial e a pesca artesanal possuem papéis complementares e estratégicos. A aquicultura apresenta elevado potencial de expansão, especialmente em piscicultura *offshore* e algicultura, mas depende de infraestrutura, inovação e governança. A pesca industrial destaca-se pela liderança nacional nas exportações de atuns, exigindo modernização da frota, tecnologias de captura e fortalecimento da rastreabilidade. Já a pesca artesanal, responsável por grande parte da segurança alimentar regional, demanda investimentos em infraestrutura de desembarque, monitoramento participativo, valorização sociocultural e gestão territorial. O conjunto revela a necessidade de políticas integradas para garantir sustentabilidade, competitividade e justiça social. Em conjunto, o setor pesqueiro marinho demonstra que o Nordeste possui condições únicas para liderar a economia azul brasileira, desde que os investimentos sejam planejados de forma integrada, sustentável e baseada em evidências científicas. Consequentemente, o PEM-NE emerge como instrumento essencial para orientar esse processo, conciliando desenvolvimento econômico, conservação ambiental e justiça social no uso do espaço marinho.

Palavras-chave: Planejamento Espacial Marinho; Economia Azul; Nordeste do Brasil; Investimentos; Governança Oceânica.

Investment opportunities for the blue economy in northeastern Brazil: an integrated synthesis of the regional fishing sector

ABSTRACT

This article presents the potential investments for the marine fishing sector in the Northeast region of Brazil – composed of aquaculture, artisanal fishing, and industrial fishing – in order to contribute to the development of the Northeast Region Marine Spatial Planning (PEM-NE). The fishing sector shows that marine aquaculture, industrial fishing, and artisanal fishing have complementary and strategic roles. Aquaculture presents high potential for expansion, especially in offshore fish farming and algae farming, but depends on infrastructure, innovation, and governance. Industrial fishing stands out for its national leadership in tuna exports, requiring fleet modernization, capture technologies, and strengthened traceability. Artisanal fishing, responsible for a large part of regional food security, demands investments in landing infrastructure, participatory monitoring, sociocultural enhancement, and territorial management. Together, they reveal the need for integrated policies to guarantee sustainability, competitiveness, and social justice. Taken together, the marine fishing sector demonstrates that the Northeast has unique conditions to lead the Brazilian blue economy, provided that investments are planned in an integrated, sustainable, and evidence-based manner. Consequently, the PEM-NE emerges as an essential instrument to guide this process, reconciling economic development, environmental conservation, and social justice in the use of marine space.

Keywords: Marine Spatial Planning; Blue Economy; Investments; Northeast Brazil; Ocean Governance.

INTRODUÇÃO

Os oceanos desempenham funções vitais para o equilíbrio climático, a economia global e o bem estar humano. Eles produzem mais da metade do oxigênio utilizado pela população mundial, armazenam quantidades significativas de carbono e sustentam cadeias produtivas essenciais, como pesca, transporte marítimo, turismo e energia (VIRÍSSIMO & ROBINSON, 2023; ZUNINO *et*

al., 2026). Os oceanos oferecem um vasto potencial de energia renovável, ainda pouco explorado, podendo gerar mais eletricidade devido aos ventos mais fortes e constantes no mar, por exemplo (ESTEBAN & LEARY, 2012).

A crescente pressão sobre os ecossistemas marinhos — decorrente da expansão urbana, da intensificação da pesca, da exploração de petróleo e gás, da instalação de parques eólicos *offshore*, da poluição e das mudanças climáticas — torna urgente a adoção de instrumentos de governança capazes de organizar o uso do espaço oceânico. Nesse contexto, o Planejamento Espacial Marinho (PEM) emerge como ferramenta estratégica para orientar decisões públicas e privadas, reduzir conflitos de uso, promover sustentabilidade e fortalecer a economia azul (FOLEY *et al*., 2010; EHLER & DOUVERE, 2009).

A economia azul visa promover a utilização sustentável dos recursos oceânicos para o crescimento econômico, a melhoria dos meios de subsistência e do emprego, ao mesmo tempo em que preserva a saúde do ecossistema marinho. O conceito de Economia Azul surge como uma alternativa inovadora à Economia Verde, pois resultava em produtos e soluções de alto custo, e também foi amplamente difundido pelos organismos internacionais como a Organização das Nações Unidas (ONU), a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) e o Banco Mundial, tendo se tornado eixo central em estratégias econômicas que reconhecem o oceano como essencial ao bem-estar humano (PAULI, 2010; WORLD BANK, 2017; FAO, 2024).

No Brasil, a economia azul ganha destaque por meio do conceito de Amazônia Azul, que representa a vasta área marítima sob jurisdição nacional — cerca de 5,7 milhões de km² — equivalente a mais da metade do território continental do país (GERHARDINGER *et al.*, 2019; MAGRIS *et al.*, 2021). Essa região inclui o mar territorial, a zona contígua, a Zona Econômica Exclusiva (ZEE) e a plataforma continental, abrangendo ecossistemas de alta biodiversidade e relevância estratégica para o desenvolvimento econômico, a segurança e a conservação ambiental.

Em 2017, durante a Conferência das Nações Unidas sobre os Oceanos, o Brasil formalizou o compromisso de elaborar seu Planejamento Espacial Marinho (PEM) até 2030. Esse compromisso foi registrado como uma *voluntary commitment* no âmbito da implementação do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14 (ODS 14), que trata da conservação e uso sustentável dos oceanos. O PEM é um processo de organização do uso do espaço oceânico — algo como um "zoneamento do mar". Ele busca: (i) conciliar diferentes atividades (pesca, navegação, energia, turismo, conservação); (ii) reduzir conflitos entre setores; (iii) proteger ecossistemas sensíveis; (iv) apoiar o desenvolvimento econômico sustentável; (v) dar segurança jurídica para investimentos no ambiente marinho.

O Brasil tem uma das maiores zonas costeiras e marítimas do mundo — a chamada Amazônia Azul, com mais de 5,7 milhões de km². Planejar esse território é estratégico para (i) proteger biodiversidade marinha; (ii) aumentar a eficiência econômica de setores como petróleo, pesca e portos; (iii) preparar o país para mudanças climáticas; (iv) fortalecer a governança oceânica. Consequentemente, o PEM no Brasil é composto por 4 regiões: PEM do Sul, PEM do Sudeste, PEM do Nordeste e PEM do Norte, os quais culminarão no PEM do Brasil.

O PEM da região Nordeste (PEM-NE) constitui um marco na gestão oceânica brasileira. Sua elaboração integra diagnósticos setoriais, análises estratégicas, projeções de investimento e diretrizes de governança, oferecendo uma base técnica robusta para orientar políticas públicas, atrair investimentos e promover desenvolvimento sustentável. Destaca-se também pelo esforço em captar as reais condições socioeconômicas dos Povos e Comunidades Tradicionais (PCT) que têm atividades relacionadas com o oceano.

A elaboração do PEM-NE está alinhada às agendas nacionais e internacionais voltadas ao uso sustentável dos oceanos. Destaca-se, nesse sentido, a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021–2030), da ONU, que orienta esforços globais para fortalecer a interface entre ciência, políticas públicas e desenvolvimento sustentável. No âmbito nacional, iniciativas como o Programa Ciência no Mar estruturam a gestão da pesquisa oceânica e orientam investimentos estratégicos até 2030. Todo esforço canalizado visando impulsionar a economia azul do Brasil.

A região Nordeste do Brasil, detentora da maior faixa contínua de litoral brasileiro, com

aproximadamente 2.900 km de linha de costa, destaca-se pela combinação entre riqueza natural, diversidade cultural e potencial produtivo. Entretanto, essa região também enfrenta desafios históricos relacionados à vulnerabilidade socioeconômica, à degradação dos ecossistemas costeiros e à necessidade de planejamento integrado e efetivo das atividades marinhas. Logo, o Caderno de Potenciais Investimentos, base para elaboração do presente artigo, sintetiza esse esforço, estruturando oportunidades de investimento em 11 setores estratégicos agrupados em quatro grandes eixos: Pesca; Minerais e Energia; Navegação e Segurança; e Meio Ambiente, Turismo e Pesquisa (BRASIL, 2026). Diante desse cenário, o presente artigo tem como objetivo sintetizar e analisar os principais resultados do Caderno de Potenciais Investimentos do PEM-NE, destacando oportunidades, desafios e diretrizes para o setor pesqueiro no âmbito da economia azul no Nordeste brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo deste artigo concentra-se no Planejamento Espacial Marinho da região Nordeste do Brasil (PEM-NE), abrangendo uma extensa faixa costeira marcada por elevada diversidade socioambiental, o Nordeste reúne um mosaico de usos do mar — pesca artesanal e industrial, turismo, portos, navegação, conservação marinha, aquicultura e, mais recentemente, projetos de energia eólica *offshore* — que tornam a região um laboratório estratégico para o desenvolvimento metodológico do PEM nacional (Figura 1). Dada a dimensão do desafio que é elaborar o PEM no Brasil, a Amazônia Azul - vasta área marítima brasileira de aproximadamente 5,7 milhões de km², equivalente à "Amazônia Verde" em importância estratégica e biodiversidade - foi dividida em quatro PEM, considerando quatro regiões.

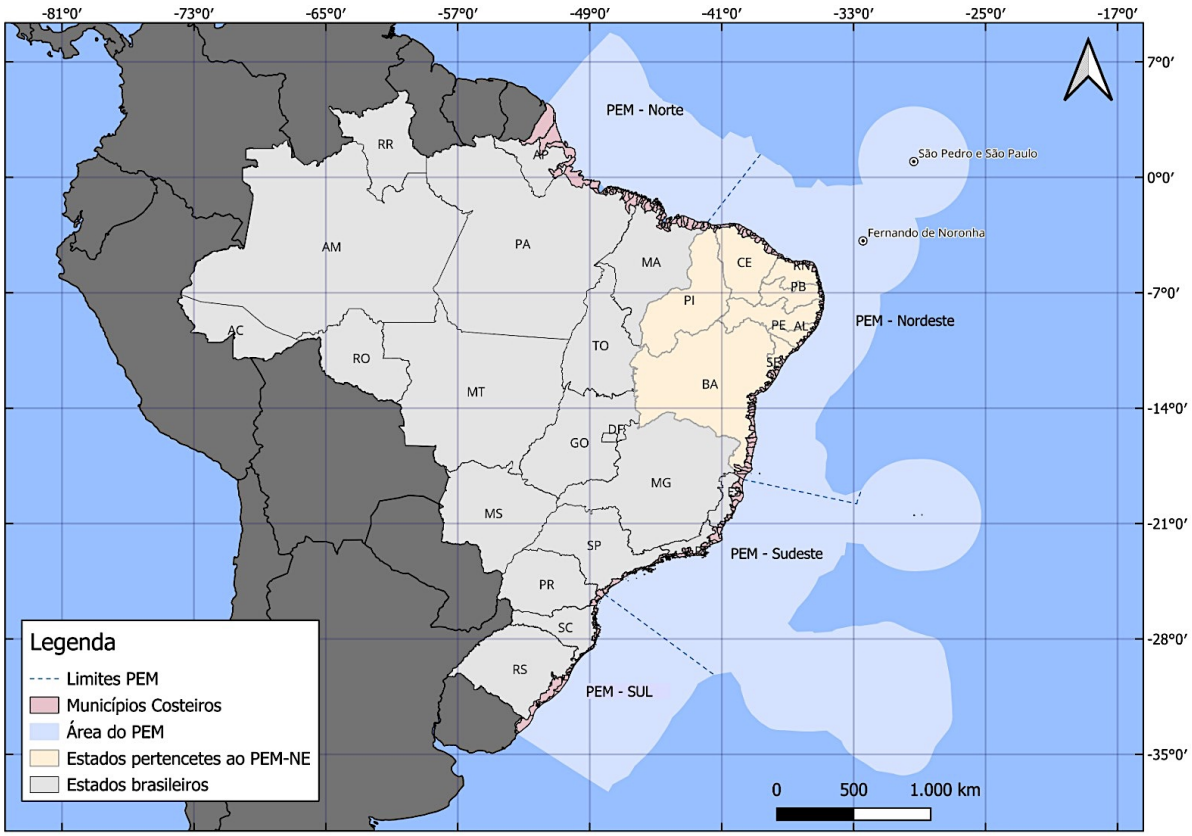


Figura 1 – Área de estudo e do Planejamento Espacial Marinho da região Nordeste do Brasil.

O PEM-NE apresenta combinação entre intensa atividade econômica, sensibilidade ecológica e forte presença de comunidades tradicionais, exigindo um processo de ordenamento espacial capaz de reduzir conflitos, promover o uso sustentável dos recursos e orientar a expansão de novos setores. Assim, o PEM-NE representa um caso emblemático de governança oceânica

integrada, no qual dados científicos, participação social e planejamento territorial convergem para estruturar um modelo de gestão do espaço marinho alinhado às metas brasileiras para 2030.

A elaboração deste artigo baseia-se na análise aprofundada do Caderno de Potenciais Investimentos do Planejamento Espacial Marinho da Região Nordeste (BRASIL, 2026), documento estruturado a partir de um conjunto de metodologias qualitativas e quantitativas que compuseram outros 11 cadernos de setores estratégicos do PEM-NE, organizados em 4 eixos para análises de potenciais investimentos: Eixo 1: PESCA, composto pelos setores de Aquicultura, de Pesca Artesanal, de Pesca Industrial; Eixo 2: MINERAIS E ENERGIA, composto pelos setores de Petróleo e Gás Natural, de Geologia e Recursos Minerais e de Energias Renováveis; Eixo 3: NAVEGAÇÃO E SEGURANÇA, composto pelo setor de Portos, Navegação e Indústria Naval e pelo setor de Segurança e Defesa; Eixo 4: MEIO AMBIENTE, TURISMO E PESQUISA, composto pelo setor de Turismo, de Meio Ambiente e Mudanças do Clima e pelo setor de Instituições de Pesquisa no Mar.

Consequentemente, o presente artigo discorre sobre o Eixo 1 - Pesca, tendo a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental como estrutura base. A pesquisa bibliográfica permitiu a análise de livros, artigos científicos, relatórios técnicos, documentos oficiais e bases de dados internacionais, possibilitando a contextualização do PEM-NE dentro das agendas nacionais e internacionais. A pesquisa documental complementou essa etapa, permitindo a análise de relatórios, legislações e documentos relacionados a políticas públicas.

As análises *SWOT* e *PESTEL* utilizadas neste estudo foram elaboradas diretamente pelos autores a partir do conjunto de materiais bibliográficos levantados, seguindo um procedimento metodológico semelhante ao painel de especialistas. Não foram realizadas oficinas presenciais ou consultas a grupos específicos; em vez disso, os autores sistematizaram evidências, tendências e diagnósticos presentes na literatura científica, relatórios técnicos e documentos institucionais sobre o setor pesqueiro e a economia azul no Nordeste.

No contexto deste artigo, o painel de especialistas foi utilizado como um procedimento metodológico baseado na experiência acumulada dos próprios autores, que atuaram como especialistas na análise integrada da economia azul nordestina. Em termos metodológicos, um painel de especialistas consiste em um processo estruturado no qual profissionais com conhecimento técnico aprofundado sobre determinado tema analisam informações disponíveis, sintetizam evidências e constroem diagnósticos estratégicos a partir de sua experiência, formação e domínio do campo de estudo (OKOLI & PAWLOWSKI, 2004).

Com base no levantamento bibliográfico, a análise *SWOT* foi aplicada para identificar forças, fraquezas, oportunidades e ameaças de cada segmento da economia azul regional, permitindo compreender tanto as capacidades internas quanto as pressões externas que influenciam o desempenho dos setores avaliados. Já a análise *PESTEL* foi utilizada para examinar os condicionantes Políticos, Econômicos, Sociais, Tecnológicos, Ambientais e Legais que moldam o contexto macroambiental da economia azul nordestina, ampliando a leitura estratégica para além dos fatores internos.

A integração entre *SWOT* e *PESTEL* possibilitou a construção de uma visão sistêmica, na qual diagnósticos setoriais foram combinados para revelar padrões estruturais, riscos, potencialidades e condicionantes externos que influenciam a economia azul na região. Assim, ambas as ferramentas funcionaram como instrumentos complementares de diagnóstico estratégico, permitindo aos autores articular profundidade analítica interna com compreensão abrangente do ambiente externo, resultando em uma síntese integrada dos potenciais de investimento e dos desafios estruturais da economia azul no Nordeste do Brasil.

RESULTADOS

Aquicultura Marinha no Nordeste – Eixos Estratégicos de Investimento

A aquicultura marinha no Nordeste brasileiro reúne condições ambientais e geográficas favoráveis que a colocam entre os setores mais promissores da economia azul. Apesar de ainda incipiente, a região apresenta vantagens competitivas como extensa faixa costeira, águas tropicais e disponibilidade de

áreas *nearshore* e *offshore*, criando um cenário propício para investimentos estruturantes. A piscicultura marinha *offshore* desponta como eixo prioritário, sustentada por condições oceanográficas comparáveis às de polos internacionais e pela possibilidade de cultivo de espécies de alto valor em tanques-rede, embora sua expansão dependa de infraestrutura portuária, logística e tecnologia.

A algicultura também se destaca, combinando potencial econômico e impacto social positivo, especialmente em comunidades tradicionais do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Bahia, onde o cultivo de macroalgas nativas já é consolidado e encontra um mercado global em rápida expansão. Para que o setor avance, são necessários investimentos complementares em cadeias de suprimentos — como ração especializada, sistemas de ancoragem, embarcações e automação — além de infraestrutura de apoio que viabilize operações de maior escala (Quadro I).

Quadro I - Quadro de Investimentos Prioritários – Aquicultura no Nordeste (Fonte: BRASIL 2026).

Eixo Estratégico	Descrição da Oportunidade
Piscicultura Marinha Offshore	Implantação de fazendas de grande porte (tanques-rede) para espécies de alto valor (ex.: Seriola, bijupirá).
Algicultura (Macroalgas)	Expansão do cultivo de espécies nativas e instalação de biorrefinarias regionais.
Indústria de Insumos e Equipamentos	Produção regional de ração marinha, tanques-rede, flutuadores, sistemas de ancoragem e automação.
Infraestrutura Portuária e Logística	Bases de apoio, centros de processamento, unidades de frio e rotas de exportação.
Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D)	Laboratórios de larvicultura, genética, nutrição e tecnologias para sistemas offshore e IMTA.
Capacitação e Formação Profissional	Treinamento técnico para operações offshore e qualificação de comunidades para algicultura.
Governança e Licenciamento	Plataformas digitais, consultorias especializadas e simplificação de processos.
Turismo Regenerativo e Economia Criativa	Integração de maricultura com turismo comunitário e gastronomia marinha.
Sinergias com Eólicas Offshore	Projetos-piloto de co-localização entre parques eólicos e maricultura.
Inclusão Social e Desenvolvimento Territorial	Fomento a cooperativas, microcrédito azul e fortalecimento de arranjos produtivos locais.

A análise integrada *SWOT* + *PESTEL* da maricultura no Nordeste evidencia um setor com fundamentos naturais robustos — incluindo elevada produtividade primária, diversidade biológica, clima favorável e vasta disponibilidade de áreas costeiras e oceânicas — aliados a um importante acúmulo de conhecimento tradicional em comunidades pesqueiras e algicultoras. Apesar

desse potencial, persistem limitações estruturais, como baixa mecanização, dependência de tecnologias importadas, escassez de insumos regionais e fragilidades logísticas que restringem a competitividade. No ambiente externo, o setor encontra oportunidades significativas, impulsionadas pelo crescimento acelerado do mercado global de macroalgas, pela expansão da demanda internacional por pescado cultivado e pela adoção de sistemas produtivos sustentáveis. Entretanto, esse cenário é tensionado por desafios complexos: impactos crescentes das mudanças climáticas sobre a zona costeira, conflitos fundiários e de uso do mar, pressões regulatórias, competição internacional com países altamente tecnificados e vulnerabilidades socioeconômicas que afetam a capacidade de investimento local. O conjunto dessas forças revela um setor em transição, com grande potencial de expansão, mas que depende de políticas integradas, infraestrutura adequada e fortalecimento tecnológico para alcançar maturidade e escala (Quadro II).

Quadro II - Análise *SWOT* e *PESTEL* da aquicultura Marinha no Nordeste.

SWOT		PESTEL	
Forças (S)	• Condições ambientais favoráveis • 2.900 km de costa • Conhecimento tradicional	**P**	• Instabilidade institucional
Fraquezas (W)	• Atividade incipiente • Falta de mudas naturais • Dependência de importação de insumos	**E**	• Déficit comercial e potencial bilionário
		S	• Inclusão de comunidades tradicionais
Oportunidades (O)	• Demanda global crescente • Exportação em ascensão	**T**	• Dependência tecnológica
Ameaças (T)	• Mudanças climáticas • Conflitos fundiários • Riscos ambientais	**E**	• Serviços ecossistêmicos e riscos
		L	• Normas e licenciamento

Embora a aquicultura tenha multiplicadores de produção elevados, sua capacidade de gerar valor agregado e empregos ainda é inferior à de outras cadeias produtivas, como aves e bovinos. Isso reforça a necessidade de políticas públicas que promovam a industrialização e a sustentabilidade do setor.

Os investimentos necessários visam não apenas aumentar a produtividade, mas também garantir que a aquicultura marinha no Nordeste seja uma alternativa viável e sustentável frente à sobrepesca e às mudanças climáticas. Para tanto, instrumentos legais deverão fazer parte dessa estratégia, e deixando claro para a sociedade as autorizações do uso de espaço para os investimentos na aquicultura.

A pesca industrial no nordeste brasileiro

A pesca industrial do Nordeste brasileiro constitui um dos pilares mais promissores da Economia Azul regional, combinando vantagens naturais, capacidade produtiva instalada e crescente inserção internacional. A região está situada em

uma das áreas mais importantes do Oceano Atlântico Tropical, onde espécies pelágicas de alto valor comercial — como *Thunnus albacares*, *Thunnus obesus* e *Xiphias gladius* — realizam migrações reprodutivas e alimentares anuais. Essa condição oceanográfica singular confere ao Nordeste uma posição estratégica para o desenvolvimento de uma indústria pesqueira competitiva, orientada à exportação e com forte potencial de expansão (Figura 2).



Figura 2 - Pesca industrial do atum no Rio Grande do Norte (Fonte: BRASIL 2022).

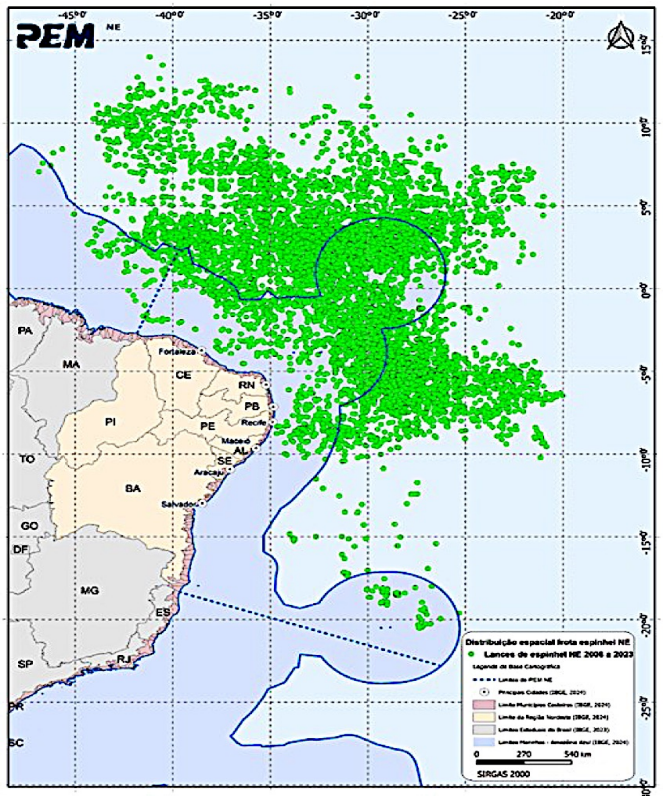


Figura 3 - Lances de espinhel (pontos verdes) realizados pela frota que operou em Natal (RN) e Recife (PE) no período de 2007 a 2023, referente às atividades desenvolvidas no âmbito do Projeto "Economia do Mar – Pesca de Atuns e Afins" (Fonte: BRASIL, 2025a).

No âmbito do Projeto "Economia do Mar – Pesca de Atuns e Afins", financiado pelo Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional (MIDR), foram registrados 10.079 lances de espinhel pelágico, provenientes das operações de pesca de 40 embarcações da frota de espinhel pelágico de Natal (RN), entre 2007 e 2023, abrangendo a área entre as latitudes de 18°S a 14°N e 18°W a 47°W (Figura 3). As informações foram obtidas nos mapas de bordo elaborados pelas empresas, considerando as operações de cada lance de espinhel realizados pela embarcação ao longo de cada viagem de pesca. As viagens duram entre 15 e 30 dias de mar, quando são realizados entre 10 e 12 lances de espinhel (BRASIL, 2025a).

O Rio Grande do Norte lidera as exportações nacionais de atuns e espécies afins, impulsionado pela modernização da frota e pela ampliação das unidades de beneficiamento, especialmente no polo pesqueiro de Natal (Figura 3). A infraestrutura portuária distribuída entre Ceará, Rio Grande do Norte e Pernambuco sustenta operações de captura, processamento e comercialização, consolidando o Nordeste como o principal eixo da pesca oceânica brasileira. A região responde por mais de 60% do volume e 64% do valor total das exportações nacionais de atuns, evidenciando sua relevância econômica e competitividade internacional.

A análise *SWOT* da pesca industrial revela suas principais potencialidades e fragilidades (Quadro III). Entre as potencialidades destaca-se a liderança nacional nas exportações de atuns e o acesso a mercados internacionais com certificações ambientais. Em contrapartida, observa-se como fragilidades a elevada informalidade da frota, bem como a sobrepesca e o declínio dos estoques.

Por meio da análise *PESTEL* — uma ferramenta de planejamento estratégico voltada à avaliação do macroambiente externo da cadeia produtiva da pesca industrial — é possível identificar fatores que representam oportunidades ou ameaças em suas seis dimensões: Política, Econômica, Social, Tecnológica, Ecológica e Legal. Observa-se que a indústria pesqueira demonstra características relevantes em cada uma dessas vertentes (Quadro IV). No âmbito Político, destaca-se a presença de instituições responsáveis por sua governança e os instrumentos legais aplicáveis ao setor, configurando aspectos de destaque para a atividade.

Quadro III - Análise *SWOT* da pesca industrial Marinha no Nordeste.

Forças (S)	Fraquezas (W)
• Liderança nacional nas exportações de atuns (RN como principal polo)	• Alta informalidade da frota (apenas 20% regularizada)
• Frota especializada com embarcações de grande porte e tecnologia embarcada	• Escassez de dados atualizados para gestão
• Ambiente oceânico favorável com rotas migratórias de espécies pelágicas	• Fiscalização limitada e governança fragmentada
• Infraestrutura portuária consolidada em polos estratégicos	• Forte dependência de poucas espécies (atuns e espadarte)
Oportunidades (O)	**Ameaças (T)**
• Expansão sustentável com inovação tecnológica (sonares, rastreamento, refrigeração)	• Sobrepesca e declínio dos estoques (66% acima da captura sustentável)
• Acesso a mercados internacionais com certificações ambientais	• Mudanças climáticas afetando migrações e abundância
• Fortalecimento de políticas integradas como o PEM-NE	• Competição com frotas estrangeiras e pesca INN
• Desenvolvimento de novos polos e clusters regionais	• Captura incidental de espécies ameaçadas

Quadro IV - Análise *PESTEL* da pesca industrial Marinha no Nordeste.

Político	Econômico	Social
• Governança distribuída entre IBAMA, ICMBio, Marinha, MAPA	• Forte peso nas exportações e geração de renda	• Geração de empregos formais e informais em municípios costeiros
• Portarias específicas para espécies como tubarão-azul	• Cadeia produtiva complexa e custosa	• Importância para segurança alimentar e economia azul
• Dependência de acordos internacionais (ICCAT)	• Vulnerabilidade a preços internacionais	• Necessidade de capacitação e formalização
Tecnológico	**Ambiental**	**Legal**
• Uso crescente de PREPS, VMS, boias satelitais, softwares oceanográficos	• Pressão sobre estoques e captura incidental	• Regras específicas para artes de pesca, cotas e TACs
• Potencial de automação e IA embarcada	• Mudanças climáticas alterando padrões migratórios	• Exigências de rastreabilidade e desembarque regulamentado
• Inovação em beneficiamento e refrigeração	• Necessidade de manejo adaptativo e áreas protegidas	• Proibições específicas (ex.: redes > 2,5 km)

A pesca industrial marinha do Nordeste brasileiro demanda um conjunto de investimentos estratégicos capazes de elevar sua competitividade, garantir sustentabilidade e fortalecer sua relevância econômica (Quadro V). Prioridades incluem a modernização da frota, com embarcações mais eficientes, seguras e equipadas com tecnologias de navegação, rastreamento e refrigeração; a adoção de inovações tecnológicas que ampliem a seletividade da captura e reduzam impactos ambientais; e a expansão da infraestrutura de beneficiamento, permitindo maior valor agregado ao pescado e melhor inserção nos mercados internacionais.

Quadro V - Investimentos estratégicos para a pesca industrial no Nordeste brasileiro.

Áreas para investimentos	Detalhamento
Modernização da Frota Pesqueira	· **Renovação tecnológica**: Incentivo à aquisição de embarcações com sistemas modernos de navegação, refrigeração e rastreamento via satélite (PREPS e VMS). · **Eficiência energética**: Construção de barcos com menor consumo de combustível e menor emissão de gases de efeito estufa. · **Segurança e ergonomia**: Adequação das embarcações às normas trabalhistas e sanitárias.
Inovação em Tecnologias de Captura	· **Pesca seletiva**: Uso de sonares, anzóis circulares e boias satelitais para reduzir captura incidental. · **Automação embarcada**: Sistemas de monitoramento em tempo real e softwares oceanográficos para aumentar a eficiência. · **Exploração de novos recursos**: Desenvolvimento de espinhéis para operar em maiores profundidades.
Infraestrutura e Beneficiamento	· **Centros de processamento**: Expansão de unidades industriais com tecnologias de ultracongelamento e certificações internacionais (MSC, *Dolphin-Safe*). · **Logística portuária**: Melhoria dos portos em Natal, Recife e Areia Branca para escoamento e exportação.
Incentivos Fiscais e Crédito	· **Isenção de ICMS**: Manutenção e ampliação de benefícios fiscais sobre pescado e combustível. · **Linhas de crédito específicas**: Financiamento subsidiado para aquisição de equipamentos e embarcações.
Gestão Sustentável e Governança	· **Monitoramento de estoques**: Fortalecimento da coleta de dados e aplicação de cotas baseadas em indicadores biológicos. · **Cooperação internacional**: Participação ativa na ICCAT e implementação do Acordo sobre Medidas do Estado do Porto (FAO). · **Planejamento Espacial Marinho (PEM)**: Ordenamento do uso do espaço oceânico e prevenção de conflitos com frotas estrangeiras.
Capacitação e Inclusão Social	· **Formação profissional**: Programas de qualificação para pescadores, mestres de embarcação e técnicos. · **Justiça territorial**: Reconhecimento de territórios pesqueiros tradicionais e inclusão das comunidades costeiras na governança.

Esses investimentos visam transformar a pesca industrial em um motor de desenvolvimento sustentável, competitivo e socialmente justo para o Nordeste. A pesca industrial no PEM-NE é um setor de maturidade intermediária, com elevada importância econômica e forte inserção internacional, mas dependente de governança estável, manejo baseado em evidências científicas e ordenamento espacial.

A pesca artesanal no nordeste brasileiro

A pesca artesanal marinha do Nordeste brasileiro constitui um dos pilares socioeconômicos e culturais da região, embora historicamente permaneça invisibilizada nos dados oficiais e marginalizada nos processos de tomada de decisão. O setor reúne milhares de famílias que dependem diretamente de ambientes costeiros e marinhos íntegros, operando com múltiplos apetrechos, embarcações de pequeno porte e técnicas tradicionais baseadas no conhecimento ecológico local.

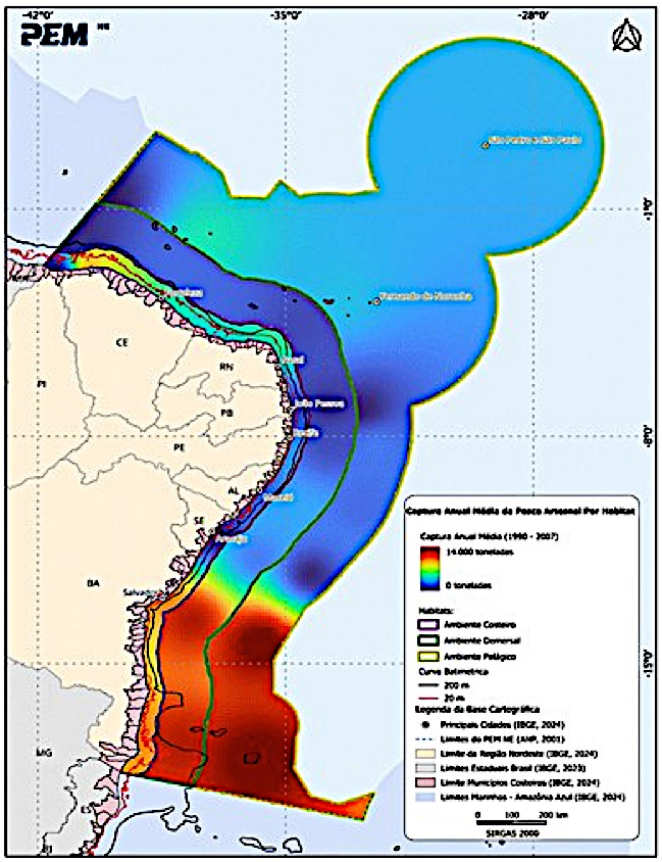


Figura 4 - Mapa com a captura anual média da pesca artesanal entre 1990-2007 por *habitat* marinho (Fonte: BRASIL, 2025b).

A produção pesqueira artesanal do Nordeste do Brasil possui enorme diversidade de *habitats* e espécies exploradas. O registro da estatística pesqueira conduzida pelo IBAMA dos anos 1990 a 2007, aponta uma produção total de 1.404.170 toneladas de pescado entre o estado do Piauí até a Bahia, dentre um total de 159 etnoespécies (Figura 4).

A análise *SWOT* oferece uma visão estruturada das condições internas e externas que moldam a pesca artesanal no Nordeste. Ela permite identificar os pontos fortes que sustentam o setor — como o conhecimento ecológico local e a diversidade de ambientes — ao mesmo tempo em que evidencia fragilidades históricas, como a informalidade e a baixa autonomia da frota (Quadro VI).

Quadro VI - Análise *SWOT* da pesca artesanal no Nordeste.

Forças (S)	Fraquezas (W)
Diversidade de espécies e habitats	Invisibilidade estatística
Conhecimento ecológico local	Baixa escolaridade
Importância social e alimentar	Frota de baixa autonomia
Flexibilidade produtiva (multiapetrecho)	Dependência de ambientes frágeis
Oportunidades (O)	**Ameaças (T)**
Turismo, gastronomia, artesanato	Mudanças climáticas
Tecnologias de monitoramento	Poluição química e orgânica
Mercado de produtos sustentáveis	Especulação imobiliária
Fortalecimento de cooperativas	Pesca ilegal

A análise *PESTEL*, por sua vez, amplia o olhar para os fatores macroambientais que influenciam a pesca artesanal, considerando dimensões políticas, econômicas, sociais, tecnológicas, ambientais e legais. Essa abordagem evidencia como pressões externas — desde mudanças climáticas até conflitos institucionais — moldam o cenário em que os pescadores atuam (Quadro VII).

Como toda atividade produtiva, a pesca artesanal também está envolta com diferentes impactos socioambientais. A atividade, que desempenha papel fundamental na subsistência e na cultura das comunidades costeiras, apresenta uma gama variada de efeitos sobre o meio ambiente e sobre o cotidiano social, refletindo tanto os desafios inerentes à produção quanto às vulnerabilidades e potencialidades do setor.

Quadro VII - Análise *PESTEL* da pesca artesanal no Nordeste.

Político	Econômico	Social
· Legislação fragmentada	· Invisibilidade econômica	· Vulnerabilidade social
· Conflitos com outros setores	· Dependência de intermediários	· Importância cultural
· Baixa participação política	· Mercado sustentável em expansão	· Desigualdade de gênero
Tecnológico	**Ambiental**	**Legal**
· Baixa adoção tecnológica	· Degradação de habitats	· Normas pouco aplicadas
· Oportunidade de monitoramento	· Impactos climáticos	· Seguro-defeso em regressão
· Necessidade de inovação	· Dependência da qualidade ambiental	· Judicialização crescente

Quadro VIII - Possíveis Investimentos para a pesca artesanal do Nordeste.

Eixo Estratégico	Descrição do Investimento
Monitoramento e Dados Pesqueiros	Implantação de sistemas participativos de coleta de dados; aplicativos de registro de capturas; formação de agentes comunitários.
Infraestrutura de Desembarque e Conservação	Construção de pontos de desembarque estruturados; câmaras frias comunitárias; pequenas unidades de beneficiamento.
Inovação Tecnológica Apropriada	Equipamentos de navegação de baixo custo; eco-sondas acessíveis; apetrechos seletivos; EPIs.
Valorização Sociocultural e Identidade Territorial	Certificação de origem; turismo de base comunitária; fortalecimento de associações e cooperativas.
Gestão Territorial e Conflitos de Uso	Mapeamento participativo de áreas de pesca; reconhecimento de territórios tradicionais; mediação de conflitos com outros setores.
Conservação Ambiental e Adaptação Climática	Recuperação de manguezais e recifes; manejo comunitário de espécies; projetos de adaptação climática.
Capacitação e Formação Profissional	Cursos de gestão pesqueira, beneficiamento, comercialização, segurança e alfabetização oceânica.
Cadeias Produtivas e Comercialização	Plataformas digitais de venda direta; melhoria da logística; certificação sanitária; acesso a PAA e PNAE.
Inclusão de Mulheres e Jovens	Programas de empreendedorismo feminino; formação técnica para jovens; apoio a marisqueiras.
Pesquisa Aplicada e Conhecimento Local	Projetos de pesquisa participativa; integração entre universidades e comunidades; documentação do conhecimento ecológico tradicional.

Diante do contexto exposto, os principais eixos de investimento para a pesca artesanal no Nordeste envolvem a melhoria da base de dados e do monitoramento, valorização sociocultural das comunidades, adoção de inovações tecnológicas acessíveis, reconhecimento e gestão dos territórios tradicionais e ações de conservação ambiental e adaptação climática (Quadro VIII). Essas ações, alinhadas ao PEM-NE, buscam promover o desenvolvimento sustentável, a inclusão social e a segurança alimentar, tornando o setor mais eficiente, justo e resiliente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As discussões apresentadas sobre a aquicultura, pesca industrial e pesca artesanal no âmbito do PEM-NE evidenciam que o setor pesqueiro do Nordeste é um dos motores essenciais para o desenvolvimento regional e nacional, tanto pela geração de riqueza quanto pela promoção da inclusão social e sustentabilidade ambiental. Cada segmento desempenha papel estratégico e complementar: a aquicultura representa uma alternativa inovadora para diversificar a produção, agregar valor e impulsionar cadeias produtivas locais; a pesca industrial oferece potencial de expansão econômica, inserção internacional e geração de empregos qualificados, desde que modernizada e pautada por práticas sustentáveis; já a pesca artesanal preserva tradições, assegura a segurança alimentar e sustenta milhares de famílias, sendo indispensável para a coesão social e cultural das comunidades costeiras.

A análise integrada dos três tipos de pesca revela a necessidade urgente de investimentos estruturantes e políticas públicas consistentes. O fortalecimento da aquicultura demanda aportes em infraestrutura, inovação e capacitação, enquanto a pesca industrial requer modernização da frota, tecnologias embarcadas e gestão eficiente dos recursos. Para a pesca artesanal, é fundamental ampliar o acesso a crédito, infraestrutura de desembarque, formação profissional e reconhecimento dos territórios tradicionais. Somente com políticas integradas e recursos direcionados será possível elevar a competitividade do setor, garantir sua sustentabilidade e promover justiça social.

Gestores públicos, investidores e representantes do setor têm diante de si uma oportunidade histórica: transformar a pesca do Nordeste em um exemplo de economia azul sustentável, inovadora e inclusiva. O compromisso com investimentos, pesquisa aplicada e governança participativa é o caminho para valorizar o potencial regional, criar empregos, proteger ecossistemas e posicionar o Brasil como referência global em produção pesqueira responsável. A integração dos segmentos, aliada à visão estratégica e ao aporte financeiro, é o que permitirá que o setor pesqueiro realize sua vocação de impulsionar o desenvolvimento econômico, social e ambiental do país.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FUNPEC - Fundação Norte-Rio-Grandense de Pesquisa e Cultura, às equipes técnicas responsáveis pelos 12 cadernos setoriais (incluindo o de Potenciais Investimentos) que fundamentam o PEM-NE. Agradecem também às universidades que fazem parte do Consórcio responsável pela elaboração do PEM-NE, em especial ao Escritório de Projetos (EPEC) da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Reconhece-se, ainda, o apoio das comunidades pesqueiras, gestores públicos e especialistas que contribuíram com informações, dados e validações ao longo do processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Pescas industrial e artesanal de atum garantem posição de destaque nas exportações do Rio Grande do Norte. In: http://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/pesca-industrial-e-artesanal-de-atum-garante-posicao-de-destaque-nas-exportacoes-do-rio-grande-do-norte (acesso: jan. 2025).

BRASIL. 2025a. Caderno de Pesca Industrial – Planejamento Espacial Marinho da Região Nordeste (PEM-NE). Marinha do Brasil, Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, Brasília, Brasil. https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br.secirm/files/2026-02/I_Pesca_industrial_PEM_NE_24fev26.pdf

BRASIL. 2025b. Caderno de Pesca Artesanal – Planejamento Espacial Marinho da Região Nordeste (PEM-NE). Marinha do Brasil, Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, Brasília, Brasil. https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br.secirm/files/2025-11/J_Pesca_Artesanal_PEM_NE.pdf

BRASIL. 2025c. Caderno de Potenciais Investimentos – Planejamento Espacial Marinho da Região Nordeste

(PEM-NE). Marinha do Brasil, Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, Brasília, Brasil. http://www.marinha.mil.br/secirm/psrm/pem/cadernos-setoriais-pem-nordeste.

EHLER, C. & DOUVERE, F. 2009. Marine Spatial Planning: A Step-by-Step Approach toward Ecosystem-Based Management. Paris: UNESCO – Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC). Em: https://www.mspglobal2030.org/wp-content/uploads/2019/03/Marine-spatial-planning-a-step-by-step-approach.pdf. Acesso em: 5 jul. 2026.

ESTEBAN, M. & LEARY, D. 2012. Current developments and future prospects of offshore wind and ocean energy. *Applied Energy*, 90(1):128–136. (doi:10.1016/j.apenergy.2011.06.011).

FAO. 2024. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Blue Transformation in Action. Rome, Itália. (doi:10.4060/cd0683en)

FOLEY, M.M.; HALPERN, B.S.; MICHELI, S.; ARMSBY, M.H.; CALDWELL, M.R.; CRAIN, C.M.; PRAHLER, E.; ROHR, N.; SIVAS, D.; BECK, M.W.; CARR, M.H.; CROWDER, L.B.; DUFFY, J.E.; HACKER, S.D.; MCLEOD, K.L.; PALUMBI, S.R.; PETERSON, C.H.; REGAN, H.M.; RUCKELSHAUS, M.H. SANDIFER, P.A. & STENECK, R.S. 2010. Guiding ecological principles for marine spatial planning. *Marine Policy*, 34(5): 955–966. (doi:10.1016/j.marpol.2010.02.001).

GERHARDINGER, L.C.; QUESADA-SILVA, M.; GONÇALVES, L.R. & TURRA, A. 2019. Unveiling the genesis of a marine spatial planning arena in Brazil. *Ocean & Coastal Management*, 179:104825. (doi:10.1016/j.ocecoaman.2019.104825)

MAGRIS, R.A.; PRESSEY, R.L.; MILLS, M.; VILA-NOVA, D.A.; FLOETER, S.R.; LOURIVAL, R.; GARCIA, J.; LOURIE, S.A.; FARIA, V.V.; FERREIRA, C.E.L.; FERREIRA, B.P.; FRANCINI-FILHO, R.B.; MOURA, R.L.; SUMIDA, P.Y.G.; LEWINSOHN, T.M. & LUBCHENCO, J. 2021. A blueprint for securing Brazil's marine biodiversity and supporting the achievement of global conservation goals. *Diversity and Distributions*, 27(2):198–215. (doi:10.1111/ddi.13183)

MICROSOFT. 2026. Copilot: assistente de inteligência artificial. Disponível em: https://copilot.microsoft.com. Acesso em: 31 mar. 2026.

OKOLI, C. & PAWLOWSKI, S.D. 2004. The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. *Information & Management*, 42(1): 15–29.

PAULI, G. 2010. *The Blue Economy: 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs*. Taos, NM, USA, Paradigm Publications.

VIRÍSSIMO, F.M. & ROBINSON, E. 2023. *What role do the oceans play in regulating the climate and supporting life on Earth?* Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. Disponível em: https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/explainers/what-role-do-the-oceans-play-in-regulating-the-climate-and-supporting-life-on-earth/ Acesso em: 25 mai 2026.

WORLD BANK. 2017. *The Potential of the Blue Economy: Increasing Long-term Benefits of the Sustainable Use of Marine Resources for Small Island Developing States and Coastal Least Developed Countries*. Washington, DC, USA. Disponível em: http://hdl.handle.net/10986/26843

ZUNINO, S.; CIANELLI, D.; MANGIATERRA, P.; BIANCHI, C.N.; DANOVARO, R.; DELL'ANNO, A.; PUSCEDDU, A.; CORINALDESI, C.; GORI, A.; PUSCEDDU, E.; CANALS, M.; COMPANY, J.B.; SARDÀ, F.; ROSSI, S.; FANELLI, E.; PIAZZI, L.; BADALAMENTI, F.; FRASCHETTI, S.; CERRANO, C.; BAVESTRELLO, G.; BO, M.; BONGIORNI, L.; COPPARI, M.; GRECO, S.; LA MESA, G.; MASTROTOTARO, F.; PERGENT, G.; PERGENT-MARTINI, C.; SALA, E.; SANFILIPPO, R.; SANTINELLI, C.; TAMBURELLO, L.; VACCHI, M. & DANOVARO, R. 2026. Carbon sequestration service in the Atlantic Ocean: an assessment from coastal to ocean ecosystems. *Earth-Science Reviews,* 252: 104977. (doi:10.1016/j.earscirev.2026.104977).

Capítulo X

O MAR QUE NOS RESTA: NOSTALGIA, BEM-ESTAR E DESAFIOS CLIMÁTICOS NO LITORAL GAÚCHO NO SÉCULO XXI



O MAR QUE NOS RESTA: NOSTALGIA, BEM-ESTAR E DESAFIOS CLIMÁTICOS NO LITORAL GAÚCHO NO SÉCULO XXI

Joana Carolina Schossler [1]

[1] Dra. em História pela UNICAMP- Campinas/SP; mergulhandonolitoral@gmail.com

RESUMO

O litoral do Rio Grande do Sul ocupa um lugar singular na história social e cultural da região. Desde o século XIX, suas praias foram associadas à saúde, ao lazer e à sociabilidade, consolidando-se no século XX como território de descanso e veraneio. Este artigo apresenta aspectos iniciais de uma pesquisa que visa compreender como as narrativas nostálgicas de saúde e bem-estar confrontam-se com a realidade dos desafios climáticos no século XXI. Ao analisar discursos publicitários, políticas públicas, fontes jornalísticas, iconográficas, bem como práticas sociais associadas ao litoral, pretende-se refletir a partir da metodologia ancorada no aporte teórico da História das Sensibilidades e da História Ambiental sobre as ambivalências da cultura do veraneio e a persistência de imaginários de bem-estar no Antropoceno.

Palavras-chave: Litoral Gaúcho, Urbanização Costeira, Cultura Balneária, Antropoceno.

The sea that remains: nostalgia, well-being, and climate challenges on the Rio Grande do Sul Coast in the 21st century

ABSTRACT

The coastline of Rio Grande do Sul occupies a unique place in the social and cultural history of southern Brazil. Since the nineteenth century, its beaches have been associated with health, leisure, and sociability, becoming established throughout the twentieth century as spaces of rest and seasonal recreation. This article presents the initial findings of an ongoing research project that seeks to understand how nostalgic narratives of health and well-being confront the realities of climate-related challenges in the twenty-first century. By examining advertising discourses, public policies, journalistic and iconographic sources, as well as social practices associated with the coast, the study reflects, through a methodology grounded in the theoretical contributions of the History of Sensibilities and Environmental History, on the ambivalences of beach holiday culture and the persistence of imaginaries of well-being in the Anthropocene.

Keywords: Rio Grande do Sul Coast, Coastal Urbanization, Seaside Culture, Anthropocene.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os estudos sobre o litoral têm se dedicado a investigar os fatores históricos por trás das transformações dos imaginários sociais e dos usos da beira-mar entre os séculos XIX e XX. Esse campo de pesquisa interdisciplinar foi profundamente inspirado pelo célebre livro de CORBIN (1989), que explorou a "invenção" da praia como um espaço de desejo coletivo.

Ancorada na história cultural e social, esta base teórica permite analisar costumes, representações, moda, férias, lazer e os processos de urbanização costeira. Tais investigações são fundamentais para compreender como as práticas sociais se articulavam com profundas transformações econômicas e culturais.

Se esses estudos iluminaram as interpretações nos séculos anteriores, no início do século XXI, os aspectos ambientais tornam-se proeminentes na arena dos debates políticos e acadêmicos. Esse enfoque emergiu simultaneamente com o avanço do turismo de massa e a intensificação da urbanização costeira. Como resultado, a paisagem e a natureza marítima foram transformadas em um produto do capitalismo, profundamente impactadas e alteradas pelas ações humanas.

Nesse contexto, a popularização das praias balneárias sofreu transformações na passagem do século XX para o XXI, impulsionada pela expansão de políticas públicas voltadas ao turismo costeiro e pela especulação imobiliária. Tais iniciativas promoveram a urbanização acelerada das zonas litorâneas e ampliaram as ofertas de lazer,

alterando profundamente os usos, as percepções e a valorização da beira-mar (SCHOSSLER, 2016).

Assim, desde o século XIX, o litoral seguiu historicamente uma dinâmica que despertou o interesse da população pelo mar. Inicialmente motivada pela busca de práticas terapêuticas e fruição, essa atração culminou na valorização da costa marítima, mobilizando interesses políticos, econômicos, sociais e intelectuais que implicaram na transformação e antropização do espaço costeiro (FREITAS, 2011).

Não obstante a persistência de fundamentos hipocrático-galênicos [1], a transformação médica ocorrida no século XIX conferiu aos banhos de mar um novo estatuto terapêutico, investigando-os e aplicando-os sob uma perspectiva científica. Conforme assinala PALMA (2025), a medicina portuguesa oitocentista passou a considerar o ambiente marítimo não apenas como um cenário de cura, mas como um agente ativo no tratamento de diversas enfermidades. Tal discurso, alimentado pelo ideário higienista, estimulou a procura pelo ar puro e pela natureza litorânea, fomentando o desejo de habitar à beira-mar e impulsionando a urbanização das praias balneárias, que se converteram em cidades turísticas ou de residência secundária na passagem do século XIX para o XX.

Somado a isso, na metade do século XX, a conquista das férias remuneradas, o acesso ao mar por meio de novas rodovias e a valorização da casa de veraneio representavam um projeto moderno e democrático de bem-estar (SCHOSSLER, 2016). Contudo, na aurora do século XXI, o estar à beira-mar foi atravessado por discursos paradoxais que oscilam entre a nostalgia de um passado idealizado e a inquietação das crises climáticas.

A fim de compreender essas transformações, esta pesquisa, ainda em fase inicial, propõe analisar as continuidades e rupturas nos usos, representações e discursos que historicamente estruturaram a relação com as praias gaúchas. Busca-se investigar como o litoral segue sendo ressignificado e valorizado como espaço de regeneração, bem-estar e sociabilidade diante das transformações ambientais contemporâneas. Ao examinar as formas de habitar e experienciar a beira-mar, bem como os discursos que sustentam a cultura do veraneio, a pesquisa pretende contribuir para uma compreensão crítica das ambivalências presentes nos imaginários associados ao litoral e das disputas simbólicas em torno da natureza marítima no século XXI.

Ao perscrutar os ressignificados dos discursos dos séculos XIX e XX e a revalorização das praias diante da degradação ambiental no século XXI, observa-se que esses espaços já não correspondem ao imaginário idílico de descanso e lazer, pois enfrentam problemas de erosão costeira, lixo marinho, privatizações e reconfigurações do uso do solo, ao mesmo tempo em que são integrados ao mundo do trabalho remoto e das residências secundárias. Essa complexidade revela os modos contraditórios de habitar e significar o litoral na contemporaneidade. Nesse sentido, este estudo coloca em primeiro plano as emoções contemporâneas, como nostalgia, prazer, regeneração, medo e trauma, reconhecendo que tais sentimentos moldam percepções individuais e coletivas, ao mesmo tempo em que incidem sobre decisões políticas, dinâmicas econômicas e escolhas sociais.

A natureza marítima, antes idealizada como espaço de contemplação, apresenta-se hoje impregnada pelas marcas do Antropoceno, revelando-se um território simultaneamente conectado às dinâmicas globais e exposto às suas contradições. De acordo com HARAWAY (2023, p. 180) “a atrocidade de um nome como Antropoceno tem a ver com a destruição de lugares e tempos de refúgio para seres humanos e outros bichos”.

A autora nos alerta que o Antropoceno representa o limite da nossa época, e que, devemos ter ciência, pois as praias, tal qual como as conhecemos, estão fadadas a desaparecer. Isto posto, como sugere o título de sua obra, é preciso “ficar com o problema” e fomentar discussões críticas sobre a crise climática, ação que produz conhecimento capaz de iluminar o passado e o futuro coletivo da humanidade. Como bem lembra o historiador indiano CHAKRABARTY (2022, p. 104), esse processo nos leva a reconhecer que precisamos uns dos outros, exigindo colaboração radical e uma consciência histórica compartilhada, fator que corrobora a necessidade deste estudo.

Outro elemento a ser considerado diante deste cenário catastrófico foram as enchentes de maio de 2024 no Rio Grande do Sul, que devastaram cerca

[1] A teoria hipocrático-galênica compreendia a saúde como resultado do equilíbrio entre o corpo e o meio ambiente, especialmente o clima, o ar, as águas e os modos de vida.

de 96% dos municípios e evidenciaram de forma dramática a vulnerabilidade humana diante das questões climáticas[2].

Nesse contexto, o litoral gaúcho, tradicionalmente associado ao lazer e ao turismo de veraneio, emergiu como um espaço de refúgio temporário para famílias afetadas pelas enchentes, resultando numa alternativa residencial às zonas urbanas de risco. Esse movimento ocasionou uma revalorização do litoral e intensificou a especulação imobiliária, favorecendo a desigualdade social.

Em vista disso, podemos pensar que a busca pela beira-mar em meio à catástrofe ambiental reforça a ambivalência do litoral, que simultaneamente se configura como lugar de bem-estar e regeneração simbólica, mas também como um território de risco e de reconfiguração social diante da crise climática. Ao incorporar este episódio recente à história contemporânea do litoral gaúcho é possível compreender como as memórias dessas tragédias atravessadas pelo medo e pela esperança, passam a ressignificar os sentidos atribuídos às praias, conectando sua trajetória histórica aos desafios do Antropoceno. Nesse sentido, torna-se crucial investigar de que maneira as narrativas nostálgicas moldam e, ao mesmo tempo, obscurecem o desejo pela beira-mar no século XXI.

Tal hipótese se aproxima da perspectiva de URBAIN (2007, p. 364), ao mostrar como os veranistas vivem o litoral como um lugar sem memória, sem história e sem tradição. Isso quer dizer que o litoral é para seus banhistas e turistas interpretado como um lugar que sempre esteve lá e que foi concebido da forma como sempre é encontrado. A partir dessa premissa, o autor problematiza a percepção das transformações em curso, interrogando se as mudanças na beira-mar são efetivamente percebidas pelos banhistas.

Para responder a essa problemática, URBAIN (2007, p. 274-283) desenvolve uma reflexão instigante ao evidenciar que, após a conquista simbólica do "paraíso" litorâneo, os banhistas passaram a enfrentar a necessidade constante de negociação com a alteridade social que caracteriza esses espaços. Nesse sentido, é possível inferir que as dinâmicas sociais e as demandas individuais assumem papel central nas formas de perceber e experienciar o litoral.

Tais dimensões se tornam ainda mais significativas diante dos indícios que o autor denomina como "naufrágio balneário", um fenômeno marcado pela intensificação da poluição marítima, agravada pelo avanço da industrialização costeira, pelo crescimento do tráfego marítimo global e pela concentração sazonal de fluxos urbanos durante o verão. Esses processos configuram um cenário de degradação ambiental e simbólica sem precedentes, desafiando as noções tradicionais de bem-estar e regeneração associadas ao espaço praiano.

É neste contexto que, ao refletir sobre uma ecologia decolonial, FERDINAND (2022, p. 259) nos reconecta com a poética de BACHELARD (2018), relembrando que o mar enquanto matéria viva é fonte da vida, pois "incita o reconhecimento de nossas existências no seio de teias de relações orgânicas, materiais, políticas e imaginárias com os que vieram antes de nós e com os que virão depois de nós". Dessa forma, o autor retoma ao problema apresentado por Urbain e expande a questão ao demonstrar que a justiça climática exige enfrentar a realidade. Contudo, cabe perguntar se os banhistas e turistas contemporâneos estão conscientes desta realidade?

Nesse contexto, a reflexão de ELIAS & DUNNING (1994, p.49) acerca da polarização entre trabalho e lazer oferece uma chave analítica relevante para essa reflexão, pois nas condições atuais, a fronteira entre essas esferas se torna cada vez mais difusa, já que ambos os conceitos são atravessados por uma herança de juízos de valor. Para os autores, o trabalho ocupa um lugar elevado, entendido como um dever moral e fim em si mesmo, enquanto o lazer é relegado a um espaço de inferioridade, associado ao ócio e à complacência.

Aplicada aos usos contemporâneos do litoral, essa perspectiva permite compreender tais espaços como arenas sociais em que prazer e relaxamento coexistem com a disciplina cotidiana do trabalho. Assim, a tensão entre excitação e contenção não se apresenta apenas como oposição abstrata, mas

[2] Dos 497 municípios do Rio Grande do Sul, 478 foram afetados pelas enchentes, representando aproximadamente 96% do território estadual. Estima-se que cerca de 2,4 milhões de habitantes tenham sido impactados pelo desastre. Dados disponíveis em https://sosenchentes.rs.gov.br/situacao-nos-municipios; https://portal.inmet.gov.br/noticias/inundacao-historica-no-rio-grande-do-sul-completa-um-ano, consulta em 5/6/2026.

como dinâmica concreta que organiza a experiência do tempo livre, do trabalho remoto e das interações sociais à beira-mar.

Essas dinâmicas não se restringem, contudo, às formas de vivenciar o lazer e o trabalho. Elas também influenciam os modos pelos quais indivíduos e coletividades interpretam as profundas transformações que afetam os territórios costeiros. Como observa MARAS (2020), a imbricação entre lazer, consumo e bem-estar frequentemente obscurece a gravidade da emergência climática, cuja complexidade impõe decisões difíceis e, em muitos casos, favorece respostas de negação ou minimização dos riscos. Presentes tanto na economia afetiva do lazer quanto nas formas de enfrentamento ou recusa das crises ambientais, tais mecanismos podem ser compreendidos como estratégias de reconstrução simbólica diante de mudanças que desafiam referências consolidadas sobre o litoral e seus modos de habitar.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa parte da compreensão do litoral do Rio Grande do Sul como um espaço de produção de afetos, memórias e disputas simbólicas, articulando contribuições da História das Sensibilidades, da História Ambiental e dos estudos da memória. Nesse sentido, dialoga com as reflexões de Alain Corbin sobre a construção histórica das sensibilidades e a invenção social do litoral, bem como com os estudos de BOYM (2001), ASSMANN (2011) e HUYSSEN (2003) acerca das relações entre memória, nostalgia e elaboração do passado. Também incorpora as contribuições de CHAKRABARTY (2022), LATOUR (2018) e BESSE (2011), que possibilitam problematizar os impactos das transformações ambientais e da crise climática sobre os modos de perceber, habitar e recordar os espaços costeiros.

Metodologicamente, a investigação adota uma abordagem qualitativa, fundamentada na análise histórica de narrativas e representações. Parte-se do pressuposto de que as fontes não apenas registram acontecimentos, mas também produzem sentidos sobre os espaços, os modos de vida e as experiências coletivas. Dessa forma, busca-se identificar recorrências temáticas, disputas de significado, permanências e transformações nas formas de representar o litoral gaúcho, com especial atenção às articulações entre memória, bem-estar, pertencimento e percepção das mudanças ambientais.

Para tanto, foram mobilizados diferentes conjuntos documentais, incluindo matérias de imprensa, publicidade, vídeos e relatos pessoais. No âmbito das fontes jornalísticas, foram selecionadas reportagens publicadas nos jornais *Correio do Povo* e *Zero Hora*, veículos de ampla circulação no estado e que acompanham historicamente as dinâmicas sociais, culturais e urbanas do litoral gaúcho. A análise dessas fontes permitiu identificar discursos relacionados ao veraneio, às práticas de lazer, à saúde, ao bem-estar, às transformações urbanas e às questões ambientais.

O levantamento documental foi realizado por meio dos acervos digitais dos respectivos periódicos, utilizando palavras-chave como “veraneio”, “litoral gaúcho”, “Covid-19”, “enchente”, “nostalgia”, “mudanças climáticas”, “erosão” e “Antropoceno”, entre outras expressões recorrentes encontradas durante a pesquisa. As buscas foram orientadas tanto por categorias previamente definidas quanto por temas emergentes identificados ao longo da leitura exploratória das fontes.

A análise concentrou-se na identificação de narrativas que associam o litoral a experiências de saúde, lazer, sociabilidade e bem-estar, bem como na observação de discursos que evidenciam preocupações relacionadas à degradação ambiental, à erosão costeira, aos eventos climáticos extremos e às transformações urbanas. Buscou-se compreender como essas diferentes narrativas coexistem, se sobrepõem ou entram em tensão, revelando mudanças nas formas de imaginar, experienciar e recordar a costa gaúcha.

Complementarmente, a pesquisa apoia-se em um conjunto bibliográfico voltado à compreensão das relações entre memória, nostalgia e crise climática, destacando obras como *The Future of Nostalgia*, de Svetlana Boym; *Espaços da Recordação*, de Aleida Assmann; *Present Pasts*, de Andreas Huyssen; *O Clima da História no Planeta*, de Dipesh Chakrabarty; *Onde Aterrar?*, de Bruno Latour; e *Ver a Terra*, de Jean-Marc Besse. Essas referências subsidiam a interpretação das fontes,

permitindo analisar como experiências afetivas e narrativas nostálgicas sobre o litoral são elaboradas diante das crescentes transformações ambientais e da percepção contemporânea da crise climática.

Nostalgia e refúgio diante do mar que nos resta

Se, ao longo do século XX, o litoral gaúcho consolidou-se como lugar de descanso, saúde e sociabilidade, nas primeiras décadas do século XXI, ele passa a ser atravessado por uma inflexão afetiva mais complexa, pois a experiência da beira-mar torna-se atravessada pela densidade urbana, por rodovias lotadas de carros para chegar às praias e eventos climáticos.

Essa nova experiência de estar à beira-mar já não sustenta a continuidade de um projeto moderno de habitar o litoral, para qual, a utopia de uma vida melhor junto às praias balizou as transformações urbanas na constituição das cidades balneárias (SCHOSSLER, 2016).

Por efeito da modernização e do desejo coletivo pela beira-mar, uma outra paisagem se constitui a partir da experiência balneária. Essa nova paisagem, segundo BESSE (2011, p. 14), não está mais representada pela transformação do espaço a partir da interação do homem com o meio, pois ela se tornou um território afetivo, que está na ordem da experiência vivida.

Neste contexto, a nostalgia emerge como lembrança de verões passados, ou como dispositivo emocional capaz de organizar percepções, escolhas residenciais e investimentos econômicos. Mais do que um sentimento individual, trata-se de uma emoção socialmente construída, frequentemente mobilizada em momentos de transformação acelerada. Como observa BOYM (2001, p. 8), a nostalgia tende a emergir quando a experiência histórica é atravessada por rupturas e incertezas, funcionando como tentativa de restaurar simbolicamente uma continuidade percebida como perdida.

No caso das paisagens costeiras, essa emoção se manifesta na evocação recorrente de um litoral "como era antes": com dunas preservadas, mar limpo, verões longos e sociabilidades menos massificadas. Essa imagem aparece tanto em narrativas familiares quanto em discursos midiáticos e campanhas imobiliárias que evocam uma vida simples à beira-mar, marcada por vizinhanças mais próximas, brincadeiras nas ruas ou na areia.

Trata-se frequentemente de um passado associado a um ritmo de vida mais lento, idealizado como um tempo harmônico, no qual natureza e sociedade parecem coexistir sem tensão ou problemas. Contudo, essa memória seletiva tende a obscurecer os próprios processos históricos de urbanização, especulação imobiliária e degradação ambiental que acompanham a consolidação das praias como destinos de massa.

Neste sentido, o conceito de nostalgia deve ser compreendido como uma ferramenta de orientação temporal sobre a mudança moderna, pois ela opera em uma tensão entre o desejo de retorno a um passado idealizado e o reconhecimento de vestígios antigos como base para a renovação futura. Segundo PICKERING & KEIGHTLEY (2006), as memórias funcionam como uma busca por uma "segurança ontológica", para qual o passado atua como um recurso simbólico transacional para articular novas formas de habitar o litoral e criticar as descontinuidades do presente.

> A modernidade modificou a própria concepção de perda, juntamente com as compensações que ela oferece, como o nacionalismo ou as tradições inventadas; porém, perda, carência e anseio não possuem qualquer singularidade ou absolutismo conceitual. Segue-se que isso também pode ser dito da nostalgia, uma vez que ela combina sentimentos de perda, carência e anseio.
> Em vez de descartar a nostalgia como conceito, talvez devêssemos reconfigurá-la em termos de uma distinção entre o desejo de retornar a um estado anterior idealizado e o desejo não de retornar, mas de reconhecer aspectos do passado como base para renovação e satisfação no futuro. A nostalgia pode então ser compreendida não apenas como uma busca por segurança ontológica no passado, mas também como um meio de orientar-se diante do caminho à frente, em meio às incertezas do presente. Isso abre uma dimensão positiva na nostalgia, associada ao engajamento com o futuro, à aspiração e à crítica, bem como à identificação de formas de vida que faltam na modernidade. A nostalgia pode ser ao mesmo tempo melancólica e utópica (PICKERING & KEIGHTLEY, 2006, p. 921).

Ao mesmo tempo que esse repertório afetivo não se limita a uma fuga imaginária nostálgica, ele atua como força mobilizadora concreta; como a pandemia de COVID-19 e, posteriormente, as enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul, que intensificaram o desejo de proximidade com espaços considerados "naturais" e com menor densidade urbana. Nesse contexto, o litoral gaúcho passou a ser percebido

como alternativa residencial mais segura, um espaço de recomeço ou, ao menos, de afastamento da insalubridade urbana.

Assim, a casa de veraneio, outrora símbolo de lazer sazonal, converteu-se em moradia permanente ou híbrida, articulada ao trabalho remoto e à instalação permanente, mantendo-se no imaginário como símbolo de *status* social. Tal hipótese se confirma na reportagem publicada em março de 2025 pelo jornal Zero Hora (ZH), na qual se destaca o crescimento expressivo do mercado imobiliário.

De acordo com a matéria, cerca de 60% das pessoas que se mudaram para o litoral norte gaúcho durante a pandemia permaneceram na região. O indicador também aponta que a maioria das pessoas buscou nesta mudança um ambiente menos povoado e com mais espaço ao ar livre, visando "escapar das garras invisíveis da nova doença".

Ao observar este dado, é pertinente remontar ao processo de urbanização dos balneários na década de 1940, para qual o preceito de um lugar melhor para se viver balizou a utopia de investimentos públicos e privados, que levaram veranistas a concretizar o sonho da casa de praia (SCHOSSLER, 2016). Contudo, no século XXI, esse movimento revela uma reconfiguração no imaginário social, pois a praia já não representa somente o tempo excepcional das férias, mas se converte em horizonte de estabilidade, para o qual o efêmero se tornou permanente.

> (...) "a pandemia acelerou a mudança cultural de que o litoral é somente no verão. Impactou investimentos em infraestrutura e a chegada de novas empresas, fomentando a economia. Muitos negócios vieram para a região e, consequentemente, muitos profissionais se mudaram com suas famílias como médicos, advogados, engenheiros, arquitetos e prestadores de serviços. Hoje, temos hospitais, escolas, grandes redes supermercadistas". (ZH, 10/3/2025).

Outro aspecto que evidencia essa expansão econômica e urbana são os condomínios fechados no litoral norte do Rio Grande do Sul. Esses empreendimentos, iniciados na década de 1990, após a emancipação de algumas praias, ganharam força na primeira década do século XXI com a expansão imobiliária. Esse processo mudou completamente a paisagem urbana do litoral, bem como as relações socioespaciais, pois como comenta um dos principais empresários do ramo de construção de condomínios de luxo no litoral norte do Rio Grande do Sul, "o PIB gaúcho está aqui na praia"; "todos os poderosos estão aqui, as pessoas mais bem sucedidas estão aqui (...) todo mundo aqui é dono de alguma coisa, de alguma empresa em algum lugar, são as pessoas que fazem acontecer essas ideias maravilhosas".

Ao longo das primeiras décadas do século XX, o fato do movimento das elites econômicas se reunir no litoral já constituía uma prática recorrente entre grupos ligados às atividades comerciais e agropecuárias, resultando na criação de empreendimentos econômicos e na formação de vínculos e redes de sociabilidade (SCHOSSLER, 2013, p. 182).

Essas relações econômicas, sociais, religiosas e políticas constituíram parte do substrato que sustentou os empreendimentos balneários do período, denotando que essas redes e estruturas sociais não apenas viabilizaram a ocupação litorânea naquele contexto, mas também se projetam no tempo, mantendo-se no século XXI como marcas de poder e distinção social.

Em análise atual sobre o microcosmos dos ricos, ALCOFORADO (2025, p. 50) destaca que esse *modus operandi* – a ostentação de mansões, carros blindados, elevadores privativos e escolas de elite – favorece e possibilita o reconhecimento por pessoas da mesma classe e não pelos outros. Essa dinâmica, já observada por URBAIN (2007, p. 384) no contexto das praias, denota que "o aristocrata esclarecido, seguido pelo burguês, interessa-se pelo mar: o litoral é um espetáculo; a vida local, um mundo exótico; e o interior imediato, o lugar de implantação de divertimentos propícios à distinção".

Se, por um lado, essas dinâmicas de distinção se mantêm, por outro, o movimento revela transformações significativas sobre os modos e os costumes à beira-mar, pois o litoral deixa de ser apenas um espaço de interrupção do cotidiano urbano para tornar-se cenário de reorganização da vida social.

Esse imaginário se explicita nas propagandas de condomínios fechados veiculadas em jornais e nos *outdoors* ao longo da rodovia Freeway, principal via de acesso ao litoral norte gaúcho. Nessas propagandas, o mar aparece associado à ideia de tranquilidade, saúde, segurança e qualidade de vida, frequentemente acompanhadas por áreas verdes, ruas vazias e lagos artificiais.

Mais do que vender imóveis, esses empreendimentos produzem uma narrativa emocional sobre o litoral, reforçando a ideia de que viver à beira-mar representa uma forma de vida mais lenta e harmoniosa. A natureza, cuidadosamente

domesticada no interior desses empreendimentos, é apresentada como promessa de equilíbrio entre conforto doméstico e proximidade com o ambiente natural que teve sua paisagem alterada e domesticada.



Figura 1 - Publicidade do Condomínio Amaná, na praia de Atlântida. https://www.sainthome.com.br/condominio/64, acesso em 15/6/2026.

Podemos inferir essa hipótese na publicidade do condomínio *Amaná* (Fig. 1), localizado na praia de Atlântida. Parafraseando a música de Jorge Ben Jor e fazendo alusão a um lugar "bonito por natureza"[3], o projeto demonstra a transformação da paisagem por meio da inserção de lago artificial entre casas padronizadas e espaços de lazer privados. "Aqui, a vida flui para todos", diz a propaganda, reafirmando e congregando uma mesma classe social a vivenciar experiências comuns a todos. Um estado de igualdade, que como sabemos, não faz parte da realidade brasileira.

Já o condomínio *Verano* (Fig. 2), localizado na praia de Xangri-lá, uma das praias com maior concentração de condomínios fechados de luxo no litoral gaúcho, tem como frase de efeito "verão na praia o ano todo", desprendendo-se da existência do inverno rigoroso e ventoso no sul do Brasil.

Ao demonstrar a infraestrutura para viver "o clima das férias todos os dias", o vídeo publicitário com música calma, provoca a sensação de tranquilidade e bem-estar que o direito às férias é capaz de proporcionar.[4] Outro aspecto marcante nas publicidades do condomínio *Verano*, que pode parecer comum a esses projetos imobiliários, mas que não deve ser naturalizado, são as faixas de areia inseridas no espaço fechado, buscando trazer a praia "para dentro do seu cotidiano", sem que os moradores precisem ir à orla marítima.

Ao analisar estes dois exemplos, podemos perceber a apropriação dos discursos de bem-estar, saúde, tranquilidade, natureza e descanso. No entanto, um aspecto que merece destaque é o afastamento físico e simbólico que esses empreendimentos promovem em relação à praia, para qual cria-se uma ambiguidade: estar "perto" do mar, mas por meio de uma natureza domesticada e controlada, que substitui a experiência direta com a orla por lagos artificiais, faixas de areia privativas e infraestruturas de lazer permanente.

Como observa GIACOMELLI (2022, p. 114), trata-se da "apropriação dos ambientes naturais, conforme o poder econômico prevalece, segregando o espaço desigualmente até mesmo em espaços públicos". As dunas, antes elementos naturais

[3] Jorge Ben Jor é um cantor e compositor brasileiro, nascido no Rio de Janeiro em 1939. A canção País Tropical, composta em 1969, é um dos maiores clássicos da música brasileira e celebra a identidade brasileira de forma otimista, destacando símbolos como o amor pelo time Flamengo, um Fusca, o violão e o carnaval de fevereiro. https://www.youtube.com/watch?v=qkdbFsSIGSI, consultado em 09/6/2026.

[4] Disponível em https://youtu.be/ju16Qlh5WT0, acesso em 14/6/2026.

dinâmicos, são agora barreiras que protegem os moradores de ver a força das águas, o mar poluído ou a erosão costeira, transformando a paisagem em um cenário higienizado e apartado da realidade ambiental.

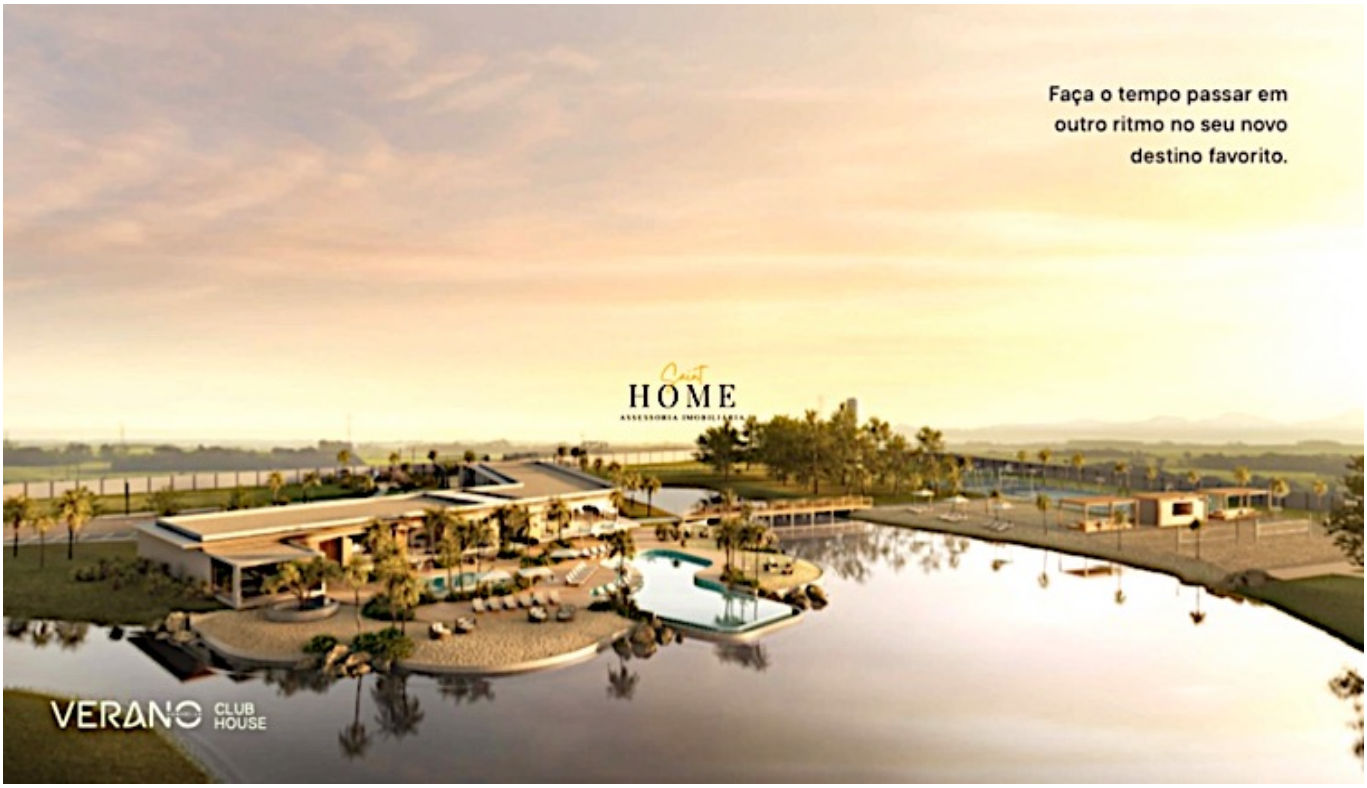


Figura 2 - Publicidade do Condomínio Verano, na praia de Xangri-lá. Acesso em 15/6/2026. https://sainthome.com.br/imovel/1059/venda/lote-terreno-em-xangri-la-rio_grande_do_sul-centro-condominio_verano-250-m2-area-privativa-250-m2-ar.

É interessante comparar que se na primeira metade do século XX, as cidades balneárias adquirem formas e transformam a paisagem marítima em uma paisagem urbana composta por uma paisagem social capaz de atrair pessoas com o desejo de construir casas de veraneio e habitar o litoral durante o verão, a partir da segunda metade do século XX, esses espaços passaram a ser transformados em um modelo de sociedade fragmentada, cujos projetos arquitetônicos e urbanísticos regem um novo regime afetivo da relação com a paisagem marítima no século XXI, para qual os lagos artificiais, faixas de areia privadas e infraestruturas de lazer permanente, mediam as relações físicas, sociais e apartam as pessoas das questões ambientais.

A valorização imobiliária pós-pandemia, associada ao discurso de qualidade de vida, reforça desigualdades de acesso. O refúgio não é universal, ele depende de recursos financeiros, mobilidade e inserção no mercado de trabalho digital. Assim, o litoral como espaço de regeneração revela-se simultaneamente como espaço de exclusão, onde a busca individual por segurança pode intensificar processos de gentrificação e pressionar populações locais.

Desde 2020, o crescente aumento do mercado imobiliário repercutiu em reportagens veiculadas no Jornal Zero Hora. Em 2023, uma matéria relata histórias de pessoas que se mudaram para o litoral em busca de tranquilidade. O texto começa enfatizando que o trabalho remoto possibilitou essa ideia de viver na praia e confirma a expansão do mercado imobiliário, apontando para dados de crescimento a partir do censo do IBGE de 2022, que demonstra uma média aproximada de 47% da população nos últimos 12 anos.

A matéria enfatiza, sobretudo, os aspectos da vida tranquila junto ao mar, mas também aborda a ambivalência de atravessar o inverno na praia. Nesse contexto, os moradores são confrontados com o sentimento de solidão da paisagem de águas frias e ventanias, período marcado pelo isolamento da vida e dos afetos urbanos. Em mais de um momento, a reportagem ressalta os desafios impostos pela solidão dessa nova escolha de vida, mas também pelo frio, estação rigorosa que se impõe como contraponto ao verão.

O relato de Michelle Bertussi ao jornal Zero Hora (06/01/2023) ilustra essa ambiguidade: "eu sempre veraneei aqui e gostei muito, mas o meu

receio era o inverno, que foi justamente o que superou as minhas expectativas, porque foi quando eu consegui me conectar com a calmaria".

A fala da nova moradora demonstra como a memória afetiva dos dias de veraneio parece funcionar como suporte simbólico para ultrapassar a dicotomia entre férias e cotidiano, permitindo que a "calmaria" do inverno seja ressignificada como continuidade, e não como ruptura.

De acordo com ASSMANN (2011, p. 271), "a memória afetiva baseia-se em uma experiência psicofísica que escapa não apenas à verificação externa, como também à própria revisão". Neste sentido, o relato de Bertussi silencia aspectos sobre as emoções despertadas pela experiência concreta do inverno no litoral, como seus ventos, tempestades e a solidão imposta pela paisagem.

Se a moradora encontra na calmaria uma surpresa positiva, pouco se sabe sobre os aspectos mais ásperos sentidos na estação fria. A ausência da expressão desse sentimento talvez revele os desconfortos sobre o imaginário construído sobre o viver à beira-mar.

Ao historicizar a sensibilidade ao vento, CORBIN (2013, p. 75) exprime que os ventos e as "tempestades fazem parte da identidade e dos costumes dos habitantes do litoral (...) pois, o espaço entre as terras e as águas, o homem é um intruso que mantém com os elementos uma relação quase mística".

Ainda sobre este aspecto, é possível refletir sobre a consideração de Bertussi a partir da perspectiva analítica da história das emoções, para a qual podemos considerar a experiência com a memória afetiva, chamada por ROSEWEIN (*apud* BJERG, 2019) de "comunidades emocionais", que são o mesmo que "comunidades sociais, família, bairros, sindicatos, instituições acadêmicas, monastérios, fábricas".

Para estudá-las, a autora propõe uma redução de escala que permite acessar os sistemas de sentimentos que regem a vida dos indivíduos nas comunidades, as emoções de valor subestimam ou ignoram a natureza dos laços afetivos e as formas de expressão emocional que seus integrantes "esperam, incentivam, toleram ou deploram". Assim, não por acaso, Bertussi constata, com ar de alívio, a mudança de vida, pois se "em Santa Cruz do Sul, o ritmo da cultura alemã é levantar cedo e já começar a trabalhar, na praia, o pessoal é bem mais desacelerado e tranquilo".

Ainda neste sentido, a matéria do jornal Zero Hora (10/3/2025) destaca a experiência do casal Káli de Souza e Gustavo Fonseca, que se mudaram para a praia a "fim de buscar um refúgio mais seguro contra a proliferação da covid-19". Amparada por sua "comunidade emocional", Káli destaca que a "praia era como se fosse a cidade, todos os nossos amigos estavam por aqui". Contudo, após dois anos, o cenário mudou, pois "aos poucos, um sentimento de solidão foi invadindo os cômodos da ampla casa de alvenaria".

> "O inverno de 2022 foi frio, chuvoso, era difícil até sair para pedalar ou passear com o cachorro. Como a maior parte dos nossos amigos já tinha retornado, começamos a pensar em voltar também" (ZH, 10/03/2025).

A experiência sensível da praia com o vento, o horizonte e o som das ondas contrasta com a instabilidade climática global. O mar parece eterno, ainda que os relatórios científicos indiquem sua transformação acelerada. Ao mesmo tempo em que representa uma certa promessa de regeneração, o litoral também se configura como território vulnerável à elevação do nível do mar, à erosão costeira e às ressacas cada vez mais intensas.

Paradoxalmente, em um contexto de intensificação das crises ambientais, o espaço costeiro é simultaneamente percebido como vulnerável e como abrigo. Tal necessidade foi marcante durante as enchentes de maio de 2024, evento climático que afetou cerca de 90%[5] do território do Rio Grande do Sul, sendo necessário declaração de calamidade pública pelo governo.

Na ocasião, uma das saídas encontradas para gerir a crise foi a recomendação do prefeito de Porto Alegre, Sebastião Melo, para que os moradores da capital e da região metropolitana que possuem casa no litoral, deixassem a capital em direção às praias para esvaziar a cidade e auxiliar na circulação de veículos de resgate.[6]

A decisão causou polêmica na população, pois muitas pessoas não possuíam casas na praia, gerando

[5] De 497 municípios gaúchos, 478 foram afetados pelas enchentes de maio de 2024. Informação disponível em https://sosenchentes.rs.gov.br/situacao-nos-municipios, consultada em 15/6/2026.

[6] No dia 5 de maio de 2024, o prefeito Sebastião Melo pediu aos moradores da capital que possuem casas no litoral que deixassem Porto Alegre por alguns dias em razão do desabastecimento de água potável em razão do transbordamento de 5,3 metros do rio Guaíba. Informação disponível em https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2024/05/com-70-da-cidade-sem-agua-prefeito-sugere-que-moradores-com-casa-no-litoral-deixem-porto-alegre.shtml, consultado em 9/6/2026.

um debate de classe social e acesso. Outro fator de crítica social sobre a decisão de Melo foi a falta de transporte público para que a população menos abastada pudesse fazer a escolha de se refugiar no litoral. Além disso, a população que permaneceu em Porto Alegre relata o egoísmo daqueles que rumaram para as praias, pois as pessoas reproduziram o hábito de levar insumos da capital para o veraneio, comprando o máximo de produtos básicos, como água e alimentos, deixando prateleiras vazias e pessoas que permaneceram na capital desabastecidas.

A fuga para o litoral foi reportagem do Jornal Folha de São Paulo em 7 de maio de 2024, e relata a história de algumas pessoas que "fugiram da enchente" para se abrigar no litoral. Uma delas foi a professora Ercilda Dimer, que alugou um apartamento por temporada, pegou um transporte por aplicativo e após 6 horas de uma viagem que normalmente leva 3 horas, chegou à praia de Torres, apenas com a roupa que saiu de casa.

Vitória Colatto da Silva, outra vítima que também seguiu as orientações do prefeito de Porto Alegre, disse em tom aflito à reportagem que "a vontade é de voltar o quanto antes, porque também queremos ajudar quem ficou, agora e quando a água baixar. A sensação é de que viemos porque era o que precisava ser feito." (FOLHA DE SÃO PAULO, 7/5/2024).

Nesse sentido, o litoral contemporâneo torna-se um espaço profundamente ambivalente. Ao mesmo tempo em que é percebido como refúgio diante das incertezas sanitárias, urbanas e climáticas do presente, ele também se configura como território exposto às transformações ambientais que marcam o Antropoceno.

A busca por segurança junto ao mar convive com a consciência crescente da vulnerabilidade costeira, marcada pela erosão das praias, pela intensificação das ressacas e pela instabilidade climática. Assim, o imaginário balneário que durante o século XX prometia saúde, liberdade e regeneração passa a ser atravessado por novas inquietações.

O ideal da praia como um lugar saudável, regenerativo e tranquilo faz parte do imaginário e do desejo contemporâneo pela beira-mar. Contudo, essa nostalgia baseada na história da relação de lazer com a praia, não pode obscurecer e negar as alterações nas diretrizes ambientais, que são flexibilizadas para a urbanização e expansão do mercado imobiliário.

Recentemente, o jornalista João Lara Mesquita esclareceu a flexibilização das "diretrizes ambientais para os 18 municípios da região, publicada pela Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura em 19 de dezembro de 2024. O documento oficial diz buscar compatibilizar o desenvolvimento econômico com a proteção dos recursos naturais, mas ignora a ocupação em dunas, a conservação de áreas de proteção e a proibição de uso de determinados agrotóxicos em detrimento de um desenvolvimento urbano (MAR SEM FIM, 12/3/2026).

No contexto do Antropoceno, a praia deixa de ser apenas cenário de descanso e passa a revelar, de maneira particularmente sensível, as tensões entre desejo de refúgio, transformação ambiental e incerteza sobre os futuros possíveis para nossas praias. Conforme revela SANT'ANNA (2025, p. 5) "a nostalgia não deixa de ser, também, uma resposta emocional aos impactos nefastos do Antropoceno sobre o planeta". Entre memórias de veraneio, projetos imobiliários e deslocamentos motivados por crises, o litoral gaúcho emerge como um laboratório privilegiado para observar as emoções, as expectativas e as desigualdades sociais mobilizadas pela nostalgia do passado diante do mar que nos resta.

CONCLUSÕES

A nostalgia, como demonstrado ao longo deste estudo, revela-se uma força ambivalente e profundamente ativa na configuração contemporânea do litoral gaúcho. Se, outrora, o desejo pelo mar esteve ancorado nas recomendações médicas do higienismo e na utopia moderna de um refúgio idílico junto à natureza, no século XXI essa memória afetiva assume contornos paradoxais. Longe de ser apenas uma lembrança saudosista, a nostalgia pelo "litoral de antes" é mobilizada como um recurso simbólico e econômico que, não raro, obscurece a percepção crítica das profundas transformações e impactos no ambiente.

A ideia dos empresários de que "hoje não precisa mais usar a praia", é exemplar dessa ambiguidade. Ao venderem um estilo de vida que

promete o *status* e a tranquilidade da beira-mar por meio de condomínios fechados com lagos artificiais e áreas de lazer privativas, esses agentes constroem uma natureza domesticada e higienizada. Criam-se, assim, "cidades na praia" que se bastam a si mesmas, espaços voltados para o lazer e o trabalho remoto, mas que promovem um afastamento físico e simbólico da orla marítima.

A ambiguidade do Antropoceno, portanto, manifesta-se plenamente nessa relação com o litoral. Estamos, ao mesmo tempo, perto e longe do mar. Perto em termos residenciais e afetivos, mas longe de uma relação de reciprocidade e cuidado com o ambiente que nos acolhe. Precisamos do mar como refúgio, mas continuamos a poluí-lo, a transformá-lo e a colonizá-lo com nossas construções e nosso modo de vida insustentável. A nostalgia, nesse cenário, pode funcionar como uma poderosa ferramenta de negação que nos impede de encarar a realidade da crise. Pois como disse KRENAK (2019, p. 60), "o fim do mundo talvez seja uma breve interrupção de um estado de prazer extasiante que a gente não quer perder".

NOTA sobre o uso de Inteligência Artificial

Este artigo fez uso Inteligência Artificial, ChatGPT para tradução de Abstract, traduções de passagens em outras línguas e revisão ortográfica processual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCOFORADO, M. 2025. *Coisa de rico: a vida dos endinheirados brasileiros*. Todavia, São Paulo, SP, Brasil.

ASSMANN, A. 2011. *Espaços da recordação: formas e transformações da memória cultural*. Editora Unicamp, Campinas, SP, Brasil.

BACHELARD, G. 2018. *A poética do espaço*. Martins Fontes, São Paulo, SP, Brasil.

BESSE, J.-M. 2011. L'espace du paysage. Considérations théoriques. In: LUNA, T. & VALVERDE, I. (Eds.). *Théorie et paysage: réflexions provenant de regards interdisciplinaires* : 9-24. Observatori del Paisatge/ Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, Espanha.

BJERG, M. 2019. Una genealogía de la historia de las emociones. *Quinto Sol*, 23(1):1-20. DOI: 10.19137/qs.v23i1.2372.

BOYM, S. 2001. *The Future of Nostalgia*. Basic Books, New York, EUA.

BONNEUIL, C. & FRESSOZ, J.-B. 2017. *O Evento Antropoceno: uma história da humanidade e da Terra no século XXI*. Editora Autêntica, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

CHAKRABARTY, D. 2019. *O Clima da História no Planeta*. Contraponto, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

CORBIN, A. 1989. *O território do vazio: a praia e o imaginário ocidental*. Companhia das Letras, São Paulo, SP, Brasil.

CORBIN, A. 2013. *La pluie, le soleil et le vent: Une histoire de la sensibilité au temps qu'il fait*. Flammarion, Paris, França.

CORREIO DO POVO. 2025. Programas habitacionais impulsionaram a migração para o Litoral Norte após as enchentes. Disponível em: https://www.correiodopovo.com.br/verao/programas-habitacionais-impulsionaram-migracao-para-o-litoral-norte-apos-as-enchentes-1.1693850 (acesso: março 2026).

DUNNING, E. & ELIAS, N. 1986. *Sport et civilisation la violence maîtresse*. Fayard, Paris, França.

FERDINAND, M. 2022. *Uma ecologia decolonial: pensar a partir do mundo caribenho*. Bazar do Tempo, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

FOLHA DE S.PAULO. 2024. Litoral do RS vive temporada forçada com chegada de desabrigados das chuvas. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2024/05/litoral-do-rs-vive-temporada-forcada-com-chegada-de-desabrigados-das-chuvas.shtml (acesso: março 2026).

FREITAS, J.G. 2011. *O litoral português na época contemporânea: representações, práticas e consequências. Os casos de Espinho e do Algarve (c. 1851 a c. 1990)*. Tese (Doutorado em História). Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

GIACOMELLI, D. 2022. *Xangri-lá: do paraíso entre o céu e o mar à capital dos condomínios horizontais fechados*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

HALBWACHS, M. 1950. *La Mémoire Collective*. Presses Universitaires de France, Paris, França.

HARAWAY, D.J. 2023. *Ficar com o problema: fazer parentes no Chthuluceno*. N-1 Edições, São Paulo, SP, Brasil.

HARTOG, F. 2003. *Regimes de historicidade: presente, passado e futuro*. Contraponto, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

HUYSSEN, A. 2003. *Present Pasts: Urban Palimpsests and the Politics of Memory*. Stanford University Press, Stanford, EUA.

KRENAK, A. 2019. *Ideias para adiar o fim do mundo*. Companhia das Letras, São Paulo, SP, Brasil.

LATOUR, B. 2018. *Onde aterrar? Como orientar a política no Antropoceno*. Editora UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

LUSSAULT, M. 2007. *O Homem Espacial*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

MAR SEM FIM. 2025. Litoral Norte gaúcho: governo Leite abranda diretrizes ambientais. Disponível em: https://marsemfim.com.br/diretrizes-ambientais-litoral-norte-gaucho-rs/ (acesso: março 2026).

MARAS, S. 2020. O Brasil e os brasis no Antropoceno: bifurcações à vista. *Revista do Instituto de Estudos Brasileiros*, *1*(77), 126-142. DOI: 10.11606/issn.2316-901X.v1i77p126-142.

NORA, P. 1984-1992. *Les Lieux de Mémoire*. Gallimard,

Paris, França.

PALMA, M. 2026. Medicine and Environment – the sea and its relation with medicine in Portugal, 19th century. In: BASTOS, M.R.; PEREIRA, O.N.A.; LIRA, S. & VIEGAS, J. (Eds.). *Socioenvironmental Contexts of Artisanal Fishing*. Cambridge Scholars Publishing, Reino Unido. ISBN 978-1-0364-6319-9: 98-113.

PICKERING, M. & KEIGHTLEY, E. 2006. The Modalities of Nostalgia. *Current Sociology*, 54(6):919-941. DOI: 10.1177/0011392106068458.

SANT'ANNA, D.B. 2025. Nostalgia e melancolia sob a lente da ciência. *Fórum Linguístico*, 22:1-8. DOI: 10.5007/1984-8412.2025.e108610.

SCHAMA, S. 1996. *Paisagem e Memória*. Companhia das Letras, São Paulo, SP, Brasil.

SCHOSSLER, J.C. 2013. *A história do veraneio no Rio Grande do Sul*. Paco Editorial, Jundiaí, SP, Brasil.

SCHOSSLER, J.C. 2016. *Utopias marítimas no Atlântico Sul: imaginário e tipologias no litoral do Uruguai e do Rio Grande do Sul (1860-1950)*. Tese (Doutorado em História). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil. https://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/321703.

UNIVERSIDADE DAS NAÇÕES UNIDAS / UNESCO. 2016. *Cátedra do Patrimônio Cultural dos Oceanos*. UNESCO, Paris, França.

URBAIN, J.-D. 2007. *Sur la Plage: moeurs et coutumes balnéaires (XIX–XX siècles)*. Petite Bibliothèque Payot, Paris, França.

ZERO HORA (ZH). 2025. Refúgio no auge da pandemia, litoral do RS ainda é lar para 60% dos que se mudaram na época. Disponível em: https://gauchazh.clicrbs.com.br/saude/noticia/2025/03/refugio-no-auge-da-pandemia-litoral-do-rs-ainda-e-lar-para-60-dos-que-se-mudaram-na-epoca-cm7utf19h00pd013893k7i7bw.html(acesso: março 2026).

Capítulo XI

JUSTIÇA AZUL E EXPANSÃO EÓLICA NO MUNICÍPIO DE RIO GRANDE, RS



JUSTIÇA AZUL E EXPANSÃO EÓLICA NO MUNICÍPIO DE RIO GRANDE, RS

Lucas Augusto de Lima[1], Kewin Pires de Oliveira[1], Miguel da Guia Albuquerque[2], Éder Leandro Bayer Maier [1], Paulo Victor de Araújo Brito Lisbôa[2]

[1] Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Instituto de Ciências Humanas e da Informação – ICHI, Rio Grande, RS, Brasil, CEP 96203-540, e-mail: mglucaslima90@gmail.com, kewinpires110@gmail.com, edermaier@gmail.com
[2]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS. Campus Rio Grande. Rua Eng. Alfredo Huch, 475. Rio Grande, RS, Brasil. migueldaguia@gmail.com, paulo.lisboa@riogrande.ifrs.edu.br

RESUMO

A expansão da energia eólica *offshore* no litoral do Rio Grande do Sul insere-se no contexto da transição energética e da chamada Economia Azul, mas tem produzido tensões com comunidades tradicionais da pesca artesanal, especialmente no município de Rio Grande. Nesse cenário, o presente estudo analisa os conflitos territoriais decorrentes da projeção desses empreendimentos sobre áreas de uso pesqueiro no estuário da Lagoa dos Patos e em sua faixa costeira adjacente. Metodologicamente, trata-se de uma reflexão qualitativa e exploratória, apoiada por triangulação de dados documentais, territoriais e espaciais. Foram articulados dados do Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS), cartografia social dos territórios pesqueiros, análise documental de processos de licenciamento ambiental no IBAMA e técnicas de sobreposição espacial (*Overlay Analysis*) em ambiente SIG. Os resultados, sistematizados em mapa de sobreposição e em tabelas analíticas, evidenciam a coincidência entre polígonos destinados à expansão eólica offshore e áreas historicamente utilizadas pela pesca artesanal, especialmente em zonas rasas e ecologicamente sensíveis, fundamentais para espécies como o camarão-rosa e a tainha. Além disso, observou-se que a concentração de projetos no litoral gaúcho reforça disputas pelo uso do espaço marítimo e amplia o risco de perda territorial funcional para as comunidades pesqueiras. Conclui-se que a transição energética no litoral sul do Brasil não pode ser analisada apenas sob a lógica da geração de energia, devendo incorporar os princípios da Justiça Azul, do reconhecimento dos territórios tradicionais e de um planejamento espacial marinho socialmente justo e ambientalmente responsável.

Palavras-chave: Justiça Azul; Pesca Artesanal; Energia Eólica *Offshore*; *Ocean Grabbing*.

Blue justice and expansion of wind energy in the municipality of Rio Grande, RS

ABSTRACT

The expansion of offshore wind energy along the coast of Rio Grande do Sul is part of the broader context of the energy transition and the so-called Blue Economy, but it has generated tensions with traditional artisanal fishing communities, especially in the municipality of Rio Grande. In this context, the present study analyzes territorial conflicts arising from the expansion of these enterprises into fishing-use areas in the Patos Lagoon estuary and its adjacent coastal zone. Methodologically, the paper is a qualitative and exploratory reflection supported by the triangulation of documentary, territorial and spatial data. The study articulates data from the National Satellite Fishing Vessel Tracking Program (PREPS), social cartography of fishing territories, documentary analysis of environmental licensing processes in IBAMA, and spatial overlay techniques in a GIS environment. The results, summarized in an overlay map and analytical tables, reveal a critical overlap between polygons designated for offshore wind expansion and areas historically used by artisanal fishing, especially shallow and ecologically sensitive zones that are essential to species such as pink shrimp and mullet. In addition, the concentration of projects along the coast of Rio Grande do Sul intensifies disputes over maritime space and increases the risk of functional territorial loss for fishing communities. It is concluded that the energy transition on the southern Brazilian coast cannot be analyzed solely from the perspective of energy generation, but must also incorporate the principles of Blue Justice, the recognition of traditional territories, and socially just, environmentally responsible marine spatial planning.

Keywords: Blue Justice; Artisanal Fishing; Offshore Wind Energy; Ocean Grabbing.

INTRODUÇÃO

O conceito de Economia Azul ganhou projeção internacional nas últimas décadas, passando a ser mobilizado como estratégia de desenvolvimento sustentável vinculada ao uso econômico dos oceanos e à conservação de seus ecossistemas (SANTOS *et al*., 2022; PRADO *et al.*,

2025). No caso brasileiro, essa agenda articula-se também à noção de "Amazônia Azul", expressão utilizada para designar as águas jurisdicionais brasileiras, cuja extensão alcança cerca de 5,7 milhões de km² e que são apresentadas como patrimônio estratégico em termos econômicos, ambientais e de soberania (MARINHA DO BRASIL, 2023). Entre os setores emergentes associados a essa economia, a energia eólica *offshore* ocupa posição de destaque em razão de seu elevado potencial de geração, uma vez que os ventos sobre o mar tendem a ser mais fortes, mais constantes e menos turbulentos do que em áreas continentais, favorecendo a produção de energia em larga escala (U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, 2023).

Neste artigo, Economia Azul é compreendida como a agenda ampla de uso econômico e estratégico dos oceanos; crescimento azul refere-se à orientação dessa agenda para a ampliação de setores econômicos marítimos, como energia, logística e aquicultura; e Justiça Azul é adotada como uma chave crítica voltada à identificação de desigualdades, perdas de acesso, exclusão decisória e impactos sobre modos de vida costeiros. Assim, Justiça Azul não é tratada como sinônimo de justiça participativa: esta última corresponde a uma de suas dimensões procedimentais, relacionada ao direito de participar, ser informado e influenciar decisões que afetam territórios marinhos (BENNETT *et al*., 2021; PRADO *et al*., 2025).

Entretanto, a expansão desses megaempreendimentos tem intensificado os debates em torno da chamada Justiça Azul. BENNETT *et al*. (2021) mostram que o crescimento da economia do mar pode produzir diferentes formas de injustiça, como perda de acesso a recursos, exclusão da governança, degradação ambiental e ameaça aos meios de vida de pescadores de pequena escala. No Brasil, essa discussão torna-se ainda mais sensível quando relacionada à pesca artesanal, pois, como destacam PRADO *et al*. (2025), as iniciativas brasileiras de Economia Azul não têm tido um olhar voltado para a pesca artesanal e para a preocupação de redistribuir as riquezas obtidas do mar de forma mais justa. Dessa forma, a transição energética corre o risco de reproduzir antigas lógicas de exclusão, nas quais os benefícios da energia limpa se concentram em setores industriais e mercados mais amplos, enquanto os impactos territoriais, sociais e ambientais recaem sobre comunidades costeiras tradicionais (BENNETT *et al*., 2021; PRADO *et al*., 2025).

No Rio Grande do Sul, esse embate assume contornos particularmente críticos em razão da presença de uma extensa atividade pesqueira artesanal, para a qual o mar não representa apenas um recurso econômico, mas um território de trabalho, cultura e reprodução da vida. A vulnerabilidade dessas comunidades frente à expansão industrial no ambiente marinho é agravada por sua histórica invisibilização nos processos de governança e licenciamento, em que setores dotados de maior poder econômico e capacidade de influência política tendem a ocupar posições privilegiadas. A lacuna que orienta esta investigação reside na necessidade de articular a discussão conceitual sobre Justiça Azul com evidências territoriais da sobreposição entre projetos eólicos *offshore* e usos pesqueiros tradicionais. A partir do exposto, o presente estudo busca caracterizar as perdas territoriais decorrentes da expansão eólica *offshore* na zona costeira de Rio Grande, estado do Rio Grande do Sul (RS), identificando as intersecções em que a infraestrutura energética incide sobre espaços tradicionais de pesca artesanal na região da Lagoa dos Patos e em áreas adjacentes.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo (Figura 1) insere-se em um contexto ambiental de elevada sensibilidade ecológica, sob influência direta do estuário da Lagoa dos Patos, e corresponde também a uma faixa de incidência de múltiplos projetos eólicos *offshore* em análise no litoral gaúcho (IBAMA, 2024). Do ponto de vista físico-natural, o município situa-se em uma planície costeira marcada pela presença de ecossistemas frágeis e dinâmicos, como dunas, marismas e outras feições sedimentares associadas ao sistema lagunar e ao pontal arenoso, cujas transformações foram historicamente intensificadas pela expansão urbana, portuária e industrial (PIRES *et al*., 2020; MARANGONI & COSTA, 2010; SEELIGER *et al*., 2004).

A metodologia foi organizada como reflexão analítico-interpretativa, de caráter qualitativo e exploratório, apoiada por triangulação entre dados documentais, territoriais e espaciais. O percurso

metodológico (Figura 2) integrou três eixos: (i) análise da materialidade das coordenadas espaciais dos projetos eólicos *offshore*; (ii) leitura territorial da pesca artesanal, com apoio em cartografia social, dados PREPS/SCFO e estudos da FURG; e (iii) análise documental dos processos de licenciamento ambiental e de referenciais técnicos sobre pesca, energia eólica *offshore* e Justiça Azul. O recorte cronológico combinou a cartografia histórica do município entre 1737 e 2024, dados pesqueiros e estudos territoriais produzidos entre 2008 e 2015, e a situação dos processos de licenciamento *offshore* disponível em bases públicas do IBAMA até 2024.

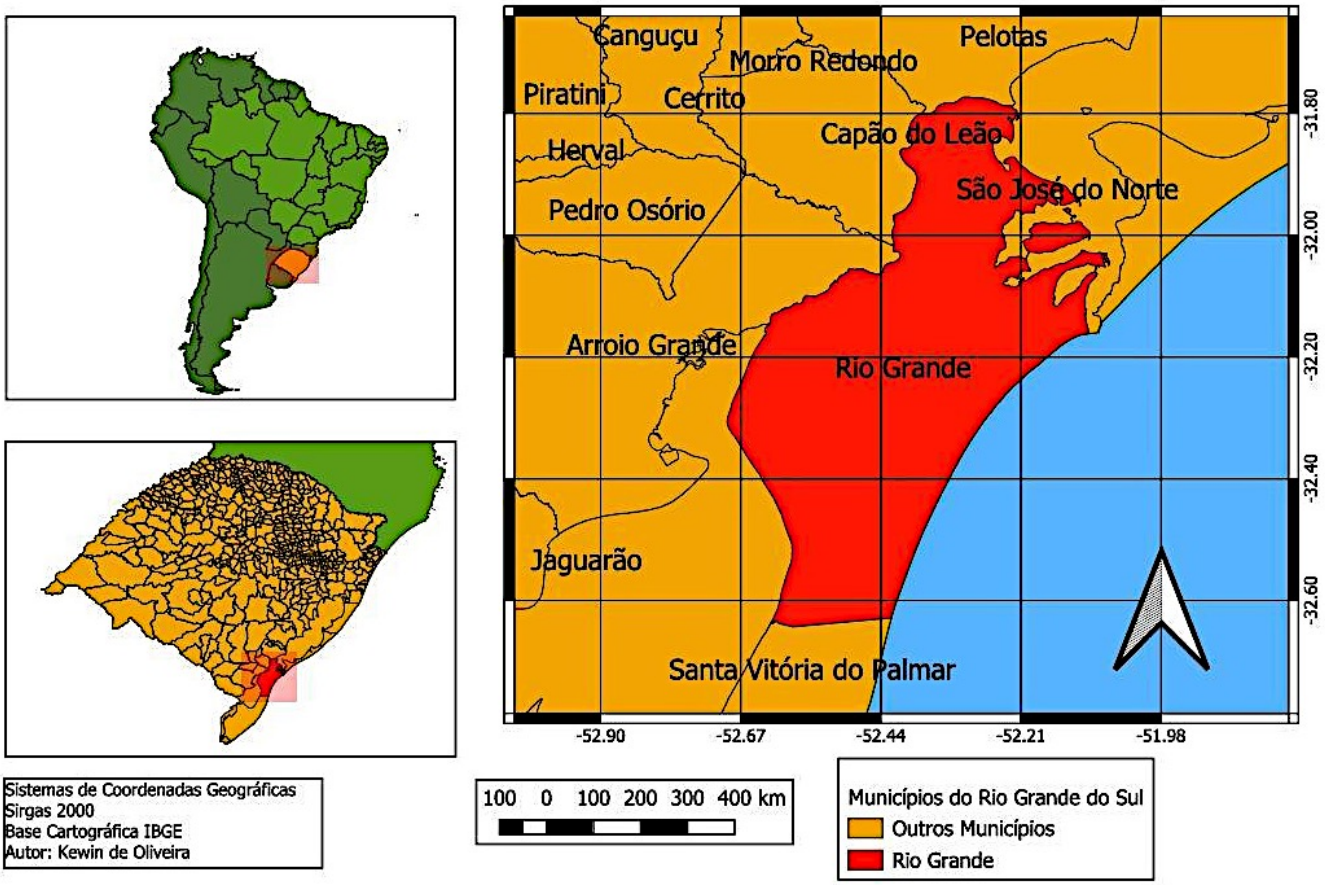


Figura 1 - Mapa da localização da área de estudo. Fonte: Kewin Pires de Oliveira.

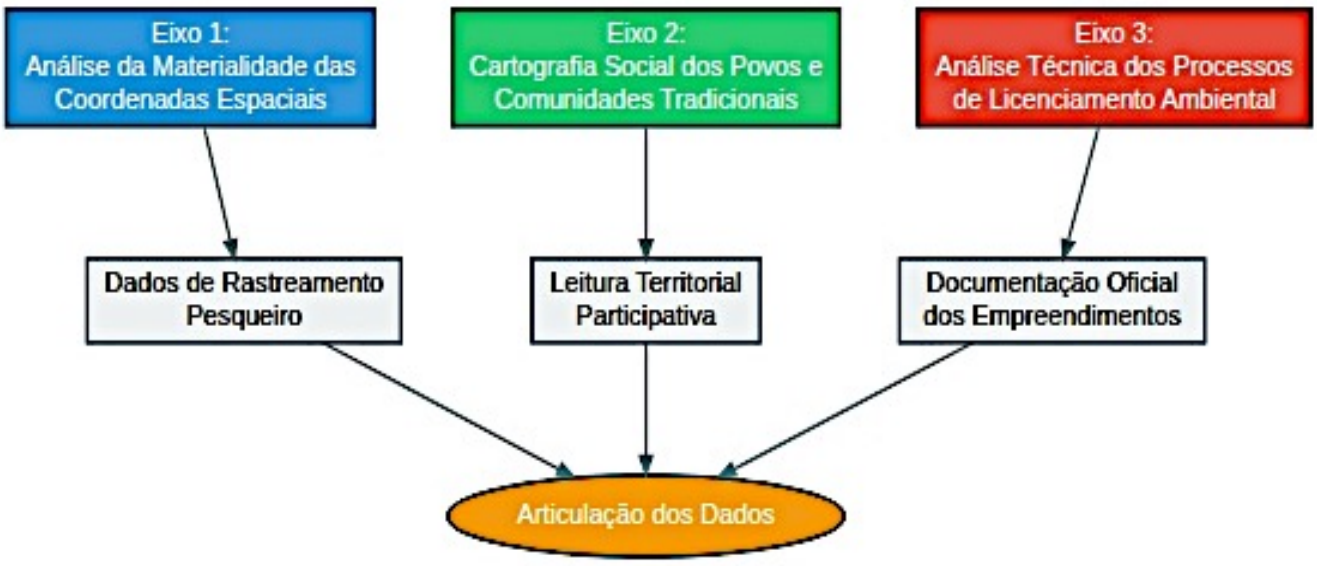


Figura 2 - Fluxograma metodológico da triangulação entre dados documentais, territoriais e espaciais.

Para a operacionalização espacial do estudo, empregou-se a técnica de *Overlay Analysis* no *software* QGIS, em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). As camadas utilizadas foram organizadas em quatro grupos principais: polígonos dos complexos eólicos *offshore* em licenciamento; áreas de uso pesqueiro e de circulação de embarcações obtidas a partir do PREPS/SCFO e de estudos da FURG; rotas operacionais da frota sediada em Rio Grande; e bases cartográficas de referência, incluindo linha de costa, localidades e isóbatas. A sobreposição dessas camadas permitiu identificar zonas de conflito funcional, isto é, áreas em que a instalação de aerogeradores, cabos submarinos ou áreas de exclusão tende a interferir em trajetos, calados e espaços de captura historicamente utilizados pela pesca artesanal.

No que se refere à telemetria pesqueira, foram utilizados dados do Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS), instituído pela Instrução Normativa Interministerial nº 2, de 4 de setembro de 2006, que opera com a transmissão de informações de posição, data/hora, rumo e velocidade das embarcações. Esses dados não foram tratados como um censo completo da pesca artesanal, pois parte das embarcações de menor porte não possui rastreamento eletrônico obrigatório. Por isso, sua interpretação foi complementada pela cartografia social dos territórios pesqueiros, por estudos da FURG e pela análise documental dos processos de licenciamento ambiental abertos no IBAMA. Essa triangulação permitiu evitar que áreas não monitoradas pelo PREPS fossem interpretadas como espaços vazios ou sem uso tradicional. A Tabela I sintetiza os principais descritores utilizados no estudo.

Tabela I - Parâmetros utilizados na metodologia de triangulação de dados.

Fonte de Dados	Método de Análise	Objetivo
PREPS (Satélite)	Processamento Geoestatístico	Mapear a intensidade de captura e rotas da frota industrial e artesanal rastreada.
Cartografia Social	Mapeamento Participativo	Identificar calados históricos e áreas de subsistência não registradas em sistemas formais.
EIA/RIMA (IBAMA)	Análise Documental	Avaliar a conformidade dos polígonos eólicos com os limites territoriais das comunidades.
SIG (Sistemas de Informação Geográfica)	Overlay Analysis (Sobreposição)	Quantificar a área de sobreposição crítica e a perda territorial funcional.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A história urbana e ambiental do município de Rio Grande constitui um importante pano de fundo para a compreensão dos conflitos territoriais associados à atual expansão eólica *offshore*. Fundada em 1737, em um contexto de ocupação militar, a cidade teve sua expansão espacial impulsionada, ao longo do tempo, por funções portuárias, comerciais e industriais, processo que contribuiu para alterações significativas na geomorfologia do pontal arenoso e na dinâmica dos ambientes costeiros (PIRES *et al*., 2020; MAIER, 2022).

Nesse percurso histórico, a urbanização avançou sobre áreas frágeis da planície costeira, como terrenos inundáveis, marismas e outros espaços de relevância ecológica, por meio de sucessivos aterros e intervenções voltadas à consolidação do porto e da malha urbana (PIRES *et al*., 2020; SFREDO & TAGLIANI, 2016). Essa trajetória de transformação do território terrestre ajuda a compreender, no presente, uma nova etapa de reconfiguração espacial projetada sobre o ambiente marinho, na medida em que a instalação de empreendimentos eólicos *offshore* tende a ampliar a industrialização do espaço costeiro e a redefinir as relações entre sociedade, trabalho e oceano (IBAMA, 2024; SILVA, 2024).

Os resultados revelam uma sobreposição crítica

entre os polígonos destinados à expansão eólica *offshore* e áreas historicamente utilizadas pela pesca artesanal no litoral do Rio Grande do Sul. Esse quadro pode ser lido à luz da discussão sobre Economia Azul, crescimento azul e Justiça Azul, pois a apropriação de áreas marinhas para novos setores econômicos pode ampliar conflitos socioambientais e assimetrias no acesso aos recursos quando incide sobre territórios pesqueiros tradicionais (BENNETT *et al*., 2021; PRADO *et al.*, 2025). No caso da costa sul-rio-grandense, a análise dos dados geoeconômicos, ambientais e pesqueiros indica que áreas de interesse para a implantação dos empreendimentos energéticos coincidem com zonas de elevada relevância ecológica e econômica para a pesca, reforçando a necessidade de planejamento espacial marinho com participação social efetiva.

Em abril de 2024, o Rio Grande do Sul concentrava o maior conjunto de projetos *offshore* em análise no IBAMA, com 27 empreendimentos, potência instalada projetada de 69.629 MW e ocupação marinha estimada em 18.858 km². Os próprios materiais públicos sobre os projetos indicavam ainda a existência de áreas sobrepostas entre os pedidos de licenciamento no estado, evidenciando a magnitude da transformação espacial pretendida e a crescente pressão sobre o uso do espaço marítimo. A Tabela II sintetiza os principais projetos de energia eólica *offshore* em análise no litoral do Rio Grande do Sul e ajuda a dimensionar o alcance potencial desses empreendimentos sobre os usos tradicionais e sobre a dinâmica socioambiental da zona costeira (IBAMA, 2024; LIMA, 2024).

Tabela II - Principais projetos de energia eólica *offshore* em análise no litoral do Rio Grande do Sul.

Código IBAMA	Projeto	Empreendedor	Potência (MW)	Área (km²)
RS-01	Águas Claras	Neoenergia	3.000	734
RS-02	Ventos do Sul	Ventos do Atlântico	6.507	1.340
RS-11	Sopros do RS	TotalEnergies	3.000	820
RS-12	White Shark	Shell	3.010	650
RS-13	Atobá	Equinor	2.490	560
RS-17	Marine Vórtice	SPE Bravo Vento	5.220	1.100
RS-21	Barra do Chuí	Shizen Energia	3.000	780
RS-27	Sopros do RS 2	TotalEnergies	3.000	850

A Figura 3 apresenta a síntese cartográfica da sobreposição entre áreas de uso pesqueiro, rotas operacionais da frota sediada em Rio Grande e polígonos de projetos eólicos *offshore* em licenciamento. A representação integra dados do PREPS/SCFO, estudos da FURG, informações de projetos em licenciamento no IBAMA e bases cartográficas de referência, permitindo visualizar a presença de zonas de conflito funcional na faixa costeira adjacente ao estuário da Lagoa dos Patos.

A concentração desses projetos no litoral sul do Rio Grande do Sul está associada a condições técnicas consideradas favoráveis à implantação da energia eólica *offshore*, especialmente pela combinação entre boa disponibilidade de ventos, extensa área de leito marinho e presença de águas relativamente rasas em trechos próximos aos principais centros industriais e logísticos. Estudos recentes sobre o potencial eólico *offshore* brasileiro indicam que a região Sul reúne características competitivas para esse tipo de empreendimento, o que ajuda a explicar o interesse empresarial crescente sobre a costa gaúcha (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2024; LIMA, 2024). Contudo, a elevada densidade de solicitações tem produzido um cenário de verdadeiro congestionamento espacial.

Essa pressão sobre o espaço costeiro torna-se ainda mais preocupante quando analisada em relação à pesca artesanal. No estuário da Lagoa dos Patos e em sua faixa costeira adjacente, a pesca constitui uma atividade central para a reprodução econômica e social das comunidades locais, apoiada em uma base ecossistêmica que envolve marismas, baixios, canais, praias estuarinas e águas costeiras rasas. Nesse contexto, o camarão-rosa e a tainha figuram entre os recursos mais importantes para a economia pesqueira

regional, sendo reiteradamente apontados na literatura como espécies-chave para os pescadores artesanais da região (COSTA & ASMUS, 2018; HAIMOVICI & CARDOSO, 2017). Assim, a sobreposição entre polígonos eólicos e áreas tradicionalmente utilizadas pela pesca indica o risco de alienação de calados, rotas e áreas de trabalho historicamente consolidadas.

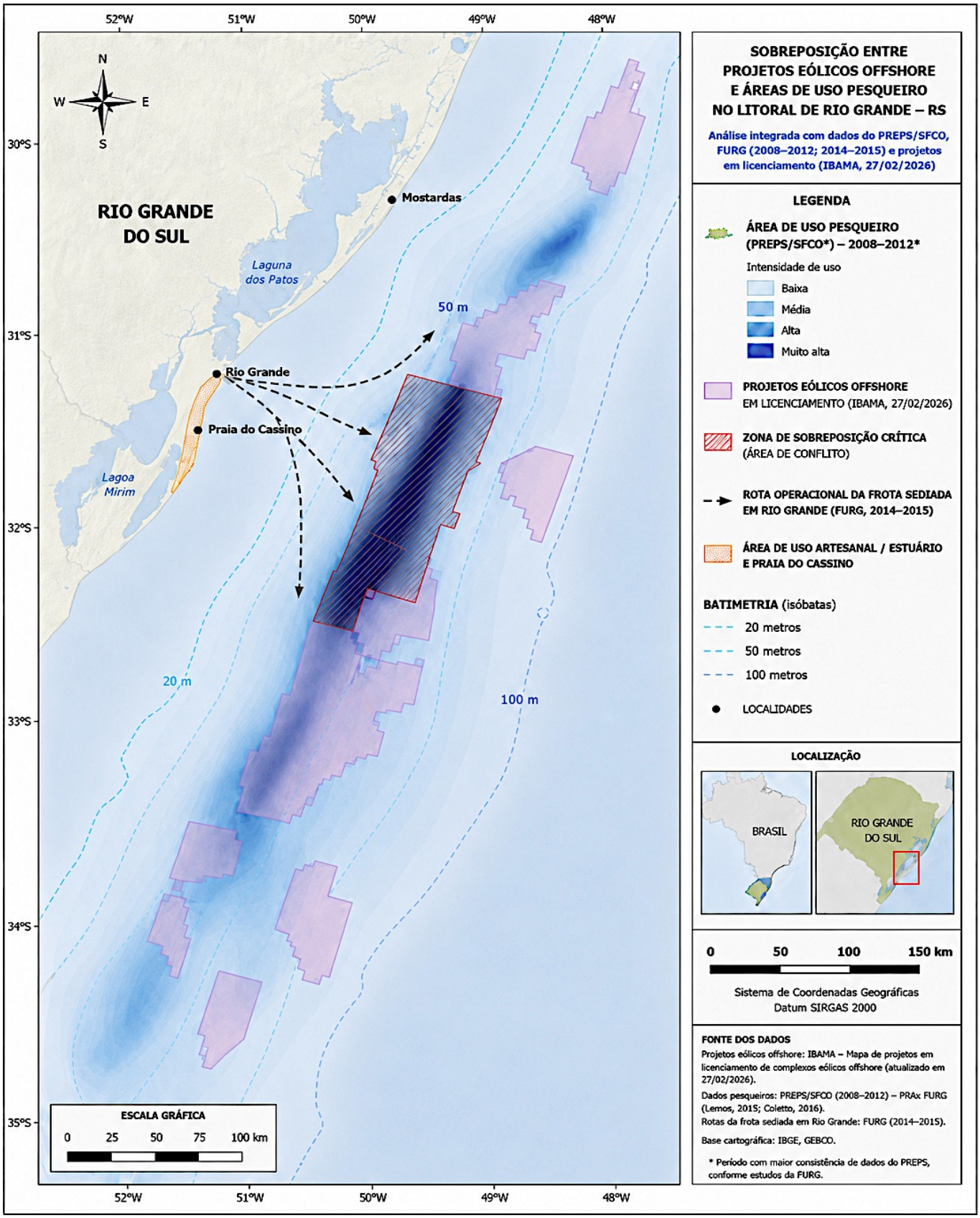


Figura 3 - Sobreposição entre projetos eólicos *offshore* em licenciamento e áreas de uso pesqueiro no litoral de Rio Grande – RS, com integração de dados PREPS/SCFO, FURG e IBAMA. Fonte: Lucas Augusto de Lima.

No caso do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*), a safra autorizada no estuário da Lagoa dos Patos ocorre em período de grande importância econômica para os pescadores artesanais, e diferentes estudos mostram que o estuário funciona como área fundamental para o desenvolvimento juvenil da espécie, reforçando a sensibilidade ecológica das águas rasas e das zonas de transição laguna-marinha onde essa pescaria se realiza (RUAS *et al.*, 2014; HAIMOVICI & CARDOSO, 2017). Já a tainha *(Mugil liza*) realiza migração reprodutiva associada à saída de estuários e lagoas costeiras em direção ao oceano, utilizando a Lagoa dos Patos como importante área de recrutamento e berçário, o que articula seu ciclo entre o estuário e a costa adjacente (LEMOS, 2015; PLANO DE GESTÃO DA TAINHA, 2015). A Tabela III sintetiza os principais impactos potenciais dos parques eólicos *offshore* sobre espécies pesqueiras de interesse comercial.

Tabela III - Impactos dos parques eólicos *offshore* sobre espécies pesqueiras de interesse comercial.

Espécie Alvo	Importância Econômica	Tipo de Impacto Territorial (Eólico)	Consequência Socioambiental
Camarão-rosa	Principal sustento sazonal das comunidades pesqueiras.	Destruição de criadouros essenciais localizados em bancos de areia.	Leva à diminuição drástica da produtividade pesqueira e à insegurança alimentar.
Tainha	Espécie fundamental para a dieta local, representando 30% do consumo.	Interrupção das rotas migratórias habituais ao longo da costa.	Resulta na perda de locais de pesca (caladouros) tradicionalmente utilizados e intensifica conflitos pelo uso do mar.
Corvina	Captura significativa e consistente durante todo o ano.	Geração de ruído subaquático e vibrações decorrentes das fundações das turbinas.	Causa mudanças comportamentais e o afugentamento dos cardumes da área afetada.

Os dados de telemetria e cartografia social utilizados na Figura 3 evidenciaram que a maior intensidade de captura e circulação pesqueira se concentra em faixas de baixa e média profundidade, justamente áreas que também se mostram atrativas para a implantação de estruturas eólicas, pois menores profundidades e menor distância da costa tendem a reduzir parte dos custos e da complexidade técnica da instalação *offshore* (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2020). Esse quadro revela um conflito direto entre a lógica da expansão energética e a manutenção dos territórios tradicionalmente utilizados pela pesca artesanal. Ao mesmo tempo, essa disputa não se restringe à dimensão material do espaço, mas alcança também o campo da justiça procedimental, aqui entendida como uma dimensão da Justiça Azul vinculada ao acesso à informação, à participação real nas decisões e à influência efetiva das comunidades afetadas sobre os resultados do processo (GORAYEB *et al*., 2024; LEITE *et al*., 2022).

Além dessa dimensão social e territorial, os resultados precisam ser compreendidos à luz das transformações ambientais historicamente acumuladas no município de Rio Grande. A análise comparativa da cartografia histórica, abrangendo o período de 1737 (Figura 4) a 2024, demonstra que a atual vulnerabilidade do município a alagamentos e inundações não constitui um fenômeno isolado, mas o desdobramento de um longo processo de ocupação de uma planície costeira naturalmente frágil.

Intitulado Desenho por ideia da Barra e Porto do Rio Grande de São Pedro (1737) (Figura 4), a representação elaborada por Silva Paes permite observar o contexto inicial de ocupação militar do município, ainda fortemente condicionado pelas características naturais do sítio.

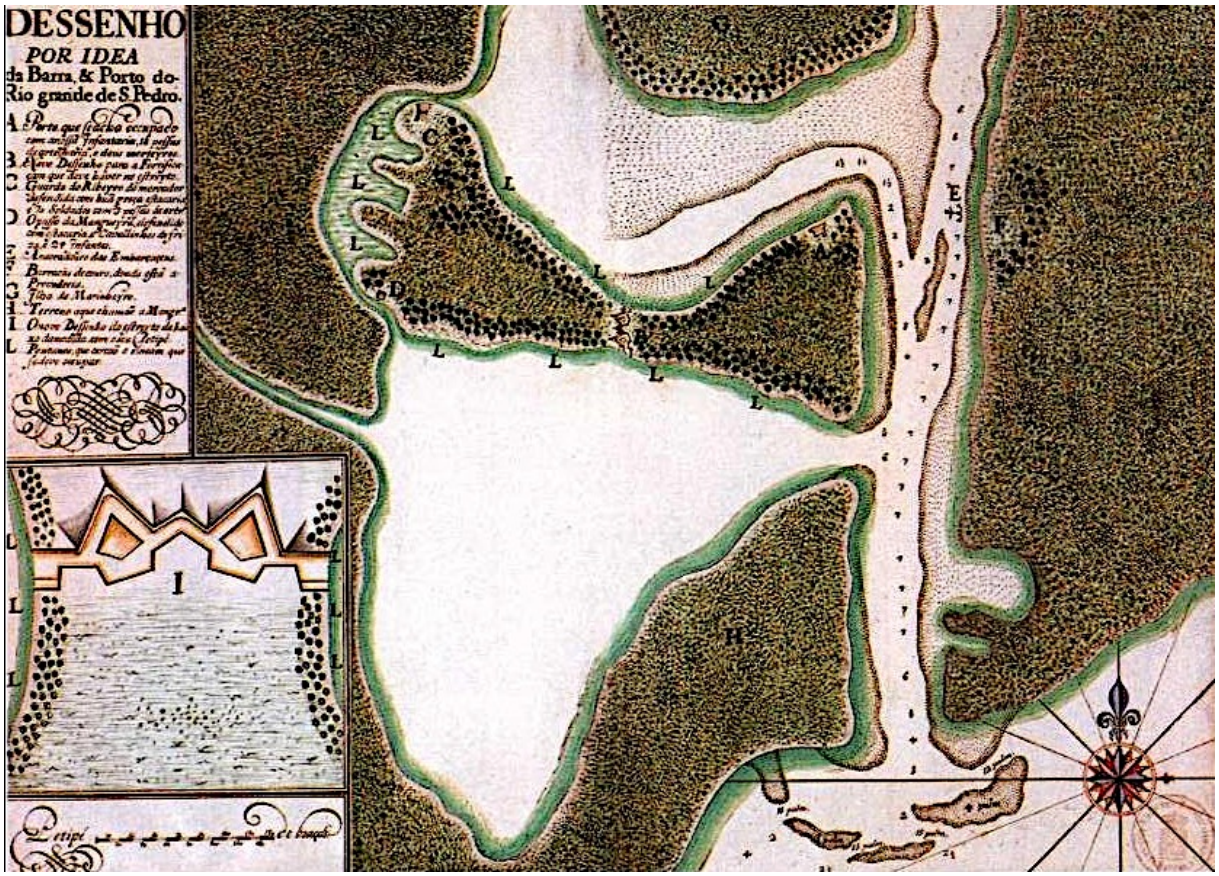


Figura 4 - Mapa de 1737: Desenho por ideia da Barra e Porto do Rio Grande de São Pedro, elaborado por Silva Paes. Fonte: *Atlas escolar do Rio Grande – RS.* Rio Grande: Editora da FURG, 2022.



Figura 5 - Mapa de 1767: Demonstração da Villa do Rio Grande de São Pedro. Fonte: *Atlas escolar do Rio Grande – RS.* Rio Grande: Editora da FURG, 2022.

Referente ao Projeto do ataque à Villa do Rio Grande (1767), a Figura 5 evidencia a consolidação inicial desse núcleo de ocupação em meio a um espaço costeiro cuja dinâmica ambiental continuava impondo limites à expansão. Essa representação reforça a presença de um tecido urbano ainda restrito e diretamente relacionado às condições do pontal arenoso, dominado por dunas, marismas, lagoas e outras áreas de baixa altitude (Figura 6).

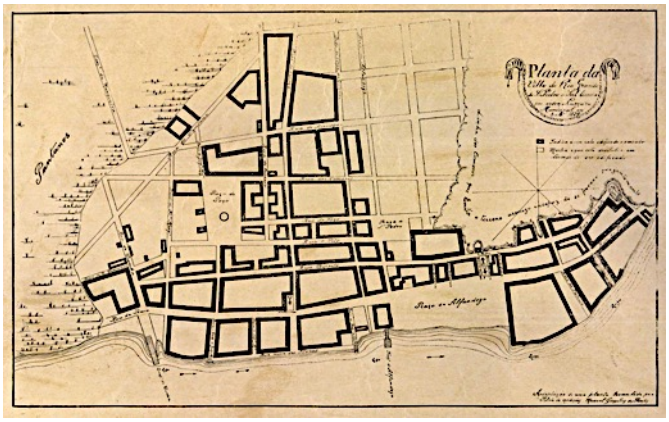


Figura 6 - Planta da villa de Rio Grande de São Pedro (1829). Fonte: *Atlas escolar do Rio Grande – RS.* Rio Grande: Editora da FURG, 2022.

A Figura 7 permite visualizar um estágio mais avançado da expansão urbana, anterior aos aterros da área leste e contendo o primeiro registro do bairro Cidade Nova, o que evidencia a intensificação das transformações antrópicas sobre ambientes originalmente frágeis. Em conjunto, esses documentos cartográficos mostram que a cidade, fundada em 1737 em um contexto militar, cresceu sobre um estreito pontal arenoso progressivamente modificado pela urbanização e por diferentes ciclos econômicos, conforme também discutido por PIRES *et al*. (2020).

Da mesma forma, pesquisas sobre inundações no município mostram que a combinação entre baixas cotas altimétricas, lençol freático raso, dinâmica estuarina e ocupação sem planejamento adequado contribuiu para tornar mais frequentes e graves os episódios de inundação no sítio urbano (FERREIRA & ROBAINA, 2013). A Figura 8 apresenta as áreas afetadas pela enchente de 2024.

Esse mapeamento reforça a interpretação de que os setores mais atingidos coincidem, em grande medida, com áreas historicamente marcadas por intervenções antrópicas e por processos de ocupação de terrenos ambientalmente sensíveis.

A implantação massiva de infraestruturas *offshore*, sem a devida consideração dos processos hidrossedimentares e biológicos que estruturam a dinâmica costeira e estuarina, pode intensificar a pressão sobre ecossistemas já tensionados. TAORMINA *et al.* (2018), em revisão sobre os impactos de cabos submarinos no ambiente marinho, destacam que a instalação e a manutenção dessas estruturas podem provocar perturbações físicas no *habitat*, aumento de turbidez, ressuspensão de sedimentos, ruído subaquático e alterações persistentes no ambiente bentônico.

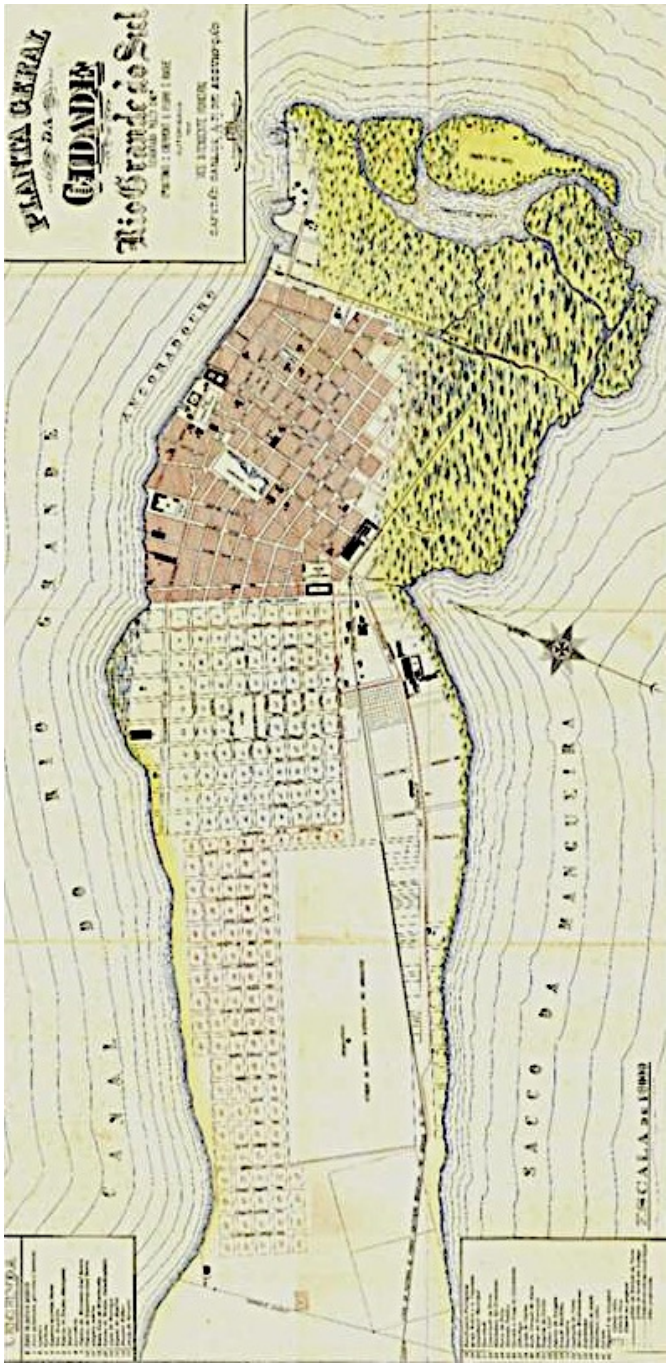


Figura 7 - Planta Geral da Cidade do Rio Grande (1904). Fonte: *Atlas escolar do Rio Grande – RS.* Rio Grande: Editora da FURG, 2022.

Em paralelo, HENDRIKS *et al.* (2025) mostram, com base em estudos empíricos realizados em parques eólicos *offshore*, que as fundações das turbinas podem alterar a hidrodinâmica local, intensificar a mistura turbulenta e modificar padrões de estratificação e circulação. Embora esses resultados tenham sido produzidos em outros contextos marinhos, eles reforçam a necessidade de avaliações cautelosas em áreas costeiras e estuarinas sensíveis, como a costa sul do Rio Grande do Sul.

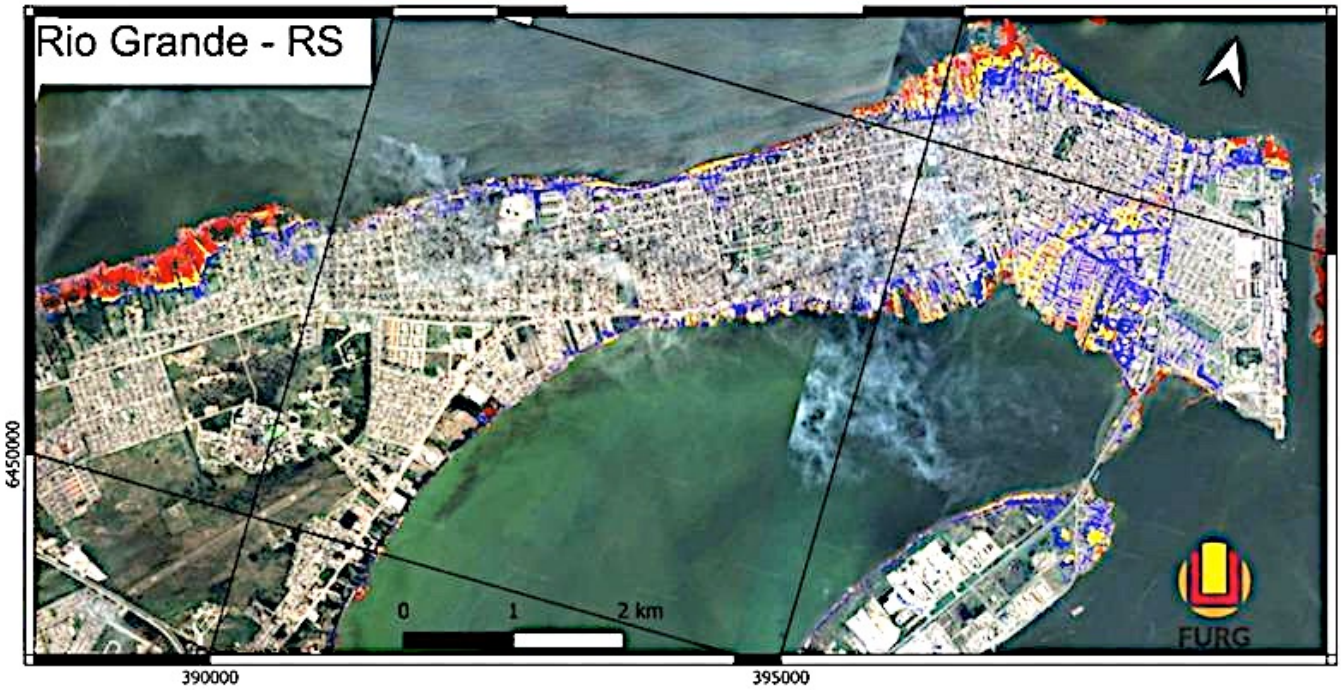


Figura 8 - Áreas afetadas pela enchente de 2024. Fonte: Boletim 9 da FURG.

Como referencial de comparação, estudos sobre conflitos entre energia eólica e comunidades costeiras em outros trechos do litoral brasileiro indicam que a insuficiência de participação social, a assimetria de informações e a baixa incorporação de territorialidades pesqueiras nos processos decisórios tendem a agravar os conflitos socioambientais (LEITE *et al*., 2022; GORAYEB *et al.,* 2024). Em escala internacional, pesquisas sobre parques eólicos no Mar do Norte também demonstram que os efeitos hidrodinâmicos e ecológicos dessas estruturas não podem ser generalizados sem avaliações locais detalhadas, o que reforça a necessidade de cautela metodológica no litoral sul do Brasil (HENDRIKS *et al*., 2025).

A sobreposição identificada entre a expansão eólica *offshore* e a pesca artesanal no Rio Grande do Sul não constitui um fenômeno isolado, mas integra um movimento mais amplo de *ocean grabbing*, no qual os oceanos passam a ser reconfigurados como ativos estratégicos para a valorização econômica e financeira (BARBESGAARD, 2018). Nesse contexto, a retórica da Economia Azul, embora mobilize noções como inclusão social e sustentabilidade, pode operar como moldura discursiva que legitima projetos voltados à acumulação de capital e à ampliação da eficiência energética, quando não é acompanhada por mecanismos de Justiça Azul, participação social e proteção das territorialidades tradicionais (BENNETT *et al*., 2021; PRADO *et al*., 2025).

É nesse cenário que se insere a noção de injustiça azul, entendida como situação em que comunidades que historicamente utilizam, manejam e dependem dos recursos marinhos passam a ter seu acesso restringido ou inviabilizado por interesses corporativos e estatais (BENNETT *et al*., 2021; PRADO *et al*., 2025). Em Rio Grande, esse processo materializa-se na possível imposição de polígonos de exclusão que fragmentam calados tradicionais e podem comprometer a continuidade da pesca artesanal. Dessa forma, os pescadores correm o risco de perder acesso a recursos essenciais à sua reprodução social, à segurança alimentar e ao próprio bem-estar, enquanto os benefícios econômicos gerados pela produção de energia tendem a ser apropriados por setores industriais de grande consumo ou voltados à exportação. Trata-se, portanto, de uma reconfiguração territorial marcada por fortes assimetrias de poder, nas quais os interesses do setor

energético podem se sobrepor às necessidades das populações tradicionais.

À luz do Termo de Referência do IBAMA para complexos eólicos marítimos, os Estudos de Impacto Ambiental precisam considerar alternativas locacionais, impactos cumulativos, efeitos sobre comunidades tradicionais, rotas de navegação e usos preexistentes do espaço marinho (IBAMA, 2020). No entanto, a escala e a concentração dos empreendimentos propostos no litoral gaúcho indicam a necessidade de avaliações integradas e cumulativas mais robustas, capazes de ultrapassar a análise isolada de cada projeto. Além disso, a invisibilidade estatística de grande parte dos pescadores artesanais, muitos dos quais não possuem embarcações monitoradas pelo PREPS, contribui para que seus territórios de uso sejam representados nos diagnósticos técnicos como espaços vazios ou subutilizados. Diante desse quadro, a discussão sobre a transição energética exige que o Planejamento Espacial Marinho (PEM) ultrapasse uma função meramente técnica de zonificação e passe a atuar como instrumento efetivo de garantia de direitos.

No contexto do Rio Grande do Sul, a transição energética precisa ser conduzida a partir de uma ética da responsabilidade socioambiental, capaz de reconhecer os limites ecológicos e sociais do território. A fragilidade geomorfológica da planície costeira, somada à relevância biológica da Lagoa dos Patos, evidencia que a expansão industrial não pode ocorrer de forma indiscriminada, como se o espaço marítimo e costeiro estivesse disponível de maneira neutra para novos empreendimentos. Nesse sentido, reconhecer que o mar é também um território socialmente construído, atravessado por relações de trabalho, saberes tradicionais e formas específicas de apropriação, constitui passo fundamental para evitar que a Economia Azul reproduza ciclos históricos de exclusão e desigualdade já observados em processos de modernização portuária, industrialização costeira e invisibilização de comunidades tradicionais.

CONCLUSÕES

O estudo demonstra que a expansão eólica *offshore* na zona costeira de Rio Grande (RS) representa risco direto à integridade territorial e à sustentabilidade da pesca artesanal. A sobreposição crítica identificada por meio das análises em SIG, dos dados PREPS/SCFO, da cartografia social e das informações de licenciamento ambiental evidencia que os polígonos destinados à implantação da infraestrutura energética coincidem com áreas de elevada produtividade biológica e com territórios historicamente utilizados nas safras do camarão e da tainha. Esse quadro revela uma tendência de *ocean grabbing* quando o crescimento azul é conduzido sem mecanismos efetivos de Justiça Azul, participação social e reconhecimento territorial.

Ao mesmo tempo, as limitações dos Estudos de Impacto Ambiental, quando analisados de forma isolada por empreendimento, reforçam a gravidade desse cenário. A subestimação da perda territorial funcional e dos efeitos cumulativos provocados pelo conjunto dos empreendimentos propostos pode reduzir a capacidade desses instrumentos de responder à real dimensão dos impactos envolvidos. Soma-se a isso a invisibilidade sistêmica das comunidades tradicionais nos processos de decisão técnica, o que contribui para a manutenção de assimetrias históricas de poder e amplia a vulnerabilidade de um setor fundamental não apenas para a economia regional, mas também para a segurança alimentar.

Diante desse contexto, defende-se que a transição energética no litoral gaúcho precisa ser orientada por um Planejamento Espacial Marinho (PEM) que não se limite à organização técnica dos usos do mar, mas que atue efetivamente como garantidor de territórios mínimos e invioláveis para as comunidades pesqueiras. A governança marinha, nesse sentido, não pode ser reduzida a uma simples distribuição de concessões em favor do grande capital. Pelo contrário, ela deve se fundamentar no reconhecimento dos direitos humanos, na participação efetiva das populações tradicionais nos processos decisórios e na proteção da biodiversidade marinha, de modo a construir uma transição energética socialmente justa e ambientalmente responsável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBESGAARD, M. 2018. Blue growth: saviour or ocean grabbing? *The Journal of Peasant Studie*s, 45(1):130-149 (doi:10.1080/03066150.2017.1377186).

BENNETT, N.J.; BLYTHE, J.; WHITE, C.S. & CAMPERO, C. 2021. Blue growth and blue justice: ten risks and solutions for the ocean economy. *Marine Policy*, 125:104387.

BRASIL. MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA.

2006. Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS). Brasília, Brasil.

COSTA, J.C. da & ASMUS, M.L. 2018. Base ecossistêmica da atividade pesqueira artesanal: estudo de caso no Baixo Estuário da Lagoa dos Patos (BELP), RS, Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 44:51-75 (doi:10.5380/dma.v44i0.55001).

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). 2020. Roadmap eólica offshore Brasil. Rio de Janeiro, Brasil.

FERREIRA, J.F. & ROBAINA, L.E.S. 2013. Expansão urbana e o perigo de desastres por inundação em Rio Grande/RS. *Geografia*, 37(3):445-462.

GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C.; XAVIER, T.; SOARES, M.O.; TEIXEIRA, C.E.P.; SANTOS, A.M.F. & CARVALHO, R.G. 2024. Emerging challenges of offshore wind energy in the Global South: Perspectives from Brazil. *Energy Research & Social Science*, 113: 103542.

HAIMOVICI, M. & CARDOSO, L.G. 2017. Long-term changes in the fisheries in the Patos Lagoon estuary and adjacent coastal waters in Southern Brazil. *Marine Biology Research*, 13(1):135-150 (doi:10.1080/ 17451000.2016.1228978).

HENDRIKS, E.; LANGEDOCK, K.; VAN DUREN, L.A.; VANAVERBEKE, J.; BOONE, W. & SOETAERT, K. 2025. The impact of offshore wind turbine foundations on local hydrodynamics and stratification in the Southern North Sea. *Frontiers in Marine Science*, 12:1619577.

IBAMA. 2020. Termo de Referência: Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental EIA/Rima. Tipologia: Complexos Eólicos Marítimos (Offshore). Brasília, Brasil.

IBAMA. 2024. Projetos com processos de licenciamento ambiental abertos no IBAMA. CENEF/CGTEF, Brasília, Brasil.

LEITE, N.S.; BRANNSTROM, C. & GORAYEB, A. 2022. Justiça processual e respostas de comunidades tradicionais à implantação de parques eólicos no litoral oeste do Ceará, Brasil. *Boletim Goiano de Geografia*, 42:e69801.

LEMOS, V.M. 2015. *Determinação do estoque e ciclo de vida da tainha Mugil liza no extremo sul do Brasil*. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica), Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Brasil.

LIMA, L.A. 2024. *Um olhar para o futuro: energia eólica offshore no Rio Grande do Sul*. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Brasil.

MAIER, E.L.B. (Ed.). 2022. Atlas escolar do Rio Grande – RS. Rio Grande: Editora da FURG.

MARANGONI, J.C. & COSTA, C.S.B. 2010. Caracterização das atividades econômicas tradicionais no entorno das marismas no estuário da Lagoa dos Patos (RS). *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 21:129-142.

MARINHA DO BRASIL. 2023. Novo mapa do Brasil é expandido com 5,7 milhões de km² de área marítima. Agência Marinha de Notícias, Brasil.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. 2024. Cenários para o Desenvolvimento de Eólica Offshore no Brasil. Brasília, Brasil.

OLIVEIRA, K.P. 2026. *Transformações ambientais geradas pela expansão urbana no município de Rio Grande*. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

PIRES, M.C.A.C.; REIS, Í.; TORRES, L.H. & MAIER, É.L.B. 2020. Cartografia Histórica da Cidade do Rio Grande/RS: Expansão Urbana entre 1737 e 2017. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13(4):1756-1777 (doi:10.26848/rbgf.v13.4.p1756-1777).

PLANO DE GESTÃO DA TAINHA. 2015. Plano de gestão para o uso sustentável da tainha, *Mugil liza* Valenciennes, 1836, no Sudeste e Sul do Brasil. Brasília, Brasil.

PRADO, D.S.; RODRIGUES, L.M.; MENDONÇA, E.S.; GIMENEZ, B.G.; FERREIRA, B.M.P.; MELO, P-W. & GERHARDINGER, L.C. 2025. Revelando as interações entre a pesca artesanal e a economia azul no Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 66:162-179. DOI:10.5380/dma.v66i.90992.

RUAS, V.M.; RODRIGUES, M.A.; DUMONT, L.F.C.; D'INCAO, F. 2014. Habitat selection of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in a subtropical estuary: abiotic factors and diel pattern. *Nauplius*, 22(1): 31–39, DOI: 10.1590/S0104-64972014000100004.

SANTOS, T.; BEIRÃO, A.P.; ARAÚJO FILHO, M.C. & CARVALHO, A.B. (Eds.) 2022. *Economia azul: vetor para o desenvolvimento do Brasil*. São Paulo, SP: Essential Idea Editora, 816 p. ISBN: 978-65-86394-07-8.

SEELIGER, U.; COSTA, C.S.B. & SANTOS, C.L.R. (Eds.) 2004. *Areias do Albardão: uma abordagem ecológica e histórica do litoral sul do Brasil*. MMA, Brasília; UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

SFREDO, G.A. & TAGLIANI, C.R.A. 2016. Análise das modificações ambientais decorrentes da ocupação urbana em Rio Grande, RS, entre 1947 e 2014, por meio de um Sistema de Informações Geográficas. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 38:213-230 (doi:10.5380/dma.v38i0.46902).

SILVA, R.B. 2024. *Cartografia social do mar do Ceará: perspectivas da pesca artesanal e os potenciais conflitos com a energia eólica offshore*. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil.

TAORMINA, B.; DI POI, C.; AGUERA, A.; WESTON, D.P.; CARVALHO, S.; ANDERSEN, T.L.; WILHELMSSON, D. & GILL, A.B. 2018. A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96:380-391.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. 2023. Advancing Offshore Wind Energy in the United States. Washington, D.C., USA.

Capítulo XII

MONITORAMENTO DA PRAIA DO CASSINO, MUNICÍPIO DE RIO GRANDE (RS): UMA ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA



MONITORAMENTO DA PRAIA DO CASSINO, MUNICÍPIO DE RIO GRANDE (RS): UMA ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Kevem Solano Guimarães[1], Ulisses Rocha de Oliveira[2]

[1]Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande, PPGGEO-FURG, Rio Grande, RS, Brasil, CEP 96203-540, e-mail: solanokevem44@gmail.com
[2]Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Instituto de Ciências Humanas e da Informação, Universidade Federal do Rio Grande – ICHI-FURG, Rio Grande, RS, Brasil, CEP 96208-120, e-mail: ulisseslicke@gmail.com

RESUMO

A presente pesquisa apresenta uma análise espaço-temporal dos estudos que monitoram a praia do Cassino, município de Rio Grande (RS), ao longo de cerca de 30 anos. O trabalho destaca a importância do monitoramento costeiro diante da influência de eventos meteoceanográficos extremos, da dinâmica morfossedimentar e das pressões antrópicas. Foram levantados 16 estudos publicados entre 1993 e 2025, envolvendo diferentes métodos de coleta de dados: perfis de praia, DGPS acoplado a veículos, videomonitoramento com sistema ARGUS, imagens de satélite e drones. Cada técnica apresenta escalas espaciais e temporais distintas, refletindo avanços tecnológicos e mudanças nas abordagens de pesquisa. Os perfis de praia foram amplamente usados até os anos 2000; o DGPS permitiu análises em grandes extensões; o videomonitoramento com sistema ARGUS proporcionou séries temporais diárias; as imagens de satélite se tornaram o método mais utilizado pela ampla cobertura espacial e temporal; e os drones possibilitaram alta resolução espacial em escala local. A sistematização dos estudos mostrou que as técnicas evoluíram e se diversificaram, substituindo métodos analógicos por análises mais tecnológicas. Também revelou maior concentração de pesquisas no trecho defrontante ao Balneário Cassino e lacunas em outros setores da costa. Conclui-se que o monitoramento da linha de costa é essencial para compreender processos erosivos e deposicionais, e assim apoiar a gestão ambiental, orientar políticas públicas e fortalecer ações de educação ambiental e pesquisa científica.

Palavras-chave: Monitoramento Praial, Coleta de Dados, Praia Oceânica.

Monitoring of Cassino beach, municipality of Rio Grande (RS): a spatio-temporal analysis of scientific production

ABSTRACT

This research presents a spatio-temporal analysis of studies that have monitored the Cassino Beach, in the municipality of Rio Grande (RS) over approximately 30 years. The study highlights the importance of coastal monitoring in light of the influence of extreme meteo-oceanographic events, morphosedimentary dynamics, and anthropogenic pressures. A total of 16 studies published between 1993 and 2025 were surveyed, involving different data collection methods: beach profiles, DGPS coupled with vehicles, ARGUS video monitoring, satellite imagery, and drones. Each technique presents distinct spatial and temporal scales, reflecting technological advances and changes in research approaches. Beach profiles were widely used until the 2000s; DGPS enabled analyses over large areas; ARGUS video monitoring provided daily time series; satellite imagery became the most widely used method due to its extensive spatio-temporal coverage; and drones made high spatial resolution possible at the local scale. The systematization of these studies showed that the techniques evolved and diversified, replacing analog methods with more technology-based analyses. It also revealed a greater concentration of research along the section facing the Cassino seaside resort and gaps in other sectors of the coastline. It is concluded that shoreline monitoring is essential for understanding erosional and depositional processes, thereby supporting environmental management, guiding public policies, and strengthening environmental education initiatives and scientific research.

Keywords: Beach Monitoring, Data Collection, Ocean Beach

INTRODUÇÃO

As causas da dinâmica costeira são complexas e envolvem muitas variáveis (SOUZA *et al*., 2005). As praias oceânicas são frequentemente impactadas por eventos de alta energia, como chuvas intensas e as ressacas do mar relacionadas a ciclones extratropicais. Eventos como estes promovem distintas alterações morfológicas e sedimentares. Além disso, processos de urbanização e infraestrutura podem promover também alterações.

Segundo KING (1972), na zona costeira, as praias são os ambientes que mais sofrem mudanças nos seus aspectos morfo-sedimentares. Com isso, torna-se necessário o desenvolvimento e a aplicação do monitoramento praial, para que se possa compreender melhor sua variação, podendo esta caracterizar uma perspectiva em perfil transversal ou distintos pontos de análise em planta, desde a linha d'água até o limite entre a praia e a duna frontal, assim como relações com distintos processos que possuem influência sobre as mesmas. Segundo LEAL (2018), os estudos de monitoramento da linha de costa conseguem identificar a ação de eventos de alta energia hidrodinâmica. Sendo assim, é de grande importância estudar e monitorar a frequência e a escala de variação-mobilidade da linha de costa e, com isso, também entender os motivos e os resultados dessas variações.

Além disso, o avanço da tecnologia nas últimas décadas possibilitou um avanço significativo nos estudos de monitoramento praial. SCHWEITZER (2013) afirma que, conforme surgem novas tecnologias de aquisição de dados topográficos, surgem novas possibilidades metodológicas que devem ser testadas. Com estas novas perspectivas, no Brasil, houve um incremento do monitoramento de praias oceânicas na segunda metade do século XX, e um crescimento exponencial a partir da década de 1990 (MUEHE, 2018).

Segundo ALBUQUERQUE *et al*. (2017), existem estudos relacionados aos impactos dos eventos extremos na costa do Rio Grande do Sul que são desenvolvidos com intuito de descrever a vulnerabilidade e perigos existentes na região. É possível perceber a importância e necessidade de estudos de monitoramento, para que sejam expostos aos gestores públicos e sociedade civil os riscos e as probabilidades de problemas futuros. SERPA (2008) em seu trabalho, afirma que se torna fundamental estudos de monitoramento contínuo da praia junto ao balneário Cassino, pois além de constituir um Balneário de grande atratividade turística e especulação imobiliária, possui significativa importância ambiental. Diversos estudos de monitoramento praial foram desenvolvidos no município do Rio Grande ao longo das últimas décadas, sobretudo no âmbito das Universidades e Institutos Federais.

No entanto, observa-se a falta de um estudo que aglutina, ou sistematiza, estes esforços amostrais desenvolvidos. Torna-se essencial promover um estudo bibliográfico que os identifiquem numa visão espaço-temporal, identificando também métodos de coleta de dados empregados. Com este intuito, o presente trabalho visa apresentar uma análise espaço-temporal das pesquisas e trabalhos técnicos que monitoram a praia do Cassino, localizada no município de Rio Grande, Estado do Rio Grande do Sul, sul do Brasil. Dentre os objetivos específicos estão descrever os métodos de coleta dos dados e identificar onde e quando estas pesquisas e trabalhos técnicos foram desenvolvidas

ÁREA DE ESTUDO

O município de Rio Grande está localizado no sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS). A praia oceânica do município de Rio Grande é conhecida como praia do Cassino. Localizada ao sul da desembocadura da Lagoa dos Patos, a referida praia se estende por cerca de 62 km, dos molhes da Barra do Rio Grande até a fronteira com o município de Santa Vitória do Palmar (Figura 1).

A figura 2 apresenta fotografias aéreas oblíquas obtidas por RPA (*Drone*), destacando dois trechos da praia. A figura 2a) mostra o Balneário Cassino, único trecho urbano da área de estudo, e se estende por cerca de 10 kms. Já a figura 2b) mostra o segmento sul da área de estudo, num trecho conhecido pelos naufrágios como do Navio Altair.

Os dois extremos do gradiente de monitoramento na barreira arenosa: o setor norte, localizado junto ao Balneário Cassino, que apresenta alta frequência de amostragem devido à sua acessibilidade e intensa dinâmica urbana, e o setor posicionado ao sul do Navio Altair, caracterizado por um monitoramento pouco frequente em decorrência do isolamento geográfico e das dificuldades logísticas de acesso.

Segundo CALLIARI & KLEIN (1993), a praia do Cassino é caracterizada por praias e dunas frontais bem desenvolvidas, de grande importância na regulação da dinâmica costeira local, para a biodiversidade, manutenção sedimentar e servem como proteção ao perímetro urbano, sobretudo em dias de intensas ressacas marinhas. Segundo LEAL *et al*. (2018), a faixa de praia e dunas frontais do Balneário Cassino passam por momentos de acreção e por fases erosivas mais intensas

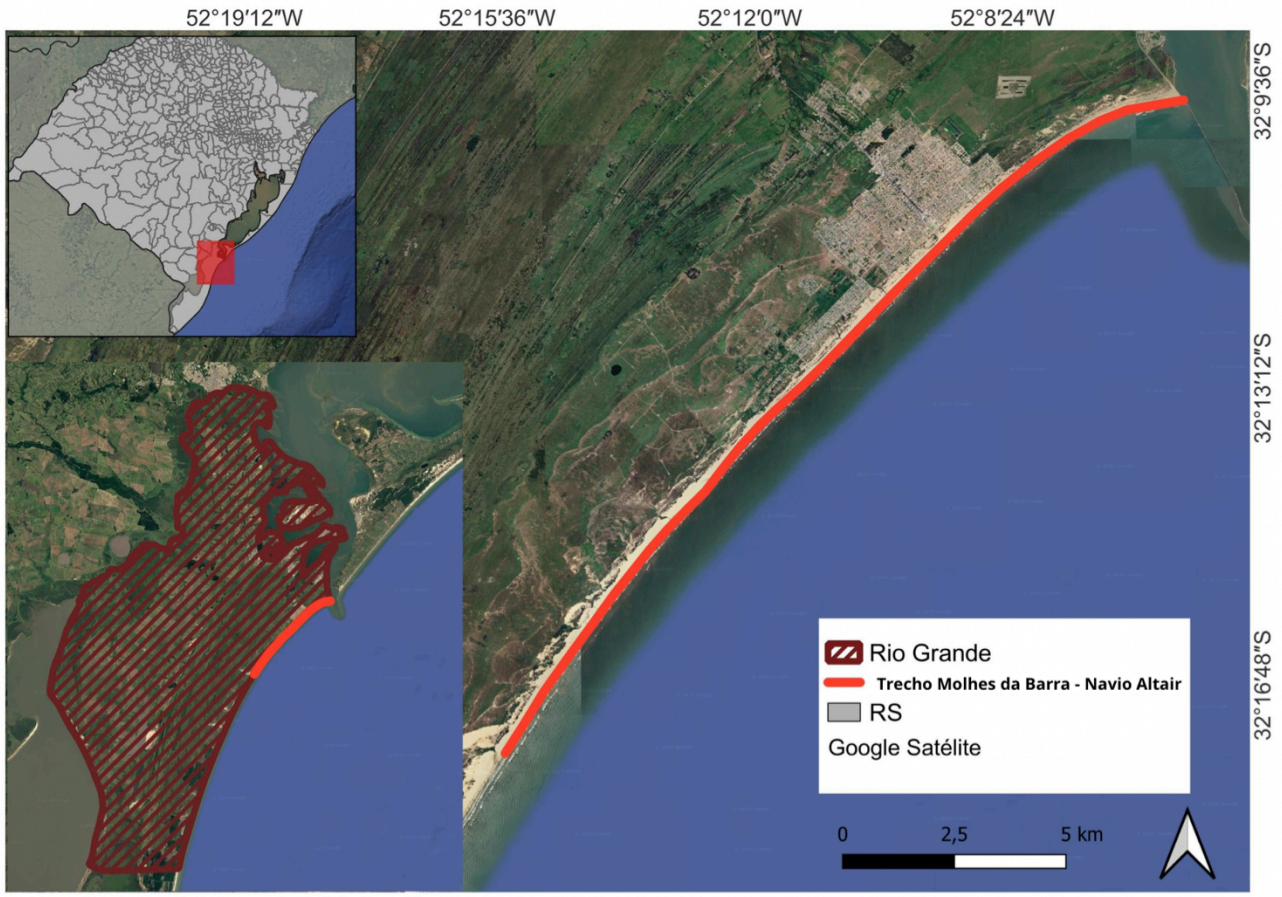


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo, destacando a faixa de praia entre os molhes da Barra e as carcaças do Navio Altair.

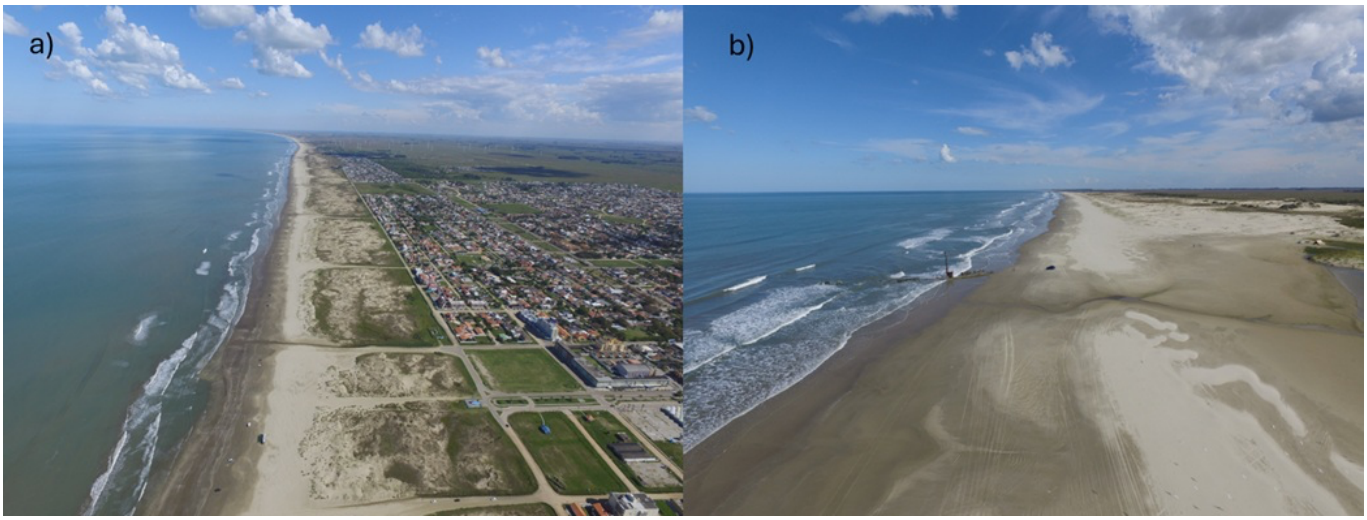


Figura 2 – Fotografias aéreas oblíquas obtidas por RPA (*Drone*) identificando a praia junto ao Balneário Cassino (a), ao norte da área de estudo, e a praia junto as carcaças do Navio Altair, ao sul da área de estudo (b). Fotos: Autores.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho se desenvolveu a partir de uma revisão bibliográfica envolvendo pesquisas desenvolvidas na faixa de praia oceânica do município do Rio Grande, RS, que tenham monitorado a posição da linha de costa por algum período. Esta revisão abrangeu bibliotecas e repositórios (estudos em meio impresso ou digital) das Universidades e Institutos Federais, como Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Instituto Federal Câmpus Rio Grande.

Também foram pesquisadas revistas acadêmicas (periódicos) e anais de eventos das áreas de Geografia, Geomorfologia e Oceanografia, assim como feitas buscas em currículos de pesquisadores, visando visualizar o cenário de pesquisas de monitoramento neste local.

Após esta análise inicial, os dados foram organizados programa *Google* Documentos (Tabelas I e II), onde foram identificados os autores, o título do trabalho, o ano da publicação, a metodologia de coleta de dados, a área de análise e o tempo e periodicidade.

A partir da análise temporal das produções pesquisadas, os trabalhos de monitoramento praial foram agrupados conforme o método de coleta de dados.

Com isso, foi desenvolvido um quadro-síntese, desenvolvido a partir do *software* de *design* gráfico *Canva* em sua versão gratuita, o qual visou identificar quais porções da costa oceânica que receberam mais estudos e aquelas que receberam menos estudos, tanto numa perspectiva temporal quanto espacial. Assim, espera-se que estas informações obtidas estejam disponíveis para demais pesquisadores e instituições que queiram compreender e visualizar, de maneira ampla, como se deu o monitoramento da posição da linha de costa oceânica do município do Rio Grande a partir de estudos já realizados.

Tabela I – Estudos de monitoramento da praia do Cassino entre 2014 e 2025, contendo: autoria do trabalho, ano e local da publicação, metodologia de coleta de dados, área de análise, período e periodicidade.

Ano, autoria e local de publicação	Título do estudo	Coleta de dados	Local de análise	Início e final do monitoramento	Periodicidade
1993 Calliari, L.J. Klein, A.H.F. Artigo	Características Morfodinâmicas e Sedimentológicas das Praias Oceânicas Entre Rio Grande e Chuí, RS	Levantamento Topográfico de perfis de praia	Perfis transversais entre o balneário Cassino e o balneário da Barra do Chuí	Março de 1991 até Março de 1992	Mensal
1999 Toldo Jr, E.E. Artigo	Retreat of the Rio Grande do Sul Coastal Zone, Brazil	DGPS Trimble GPS 4600 Acoplado a um veículo automotor	618 km da Costa Gaúcha (engloba toda a linha de costa do município de Rio Grande)	1997 - 2000	Anual
2000 Tozzi, H; Calliari, L. Artigo	Morfodinâmica da Praia do Cassino, RS	Levantamento Topográfico de perfis de praia	Perfil transversal no balneário Cassino (Rua Bahia)	Maio de 1991-Setembro de 1995	Anual
2003 Lélis, R, J. TCC	Variabilidade da Linha de Costa Oceânica adjacente às principais Desembocaduras do Rio Grande do Sul	Uso de fotografias aéreas e Imagens de Satélite Landsat	Adjacência das desembocaduras do litoral do RS (Trecho entre o molhe oeste e o balneário Cassino)	1947 – 2000	Decadal
2004 Esteves, L, S. Tese de Doutorado	Variabilidade do Espaço-Temporal dos Deslocamentos da Linha de Costa do Rio Grande do Sul	DGPS Trimble GPS 4600 Acoplado a um veículo automotor	618 km da Costa Gaúcha (engloba toda a linha de costa do município de Rio Grande)	1997 – 2000	Anual
2005 Pereira, P.S; & Calliari, L.	Variação Morfodinâmica Diária da Praia do Cassino, RS, Durante os Verões de 2002 e 2003 no Setor Terminal Turístico	Levantamento Topográfico de perfis de praia	Perfil transversal situado ao norte do balneário Cassino (Terminal Turístico)	Verões de 2002 e 2003	Diário

Tabela II – Estudos de monitoramento da praia do Cassino entre 1993 e 2012, contendo: autoria do trabalho, ano e local da publicação, metodologia de coleta de dados, área de análise, período e periodicidade.

Ano, autoria e local de publicação	Título do estudo	Coleta de dados	Local de análise	Início e final do monitoramento	Periodicidade
2014 Goulart, E. Dissertação de Mestrado	Variabilidade Morfodinâmica Temporal e Eventos de Inundação em um Sistema Praial com Múltiplos Bancos	Sistema de videomonitoramento ARGUS	Trecho do Balneário Cassino (EMA-Querência)	2006-2012	Diário
2016 Porto, F. Dissertação de Mestrado	Variabilidade Morfossedimentar do Sistema Praia Duna ao Largo do Balneário Cassino - RS no Período de 2006 a 2016	Uso de Imagens de Satélite – Fonte: Google Earth PRO	Trecho entre o molhe oeste e o Navio Altair	2006 – 2016	Anual a decadal
2018 Leal, K, B. Artigo	Análise das mudanças na linha de costa defrontante à área urbanizada do Balneário Cassino, Rio Grande – RS	Uso de Imagens de Satélite – Fonte: Google Earth PRO	Orla do Balneário Cassino	2006 – 2015	Anual a decadal
2018 Guimarães, P, V; Pereira, P, S; Calliari, J; Krusche, N. Artigo	Variabilidade temporal do perfil de dunas na Praia do Cassino, RS, com auxílio de videomonitoramento Argus	Sistema de videomonitoramen	Trecho do Balneário Cassino	2005-2007	Diário
2020 Oliveira, U, R. Et al. Artigo	Análise da Dinâmica Praial após a Deposição de Lama em 2014 na Praia do Cassino (RS, BRASIL) Utilizando Aeronave Remotamente Pilotada	Levantamento de fotografias usando Drone DJI® Phantom 3 Professional	Trecho junto a passarela sobre as dunas do Balneário Cassino	Maio de 2016 a novembro de 2016	Mensal
2020 Espinoza, J. Et al. Artigo	ANÁLISE MULTITEMPORAL DAS DUNAS MÓVEIS DA PRAIA DO CASSINO (RS- BRASIL) ENTRE 1990 E 2020 COM O USO DE DADOS DOS SENSORES TM-OLI DA SÉRIE LANDSAT	Uso de Imagens de Satélite – Fonte: SÉRIE LANDSAT	Trecho entre o molhe oeste e o Navio Altair	1990 - 2020	Anual
2023 Sá, L. Trabalho de Conclusão de Curso	Caracterização da Progradação do Limite Praia-Duna Frontal Adjacente ao Balneário Cassino (RS) Entre 2012 e 2022	Uso de Imagens de Satélite – Fonte: Google Earth PRO	Orla do Balneário Cassino	08/04/2012 a 09/07/2022	Anual a decadal
2025 Sgandella, J.S. Dissertação de Mestrado	ESTIMATIVAS DE BALANÇO SEDIMENTAR PARA PROJEÇÕES DE LINHA DE COSTA: LITORAL CENTRO-SUL DO RIO GRANDE DO SUL	Uso de Imagens de Satélite – Fonte: plataforma Planet ®	Trecho entre o molhe oeste e o Navio Altair	2010 - 2024	Anual a decadal

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas I e II apresentam os principais estudos de monitoramento da praia do Cassino, município de Rio Grande (RS), em ordem cronológica, conforme a data de publicação. Foram identificados 16 estudos mais relevantes, publicados entre 1993 e 2023, que representam um período de cerca de 30 anos de estudos de monitoramento praial.

A partir das informações obtidas nas tabelas I e II, os estudos de monitoramento da praia do Cassino - RS foram subdivididos em categorias, conforme o método de coleta de dados, onde foram identificados: monitoramento de perfis de praia utilizando nivelamento topográfico; monitoramento da linha de costa usando um DGPS acoplado a veículo automotor; monitoramento da praia usando sistema de videomonitoramento (ARGUS); monitoramento da linha de costa usando imagens de satélite; monitoramento da linha de costa usando fotografias aéreas de drone (VANT). Posteriormente, no item 4.6, será apresentada a distribuição espaço-temporal do monitoramento praial realizado.

Monitoramento de perfil de praia utilizando nivelamento topográfico

O monitoramento praial, realizado por meio do levantamento de perfis topográficos, ocorre a partir da coleta de dados em campo dentro da área de estudo, tomando como base um nível de referência vertical denominado *Datum*. A partir desse ponto fixo, são medidos diferentes perfis topográficos, permitindo a análise de suas variações ao longo do tempo. Neste tipo de monitoramento, a praia é analisada em perfil, considerando um segmento de cerca de um metro de largura, englobando diferentes setores, desde o limite com as dunas até a linha d´água. Apesar de sua limitação espacial, os perfis de praia fornecem dados de alta precisão, permitindo avaliar parâmetros como a largura da praia, a declividade e as variações morfológicas entre os perfis. Associados a outras análises, como por exemplo a caracterização granulométrica, esses dados possibilitam classificar as praias em estágios morfodinâmicos (exemplo: praias dissipativas, refletivas ou intermediárias).

No município de Rio Grande, essa técnica foi mais utilizada entre a década de 1990 e o início dos anos 2000 (Tabela 1). Pesquisadores como CALLIARI & KLEIN (1993), TOZZI (2000) e SANTO (2007) desenvolveram estudos de monitoramento praial utilizando equipamentos analógicos, como o nível topográfico, que exigia registros manuais em campo, ou Estação Total, com maior avanço tecnológico. Esses trabalhos foram realizados predominantemente no âmbito do Laboratório de Oceanografia Geológica da FURG. O estudo pioneiro de CALLIARI & KLEIN (1993) monitorou diversos perfis de praia entre as praias do Cassino e da Barra do Chuí, de março de 1991 a março de 1992, com coletas mensais e análise de dados complementares. Já TOZZI (2000) realizou monitoramento entre maio de 1991 e setembro de 1995 em um ponto da Praia do Cassino, na altura da Rua Bahia, combinando perfis mensais com observações diárias de ondas, ventos e correntes. Já o estudo realizado por SANTO (2007) monitorou perfis com uso de uma Estação Total (figura 3) na localidade da Querência, sul do balneário Cassino, e próximo as carcaças do Navio Altair, cerca de 20 kms ao sul do balneário.

Estes estudos realizados na Praia do Cassino, em Rio Grande, demonstram que a coleta sistemática de dados diariamente ou mensalmente possibilita, junto com outras informações complementares como de dados meteorológicos, identificar padrões sazonais de variação da linha de costa e os agentes responsáveis.

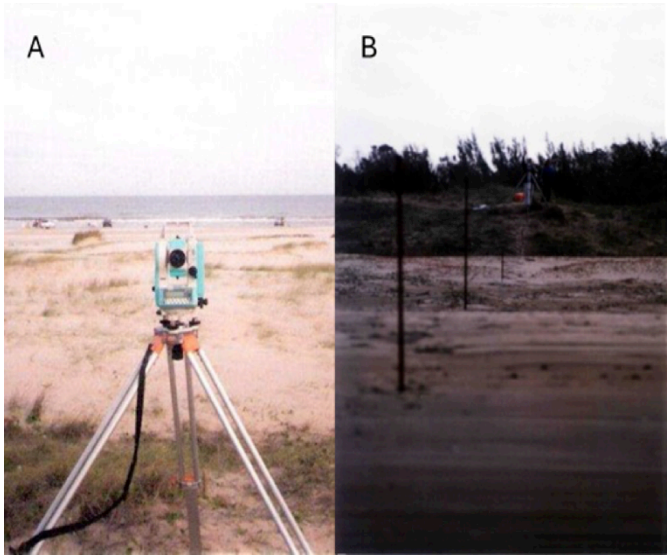


Figura 3 - Estação total, equipamento de medição de perfis de praia (a), e estacas para alinhamento da medição transversal a faixa de praia de praia. Fonte: Modificada de SANTO (2007).

Monitoramento da linha de costa usando um DGPS acoplado a veículo automotor

Em um período em que os estudos derivados de perfis de praia focaram em análises pontuais, o monitoramento da linha de costa a partir do uso de um DGPS (GPS Diferencial) acoplado em um veículo automotor surgiu como uma alternativa para analisar um longo segmento de costa, um ato inédito dentro do território brasileiro até então. O sistema DGPS aumenta a precisão do GPS comum usando uma estação de referência com posição conhecida para enviar sinais de correção em tempo real ou em pós-processamento.

Desenvolvido por TOLDO Jr. *et al*. (1999), vinculado ao Centro de Estudos Costeiros da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CECO-UFRGS), este método cobriu os 618 km da costa do Estado do Rio Grande do Sul, e proporcionou uma perspectiva abrangente da variação da posição da linha de costa, trazendo essa inovação para os debates e estudos referentes ao monitoramento da linha de costa no Rio Grande do Sul.

Estes estudos também foram difundidos por ESTEVES (2004), que apresentou um comparativo dos dados obtidos anualmente entre novembro de 1997/1998 e 1998/1999. Esse método permite analisar grandes extensões da costa, mas apresenta precisão significativamente menor em comparação aos perfis de praia. Entre suas limitações estão erros associados ao movimento do veículo, à variabilidade climática e custos operacionais. Para minimizar este erro amostral, ESTEVES (2004) adotou marcos virtuais espaçados a cada 500 metros como referência ao longo do litoral.

De modo geral, o método é útil para representar tendências em larga escala, contribuindo para estudos de planejamento e gestão costeira. No entanto, devido à sua margem de erro e menor resolução temporal, não é indicado para analisar, por exemplo, efeitos da passagem das ressacas do mar, sendo mais indicado para uma análise mais abrangente da linha de costa.

Monitoramento da praia usando sistema de videomonitoramento (ARGUS)

O sistema de Monitoramento ARGUS se dá a partir da sincronização de câmeras instaladas em estações de monitoramento espalhadas pela extensão de uma determinada praia a ser monitorada, a partir de uma torre ou antena onde são instaladas as câmeras. O número de câmeras varia conforme a extensão da área de estudo e o objetivo da pesquisa, sendo comum a utilização de três a cinco unidades para garantir a sobreposição adequada dos campos de visão e a reconstrução geométrica precisa da área monitorada.

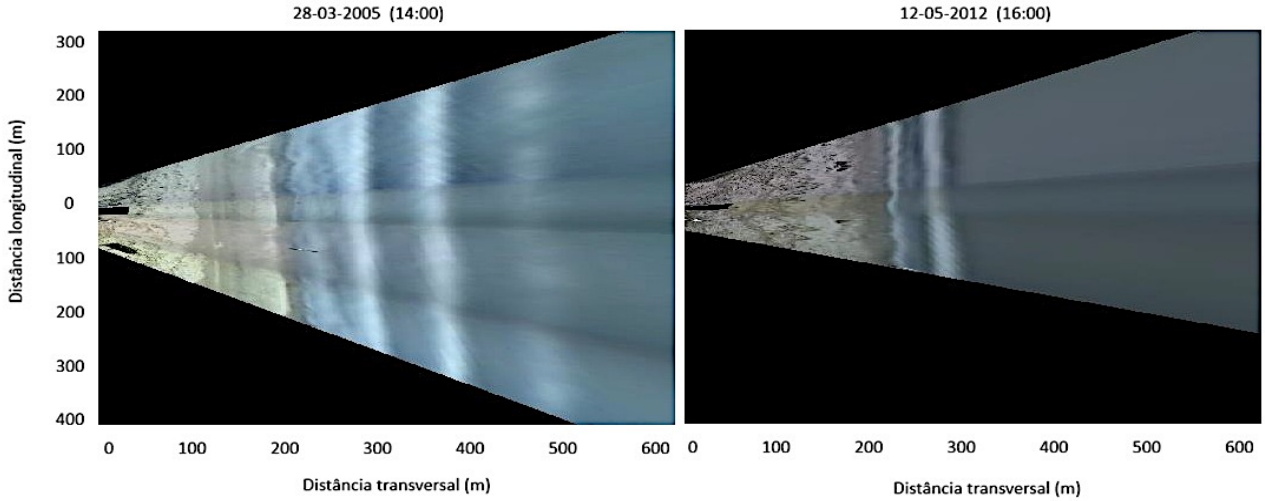


Figura 4 - Composição de imagens derivadas do videomonitoramento do sistema ARGUS-CASSINO, junto à localidade da Querência, trecho sul do balneário Cassino, em 28-03-2005 e 12-05-2012. Fonte: Modificada de GOULART (2014).

A estação ARGUS-CASSINO foi constituída por quatro câmeras de vídeo instaladas no topo de uma torre de 14 m de altura em frente à Estação Marinha de Aquicultura (EMA), segmento da orla do Balneário Cassino (GUIMARÃES *et al*., 2018). O sistema funciona através da captura de imagens instantâneas (*Snap shots*). Segundo PARISE *et al*. (2008) o referido monitoramento acontece durante intervalos de

10 minutos a cada hora, em uma taxa de 1 imagem por segundo, somando 600 *Snap shots* obtidas por cada câmera, a cada hora de luz do dia, quando há visibilidade. As câmeras são calibradas geometricamente a partir de pontos de controle georreferenciados (GCPs), permitindo a correção de distorções ópticas e a conversão das imagens em projeções ortogonais (*plan views*) e oblíquas (*oblique views*) – Figura 4.

Este equipamento foi vinculado a um projeto desenvolvido pelo Laboratório de Oceanografia Geológica da FURG, produzindo uma sequência de informações de cerca de 10 anos de dados diários. As principais publicações foram realizadas por PARISE *et al*. (2008), GOULART (2014) e GUIMARÃES *et al*. (2018) onde cada estudo analisou diferentes períodos, de acordo com seus objetivos.

A principal contribuição do sistema ARGUS-CASSINO foi a geração de séries temporais contínuas da dinâmica costeira, permitindo acompanhar processos como variação da linha de costa, efeito das marés, períodos de erosão e deposição sedimentar, inclusive identificando efeitos de ressacas do mar na costa. Embora ofereça alta precisão, sua cobertura espacial é limitada (cerca de 100–200 metros de praia). Assim, forneceu uma análise detalhada de um trecho específico, mas não abrangeu processos de maior abrangência ao longo da costa.

Monitoramento da linha de costa usando imagens de satélite e fotografias de drone (VANT)

O monitoramento da linha de costa por imagens de satélite ocorre em grandes escalas espaciais e com cobertura temporal periódica, permitindo análises pretéritas de áreas extensas, conforme a disponibilidade das imagens, o que tem contribuído para a identificação de padrões interanuais de variação da linha de costa. No entanto, depende do tempo de visita dos satélites utilizados que podem variar em menor ou mais escala temporal de distância, e das condições atmosféricas, o que pode limitar a detecção de mudanças rápidas, como a identificação do período exato de mudanças bruscas decorrentes das ressacas do mar.

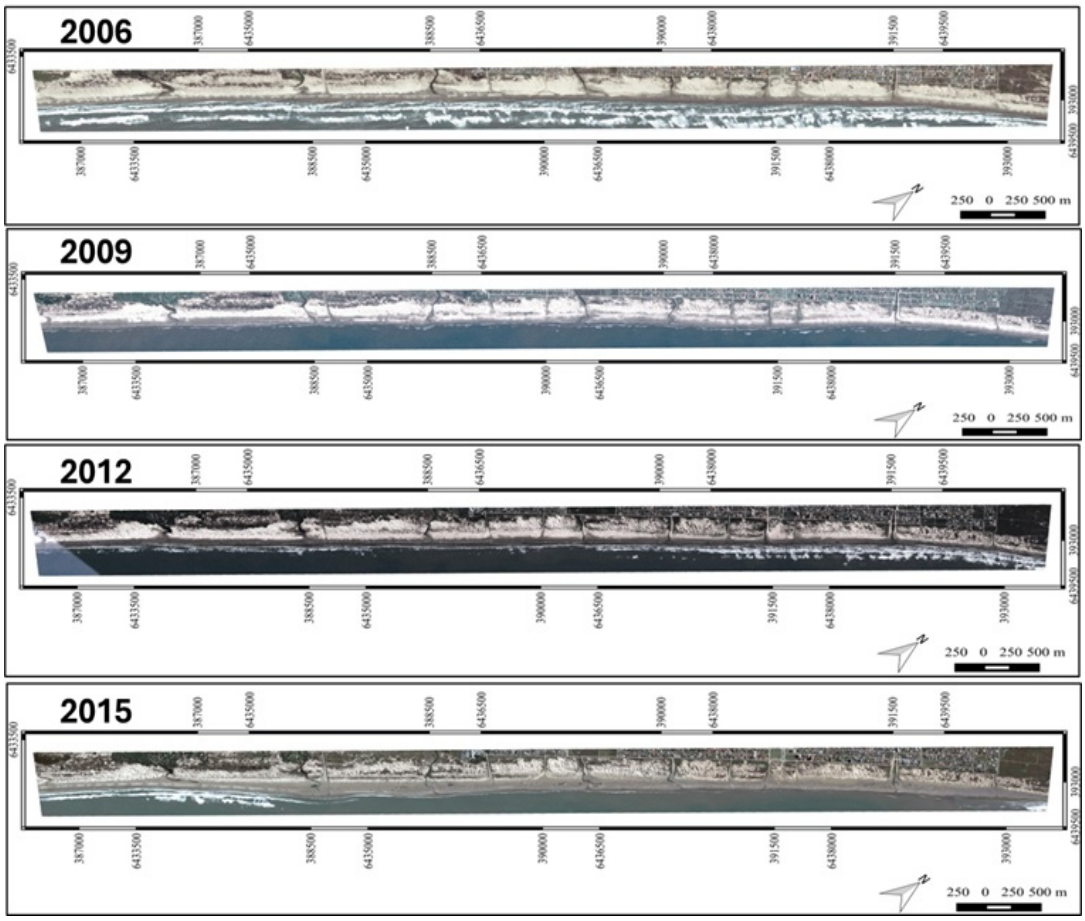


Figura 5 - Imagens de satélite de alta resolução georreferenciadas da orla do Balneário Cassino de 2006, 2009, 2012 e 2015. Fonte: Modificado de LEAL *et al*. (2018).

Na costa de Rio Grande, diversos estudos utilizaram essa técnica, sendo considerada uma das mais empregadas nas últimas décadas por possibilitar análises em diferentes escalas e a identificação de padrões de erosão, deposição e evolução geomorfológica. Destaca-se o trabalho pioneiro de LÉLIS (2003), que comparou imagens do satélite *Landsat* com fotografias aéreas anteriores obtidas em aerolevantamentos do exército brasileiro. Posteriormente, com a popularização do *Google Earth*, estudos como os de PORTO (2016), LEAL (2018), LEAL *et al.* (2018) e SÁ (2023) utilizaram imagens de alta resolução, vetorizando de forma manual a linha de costa (limite praia duna) para análise da posição da linha de costa. LEAL (2018) e LEAL *et al.* (2018) realizaram uma caracterização do deslocamento do limite superior da praia no trecho defrontante ao balneário Cassino, usando imagens de satélite de alta resolução georreferenciadas dos anos de 2006, 2009, 2012 e 2015 (Figura 5).

Um recente estudo foi desenvolvido por SGANDELLA (2025), com base em séries de imagens de satélite, utilizou uma metodologia mais automatizada, com base nos algoritmos do *software* CASSIE, para análise da variação da linha d'água.

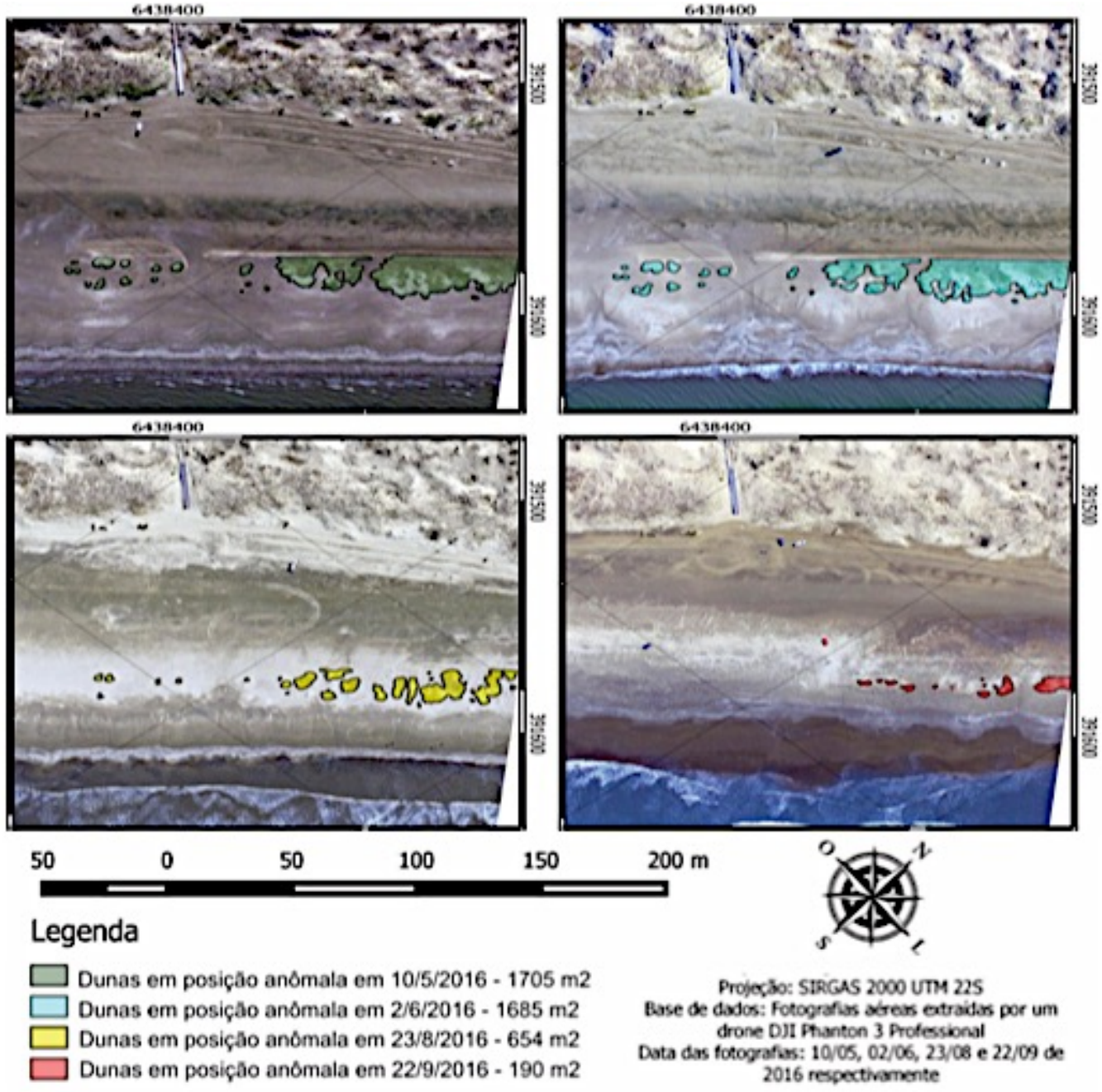


Figura 6 - Composição de imagens derivadas do videomonitoramento do sistema ARGUS-CASSINO, junto à localidade da Querência, trecho sul do balneário Cassino, em 28-03-2005 e 12-05-2012. Fonte: Modificada de GOULART (2014).

Já drones (Veículos Aéreos Não Tripulados - VANTs), surgiram no início do século XX com uso militar, especialmente em atividades de reconhecimento durante as guerras mundiais. A partir das décadas de 1980 e 1990, avanços tecnológicos tornaram esses equipamentos mais acessíveis e eficientes, ampliando seu uso. Assim, deixaram de ser exclusivos do setor militar e passaram a ser utilizados em diversas áreas civis, como monitoramento ambiental, agricultura de precisão, sensoriamento remoto e inspeções técnicas, consolidando-se como ferramentas importantes para uso militar e em diferentes áreas da ciência.

O monitoramento praial com drones apresenta vantagens como a obtenção de imagens de alta resolução e a flexibilidade operacional, permitindo análises detalhadas e rápidas, como por exemplo o efeito das ressacas do mar na variação da linha de costa. Sendo assim, os drones se consolidam como ferramenta eficiente, sobretudo em análises locais e de curto prazo. Além disso, possibilitam a geração de diferentes produtos cartográficos, ampliando o potencial analítico. Por outro lado, o seu uso depende de saídas de campo e de condições climáticas favoráveis, além de cobrir áreas menores que técnicas orbitais. Custos com equipamentos, manutenção, capacitação e exigências legais também representam limitações.

O monitoramento costeiro com drones exige operação em campo, pilotos capacitados e cumprimento de regulamentações. Apesar dessas exigências, destaca-se pela alta resolução e nível de detalhe, permitindo análises em microescala, mapeamento de feições e identificação de padrões erosivos. Embora cubra áreas menores, oferece alta precisão cartográfica, podendo ser ampliado com múltiplos voos e fotogrametria. Assim, torna-se uma ferramenta essencial para estudos detalhados e de curto prazo.

Na Praia do Cassino, em Rio Grande, destaca-se o estudo pioneiro realizado por OLIVEIRA *et al*. (2020), que utilizou uma série de fotografias aéreas de drone (VANT) para analisar o retrabalho de depósitos eólicos na faixa de praia (Figura 6), identificando os efeitos das ressacas do mar na costa. Outros levantamentos têm sido realizados pela FURG e IF-Campus Rio Grande. Estudos utilizando estes equipamentos devem ter maior protagonismo em futuras publicações acadêmicas.

Distribuição espaço-temporal do monitoramento praial realizado

A Figura 7 demonstra uma organização espaço-temporal das medições da posição da linha de costa na área de estudo, denominada quadro-síntese. O eixo vertical corresponde ao intervalo temporal analisado, abrangendo aproximadamente 30 anos, enquanto o eixo horizontal representa os cerca de 62 km de extensão da linha de costa do município de Rio Grande.

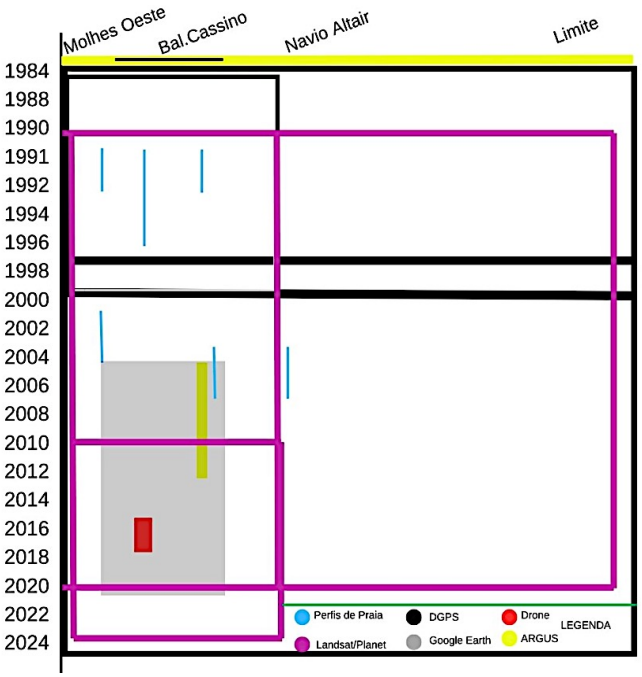


Figura 7 - Sistematização espaço-temporal do monitoramento da praia do Cassino, costa oceânica do município do Rio Grande.

A partir da análise da figura apresentada, observa-se que diferentes métodos de monitoramento da linha de costa vêm sendo empregados ao longo do tempo. Essa variação reflete diretamente os avanços tecnológicos e o desenvolvimento das pesquisas voltadas ao monitoramento costeiro.

No eixo vertical, escala de tempo, a figura 6 identifica a redução do uso de perfis de praia em períodos mais recentes pode ser compreendida como resultado dessas transformações, especialmente após os anos 2000, quando novas técnicas passaram a ser mais atrativas, com abrangência espacial e rapidez na obtenção de resultados. O sistema ARGUS-CASSINO, de certa forma pode representar um reflexo de um período de maior investimento em Universidades Federais brasileiras na primeira década dos anos 2000. As técnicas de monitoramento costeiro variam em custos, vantagens e limitações conforme os objetivos,

a escala e os recursos disponíveis. As imagens de satélite, embora envolvam alta tecnologia e, por vezes, custos e infraestrutura elevados, podem ser acessadas gratuitamente em alguns casos. Esses sensores oferecem ampla cobertura espacial e longas séries históricas, sendo fundamentais para análises multitemporais e estudos da dinâmica costeira em escala regional e de longo prazo. A partir de 2003 a *Google* disponibilizou a *Plataforma Google Earth*, com diversas fotografias aéreas verticais de alta resolução e imagens de satélites (recortes espaciais). Já na segunda década dos anos 2000 ocorreu o crescimento exponencial do uso de drones (VANTS) na pesquisa acadêmica. Nesse contexto, a comparação entre imagens de satélite e drones é especialmente relevante para a Geografia, devido ao uso dessas ferramentas em análises espaço-temporais.

Por sua vez, no eixo horizontal, escala espacial, a figura 6 mostra que os estudos de monitoramento realizados se concentraram na porção norte da área de estudo, entre os Molhes da Barra e as carcaças do Navio Altair. Na parte defrontante ao balneário se concentraram a maior parte dos esforços amostrais. No caso do monitoramento de perfis de praia e uso de drones (VANTS), estes são os locais mais acessíveis. Já no caso do uso de imagens de satélite, ou outra que necessite georreferenciamento, as áreas urbanas também podem ter sido utilizadas para obtenção de uma maior precisão dos dados de variação da linha de costa

CONCLUSÕES

As pesquisas de monitoramento da praia do Cassino, município de Rio Grande (RS), além de contribuirem para o desenvolvimento científico e acadêmico nas áreas de Oceanografia, Geografia, Geoprocessamento e áreas afins, também se destacam como ferramentas estratégicas de planejamento e gestão ambiental, bem como podem ser utilizadas na educação, pois contribuem para a compreensão da dinâmica costeira, de processos erosivos e deposicionais, impactos de eventos extremos, impactos das mudanças climáticas, bem como possibilitam uma maior compreensão das interações entre processos naturais e ações antrópicas.

Os itens descritos no presente trabalho demonstraram que a evolução tecnológica ampliou as possibilidades de monitoramento dos sistemas costeiros, permitindo a utilização de diferentes ferramentas para acompanhar a variação da linha de costa. No âmbito da análise temporal, dentre essas técnicas, destacaram-se inicialmente os perfis de praia, usando métodos analógicos, sendo aos poucos substituídos pelo videomonitoramento, sensores orbitais e o uso de drones, sistemas que proporcionam maior rapidez, abrangência temporal ou espacial.

A análise espacial no monitoramento da linha de costa de Rio Grande concentrou-se nos segmentos mais próximos ao balneário Cassino, entre os molhes da Barra do Rio Grande e as carcaças do Navio Altair, situado cerca de 20 kms ao sul dos molhes da Barra. Nos 50 kms mais ao sul da linha de costa do município, o monitoramento praial foi praticamente ausente, exceto quando analisado por imagens de satélite de baixa resolução.

Já quando a questão é a análise dos eventos de alta energia, as chamadas ressacas do mar, os métodos de perfil de praia, sistema de videomonitoramento ARGUS e o uso de drones (VANTS) destacam-se das demais formas de análise.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, M.G.; ALVES, D.L. & DE ALMEIDA ESPINOZA, J.M. 2017. Uso do sensoriamento remoto e de veículos aéreos não tripulados no monitoramento do processo erosivo no litoral do extremo sul do Rio Grande do Sul, Brasil. In: *Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento*, v. 1, p. 3021-3026.

CALLIARI, L.J. & KLEIN, A.H. 1993. Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. *Pesquisas em geociências*, 20(1): 45-56.

ESTEVES, L. 2004. *Variabilidade espaço-temporal dos deslocamentos da linha de costa no Rio Grande do Sul*. Tese de Doutorado em Geociências: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

ESPINOZA, J.M.A.; ALBUQUERQUE, M.G.; LEAL-ALVES, D.C.; GONZAGA, B.A. & ESPINOZA, T.A. 2021. Análise multitemporal das dunas móveis da praia do Cassino (RS-Brasil) entre 1990 e 2020 com o uso de dados dos sensores TM-OLI da série Landsat. In: Paula, D. P.; Oliveira, E. C.; Dias, J. A.; Cancela da Fonseca, L.; Rodrigues, M. A. C.; Albuquerque, M. G.; Palma, M.; Pereira, S. D. (Eds.). *Sociedade, ambiente e tecnologia: Mar afora, costa adentro - Tomo X da Rede BRASPOR*. Rio de Janeiro: UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro/Faculdade de Geologia. ISBN: 978-65-995971-0-7, p. 67-81.

GUIMARÃES, P.V., PEREIRA, P.S.; CALLIARI, L.J. & KRUSCHE, N. 2018. Variabilidade temporal do perfil de dunas na Praia do Cassino, RS, com auxílio de videomonitoramento

Argus. *Pesquisas em Geociências*, 41(3): 217–229.

GOULART, E.S. 2014. *Variabilidade morfodinâmica temporal e eventos de inundação em um sistema praial com múltiplos bancos*. Tese de Doutorado em Oceanografia. Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

KING, C.A.M. 1972. *Beaches and coasts*. London: Edward Arnold Publishers. 570 p.

LEAL, K.B. 2018. Análise das mudanças na linha de costa defrontante à área urbanizada do Balneário Cassino, Rio Grande–RS. *CaderNAU*, 10(1): 67-78.

LEAL, K.B.; OLIVEIRA, U.R. & ESPINOZA, J.M.A. 2018. Variação do limite praia duna nos Balneários Mostardense, Mar Grosso, Cassino e Barra do Chuí – RS no intervalo entre 2003-2015. *Quaternary and Environmental Geosciences*, 9(1): 25-37. DOI. 10.5380/abequa.v9i1.53226.

LÉLIS, R.F.J. 2003. *Variabilidade da Linha de Costa Oceânica adjacente às principais desembocaduras do Rio Grande do Sul*. Trabalho de Conclusão de Curso: Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

MUEHE, D. 2018 A geomorfologia costeira e seu desdobramento para a geografia costeira e marinha. *Revista Brasileira de Geografia*, 63: 29-59.

OLIVEIRA, U.R.; SIMÕES, R.S.; CALLIARI, L.J.; CAMINHA, E.S. & ROMEU, M.A. 2020. Análise da dinâmica praial após a deposição de lama em 2014 na praia do Cassino (RS, Brasil) utilizando aeronave remotamente pilotada. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 21: 1462.

PARISE, C.K; GUEDES, R. & CALLIARI, L.J. 2008. Variação da linha de praia por marés meteorológicas utilizando um sistema de vídeo-imagem, Praia do Cassino, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, p. 2008.

PEREIRA, P.S. & CALIARI, L.J. 2005. Variação morfodinâmica diária da praia do Cassino, RS, durante os verões de 2002/2003 no setor do terminal turístico. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology,* 9(1): 7-11.

PEREIRA, P.S.; CALIARI, L.J.; GUEDES, R. & SCHETTINI, C. 2012. Variabilidade temporal da posição dos bancos arenosos da praia do Cassino (RS): uma análise através de imagens de vídeo. *Pesquisas em Geociências*, 39(3): 195-211.

PORTO, F.S. 2016. *Variabilidade morfossedimentar do sistema praia duna ao largo do Balneário Cassino – RS no período de 2006 a 2016.* Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande. 104p.

SÁ, L. 2023. *Caracterização da Progradação do Limite Praia-Duna Frontal Adjacente ao Balneário Cassino (RS) Entre 2012 e 2022*. Trabalho de Conclusão de Curso de Geografia Bacharelado: Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

SANTO, R. 2007. *Variabilidade morfodinâmica entre as regiões da Querência e do navio Altair na praia do Cassino, RS.* Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Física, Química e Geológica, Instituto de Oceanografia: Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

SCHWEITZER, A. 2013. *Monitoramento da Linha de Costa: Uma análise de métodos e indicadores aplicados em investigação na escala de eventos*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis.

SERPA, C.G. 2008. *Estudo da influência dos fatores climáticos, hidrológicos e morfológicos no ciclo de vida de um sangradouro intermitente, Praia do Cassino, Brasil*. Pós-Graduação em Engenharia Oceânica. Universidade Federal do Rio Grande. Dissertação de Mestrado, 95p.

SGANDELLA, J.S. 2025. *Estimativas de balanço sedimentar para projeções de linha de costa: litoral centro-sul do Rio Grande do Sul.* Dissertação (Mestrado em Oceanologia) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

SIMÕES, R.S.; OLIVEIRA, U.R.; ESPINOZA, J.A. & LEAL ALVES, D.C. 2019. Uso de drone de pequeno porte para análise costeira: enfoque metodológico. *Revista brasileira de geografia física*, 12(2): 622-640.

SOUZA, C.R.; SOUZA FILHO, P.W.M.; ESTEVES, L.S.; VITAL, H.; DILLENBURG, S.R.; PATCHINEELAM, S.M. & ADDAD, J.E. 2005. Praias Arenosas e Erosão Costeira. In: SOUZA et al. (Eds.). Quaternário do Brasil. Holos Editora, p. 130- 152.

TOLDO Jr., E.E.; ALMEIDA, L.; BARROS, C. & MARTINS, L. 1999. Retreat of the Rio Grande do Sul coastal zone, Brazil. In: MARTINS, L.R. & SANTANA, C.I. (Eds.), *Non Living Resources of the Southern Brazilian Coastal Zone and Continental Margin*. Porto Alegre, Brazil. Editora da UFRGS, p. 62-68.

TOZZI, H.A.M. & CALLIARI, L.J. 2000. Morfodinâmica da praia do Cassino, RS. *Pesquisas em Geociências*, 27(1): 29-42.

Capítulo XIII

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE O USO E OCUPAÇÃO HISTÓRICO DO SOLO E AS ÁREAS AFETADAS PELAS INUNDAÇÕES DE ABRIL E MAIO DE 2024 EM RIO GRANDE, RS/BRASIL



ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE O USO E OCUPAÇÃO HISTÓRICO DO SOLO E AS ÁREAS AFETADAS PELAS INUNDAÇÕES DE ABRIL E MAIO DE 2024 EM RIO GRANDE, RS/BRASIL

Lucas Lopes Pereira [1], Éder Leandro Bayer Maier [2], Lucas de Sousa Pereira [3]

[1]Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Instituto de Ciências Humanas e da Informação – ICHI, Rio Grande, RS, Brasil, CEP 96203-540, e-mail: lucaspereirarg@gmail.com
[2]Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Instituto de Ciências Humanas e da Informação – ICHI, Rio Grande, RS, Brasil, CEP 96208-120, e-mail: edermaier@gmail.com
[3]Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Instituto de Ciências Humanas e da Informação – ICHI, Rio Grande, RS, Brasil, CEP 96208-120, e-mail: lucassousa.travail@gmail.com

RESUMO

De acordo com relatórios do painel intergovernamental sobre mudanças climáticas (IPCC), as mudanças climáticas apontam para o aumento da intensidade e frequência de eventos extremos, como é no caso da Região Sudeste da América do Sul, a qual abrange o Rio Grande do Sul, segundo o sexto relatório de Avaliação (IPCC, 2023). O presente artigo tem como objetivo abordar a relação entre o uso e ocupação urbana histórica do solo com as áreas inundadas durante abril e maio de 2024 em Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. Baseando-se em relatórios de fontes como o Serviço Geológico do Brasil e o Comitê de Avaliação e Prognóstico de Eventos Extremos da Fundação Universidade do Rio Grande durante o episódio extremo de precipitação, além de analisar mapas e plantas históricas do acervo da biblioteca Rio-Grandense e da Secretaria de Planejamento Urbano, usando uma abordagem qualitativa para a análise dos mapas históricos, caracterizando o uso e ocupação histórico com as áreas afetadas identificadas nos relatórios. A natureza registrada nos mapas históricos demonstra que os marismas foram aterrados para a expansão de zonas urbanas e industriais, considerando que em diversas áreas residenciais o aterro não está acima da linha de inundação, causando extravasamento no período das grandes enchentes como, por exemplo, em maio de 2024. O estudo visa contribuir para a discussão sobre o planejamento frente às mudanças climáticas, apontando a relação entre a origem das ocupações urbanas no espaço com as áreas mais afetadas pelo evento extremo de abril e maio de 2024 no município de Rio Grande.

Palavras-chave: Eventos Extremos, Uso e Ocupação do Solo, Inundações.

Analysis of the relationship between the historic land use and occupation in the areas affected by the April and May 2024 floods in Rio Grande, RS

ABSTRACT

According to reports from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), climate change points to an increase in the intensity and frequency of extreme events, as is the case in the Southeastern South America region, which encompasses Rio Grande do Sul, according to the Sixth Assessment Report (IPCC, 2023). This article aims to address the relationship between historical urban land use and occupation and the areas flooded during April and May 2024 in Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brazil. The study is based on reports from sources such as the Geological Survey of Brazil and the Committee for the Assessment and Prognosis of Extreme Events of the Federal University of Rio Grande Foundation during the extreme precipitation episode. Furthermore, historical maps and plans from the collections of the Biblioteca Rio-Grandense and the Secretariat of Urban Planning were analyzed using a qualitative approach, characterizing historical land use and occupation in relation to the affected areas identified in the reports. The environmental dynamics recorded in the historical maps demonstrate that salt marshes were reclaimed for the expansion of urban and industrial zones; however, in several residential areas, the landfill is not above the flood line, causing overflow during major flooding periods, such as in May 2024. The study aims to contribute to the discussion on urban planning in the face of climate change, highlighting the relationship between the origin of urban occupations in space and the areas most affected by the extreme event of April and May 2024 in the municipality of Rio Grande.

Keywords: Extreme Events, Land Use and Occupation, Floods.

INTRODUÇÃO

O objetivo do presente artigo é identificar e compreender a relação existente entre a expansão histórica do uso e ocupação do solo com os impactos registrados pelas inundações durante o evento extremo de precipitação de abril e maio de 2024 nas áreas afetadas do município de Rio Grande, buscando evidenciar as relações propostas

com base em fontes materiais históricas, relatórios oficiais e pesquisas acadêmicas.

Historicamente, grupos de seres humanos tendem a ocupar e instalar-se em espaços próximos a recursos hídricos, sejam eles rios ou oceanos, havendo expressivo número de comunidades ribeirinhas que habitam as margens de rios e lagos. De acordo com dados do Censo de 2022, 111,28 milhões de habitantes residem nas proximidades do litoral, cerca de 54,4% da população brasileira (IBGE, 2022), como é o caso dos habitantes de Rio Grande, município costeiro no Rio Grande do Sul, onde existe o canal que liga a Laguna dos Patos com o Oceano Atlântico Sul, responsável pelo escoamento de diversas bacias hidrográficas da região hidrográfica das bacias litorâneas e da região hidrográfica da bacia do Guaíba.

O processo geomorfológico de formação da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) remonta ao pleistoceno com séries de avanços e recuos do nível médio do mar, com eventos que levaram à criação de um sistema de lagunas-barreiras, sendo estratigraficamente presentes ao longo do litoral gaúcho até hoje (DILLENBURG, 2000). Como se trata de um ambiente geologicamente jovem e distante de rochas matrizes, sua morfologia condiz com a de uma região topograficamente plana com predomínio de solo siltoso/arenoso, com a presença abundante de áreas úmidas como marismas, banhados e lagoas.

Para o Estado do Rio Grande do Sul podemos optar por observar a classificação de Strahler (STRAHLER & STRAHLER, 1989), que define o RS como uma região de clima subtropical úmido por haver presença de massas de ar tropicais e polares na atmosfera do Estado, apresentando verões quentes e invernos amenos, além da presença de chuvas distribuídas durante o ano inteiro, Strahler também reconhece que no nordeste do RS há regiões com verões amenos. Já a classificação oficial do IBGE sobre os biomas demarca que o Pampa ocupa aproximadamente 68% do território, e a Mata Atlântica ocupando os 32% restantes, além de também fazer parte da Zona Costeira brasileira delimitada pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC (BRASIL, 1988), caracterizada pela faixa de interação do continente com o oceano, onde ocorrem diversas interações entre a geomorfologia, o meio biótico, abiótico e demografia específicas de tais ambientes.

A cartografia histórica se torna um meio de visualização acerca da ocupação territorial do solo na área estudada, pesquisas como de PIRES (2019) analisa um vasto acervo de obras cartográficas e plantas que remontam à época de ocupação colonial e nos dão uma ideia de como foi a expansão do uso e ocupação do solo em diferentes períodos e ciclos econômicos como, por exemplo, durante a implementação do Porto Novo de Rio Grande. Analisar o recorte temporal dos dados coletados vira uma ferramenta para conceber uma visão de como a paisagem atual foi modificada com o tempo, desde a ocupação de áreas ambientais como dunas e terrenos sujeitos a inundações aos ciclos econômicos de implementações e reformas no tecido urbano-industrial.

Pode-se argumentar que a cartografia como técnica tende a seguir padrões de normatização, sendo refinada com os avanços do meio técnico como uma ferramenta essencial para a análise e interpretação de recortes espaciais de variadas finalidades, como oferecendo uma perspectiva dos avanços ocupacionais no território riograndino e suas relações com impactos decorrentes das inundações.

Conforme relatórios do IPCC como o sexto relatório de atividades (AR6), organizado pela Organização Meteorológica Mundial (WMO) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP), a temperatura média global nunca ascendeu tão rapidamente em períodos pré-industriais, registando-se um aumento de 1,1°C de 1850 a 1900 e prevendo-se um aumento de até 1,5°C nas próximas décadas (IPCC, 2023).

De acordo com o AR6, um acréscimo de 1,5°C implica em severas mudanças em todo continente sul-americano, desde o aumento na intensidade e ocorrência de chuvas e ciclones a aumentos no nível médio do mar e perda de biodiversidade, apontando que ambientes fluviais e costeiros, principalmente em regiões como a denominada Região Sudeste da América do Sul (SAS), a qual abrange os Estados das regiões Sudeste, Leste e Sul do Brasil estão listados como uma das regiões mais afetadas pelas mudanças climáticas (IPCC, 2023).

Entende-se como cheia um evento em que a cota máxima da calha principal de um corpo hídrico é extravasada para suas áreas marginais, inundação como o aumento da cota de água em uma zona que careça de capacidade para seu

escoamento e as áreas de risco de enchente e inundações como ocupações habitacionais localizadas em terrenos marginais e várzeas de rios, sendo classificadas de acordo com o grau de probabilidade, onde os residentes estão vulneráveis a impactos diretos consequentes dos processos de enchente e inundações (BRASIL, 2007).

A comunidade científica alerta sobre as mudanças climáticas há muitas décadas, alertas dos quais acabam por virar fatos perante as extensas secas que prejudicam os setores agropecuários e impactam, principalmente, o pequeno e médio produtor rural como em 2022 com a maior estiagem observada no RS em 70 anos, ou as intensas precipitações em curtos períodos de tempo que ocorreram tanto em 2023 quanto no evento extremo de 2024 no Rio Grande do Sul (ROCHA *et al*., 2024; MARENGO *et al*, 2024).

O artigo aborda quais as influências concebidas pela expansão do uso e ocupação do solo com os bairros afetados pelas inundações durante o período de maior fluxo hídrico na região estuarina-costeira, analisando bibliograficamente as origens de sua ocupação.

METODOLOGIA

A área de estudo (Figura 1) abrange as áreas urbanizadas do primeiro distrito do município de Rio Grande, Rio Grande do Sul/Brasil, localizado geograficamente paralelo ao canal que liga o estuário da Lagoa dos Patos ao Oceano Atlântico. Segundo as demarcações mais recentes (BRASIL, 2022), o município tem seus limites entre as coordenadas norte 31°54’41’’S e sul 32° 50’ 18’’S, Oeste 53° 40’ 33’’O e leste 52°20’41’’O, com uma área total de 3.341,408 km².

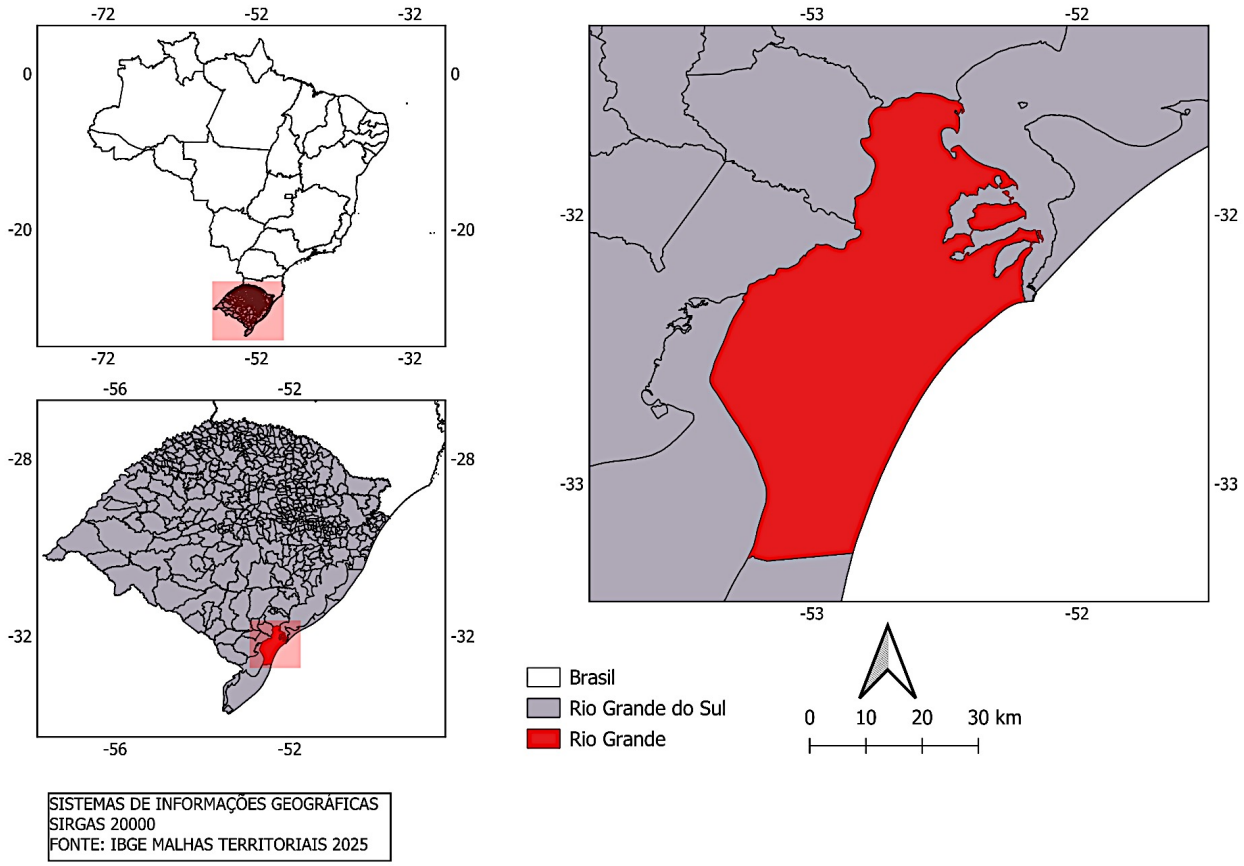


Figura 1 - Mapa da localização da área de estudo. Fonte: Elaboração do autor com malhas territoriais extraídas do IBGE(2025).

Para compreender as dinâmicas hidromorfológicas da área de estudo é preciso caracterizar geograficamente o ambiente. Estruturada sobre um pontal arenoso, o primeiro distrito do município de Rio Grande é cercado por áreas úmidas, com a Lagoa dos Patos a sua margem oeste e o estuário da Mangueira a sua margem leste, enquanto que na extremidade do pontal onde se localiza o porto do município há a presença do canal do Rio Grande, responsável

por todo o escoamento das bacias hidrográficas litorâneas e do Guaíba. Pode-se observar também uma grande quantidade de áreas úmidas ao redor de Rio Grande (Figura 2), característica hidromorfológica que auxiliou na mitigação de impactos sentidos em áreas urbanizadas.

O mapa da malha hidrográfica foi confeccionado no aplicativo QGIS versão 3.40.8 *desktop*, usando arquivos vetoriais disponibilizados no *site* da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM).

A pesquisa qualitativa, ao buscar a compreensão detalhada dos significados e características situacionais do problema ou objeto investigado, permite o aprofundamento e complexificação do fenômeno investigado (LIMA & MOREIRA, 2015). Baseado na abordagem metodológica qualitativa, a partir da análise de mapas antigos do município do Rio Grande, foi possível identificar fatores históricos no uso e ocupação do solo que auxiliam no entendimento dos impactos sentidos nos distritos do município de Rio Grande.

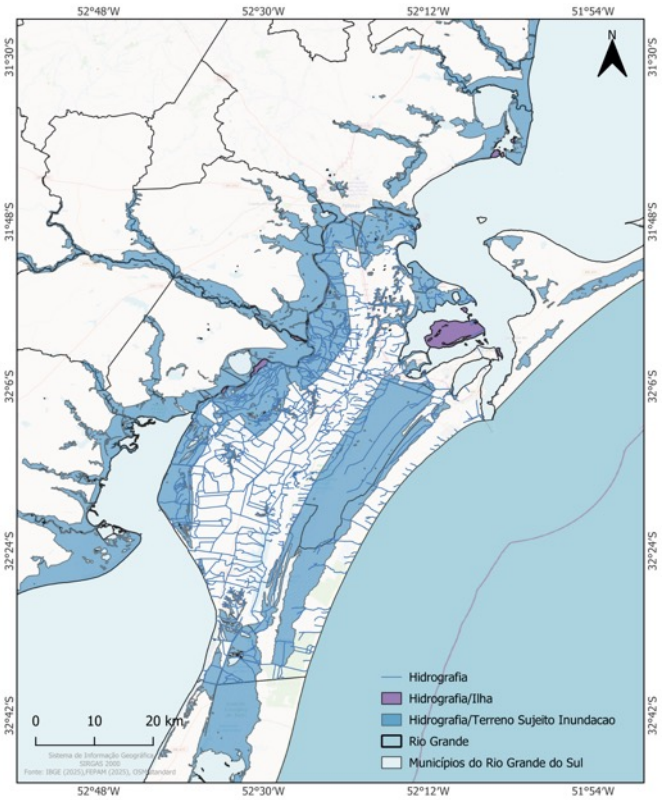


Figura 2 - Malha hidrográfica de Rio Grande. Fonte: Elaboração do autor com Vetores disponibilizados pelo *site* da FEPAM (2025).

Tabela I - Tabela de figuras com suas datações e acervo.

N° Figura	Nome	Datação	Fonte
Figura III	Planta da Vila Rio Grande de São Pedro.	Século XVIII	Biblioteca Rio-Grandense
Figura IV	Planta da Vila do Rio Grande de São Pedro.	1829	Biblioteca Rio-Grandense
Figura V	Planta Geral da Barra do Porto do Rio Grande do Sul.	1894	Biblioteca Rio-Grandense
Figura VI	Planta Geral da cidade do Rio Grande do Sul.	1904	Biblioteca Rio-Grandense
Figura VII	Planta Geral do Porto Novo até a Barra.	1921	MARTINS & PIMENTA (2004)
Figura VIII	Principais loteamentos no Rio Grande.	1950-1960	MARTINS & PIMENTA (2004)

Visando o embasamento teórico do presente artigo foram feitas pesquisas bibliográficas sobre a cartografia e usos e ocupações históricos no município de Rio Grande nos acervos das bibliotecas digitais das universidades: Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), plataformas oficiais do governo para pesquisa de relatórios como o gov.br, Secretaria de Serviço e na pesquisa de MARTINS &

PIMENTA (2004) sendo base para trazer os dados da Secretaria de Planejamento da Prefeitura de Rio Grande. Para analisar as expansões do perímetro urbano foram escolhidos 6 mapas históricos e plantas diferentes para a visualização e compreensão da relação entre os ciclos econômicos de um município com a intensificação do uso e ocupação do solo.

Os mapas históricos usados para a análise e interpretação da relação proposta pelo artigo, apresentados na Tabela I, foram retirados da Biblioteca Rio-Grandense, a qual dispõe de um extenso acervo de mapas e documentos históricos locais e regionais para acesso ao público, enquanto que os mapas de planejamento e loteamentos foram retirados da Secretaria de Planejamento Urbano (MARTINS & PIMENTA, 2004), o mapa da cota de inundação foi retirado do boletim do Comitê de Avaliação e Prognóstico de Eventos Extremos da Universidade Federal do Rio Grande (FURG, 2004), que atuou diariamente durante as enchentes com a divulgação das cotas de inundação, avanço da lâmina d'água no perímetro urbano e previsões sobre o período afetado e o mapa da Cartografia de Risco do SGB.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Enquadramento Geográfico da Área de Estudo e Contexto Histórico

Topograficamente, a área de estudo apresenta uma variação altimétrica baixa, condicionando um fator determinante no cenário de inundações locais que acabam por seguir um padrão distinto daqueles observados nas regiões de vales serranos. Em Rio Grande, as cheias não se caracterizaram por picos bruscos de velocidade e altura, mas por uma dispersa e extensa lâmina d'água com uma longa permanência de duração, indicando certa estagnação hídrica na região, agravadas por ventos do quadrante sudeste que dificultaram o escoamento hídrico do canal em direção ao oceano.

É visível a presença do ecossistema de marismas em volta das margens da Lagoa dos Patos e do Canal do São Gonçalo, apresentando uma grande biodiversidade de fauna e flora, considerando que à décadas é reconhecido por estudos como de MARANGONI & COSTA (2009) que esse ecossistema sofre de perturbações antrópicas, tais como pastejo, acúmulo de lixo, queimadas, construção de canais de drenagem, aterros e terraplanagem além de naturais como a erosão dos ambientes.

Com o início de um ciclo econômico estancieiro em expansão na região do entorno da Lagoa Mirim durante o século XVII, a atividade agropastoril rapidamente se estabeleceu pelos meados do século XVIII com a vinda de imigrantes açorianos, trazendo consigo uma série de meios técnicos e saberes do campo (TAGLIANI *et al.*, 1997). Com o estabelecimento da atividade agropastoril e o fomento no setor de exportações pela alta produção de charque, a região aos poucos se tornava cada vez mais influente, seguindo um projeto de industrialização contínua a partir da metade do século XIX.

Perante análise bibliográfica, constata-se que existe uma divisão proposta em relação aos ciclos econômicos que modificaram consideravelmente o espaço do objeto estudado, no caso da economia Riograndina, possuindo o período agropastoril (1650-1850); período do comércio atacadista (1850-1920); o período de industrialização (1920-1970) e o período do Superporto e distrito industrial (VIEIRA, 1983 *apud* CONCEIÇÃO, 2005).

Análise Cartográfica da Expansão Urbana e a Supressão de Ecossistemas

Desde a origem do atual município de Rio Grande em 1737, quando foi construída a Vila Rio Grande de São Pedro, o uso e ocupação do solo tem evoluído em um contínuo processo de alterações antrópicas e supressões de ambientes naturais com o objetivo de atender os interesses de distintos ciclos econômicos. A vila foi inicialmente usada como uma fortificação para controlar o canal de escoamento lagunar-oceânico, sendo possível observar na figura 3 a Vila de Rio Grande próxima da margem norte, considerando o ângulo do mapa, do pontal com o Forte de São Pedro em seu centro e um povoado às margens em direção à ilha da Marina, conhecida hoje como Ilha dos Marinheiros, e a antiga Ilha do Pantano que não consta em cartografias recentes.

Ao norte podemos identificar o antigo Forte das Figueiras abaixo do Povoado do Norte, primeira ocupação do atual município de São José do Norte. É possível observar os dados altimétricos no canal do

Rio Grande, demonstrando os interesses de navegação sempre presentes desde a origem da ocupação.

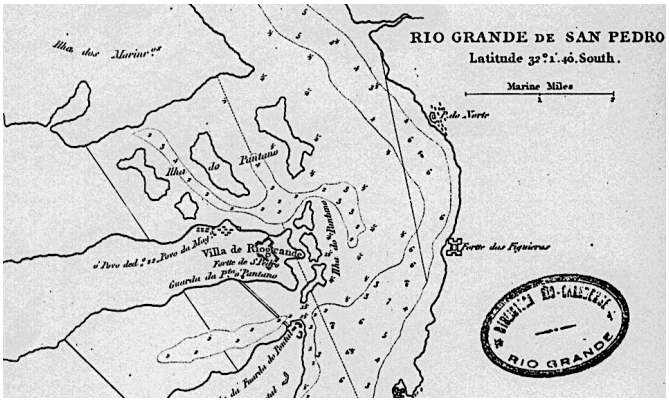


Figura 3 - Planta da Vila Rio Grande de São Pedro no séc. XVIII. Fonte: Biblioteca Rio-grandense.

Em 1760, a então Vila Rio Grande de São Pedro passa a se tornar a capital da província. Por décadas houve conflito entre as forças coloniais lusitanas e espanholas, contando com invasões espanholas nos anos de 1767 e 1776, instaurando pânico e um sentimento de insegurança. Tal sentimento, segundo TORRES (2008), auxiliou a manter a maioria da população dentro dos limites cercados por muros e trincheiras na vila até à epidemia de cólera em 1855, com a construção de um cemitério extramuros, afastado das áreas edificadas. Em 1829, durante seus últimos anos como Vila do Rio Grande de São Pedro, a cidade contava com uma orla e centro já edificados como observado na figura 4 em que os terrenos edificados estão contornados em vermelho, os terrenos despovoados contornados em verde e os limites entre a ocupação e terrenos arenosos contornados em amarelo.

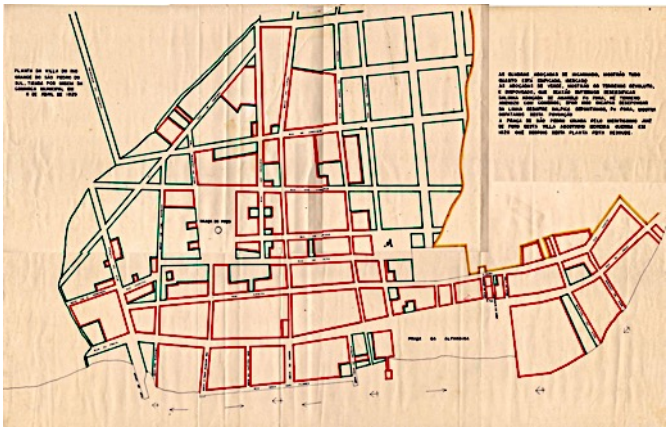


Figura 4 - Planta da Vila do Rio Grande de São Pedro em 1829. Fonte: Biblioteca Rio-grandense.

Em meados do século XIX a economia da Vila do Rio Grande de São Pedro por vez teve sua economia impulsionada pelo início do ciclo do charque e atividade agropastoril já bem desenvolvida na região, erguendo o começo do período atacadista junto de uma série de intervenções na orla urbana que demarcam o início histórico da supressão de ambientes naturais e modificações geomorfológicas para o escoamento de produtos.

No final do século XIX para início do século XX o município de Rio Grande prosperava com o escoamento de produtos, atraindo diversos imigrantes e empreendimentos como a indústria têxtil da Rheingantz, a indústria de conservas da Leal, Santos & Cia e a indústria de charutos Poock & Cia, incentivando a implementação de infra-estruturas de energia, água e transporte (MARTINS & PIMENTA, 2004).

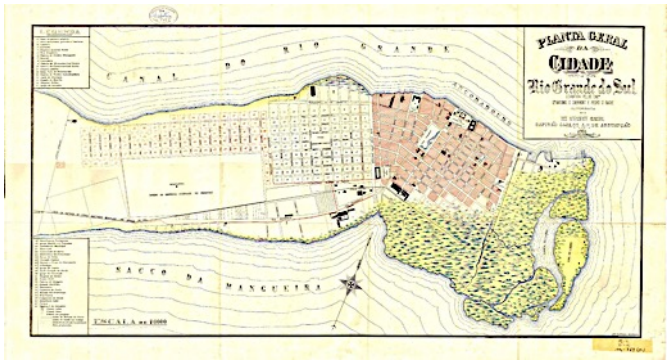


Figura 5 - Planta Geral da cidade do Rio Grande do Sul em 1904. Fonte: Biblioteca Rio-grandense.

Durante esse período pode-se identificar algumas das principais alterações geomorfológicas no ecossistema, com a inauguração dos primeiros 500 metros do novo porto de Rio Grande edificados acima de terraplanagem feita em ambientes anteriormente de banhados e marismas (Figura 5) a margem nordeste do pontal arenoso, ao qual seguindo a direção do canal ao oceano, pode se observar os diferentes projetos para os molhes da barra (Figura 6), estrutura de contenção de erosão costeira edificada para auxiliar a navegação de navios e prevenir o assoreamento do canal.

Diante das adversidades ambientais dos terrenos alagadiços, as dunas foram sendo retiradas pela demanda da expansão urbana em constante crescimento devido à instalação das diversas indústrias e o protagonismo do porto de Rio Grande na região durante o século XX. Desta forma, os limites distritais foram sendo lentamente expandidos através do aterramento dos espaços

com os sedimentos e materiais retirados de dragagens no canal, de dunas e de detritos de antigas estruturas como fortes e estabelecimentos tombados, "subjugando" o ambiente natural desafiador e consolidando a expansão da zona urbana (CONCEIÇÃO, 2005). Para tornar possível a implementação de Refinaria de Petróleo, um terrapleno de 500 metros foi instaurado nas primeiras décadas do século XX (Figura 7), abrigando áreas do porto novo de Rio Grande, o Frigorífico Swift S.A e, posteriormente em 1937, a Refinaria de Petróleo Riograndense.

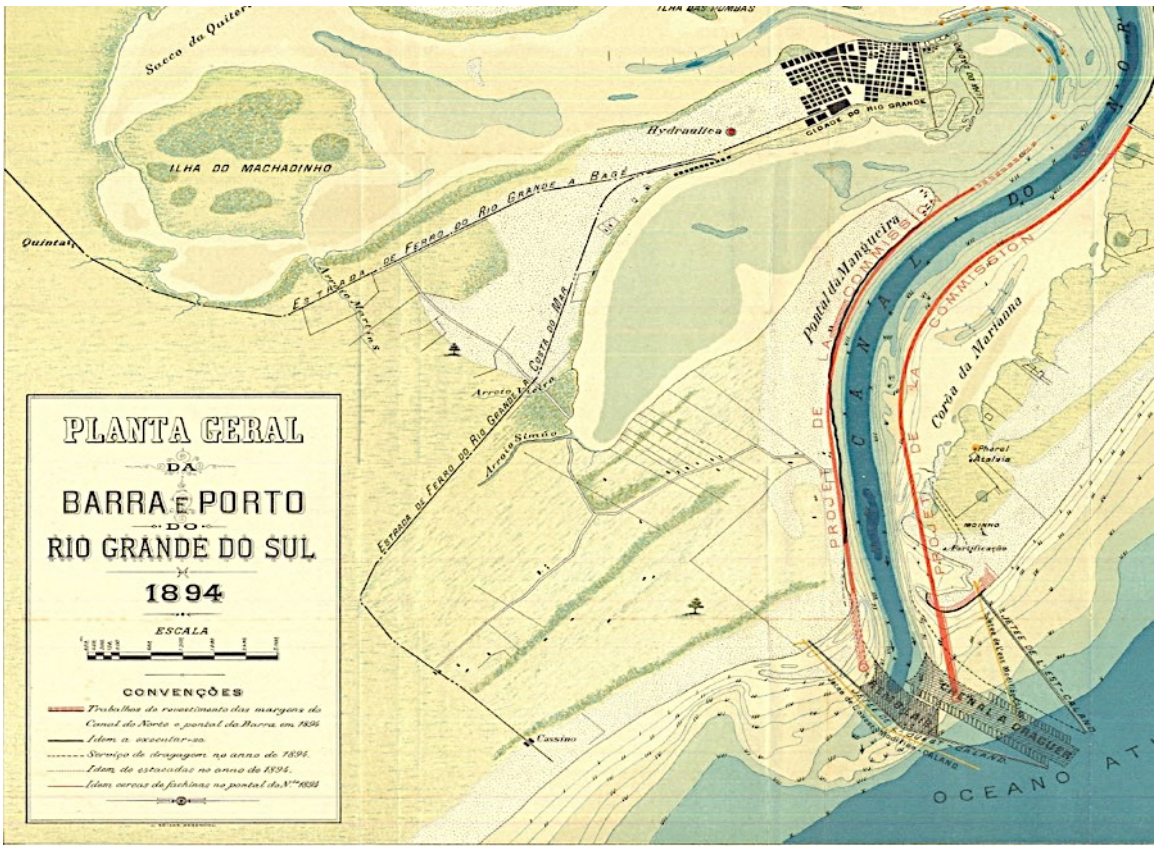


Figura 6 - Planta Geral da Barra do Porto do Rio Grande do Sul em 1894. Fonte: Biblioteca Rio-grandense.

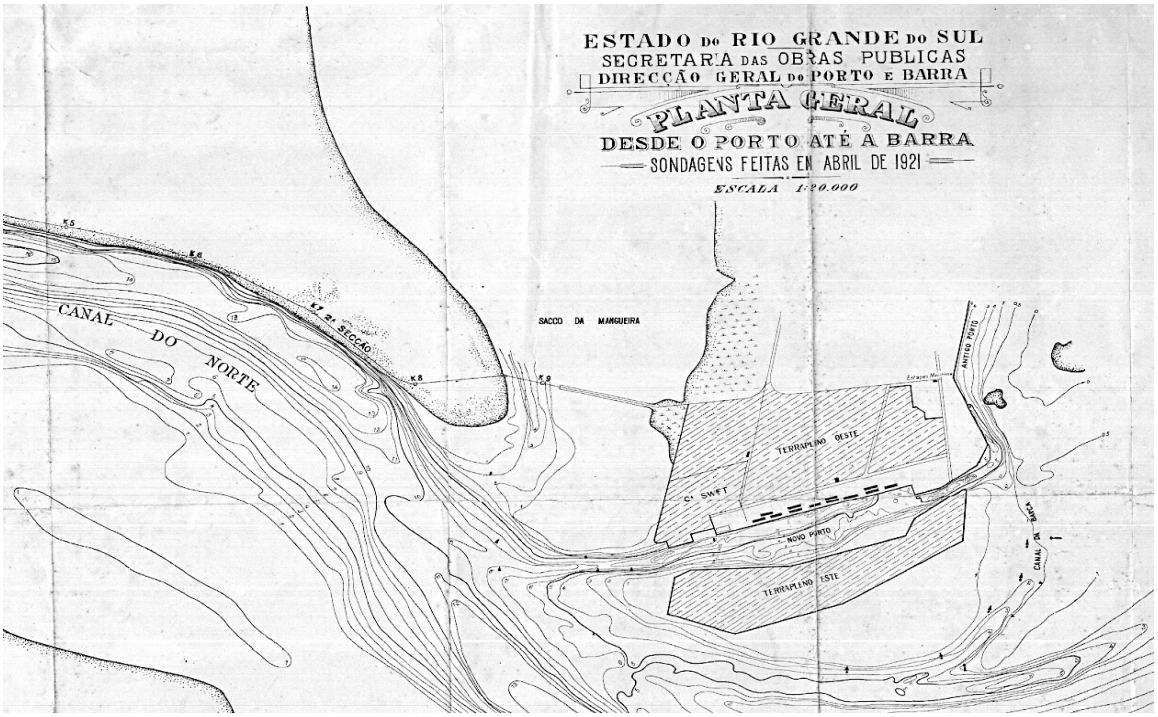


Figura 7 - Planta Geral de 1921 do Porto Novo até a Barra. Fonte: Biblioteca Rio-grandense.

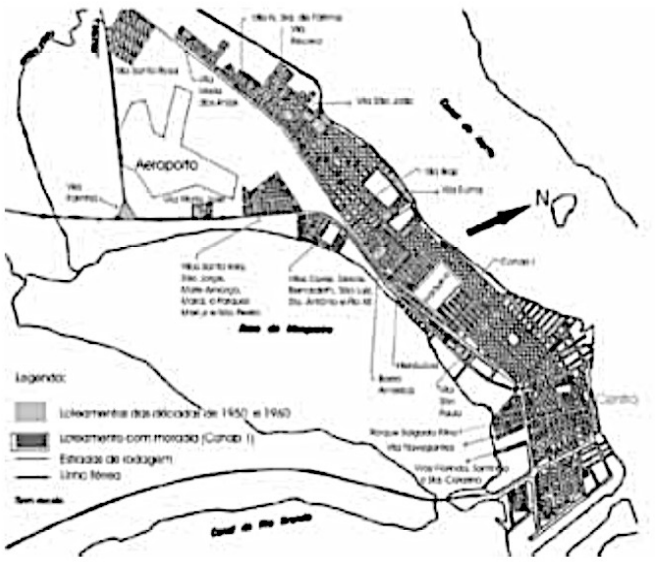


Figura 8 - Principais loteamentos no Rio Grande de 1950 a 1960. Adaptado de MARTINS & PIMENTA (2004).

Com a expansão do setor industrial na segunda metade do século XX, o contingente operário passou a ocupar as margens do Saco da Mangueira do Terrapleno Oeste com os bairros Lar Gaúcho e Navegantes. A noroeste dos bairros planejados da Cidade Nova e das COHABS (Figura 8), começou a se proliferar um novo tipo de ordenamento ocupacional de loteamentos dispersos no município, denominados de vilas, decapando e aterrando antigas áreas de dunas e margens estuarinas, resultando em superfícies muitas vezes rebaixadas e desprovidas de drenagem pluvial e sistema de esgoto.

Uma breve análise revela que mesmo uma área de ocupação original irregular que passou por terraplanagens planejadas com topografia levemente mais elevada, como o bairro Getúlio Vargas, ainda se encontra vulnerável aos riscos de inundação devido a dificuldade do escoamento hídrico ao seu redor. Consequentemente, os mapas e plantas examinados comprovam que a expansão urbana no município de Rio Grande foi consolidada sobre ambientes de dunas e áreas úmidas com função absorvente, dando lugar a aterros altimetricamente baixos desprovidos de sistemas de drenagem.

Correlação Espacial entre o Uso do Solo Contemporâneo e a Inundação de 2024

Durante o evento extremo de precipitação de abril e maio de 2024, o padrão de ocupação urbana contemporâneo manifestou uma comprovação do risco geográfico presente no ambiente perante um estado de estresse. Uma análise das dinâmicas espaciais históricas revela que as áreas terraplanadas ou aterradas que foram impactadas pela inundação coincidem com as áreas de banhados, marismas e dunas (figuras 5 e 7).

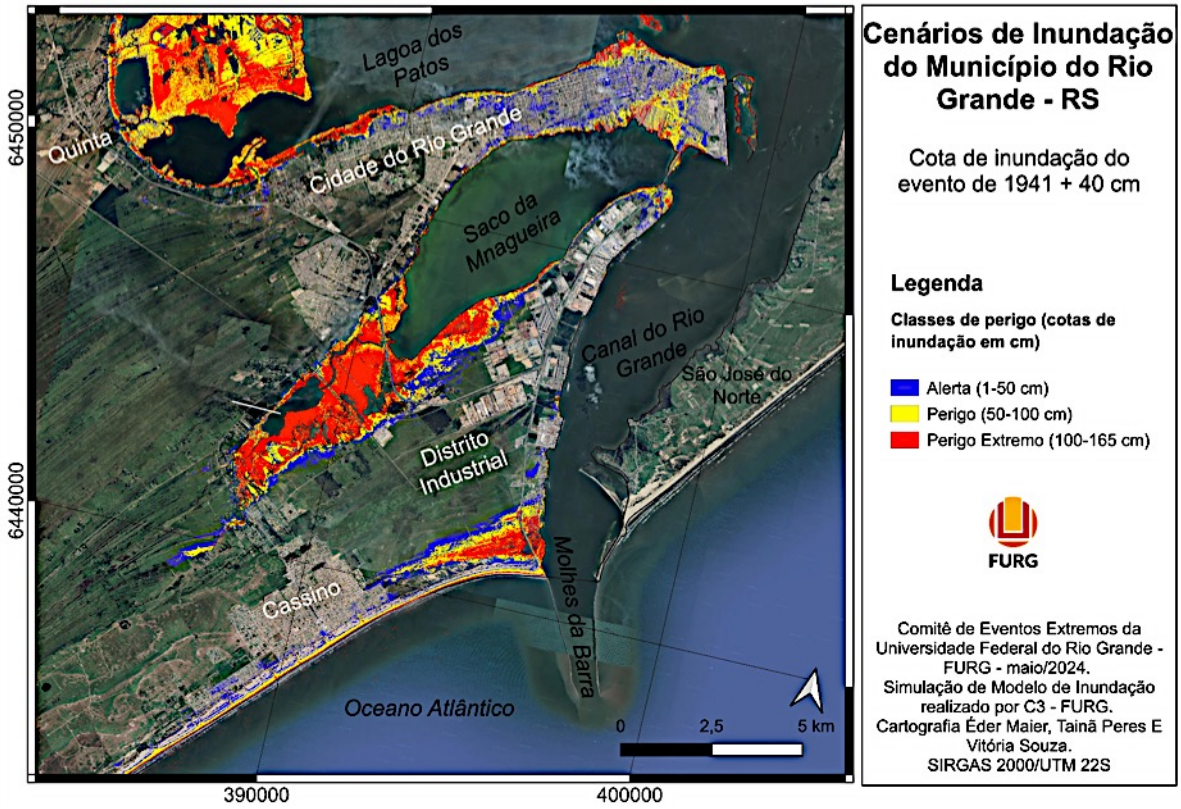


Figura 9 - Cenários de inundação. Comitê de Avaliação e Prognóstico de Eventos Extremos (FURG, 2024).

Os impactos e permanência do *status* de inundação evidentemente variaram de acordo com a área analisada, considerando que as águas demoraram entre 3 a 5 dias para chegar na região de Pelotas, Rio Grande e São José do Norte, sendo sentido primeiramente na madrugada do dia 4 de maio de 2024, entre as 3h e 6h, atingindo uma cota de 1,60m antes de recuar para 1,40m nas horas seguintes (FURG, 2024). Entre o final de maio e início de junho foi previamente estimada e posteriormente registrada uma cota máxima de aproximadamente 50 cm acima da cota de inundação do linígrafo instalado no Centro de Convívio dos Jovens do Mar (CCmar), gradativamente diminuindo ao longo de julho, variando com a influência de oscilações na direção de ventos Sudeste para Nordeste.

O Comitê de Avaliação e Prognóstico de Eventos Extremos da FURG atuou durante os meses de abril e maio de 2024 publicando notas e previsões de cotas de inundação no município e bairros mais afetados. Com as medições do linígrafo do CCmar e modelos digitais de elevação do terreno, eram publicados boletins com a cota de inundação prevista para as semanas, com os valores diferenciados nas classes de polígonos em azul de alerta para cotas acima de 1 a 50 cm, amarelo de perigo para cotas de 50 a 100 cm e vermelho para perigo extremo para cotas de 100 a 165 cm (Figura 9)

Conforme os registros apurados pelo SGB na Cartografia de Risco (2025), é identificável que todas as margens estuarinas no município foram afetadas em diferentes graus, variando de risco alto a muito alto dependendo da área (Figura 10). Os dados do relatório foram apurados a partir do Censo 2022 com, aproximadamente, 15588 pessoas e 3897 domicílios e estabelecimentos em risco, separados em 22 setores para análises separadas.

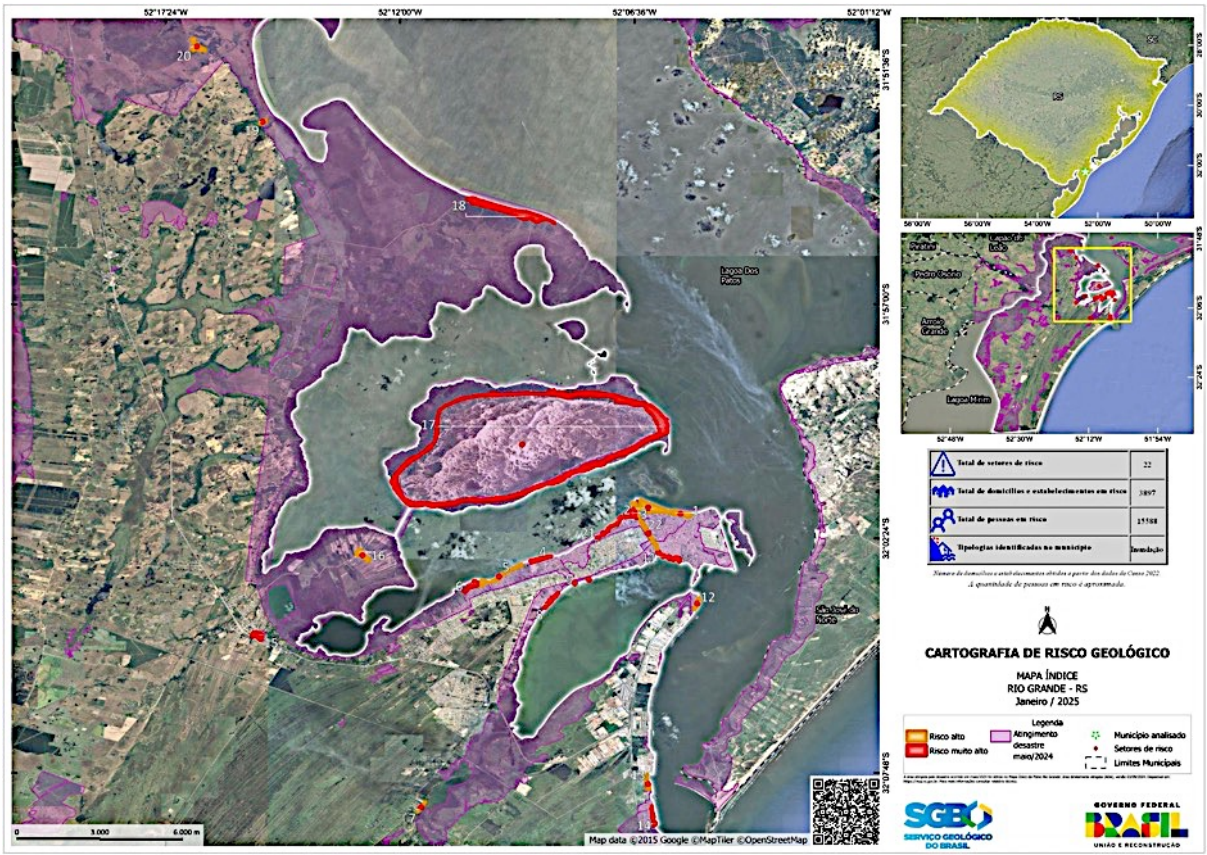


Figura 10 - Mapa da Cartografia de Risco do SGB. Fonte: Serviço Geológico Brasileiro (2025).

Os relatórios e boletins (SGB, 2025; FURG, 2024) demonstram que as ilhas apresentam grau de risco de inundação muito alto, considerando que segundo a Cartografia de Risco (Figura 10) na Ilha dos Marinheiros foi relatado que cerca de 1892 pessoas se encontravam em situação de risco, atingindo 473 domicílios e estabelecimentos, contando com 2 escolas e uma Unidade Básica de Saúde. Quanto à Ilha da Torotama, foi verificado que aproximadamente 1.144 pessoas estavam em situação de risco, atingindo 286 domicílios e estabelecimentos, dentre eles 1 escola e uma Unidade Básica de Saúde (SGB, 2025).

Um estudo acerca da relação entre a expansão urbana com os perigos por inundações, confeccionado pelos autores FERREIRA &

ROBAINA (2012), previu os impactos em 9 áreas das zonas urbanas das quais estavam entre o total de impactadas em abril e maio de 2024, sendo elas o Porto Velho, os Navegantes, margens laterais a Av. Portugal seguindo pela Henrique Pancada, os corredores próximos às margens dos bairros São Miguel e São João e o campus Carreiros da FURG, que embora não tenha sofrido maiores impactos, houve o sobrecarregamento do lençol freático que resultou em um longo período de áreas alagadas na universidade.

Podemos argumentar que o fator de Rio Grande historicamente ser um porto de influência regional e um pólo científico com a presença da Universidade Federal do Rio Grande auxiliaram na quantidade de estudos e dados geodésicos, geomorfológicos e hidrodinâmicos armazenados sobre o município e seus arredores, contribuindo para a aplicação de uma réplica virtual do ambiente físico, sendo possível realizar simulações em tempo real com altíssimos níveis de precisão, obtendo resultados que consolidaram a estruturação da ferramenta, sendo posteriormente batizado de *Digital Twin* Lagoa dos Patos, ou DT - Lagoa pelo atual Centro Interconstitucional de Observação e Previsão de Eventos Extremos (FERNANDES & GONÇALVES, 2025).

Os mapas e plantas abordados nesta pesquisa consolidam uma conexão entre os impactos sentidos durante as inundações de abril e maio de 2024 com a degradação ambiental de um ambiente estuarino e a supressão de áreas úmidas para a expansão urbana e industrial. A afirmação é respaldada na relação entre a cartografia histórica com os registros e relatórios de impactos analisados, comprovando as evidências empíricas descritas.

CONCLUSÃO

A investigação bibliográfica dos aspectos geográficos da região, da cartografia analisada e relatórios durante o período das inundações permite concluir que a relação entre a vulnerabilidade do município de Rio Grande reflete em seu ordenamento espacial histórico de expansão urbana e industrial guiada através de diversos ciclos econômicos distintos. Situada em uma área de estrangulamento hídrico no canal do Rio Grande, a região sofreu impactos de magnitude e duração antes sentidos apenas durante as inundações de 1941.

Embora no passado a cidade possuísse uma infraestrutura de engenharia urbana excepcional para a época, como é o caso das obras de escoamento pluvial por canaletes nas ruas Av. Almirante Barroso, Senador Salgado Filho e Major Carlos Pinto, percebe-se tanto a falta de planejamento para novas estruturas considerando o intervalo de aproximadamente um século desde o último empreendimento de uma infraestrutura mitigadora de impactos como um sistema de drenagem pluvial, quanto a precariedade de manutenção das mesmas.

A pesquisa demonstra como ambientes outrora identificados como banhados, marismas e margens estuarinas, agora se encontram ocupados por indústrias e moradias, aumentando o risco e a vulnerabilidade nos setores atingidos (cf. GUERRA, 2024), como experienciado durante os eventos extremos de 2024 em que todos os locais próximos às margens estuarinas foram atingidos pela lâmina d'água, variando o nível da cota de inundação com as coordenadas do setor observado.

Frente a um cenário de mudanças climáticas em que entidades como o IPCC afirmam um aumento na quantidade e intensidade de eventos extremos hidrológicos para a região Sul do Brasil, revela-se necessário refletir sobre a distribuição espacial urbana/industrial e sua relação histórica de ocupação e ecossistemas suprimidos para sua expansão. Pensar em alternativas ecológicas e aprimoramentos ou implementação de novas infraestruturas de sistemas de drenagem pluvial e fluvial torna-se essencial para a adaptação a uma possível nova normal climatológica distinta de normais anteriores (ARRUDA FILHO & JACOBI, 2024). A compreensão espacial do ambiente ocupado, sua relação histórica entre o ecossistema e ações antrópicas nele perpetuadas demonstram-se crucial para um planejamento territorial efetivo e abrangente, respeitando a dignidade de seus habitantes, a saúde e as capacidades do ecossistema em que estão inseridos visando conseguir enfrentar os futuros desafios do antropoceno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA FILHO, M.T. & JACOBI, P.R. 2024. A urgência de um urbanismo climático no Brasil. *GV-EXECUTIVO*, *23*(3), e91906 . DOI:10.12660/gvexec.v23n3..91906.

BIASIN, M. 2003. *Estudo preliminar sobre os aterros e suas consequências ambientais no entorno da cidade de Rio Grande.* Dissertação (mestrado em Engenharia Oceânica). Fundação Universidade do Rio Grande: Rio Grande, RS.

BRASIL, 2002. Resolução CONAMA nº 306, de 5 de julho de 2002. Publicação - Diário Oficial da União. 19 de julho de 2002. https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=271 (Acesso: 18/11/2025).

BRASIL, 2007. *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios*. Brasília, Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. https://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/mapeamento.pdf (Acesso: 25/11/2025).

BRASIL, 2022. Lei n° 8.917 de 15 de dezembro de 2022 https://www.riogrande.rs.gov.br/consulta/arquivos/secretaria_servico/plano_diretor/Mapas_do_Plano_Diretor/MAPA-01_DISTRITOS.pdf 2022. (Acesso: 28/03/2025).

BRASIL. 1988. Lei n.º 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 maio 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm. (Acesso: 09/01/2026).

CONCEIÇÃO, C.O. 2005. *Contaminação dos aterros urbanos por metais pesados no município de Rio Grande-RS.* Dissertação (mestrado em oceanografia física, química e geológica). Fundação Universidade do Rio Grande: Rio Grande, RS.

DOMINGUES, M.V.R. (Eds.) 2009. *Desenvolvimento e Consolidação do Polo Naval e Offshore de Rio Grande*. Secretaria do Desenvolvimento e dos Assuntos Internacionais (SEDAI) Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Rio Grande.

FERNANDES, E.H. & GONÇALVES, G.A. 2025. Aplicação de um *Digital Twin* para prognóstico e mitigação dos efeitos da inundação nas cidades às margens da Lagoa dos Patos. In: *RS: Resiliência e Sustentabilidade. Libretos*: 133-159, Porto Alegre.

FERREIRA, J.F. & ROBAINA, L.E.S. 2012. Expansão Urbana e o Perigo de Desastres por Inundação em Rio Grande/RS. *Revista Geografia. Rio Claro – UNESP*, 37(3): 445-462.

FURG, 2004. Guia de Impacto por zona. Comitê de Avaliação e Prognóstico de eventos extremos. FURG - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS.

FURG, 2024. Boletim de acompanhamento do fenômeno climático extremo no estado do RS. Comitê de Avaliação e Prognóstico de eventos extremos. FURG - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS.

GUERRA, B.R. 2024. *Mudanças na cobertura da terra no entorno de unidades de conservação: uma avaliação da efetividade das zonas de amortecimento e os impactos na vulnerabilidade das áreas protegidas*. Tese de doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Paulo, https://doi.org/10.11606/T.18.2024.tde-28012025-122855.

IBGE, 2022. Censo Demográfico 2022. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro: IBGE.

IPCC, 2023: *Climate Change 2023: Synthesis Report.* Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

LIMA, M.S.B. & MOREIRA, E.V. 2015. A Pesquisa Qualitativa em Geografia. *Caderno Prudentino de Geografia,* 37(2):.27-55.

MARANGONI, J.C &; COSTA, C.S.B. 2009. Diagnóstico ambiental das marismas no estuário da Lagoa dos Patos – RS. Programa de pós graduação em Oceanografia Biológica, Instituto de Oceanografia. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande-RS. Atlântica, pg.85-98.

MARENGO, J.A.; MORAES, O.; ALVALA, R.C.S., NOBRE, C.A. ; DOLIF, G.; CUARTAS, A.; CAMARINHA, P.; GONÇCALVES, D.; LUIZ, R.; SILVA, L.; SELUCHI, M. & SOARES, W. 2024. Brazil's biggest climate disaster: rains and floods in the state of Rio Grande do Sul in April-May 2024. *Estudos avançados (online)*, 38(112): 202-227. DOI:10.1590/s0103-4014.202438112.012.

MARTINS, S.F & PIMENTA, M.A. 2004. A constituição espacial de uma cidade portuária através dos ciclos produtivos industriais: o caso do Município do Rio Grande (1874-1970). Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, 6(1): 85-100. https://doi.org/10.22296/2317-1529.2004v6n1p85.

PIRES, M.C.C. 2019. *Cartografia histórica da cidade do Rio Grande/RS: expansão urbana e mudanças ambientais (1737-2017)*. Dissertação (mestrado em Geografia). Fundação Universidade do Rio Grande: Rio Grande.

ROCHA, R.P; REBOITA, M.S & CRESPO, N.M. 2024. Análise do evento extremo de precipitação ocorrido no Rio Grande do Sul entre Abril e Maio de 2024. *Journal Health NPEPS.* 29(1):e12603. DOI:10.30681/2526101012603.

SGB, 2025. *Cartografia De Risco Geológico Rio Grande, RS*. Mapeamentos geológico-geotécnicos voltados para a prevenção de desastres. Serviço Geológico do Brasil. Salvador, Bahia, 2025.

STRAHLER, A.N. & STRAHLER, A.H. 1989. *Geografia física*. Ed. Omerga, Barcelona. ISBN: 84-282-0847-6.

TAGLIANI, P.R.A & ASMUS, M.L. 1997. *Estudo de impacto ambiental do porto de Rio Grande - RS.* FURG - Departamento de Oceanografia. Rio Grande.

TOMAZELLI, L.J.; DILLENBURG, S.R. & VILLWOCK, J.A. 2000. Late quaternary geological history of Rio Grande do Sul coastal plain, southern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 30(3): 474-476.

TORRES, L.H. 2008. Os muros da cidade antiga: as trincheiras. *BIBLOS - Revista do Instituto de Ciências Humanas e da Informação*, *[S. l.]*, 19: 75–82.

Capítulo XIV

TRANSFORMAÇÕES AMBIENTAIS ASSOCIADAS À EXPANSÃO URBANA DE RIO GRANDE, RS, BRASIL (1737–2024)



TRANSFORMAÇÕES AMBIENTAIS ASSOCIADAS À EXPANSÃO URBANA DE RIO GRANDE, RS, BRASIL (1737–2024)

Kewin Pires de Oliveira[1], Éder Leandro Bayer Maier[2], Paulo Victor de Araújo Brito Lisbôa[3], Lucas Augusto de Lima[4]

[1,2,3,4] Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Instituto de Ciências Humanas e da Informação – ICHI, Rio Grande, RS, Brasil, CEP 96203-540, e-mail: kewinpires110@gmail.com; e-mail: edermaier@gmail.com; paulo.lisboa@riogrande.ifrs.edu.br; mglucaslima90@gmail.com.

RESUMO

A cidade de Rio Grande, localizada no extremo sul do Brasil, apresenta um processo de ocupação urbana historicamente vinculado às características ambientais da planície costeira. Desde sua fundação, em 1737, a expansão da cidade ocorreu sobre áreas compostas por dunas interiores, marismas, banhados e campos litorâneos, ecossistemas fundamentais para a regulação hídrica, estabilidade sedimentar e a manutenção da biodiversidade. Este trabalho, na senda do estudo apresentado em 2019 no Tomo VIII da Rede BRASPOR, analisa as transformações ambientais associadas à expansão urbana do município de Rio Grande entre 1737 e 2024, com base na interpretação de mapas históricos e em revisão bibliográfica. A metodologia consistiu na comparação de documentos cartográficos de 1737, 1767, 1829, 1904, 1970 e 2024, buscando compreender como os elementos naturais condicionaram a ocupação inicial e, posteriormente, foram gradualmente modificados por aterros, drenagens, canalizações e outras intervenções que alteraram a dinâmica ambiental dos solos da planície costeira. Os resultados mostram que, nos séculos XVIII e início do XIX, a urbanização era limitada pelos condicionantes naturais da planície costeira. A partir do século XIX, contudo, intensificaram-se as intervenções antrópicas sobre marismas e dunas, inaugurando um padrão de crescimento urbano marcado pela supressão de sistemas ambientais sensíveis. Em 1904, esse processo já se encontrava consolidado, com a incorporação de áreas anteriormente consideradas impróprias para ocupação. O mapa de 1970 evidencia a ampliação e consolidação da malha urbana durante o século XX, indicando a continuidade da ocupação sobre áreas já transformadas e a expansão da cidade em direção a novos setores do pontal. Essa etapa representa um momento intermediário importante entre os registros históricos iniciais e a configuração urbana contemporânea, permitindo observar a intensificação da artificialização da planície costeira antes da consolidação das discussões ambientais no planejamento urbano. Já o mapa de 2024 evidencia que a vulnerabilidade atual da cidade frente a enchentes e alagamentos não pode ser compreendida apenas como efeito de eventos climáticos extremos, mas como resultado acumulado de séculos de transformações ambientais. Com isso, conclui-se que a urbanização de Rio Grande ocorreu, em grande parte, sem considerar a capacidade de suporte da planície costeira, comprometendo a resiliência natural desse sistema ambiental e ampliando as vulnerabilidades socioambientais atualmente observadas no município.

Palavras-chave: Vulnerabilidade Socioambiental; Cartografia Histórica; Planície Costeira; Rio Grande.

Environmental transformations associated with urban expansion in Rio Grande, RS, Brazil (1737–2024)

ABSTRACT

The city of Rio Grande, located in the extreme south of Brazil, presents a process of urban occupation historically linked to the environmental characteristics of the coastal plain. Since its foundation in 1737, the city expanded over areas composed of inland dunes, salt marshes, wetlands and coastal grasslands, ecosystems that are fundamental for hydrological regulation, sediment stability and biodiversity maintenance. In line with the study presented in 2019 in Volume VIII of the BRASPOR Network, this study analyzes the environmental transformations associated with urban expansion in the municipality of Rio Grande from 1737 to 2024, based on the interpretation of historical maps and bibliographic review. The methodology consisted of comparing cartographic documents from 1737, 1767, 1829, 1904, 1970 and 2024, seeking to understand how natural elements conditioned the initial occupation and were later gradually modified by landfills, drainage works, channelization and other interventions that altered the environmental dynamics of the soils of the coastal plain. The results show that, during the eighteenth century and the beginning of the nineteenth century, urbanization was limited by the natural constraints of the coastal plain. From the nineteenth century onwards, however, anthropogenic interventions over salt marshes and dunes intensified, establishing a pattern of urban growth marked by the suppression of sensitive environmental systems. By 1904, this process was already consolidated, with the incorporation of areas previously considered unsuitable for occupation. The 1970 map shows the expansion and consolidation of the urban fabric during the twentieth century, indicating the continuity of occupation over already transformed areas and the expansion of the city towards new sectors of the headland. This stage represents an important intermediate moment between the initial historical records and the

contemporary urban configuration, allowing the intensification of the artificialization of the coastal plain to be observed before environmental discussions became consolidated in urban planning. The 2024 map, in turn, shows that the current vulnerability of the city to floods and waterlogging cannot be understood only as an effect of extreme climatic events, but as the cumulative result of centuries of environmental transformations. Therefore, it is concluded that the urbanization of Rio Grande occurred, to a large extent, without considering the carrying capacity of the coastal plain, compromising the natural resilience of this environmental system and increasing the socio-environmental vulnerabilities currently observed in the municipality.

Keywords: Socio-Environmental Vulnerability; Historical Cartography; Coastal Plain; Rio Grande.

INTRODUÇÃO

A história urbana e ambiental da cidade de Rio Grande, localizada no extremo sul do Brasil, revela um longo processo de ocupação e transformação de uma planície costeira marcada por elevada fragilidade ambiental. A expansão urbana sobre ecossistemas sensíveis tem sido recorrente em áreas costeiras, resultando na supressão de zonas úmidas e na perda de serviços ecossistêmicos essenciais (SEELIGER *et al*., 2004; MARANGONI; COSTA, 2009). Fundada em 1737 com funções militares e estratégicas, vinculadas à defesa e ao controle territorial da entrada da Lagoa dos Patos, a cidade expandiu-se ao longo dos séculos sobre uma paisagem originalmente composta por marismas (Figura 1A), dunas interiores e costeiras (Figura 1B), banhados e campos litorâneos (Figura 1C), alterando progressivamente a dinâmica natural desses ecossistemas (PIRES *et al*., 2020; PIRES, 2019).

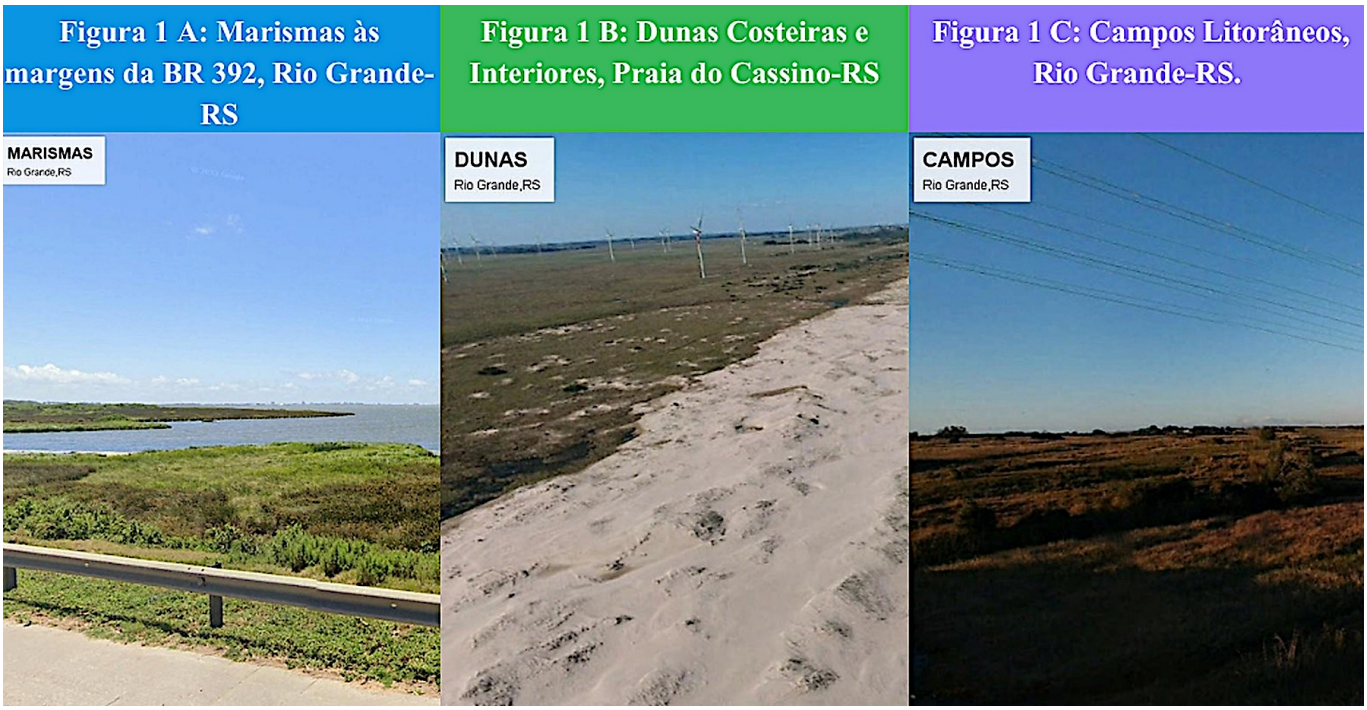


Figura 1 - Sistemas ambientais característicos da planície costeira do município de Rio Grande (RS): A) marismas; B) dunas interiores e costeiras; C) campos litorâneos. Fonte: *Google Earth Pro* (2022).

As marismas, as dunas interiores e costeiras, os banhados, os campos litorâneos e os mantos de dispersão eólica constituem sistemas ambientais fundamentais para o funcionamento da planície costeira de Rio Grande. As marismas funcionam como filtros naturais e áreas de amortecimento hídrico; as dunas interiores e costeiras atuam na estabilidade sedimentar e na proteção contra processos erosivos; os campos litorâneos contribuem para a conservação dos solos e para a manutenção da biodiversidade; e os mantos de dispersão eólica participam da organização geomorfológica da planície costeira (SEELIGER *et al.*, 2004; PIRES, 2019). No entanto, ao longo do processo de urbanização, muitos desses sistemas foram modificados ou suprimidos por aterramentos, drenagens, canalizações e outras intervenções que alteraram a dinâmica ambiental dos solos e dos

fluxos hídricos da planície costeira.

Em Rio Grande, a urbanização não ocorreu apenas pela ocupação progressiva do território, mas também pela transformação direta das condições naturais que inicialmente limitavam o crescimento urbano. A supressão de marismas, a retirada de sedimentos das dunas e a ocupação de terrenos baixos e úmidos geraram impactos cumulativos que ainda hoje se manifestam em problemas como alagamentos, instabilidade do solo e perda de funções ecológicas. Dessa forma, a vulnerabilidade ambiental contemporânea do município não pode ser compreendida sem considerar a historicidade das intervenções humanas sobre a planície costeira.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar as transformações ambientais associadas à expansão urbana do município de Rio Grande, a partir da interpretação de mapas históricos produzidos entre 1737 e 2024. Busca-se compreender, por um lado, como os sistemas naturais condicionaram a ocupação inicial do território e, por outro, como foram progressivamente alterados ao longo do processo de expansão urbana.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Rio Grande localiza-se no extremo sul do Brasil, no estado do Rio Grande do Sul (Figura 2). Essa área integra a planície costeira sul-brasileira e apresenta elevada diversidade de ecossistemas associados à dinâmica costeira. De acordo com PIRES (2019), o território é composto por ambientes naturais como dunas interiores, mantos de dispersão eólica, marismas e campos litorâneos vinculados ao bioma Pampa. Esses sistemas ambientais desempenham funções ecológicas fundamentais, incluindo a regulação do regime hídrico, a proteção contra processos erosivos, a infiltração e o armazenamento de águas subterrâneas e a manutenção da biodiversidade (SEELIGER *et al*., 2004).

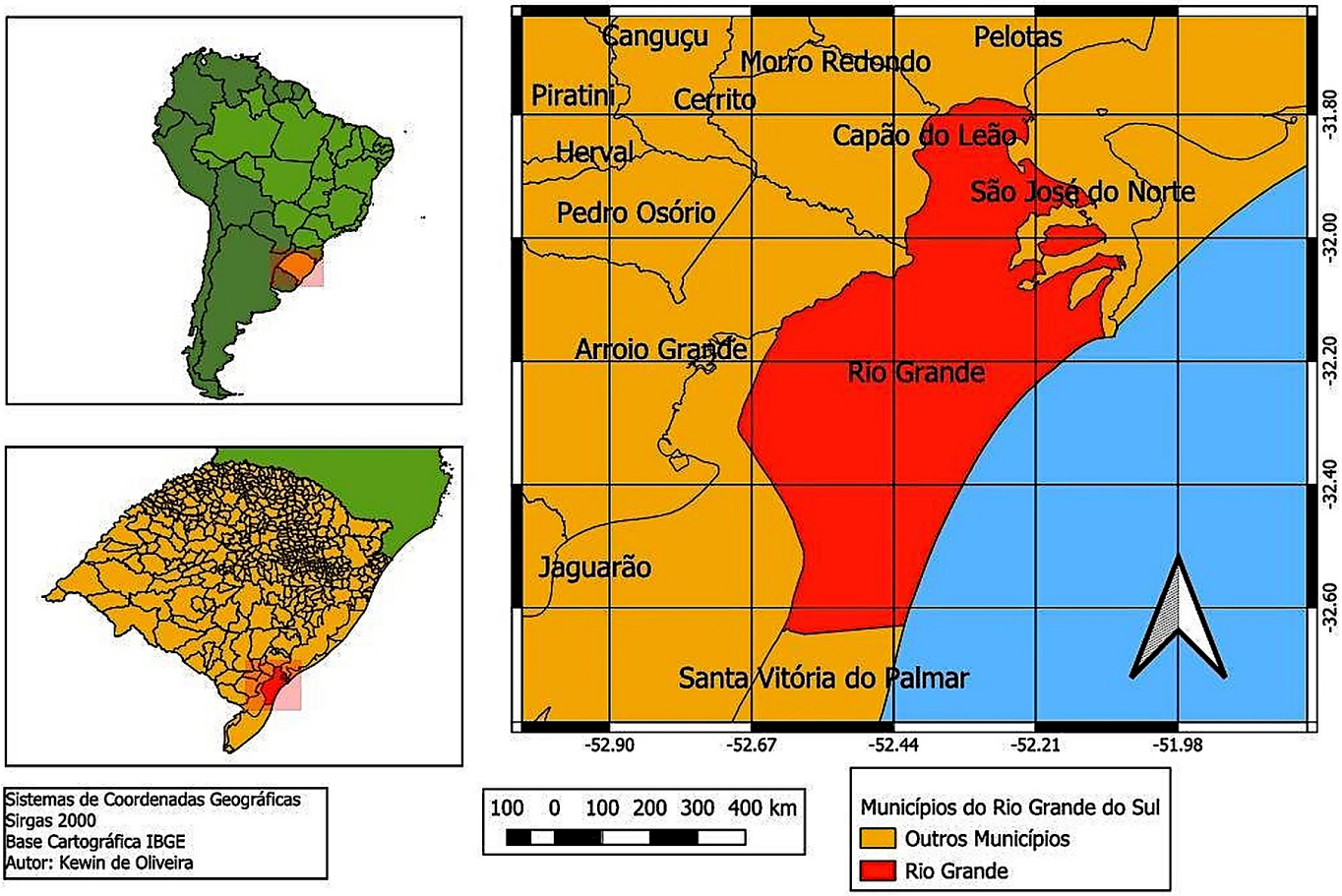


Figura 2 - Mapa de localização do município de Rio Grande (RS). Fonte: Elaborado pelo autor.

As marismas, as dunas interiores e os campos litorâneos constituem elementos importantes na configuração ambiental da planície costeira e exerceram influência direta sobre os padrões

históricos de ocupação urbana do município.

Conforme destaca PIRES (2019), nos registros cartográficos de 1737 e 1767, correspondentes aos períodos iniciais de ocupação da cidade, áreas alagadiças e dunas instáveis restringiam as possibilidades de expansão urbana, concentrando os primeiros assentamentos em terrenos relativamente mais elevados. Entretanto, ao longo do processo de urbanização, esses ambientes foram progressivamente modificados por intervenções como aterros, drenagens e supressão de vegetação, alterando a dinâmica natural da paisagem e contribuindo para o surgimento de vulnerabilidades ambientais associadas a alagamentos e problemas de drenagem (SEELIGER *et al*., 2004).

O estudo foi desenvolvido a partir de uma abordagem qualitativa, com base na análise cartográfica histórica e na revisão bibliográfica sobre a formação urbana e ambiental do município de Rio Grande. O procedimento metodológico consistiu na comparação de mapas representativos de diferentes momentos da evolução urbana local, buscando identificar permanências, mudanças espaciais e relações entre o crescimento da cidade e os sistemas naturais da planície costeira.

Foram analisadas seis peças cartográficas principais, organizadas em ordem cronológica: o mapa de 1737, intitulado "Desenho por ideia da Barra e Porto do Rio Grande de São Pedro", elaborado por Silva Paes; o mapa de 1767, "Projeto do ataque à Villa do Rio Grande"; o mapa preliminar de 1829, "Planta da Villa de Rio Grande de São Pedro"; o mapa de 1904, "Planta Geral da Cidade do Rio Grande"; a planta da cidade de 1970; e o mapa de 2024 referente às áreas afetadas pela enchente, com base no Boletim 9. As peças cartográficas históricas foram obtidas a partir do acervo da Biblioteca Rio-Grandense e do Atlas Escolar do Rio Grande – RS (MAIER, 2022), enquanto o mapa de 2024 foi utilizado como referência para a identificação das áreas atingidas pela enchente recente. Essas peças cartográficas foram confrontadas com bibliografia especializada, especialmente os trabalhos de CGEE (2007), FERREIRA & ROBAINA (2012), Maier (2022), MARANGONI & COSTA (2009), MELETTI (2015), Pires (2019), PIRES *et al*. (2020), SEELIGER *et al*. (2004), SFREDO & TAGLIANI (2016), TELLES (2011) e TESSLER & GOYA (2005).

A análise buscou identificar: i) os condicionantes naturais presentes em cada período; ii) as formas de ocupação e expansão urbana; iii) as intervenções antrópicas realizadas sobre dunas, marismas e banhados; e iv) as implicações ambientais acumuladas ao longo desse processo. A leitura comparativa dos mapas permitiu observar as transformações na configuração territorial ao longo do tempo e compreender como as decisões espaciais contribuíram para a atual vulnerabilidade ambiental do município.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

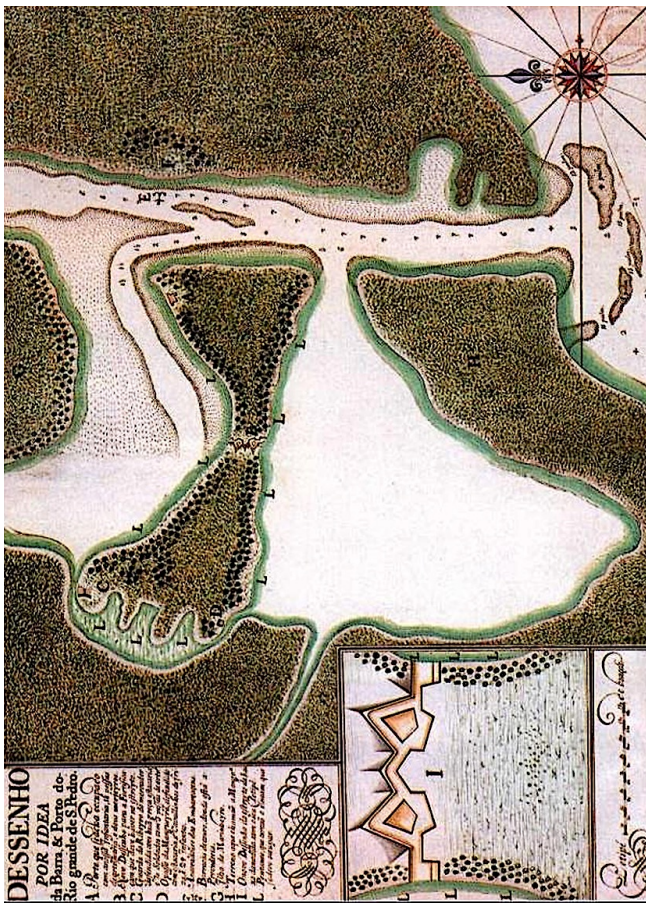


Figura 3 - Mapa da Barra e Porto do Rio Grande de São Pedro (1737) elaborado por Silva Paes. Fonte: Atlas Escolar do Rio Grande – RS (MAIER, 2022).

O mapa de 1737 (Figura 3) revela que o pontal do Rio Grande era amplamente dominado por ambientes naturais, sobretudo dunas interiores, banhados, marismas e canais. Tratava-se de uma paisagem marcada por solos arenosos, baixa variação altimétrica e extensas áreas úmidas, fatores que restringiam fortemente a ocupação urbana. Nesse momento histórico, as construções limitavam-se basicamente ao Presídio Jesus-Maria-José e ao Forte do Estreito, enquanto os primeiros

assentamentos civis concentravam-se em áreas relativamente mais estáveis.

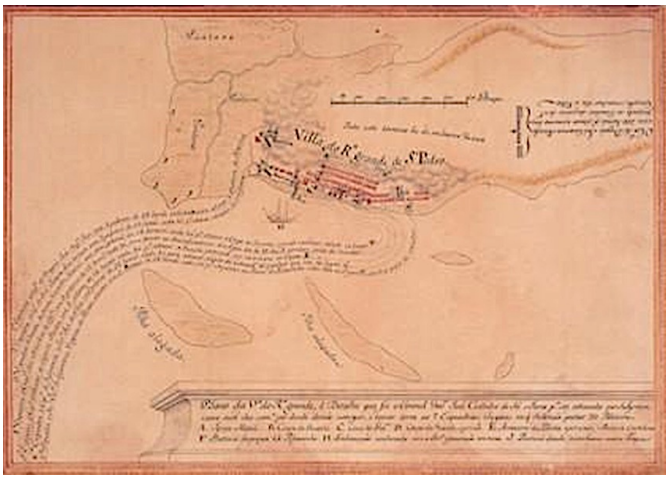


Figura 4 - Projeto do ataque à Villa do Rio Grande (1767). Fonte: Atlas Escolar do Rio Grande – RS (MAIER, 2022).

O mapa de 1767 (Figura 4) mostra que, mesmo após três décadas, o núcleo urbano permanecia reduzido e fortemente condicionado pelos limites naturais da planície costeira. A vila estava concentrada em uma rua principal, com poucos edifícios públicos, sem capacidade técnica ou econômica para promover grandes transformações espaciais. Nesse período, o ambiente ainda se impunha sobre a cidade, limitando a expansão às áreas menos suscetíveis à inundação e à mobilidade sedimentar.

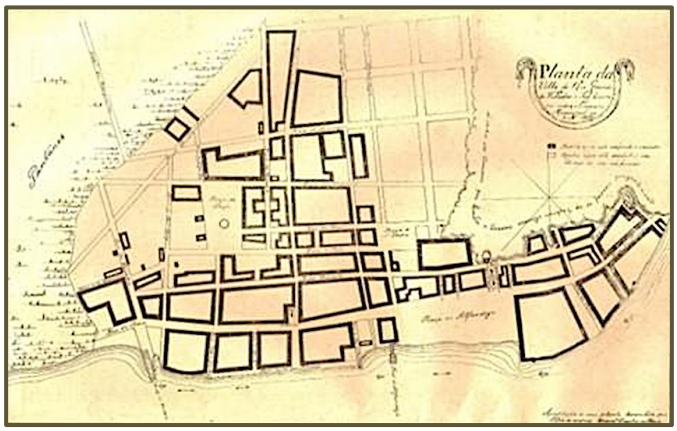


Figura 5 - Planta da Villa de Rio Grande de São Pedro (1829). Fonte: Atlas Escolar do Rio Grande – RS (MAIER, 2022).

O mapa de 1767 (Figura 4) mostra que, O mapa de 1829 (Figura 5) representa um ponto de inflexão na relação entre cidade e natureza. Nele aparecem os primeiros registros de aterros planejados voltados à expansão urbana, como no caso da Rua Riachuelo (Figura 6), além da utilização de sedimentos extraídos das dunas interiores para o aterramento de marismas situadas ao nordeste do núcleo urbano. Embora a urbanização ainda permanecesse condicionada pelos limites físicos do território, observa-se o início de uma lógica de adaptação artificial da paisagem às necessidades urbanas.



Figura 6 - Rua Riachuelo, com estimativa de datação do cartão-postal em 1930. Fonte: Acervo do Museu da Cidade do Rio Grande.

Esse momento é particularmente relevante porque marca a transição entre uma ocupação ainda fortemente condicionada pelos limites ambientais e outra que passa a modificá-los de forma mais direta. A presença de áreas classificadas como arenosas e incapazes de povoamento demonstra que as limitações naturais ainda estavam explícitas, mas começavam a ser enfrentadas por meio de intervenções técnicas.

No mapa de 1904 (Figura 7), a expansão urbana já se mostra mais intensa e apoiada em obras estruturais sobre áreas anteriormente consideradas impróprias para ocupação. Marismas foram aterradas, canais foram suprimidos e novas vias passaram a ocupar antigos ambientes úmidos. Nesse período, a expansão em direção a setores localizados a oeste do núcleo central, como Cidade Nova e Hidráulica, evidencia a consolidação de um padrão urbano orientado pela incorporação de terrenos baixos por meio de aterros e drenagens. A localização desses setores em relação ao centro histórico e às áreas atualmente identificadas como suscetíveis a enchentes pode ser observada na Figura 8.

O mapa de 1970 (Figura 9) permite observar uma etapa intermediária desse processo, marcada pela ampliação e consolidação da malha urbana ao longo do século XX. Nesse registro, a cidade já apresenta uma ocupação mais extensa em relação ao núcleo central, com avanço sobre setores do pontal que haviam sido progressivamente incorporados por meio de obras de infraestrutura,

aterros e reorganização da circulação urbana. A presença dessa cartografia no conjunto analisado é importante porque reduz o intervalo temporal entre 1904 e 2024, permitindo visualizar com maior clareza a continuidade do processo de expansão urbana antes da configuração contemporânea.

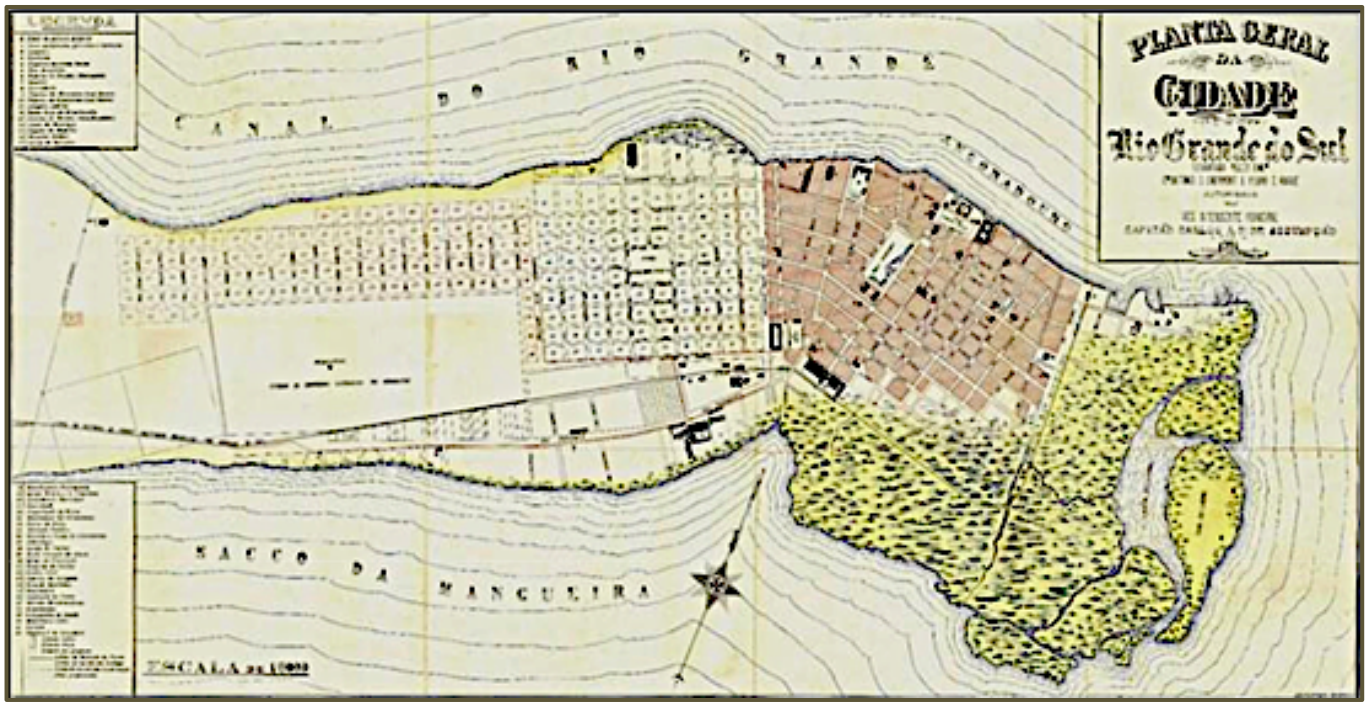


Figura 7 - Planta geral da cidade do Rio Grande antes dos aterros da área leste, com o primeiro registro do bairro Cidade Nova (1904). Fonte: Atlas Escolar do Rio Grande – RS (MAIER, 2022).

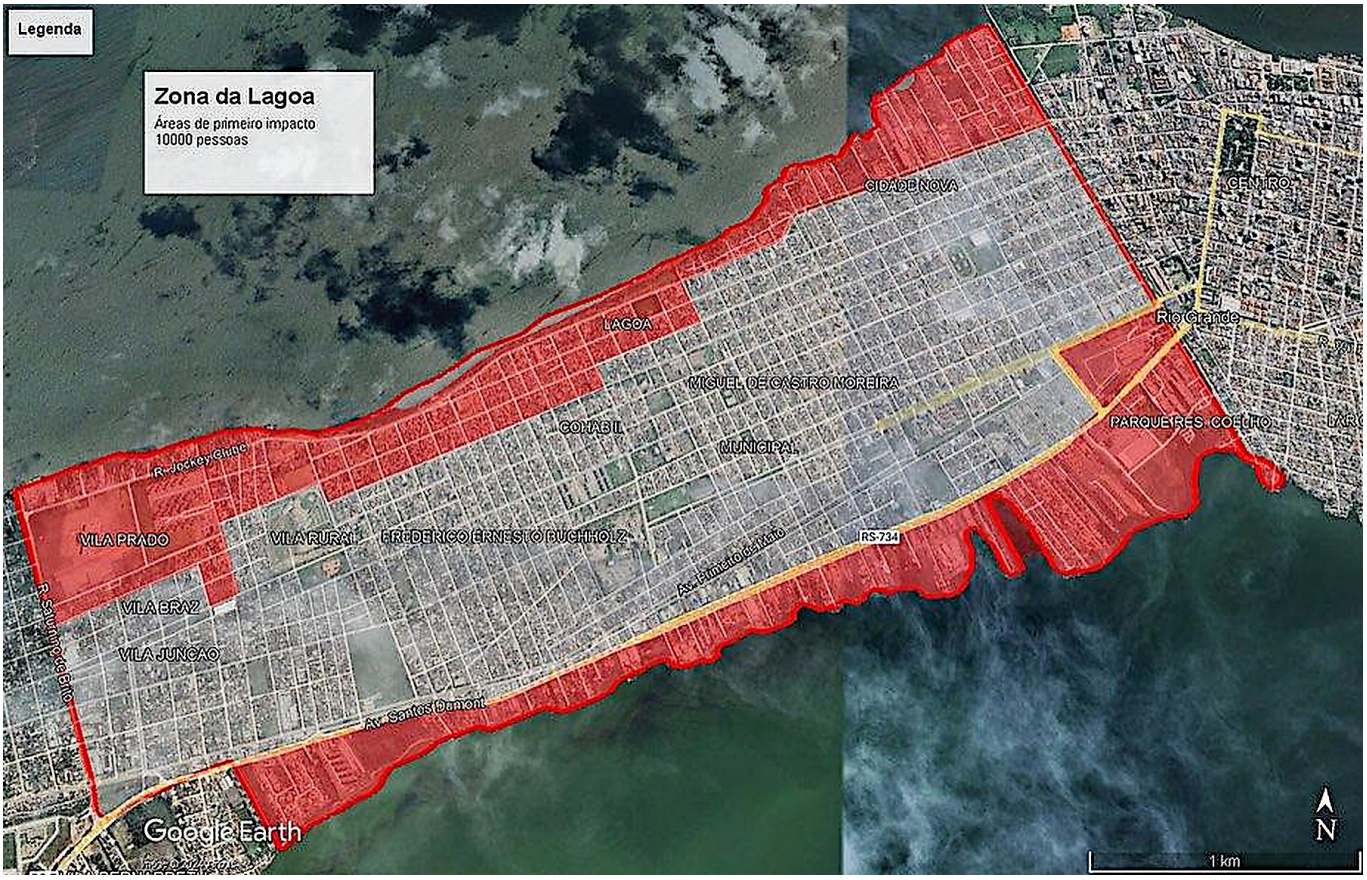


Figura 8 - Áreas de risco de enchente na Cidade Nova e na Zona da Lagoa. Fonte: Prefeitura Municipal do Rio Grande (8 maio 2024).

Com isso, a relação entre cidade e ambiente passa a ser cada vez menos condicionada pelo meio físico e mais determinada por interesses econômicos, logísticos e infraestruturais. As formas naturais da planície costeira deixam de funcionar como barreiras à urbanização e passam a ser progressivamente suprimidas ou reconfiguradas. É importante destacar que essa leitura ambiental é realizada a partir do presente, pois, no início e ao longo de boa parte do século XX, as preocupações com a conservação dos ecossistemas costeiros e com a capacidade de suporte da planície costeira ainda não estavam consolidadas no planejamento urbano.

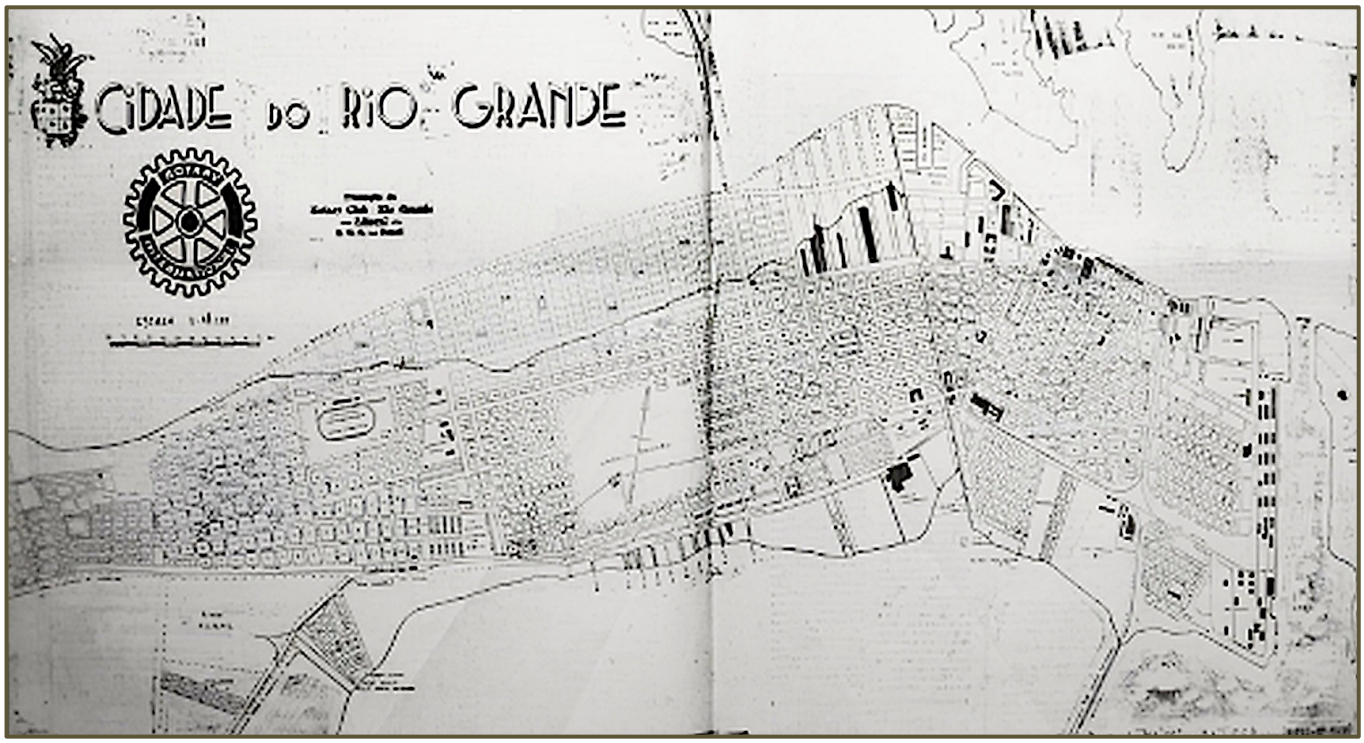


Figura 9 - Planta da cidade do Rio Grande em 1970, evidenciando a ampliação da malha urbana e a consolidação da ocupação em diferentes setores do pontal. Fonte: Biblioteca Rio-Grandense.

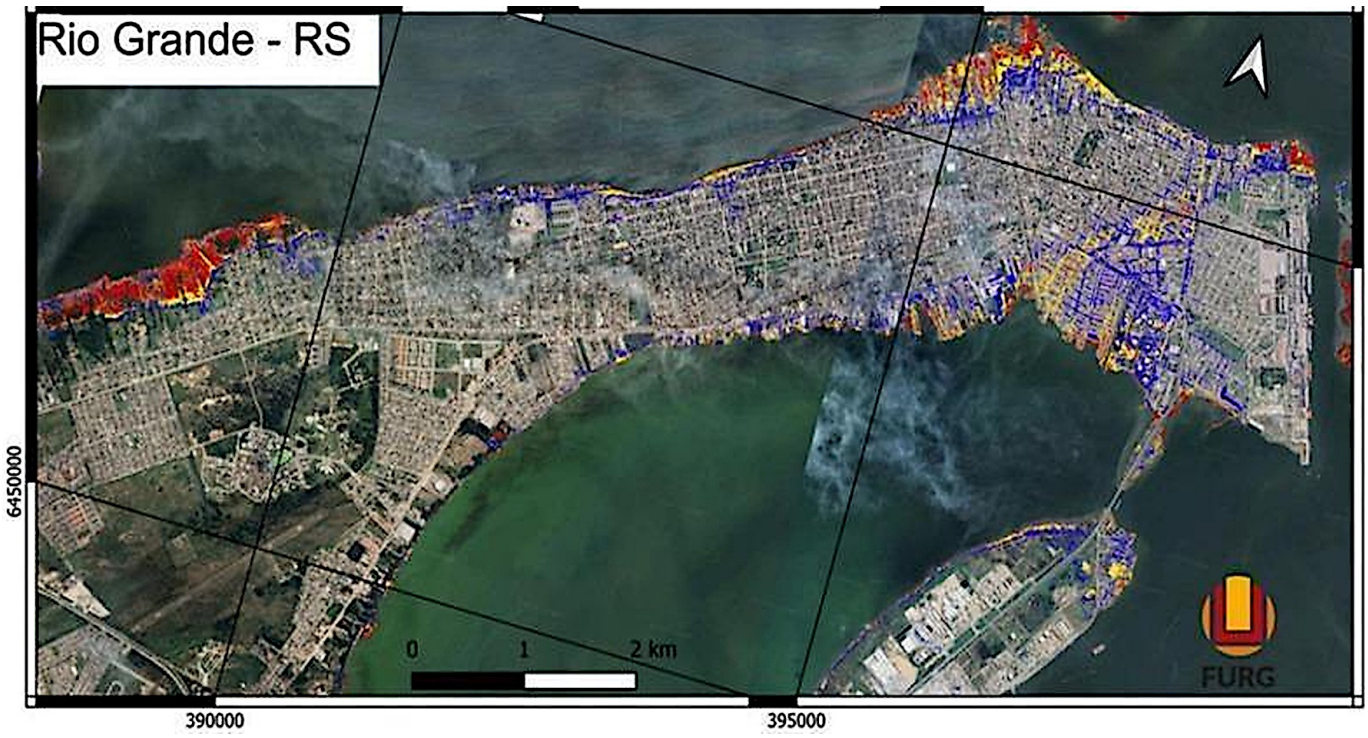


Figura 10 - Planta da cidade do Rio Grande em 1970, evidenciando a ampliação da malha urbana e a consolidação da ocupação em diferentes setores do pontal. Fonte: Biblioteca Rio-Grandense.

O mapa de 2024 (Figura 10), referente às áreas atingidas pela enchente, evidencia a vulnerabilidade atual do município frente a eventos hidrológicos extremos. As áreas mais afetadas coincidem, em grande parte, com antigas zonas de marismas, banhados e terrenos aterrados ao longo do processo histórico de expansão urbana. Isso indica que o risco atual não decorre exclusivamente das chuvas intensas ou de fatores climáticos recentes, mas também da eliminação e modificação de sistemas naturais que anteriormente desempenhavam funções de retenção, infiltração e amortecimento hídrico.

A análise comparativa entre os ecossistemas originais da planície costeira e as áreas atingidas pela enchente de 2024 reforça essa interpretação. Conforme apresentado na Figura 11, observa-se que a maior proporção das áreas afetadas está associada a ambientes historicamente ocupados por marismas e banhados, seguidos pelas dunas interiores, enquanto os campos litorâneos apresentam menor incidência relativa de inundação. Esse padrão evidencia a relação direta entre a supressão ou modificação de ecossistemas úmidos da planície costeira e o aumento da vulnerabilidade do território frente a eventos de alagamento.

A substituição desses ambientes por superfícies urbanizadas alterou o regime de drenagem da cidade, dificultando o escoamento das águas pluviais e reduzindo a resiliência do território. Assim, o evento de 2024 pode ser interpretado como uma expressão contemporânea de um processo histórico de transformação ambiental acumulada.

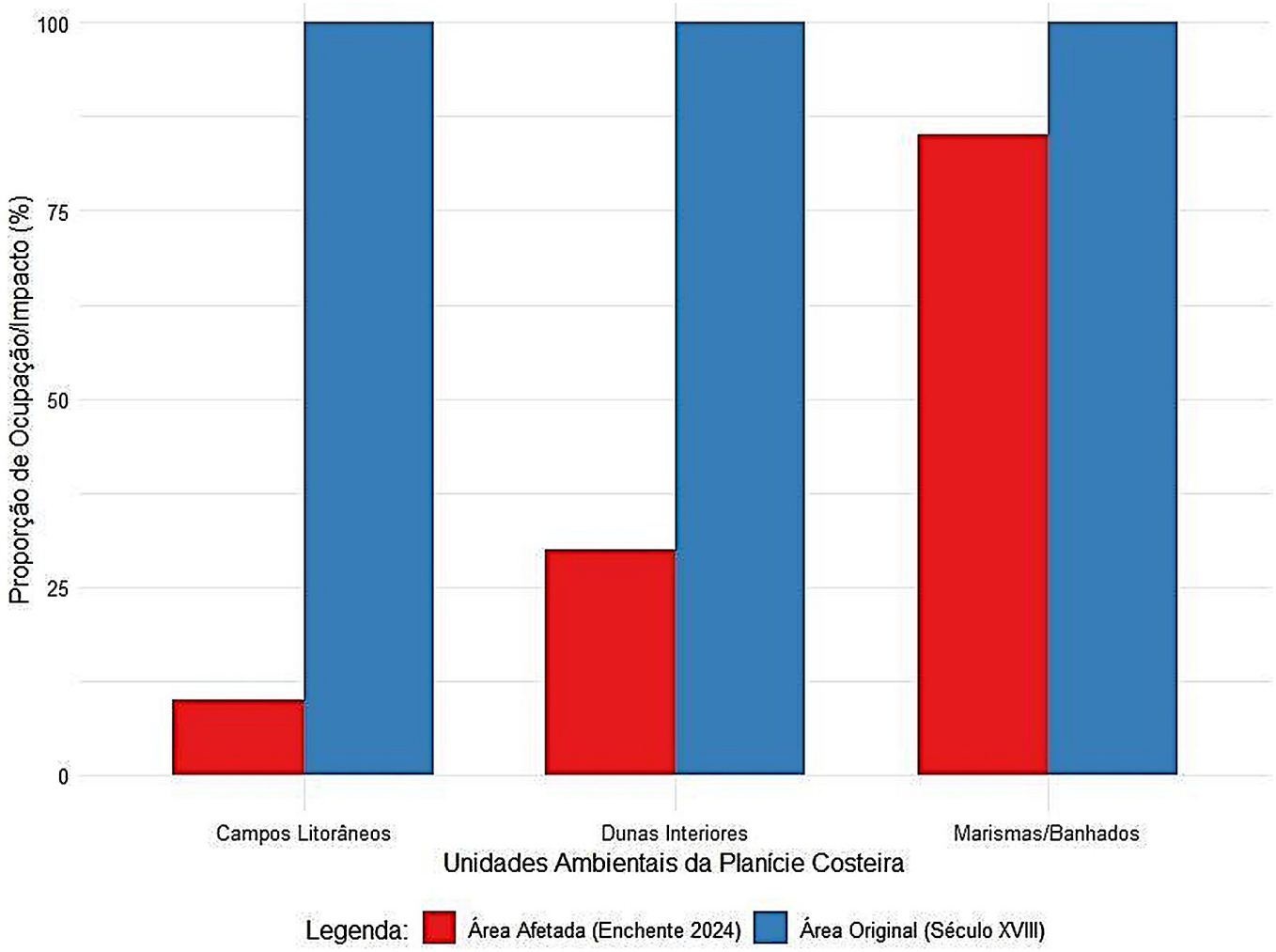


Figura 11 - Relação entre os ecossistemas originais da planície costeira e as áreas afetadas pela enchente de 2024 no município de Rio Grande (RS). Fonte: Elaboração de Lucas Lima.

A análise comparativa da cartografia histórica demonstra que a evolução urbana de Rio Grande é marcada por um processo contínuo de artificialização da planície costeira, no qual a expansão do núcleo central ocorreu em detrimento da geomorfologia original do pontal arenoso (PIRES *et al.*, 2020). Historicamente, a ocupação avançou sobre solos mal drenados, áreas baixas e

ecossistemas estuarinos, como marismas e dunas, que originalmente impunham limites físicos ao crescimento da cidade (TELLES, 2011; SFREDO & TAGLIANI, 2016).

A partir do século XIX, a substituição desses sistemas naturais por áreas urbanizadas e o uso de aterros, muitas vezes utilizando sedimentos de dunas para nivelar banhados, evidenciam uma estratégia de urbanização que desconsiderou a dinâmica hídrica local (PIRES *et al*., 2020). Ao fragmentar ou suprimir esses ecossistemas, que atuavam como reguladores de fluxo e áreas de retenção, a cidade reduziu sua capacidade de resiliência e adaptação frente a eventos hidrológicos intensos (FERREIRA & ROBAINA, 2012).

Portanto, a vulnerabilidade evidenciada pelos eventos de inundação e alagamento contemporâneos não é um fenômeno isolado, mas o resultado de um processo cumulativo de degradação ambiental e produção do espaço urbano em desacordo com as características físicas do território (SFREDO & TAGLIANI, 2016). A transformação de um ambiente costeiro complexo em um espaço cada vez mais dependente de drenagens artificiais reforça a necessidade de integrar a historicidade da ocupação e os limites ecológicos da planície costeira nos instrumentos de planejamento urbano e gestão ambiental de Rio Grande.

CONCLUSÕES

A análise da cartografia histórica e da bibliografia consultada demonstra que a expansão urbana de Rio Grande ocorreu de forma diretamente associada à transformação de ambientes naturais sensíveis da planície costeira. Desde a fundação da cidade, os sistemas naturais atuaram inicialmente como condicionantes da ocupação. Entretanto, a partir do século XIX, esses limites passaram a ser progressivamente superados por meio de intervenções como aterros, drenagens e a supressão de marismas e dunas interiores.

Esse processo resultou em profundas alterações na dinâmica ambiental do município, especialmente na drenagem natural, na estabilidade dos solos e na capacidade de amortecimento hídrico do território. A enchente de 2024 evidencia que a vulnerabilidade atual de Rio Grande é produto de uma construção histórica, associada à urbanização sobre áreas ambientalmente frágeis e à eliminação de ecossistemas fundamentais para o equilíbrio da planície costeira.

Conclui-se, portanto, que os eventos hidrológicos recentes devem ser compreendidos a partir da relação histórica entre urbanização e meio natural. O reconhecimento dessa trajetória é fundamental para orientar políticas de planejamento urbano mais compatíveis com as características ambientais do município, contribuindo para a redução de riscos e para a promoção de formas mais sustentáveis de ocupação do território.

AGRADECIMENTOS

Aos orientadores e à Universidade Federal do Rio Grande (FURG), pelo apoio acadêmico ao desenvolvimento desta pesquisa. À Biblioteca Rio-Grandense e às demais instituições responsáveis pela preservação e disponibilização dos documentos cartográficos e iconográficos utilizados no estudo. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONILHA, C.L. 2019. *Aspectos ambientais e ecológicos das marismas do estuário da Lagoa dos Patos*. Dissertação (Mestrado em Oceanologia), Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Brasil.

CGEE. 2007. Zonas costeiras: vulnerabilidades e riscos. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, Brasil.

CORDAZZO, C.V. & SEELIGER, U. 1995. *Guia ilustrado da vegetação costeira no extremo sul do Brasil*. 275p., Editora da FURG, Rio Grande, Brasil.

FERREIRA, J.F. & ROBAINA, L.E.S. 2012. Expansão urbana e o perigo de desastres por inundação em Rio Grande/RS. *Revista Geonorte*, 3(4): 1319-1330.

FOTOS ANTIGAS RS. 2013. Porto de Rio Grande, início do século XX [fotografia]. Disponível em: https://www.flickr.com/photos/fotosantigasrs/ (acesso: Março 2026).

MAIER, É.L.B. (Ed.) 2022. A*tlas escolar do Rio Grande – RS*. Editora da FURG, Rio Grande, Brasil.

MARANGONI, J C. & COSTA, C.S.B. 2009. Diagnóstico ambiental das marismas no estuário da Lagoa dos Patos –

RS. Relatório Técnico, FURG, Rio Grande, Brasil.

MELETTI, B. 2015. *Caracterização dos ambientes costeiros e avaliação da vulnerabilidade do litoral médio – RS no cenário de mudanças climáticas globais*. Monografia (Graduação em Oceanologia), Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Brasil.

NICHOLODI, J.L. & PETERMANN, R.M. 2007. *Mudanças climáticas e a vulnerabilidade da zona costeira do Brasil*. Ministério do Meio Ambiente / CGEE, Brasília, Brasil.

PIRES, M.C.C. 2019. *Cartografia histórica da cidade do Rio Grande/RS: expansão urbana e mudanças ambientais (1737–2017)*. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Brasil.

PIRES, M.C.C.; REIS, Í.; TORRES, L.H. & MAIER, É.L.B. 2020. Cartografia Histórica da Cidade do Rio Grande/RS: Expansão Urbana entre 1737 e 2017. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13(4): 1756-1777 (doi:10.26848/rbgf.v13.4.p1756-1777).

SEELIGER, U.; COSTA, C.S.B. & SANTOS, C.L.R. (Eds.) 2004. *Areias do Albardão: uma abordagem ecológica e histórica do litoral sul do Brasil.* MMA, Brasília; UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

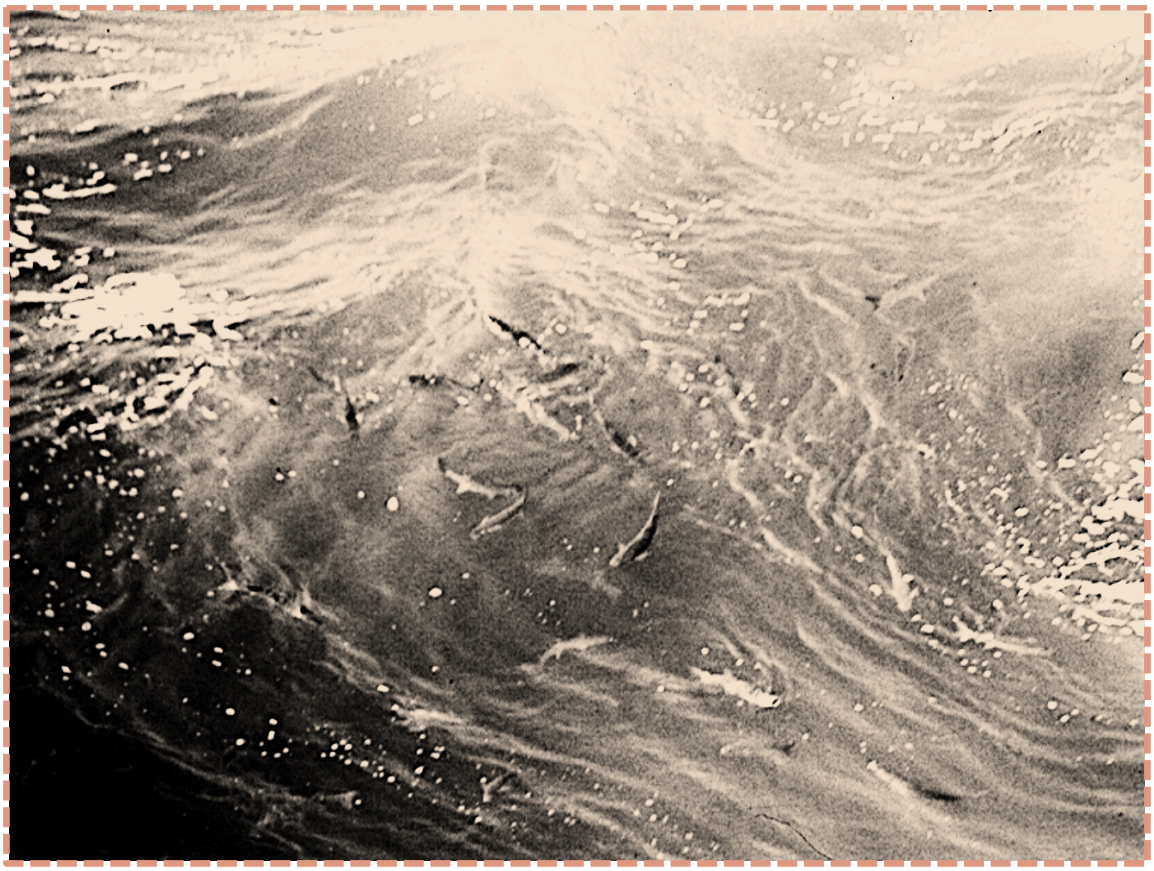
SFREDO, G.A. & TAGLIANI, C.R.A. 2016. Análise das modificações ambientais decorrentes da ocupação urbana em Rio Grande, RS, entre 1947 e 2014, por meio de um Sistema de Informações Geográficas. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 38: 46-69 (doi:10.5380/dma.v38i0.46902).

TELLES, R.M. 2011. *A evolução geomorfológica de Rio Grande: um contraste de dois tempos*. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

TESSLER, M.G. & GOYA, S.C.Y. 2005. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. *Revista do Departamento de Geografia,* 17: 11-23.

Capítulo XV

ICTIOFAUNA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO VOUGA NO PÓS-TERRAMOTO DE LISBOA (1755-1758)



ICTIOFAUNA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO VOUGA NO PÓS-TERRAMOTO DE LISBOA (1755-1758)

Olegário Nelson Azevedo Pereira[1,2]; Maria Rosário Bastos[2,3]; Luís Cancela da Fonseca[4]

[1] MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente & ARNET – Rede de Investigação Aquática, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa, 2829-516 Caparica, Portugal, olegario.pereira@hotmail.com (autor correspondente)

[2] Universidade Aberta, Delegação do Porto, Rua do Ameal, 752, 4200-055 Porto, Portugal, Maria.Bastos@uab.pt

[3] CITCEM - Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Via Panorâmica, s/n, 4150-564 Porto, Portugal,

[4] MARE - Centro de Ciências do Mar e do Ambiente & Laboratório Associado ARNET - Rede de Investigação Aquática, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, lcfonseca@fc.ul.pt

RESUMO

Conhecendo-se a ictiofauna actual da bacia hidrográfica do Vouga, questionou-se a diferença quanto ao diminuto número de espécies (sobretudo marinhas) mencionadas para o pós-terramoto de 1755 nas "Memórias Paroquiais" de 1758. Os dados disponíveis para a actualidade referem mais espécies de afinidades salobras e marinhas (*ca*. 90) do que as referidas nas memórias (*ca*. 14). Embora pareça existir relação entre a distribuição piscícola e as construções antrópicas na bacia hidrográfica (*e.g.* açudes, represas, levadas, caneiros), estas parecem ter mais influência na distribuição das espécies migradoras (anádromas e catádromas) e marinhas, não sendo evidente a influência nas espécies dulçaquícolas. Quanto às artes de pesca, estas não permitem qualquer discriminação pormenorizada, tanto em relação ao local, como à espécie. Considerando três tipos de *habitat* (marinho, salobro e dulçaquícola), os dados recolhidos, visionados num sistema de informação geográfica e corroborados por análises multifatoriais, permitem verificar tanto a separação entre comunidades de peixes dulçaquícolas e de peixes de afinidades marinhas/salobras, como a influência sobre a ictiofauna das construções efectuadas nos leitos dos rios e ribeiros (represas, moinhos, açudes, levadas, caneiros, pisões), nomeadamente na livre circulação dos migradores. Certamente a estas situações dever-se-á acrescentar (e talvez sobrepor) a influência dos gradientes de salinidade, mas que são impossíveis de precisar para uma cronologia *setecentista*.

Palavras-chave: História; Peixes; Construções humanas; Pesca; Ecologia.

Ichthyofauna of the Vouga watershed after the Lisbon earthquake (1755–1758)

ABSTRACT

Given the current ichthyofauna of the Vouga river basin, the notably small number of species (particularly marine ones) recorded for the post-1755 earthquake period in the "Memórias Paroquiais" of 1758 raises questions. Available data indicate a much higher number of species with brackish and marine affinities (*ca*. 90) compared to those mentioned in the parish records (*ca*. 14). Although there appears to be a relationship between fish distribution and anthropogenic structures within the river basin (*e.g.* weirs, dams and water channels), these seem to exert a stronger influence on the distribution of migratory species (anadromous and catadromous) and marine species, with no clear effect on freshwater species. Regarding fishing techniques, these do not allow for any meaningful discrimination, either in terms of location or species. Considering three habitat types (marine, brackish, and freshwater), the collected data visualized within a geographic information system and corroborated by multifactorial analyses, reveal both a clear separation between freshwater fish communities and those with marine/brackish affinities, as well as the impact of constructions within river and stream beds (dams, mills, weirs, water channels, and fulling mills), particularly on the free movement of migratory species. Certainly, to these situations we must add (and perhaps overcome) the influences of salinity gradients, which are impossible to specify for the situation under analysis considering the study chronologies.

Keywords: History; Fish; Anthropogenic Structures; Fishing; Ecology

INTRODUÇÃO

Utilizando como fonte histórica as "Memórias Paroquiais" alocadas no Arquivo Nacional da Torre do Tombo (ANTT, 1758) resultantes de um inquérito real às consequências do terramoto de 1755 estranhou-se a referência a um diminuto número de espécies (sobretudo marinhas e salobras) mencionadas para a bacia hidrográfica do

Vouga, face à ictiofauna actual. Tal facto suscitou a questão "qual o motivo de tais diferenças?". Através do recurso ao *corpus* documental referido, coligiram-se as espécies piscícolas mencionadas nas respostas dos párocos das freguesias integradas na actual delimitação da bacia hidrográfica do Vouga, a qual compreende o sistema lagunar de Aveiro (no seu curso terminal, isto é a jusante), os principais cursos fluviais que para aí confluem bem como os seus tributários (Fig. 1). Através de estudos mais recentes, verificou-se quais as espécies arroladas para a bacia hidrográfica, comparando-as com as compulsadas na fonte histórica aludida. Os dados disponíveis referem mais espécies de afinidades salobras e marinhas (*ca*. 90, cf. Anexo I) do que as referidas nas "Memórias Paroquiais" (*ca*. 14). Para entender esta diferença, considerou-se como possíveis hipóteses a influência incutida pelas construções antrópicas na bacia hidrográfica, pelas artes piscatórias utilizadas ou pelas alterações resultantes da morfodinâmica litoral, nomeadamente a progressão da restinga e os putativos impactos decorrentes do maremoto que resultou do terramoto de 1755 e atingiu o litoral da área de estudo.

Embora análises preliminares neste sentido tenham sido anteriormente realizadas (BASTOS *et al*., 2020), neste trabalho aprofunda-se a questão, uma vez que não há outros estudos que tomem como objecto de apreciação toda a bacia hidrográfica do Vouga. Por outro lado, conquanto a literatura referente à ictiofauna da bacia permita indagar acerca dos elementos que podem ter influenciado a sua distribuição e a presença ou ausência em cronologias mais recentes, nomeadamente a abertura da nova barra artificial em 1808, para cronologias mais antigas, há poucas análises em relação a esses temas, as quais são especialmente centradas no sistema lagunar. Com efeito, estudos publicados em finais do século XIX e inícios do século XX, facultam dados em relação às espécies existentes em alguns pontos da bacia hidrográfica, mas com especial relevo no interface laguna-oceano (BALDAQUE DA SILVA, 1891; NOBRE *et al*., 1915; HORNYOLD, 1916) ou, de uma forma muito geral, para as águas doces a nível nacional (NOBRE, 1931).

Mais recentemente, particularmente em análises resultantes das áreas da Biologia e da Ecologia, foram discutidas questões como a identificação das espécies, o seu estado de conservação e, em alguns casos, as possíveis interferências antrópicas e seus impactos. As cronologias de análise abordadas nesses estudos são relativamente recentes, nomeadamente considerando o período entre a segunda metade do século XX e inícios do século XXI (ARRUDA *et al*., 1988; REBELO *et al*., 1988; REBELO, 1992; POMBO, 1998; POMBO & REBELO, 2002; GARNEROT *et al*., 2004; POMBO *et al*., 2005; JEMUCE, 2008; PINTO, 2009; RODRIGUES, 2012; LILLEBØ *et al*., 2016). Nalguns casos, com o propósito de investigar a flutuação na presença das espécies e contextos com ela relacionados, o levantamento de dados sobre a ictiofauna recua até ao início do século XX (POMBO *et al*., 2002). Porém, estas análises reportam-se em grande medida ao sistema lagunar, encontrando-se menos estudada a ictiofauna dos cursos fluviais da bacia hidrográfica.

Para o século XVIII, existem estudos sobre os possíveis impactos provenientes da actividade piscatória, das alterações geomorfológicas ou da construção de infraestruturas nos rios principais e adjacentes. Em alguns casos, desenvolveram-se análises de longa-duração que recuam até ao referido século, embora se centrem com mais detalhe no ecossistema lagunar, não considerando a Bacia Hidrográfica do Vouga de uma maneira integrada. Tal facto não permite descortinar acerca da presença/ausência das espécies confinadas a ambientes dulçaquícolas, as possíveis causas relacionadas com o contraste de nomeação de espécies existentes entre o século XVIII e a actualidade, ou a respectiva dispersão (*e.g.* AMORIM, 1997; VIDAL *et al*., 2013; BASTOS *et al*., 2013; PEREIRA, 2019). Através do presente estudo, procura-se dar resposta às referidas questões relativamente às espécies referidas para a segunda metade do séc. XVIII (ANTT, 1758).

METODOLOGIA

Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Vouga (Fig. 1) situa-se no litoral noroeste de Portugal (40º 15'- 40º 57' N e 07º 33' - 08º 48' W). Esta bacia integra um conjunto de rios e respectivos afluentes que drenam uma vasta área dessa região. O seu rio principal, conforme indica a nomenclatura

atribuída, é o Vouga. Dos outros rios que a compõe destacam-se ainda o Sul, o Caima e o Águeda. O Rio Águeda tem como principais afluentes os rios Cértima e Alfusqueiro. A bacia hidrográfica inclui ainda o Rio Antuã, formado pelos rios Ul e Ínsua, para além dos rios Caster, Boco, Agadão e Teixeira, bem como diversos afluentes secundários tributários destes. No seu conjunto, estes cursos fluviais e afluentes formam uma rede hidrográfica complexa que conduz as águas da bacia até à laguna de Aveiro, desempenhando um papel fundamental na dinâmica hidrológica, ecológica e sedimentar desta região (AMORIM, 1997; LILLEBØ *et al*., 2016).

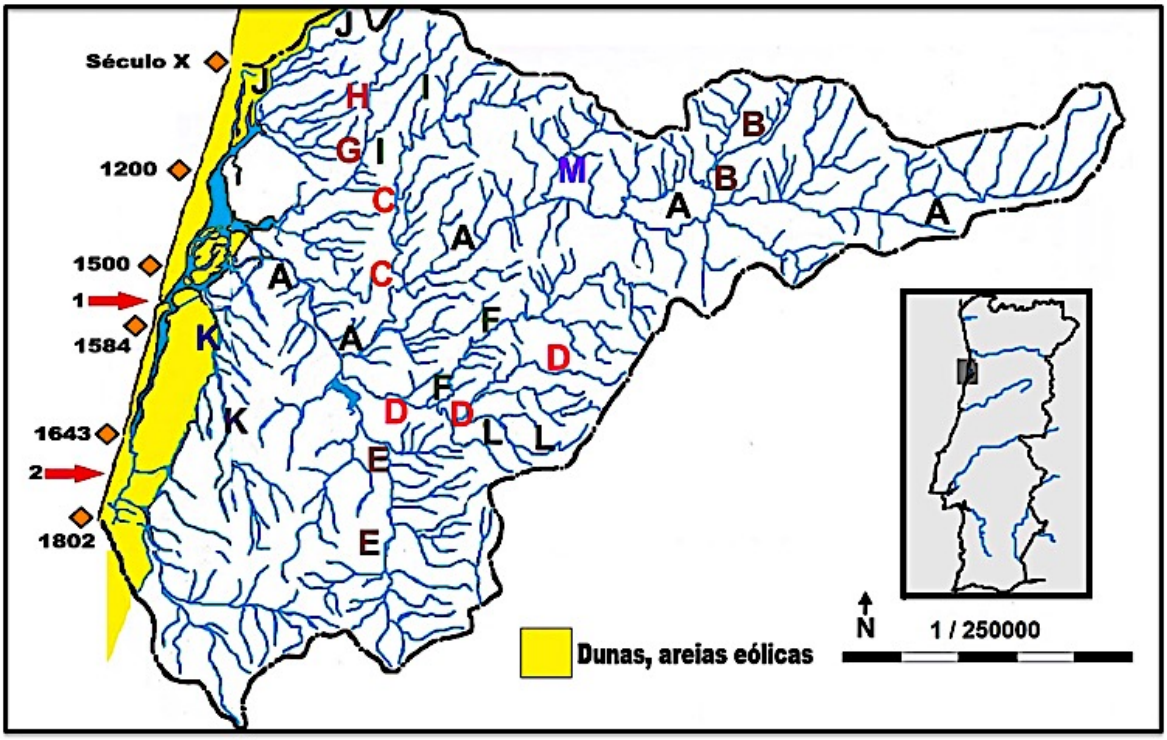


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Vouga e seus cursos fluviais: Vouga (A), Sul (B), Caima (C), Águeda (D), Cértima (E), Alfusqueiro (F), Antuã (G), Ul (H), Ínsua (I), Caster (J), Boco (K), Agadão (L), Teixeira (M). Indicação da posição actual da barra (1) e da barra antiga aberta artificialmente em 1757 (2), bem como da evolução da restinga da laguna de Aveiro (◆) entre os séculos X e XIX (Adaptado de AMORIM, 1997; DIAS *et al*., 2012).

Na parte inferior da Bacia Hidrográfica do Vouga, para onde convergem os principais cursos de água, encontra-se o sistema lagunar de Aveiro. Trata-se de uma laguna costeira pouco profunda, a qual ocupa cerca de 40Km de extensão apresentando uma largura máxima de aproximadamente 8Km no sector central. Este sistema é composto por quatro canais principais, ilhas e extensas áreas de lodaçais, formando uma zona húmida mesotidal singular. A laguna, na actualidade, estabelece ligação com o Oceano Atlântico através de uma única barra artificial com uma configuração de cerca de 1,3Km de comprimento, 350m de largura e aproximadamente 20m de profundidade (BASTOS *et al*., 2013; LILLEBØ *et al*., 2016). A separação entre a laguna e o oceano é assegurada por um cordão arenoso cuja largura varia entre cerca de 2,5Km no ponto mais largo, e menos de 200m nos sectores mais estreitos (BASTOS *et al*., 2013; LILLEBØ *et al*., 2016).

Dados e fontes

Do ponto de vista cronológico este trabalho centra-se na análise dos dados obtidos a partir das duas fontes históricas em apreço, a saber: i) o chamado "Inquérito do Marquês", datado de 1756 (ANTT, 1756); ii) e as "Memórias Paroquiais", de 1758, observando-se nestas últimas informações mais eloquentes e geograficamente bem situadas no que respeita aos peixes que os então párocos descreveram e que se consubstanciaram na principal base de trabalho. Não obstante, para podermos aferir ordens de grandeza acerca da presença ou

ausência das espécies elencadas pelos relatos *Setecentistas*, foi necessário recorrer à literatura científica moderna. Daqui se depreende que se assumiram dois cortes cronológicos, duas análises sincrónicas: a de meados do século XVIII e, pela razão exposta, a actual. Como tal, o período da abertura da barra artificial, não foi contemplado. Nem o podia ser porque, ao que se sabe, não existem dados históricos para a ictiofauna de 1808. Usando a metodologia da História só se pode avançar até onde as fontes históricas existentes permitem.

No sentido de se aferir acerca das espécies piscícolas presentes nos cursos fluviais e no sistema lagunar em meados do século XVIII e na actualidade, recorreu-se, respectivamente, a documentação histórica e a um conjunto de estudos publicados principalmente a partir da década de oitenta do século XX nos quais se realizaram levantamentos sistemáticos da ictiofauna mais recente. Para o século XVIII, foram seleccionadas e escrutinadas as informações referentes às paróquias que integravam a actual Bacia Hidrográfica do Vouga na fonte histórica referida (ANTT, 1758). A escolha desta fonte justificou-se pela sua particular relevância enquanto repositório de descrições locais. Trata-se de um inquérito remetido a todos os párocos do reino, constituindo uma iniciativa régia destinada a aprofundar o conhecimento do território português e, simultaneamente, a avaliar os efeitos do terramoto ocorrido no ano de 1755.

O questionário encontra-se estruturado em três partes principais, incidindo respectivamente sobre: a) aspectos económicos, religiosos e administrativos; b) as serras; e c) os rios (BASTOS *et al.*, 2013). A recolha de dados incidiu sobretudo na terceira parte do inquérito. Note-se que no caso de algumas paróquias incluídas na área de estudo, os párocos não responderam às questões relativas a esta parte. Assim, apesar de determinadas localidades se encontrarem próximas dos principais rios da bacia hidrográfica ou dos seus afluentes, nem sempre foi possível obter informação acerca da fauna piscícola presente nesses locais (*e.g.* ANTT, 1758, v. 5, f. 779-792; v. 5, f. 839-842; v. 7, f. 1031-1032; v. 8, f. 355-364; v. 9, f. 745-752, f. 1075-1084; v. 12, f. 2973-2976; v. 22, f. 131-140; v. 27, f. 537-538; v. 33, f. 181-184; v. 38, f. 17-27; v. 39, f. 681-686). Na Figura 2 indicam-se os diversos pontos para os quais foi possível apurar menções à ictiofauna.

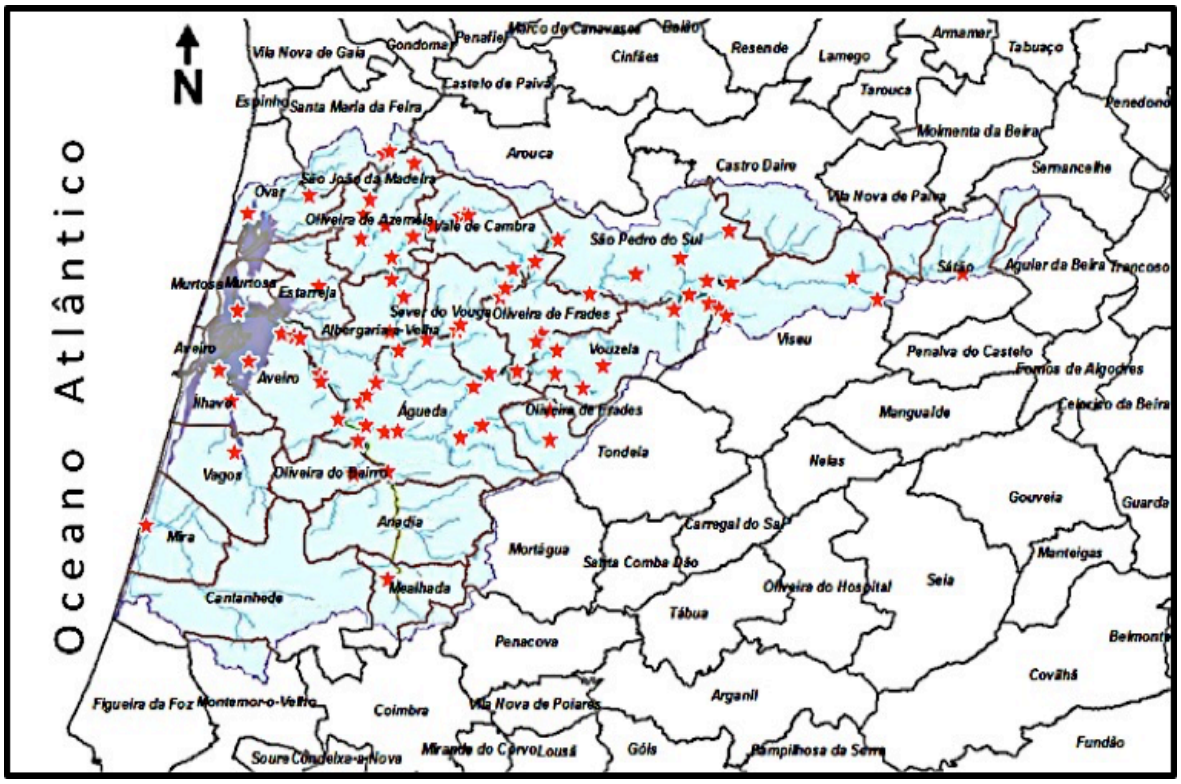


Figura 2 – Locais da Bacia Hidrográfica do Vouga (integrados nos actuais concelhos) nos quais foi possível coligir informações acerca da ictiofauna através das "Memórias Paroquiais" de 1758 (ANTT, 1758 – cf. anexo II).

O recurso a estudos mais recentes permitiu proceder ao levantamento das espécies que se sabe ocorrerem na bacia hidrográfica em análise, especialmente na segunda metade do século XX e início do século XXI (NOBRE, 1931; ARRUDA *et al*., 1988; POMBO & REBELO, 2002; POMBO, 1998; POMBO *et al*., 2002; GARNEROT *et al*., 2004; JEMUCE, 2008; PINTO, 2009). A diferença entre a quantidade de espécies mencionadas para as duas cronologias, como anteriormente se referiu, levantou dúvidas acerca das questões que putativamente contribuíram nesse sentido. Como tal, após saber quais as espécies presentes, procedeu-se a uma análise interdisciplinar recorrendo a abordagens metodológicas de natureza histórica, geológica e ecológica que permitisse retirar ilações. Na impossibilidade de considerar os valores de salinidade presentes à época e sabendo que algumas outras situações poderiam influenciar a distribuição e presença ou ausência de certas espécies, tentou-se verificar em que medida os impactos das construções antrópicas, das artes de pesca aplicadas, da morfodinâmica da barra lagunar, ou do maremoto resultante do terramoto de 1755, poderiam ser causas nomeáveis.

Nesse sentido, para além da inventariação das espécies piscícolas realizada através das "Memórias Paroquiais" (ANTT, 1758), foi concedida particular atenção a informações relativas a descrições da morfodinâmica lagunar, nomeadamente da sua barra, bem como, às intervenções antrópicas ou construção de infraestruturas susceptíveis de terem influenciado a dinâmica hídrica (tais como: moinhos, azenhas, açudes, caneiros, levadas ou represas) e, consequentemente, a da ictiofauna e locais onde fora atestada. Acresceu-se à análise dessa fonte histórica, e a nível complementar, o exame de um segundo *corpus* documental: "Informações dos Párocos de diversas regiões do país relativamente às consequências do terramoto de 1755" (ANTT, 1756).

Através deste inquérito cujas questões se ativeram aos efeitos do terramoto e medidas tomadas pelas populações (cf. SARMENTO & CARDOSO, 2006), foram descritos os fenómenos sentidos antes, durante e após o terramoto, bem como a duração do abalo. Relataram-se igualmente as suas consequências sobre a população e sobre os diversos tipos de construções, incluindo desabamentos e incêndios, assim como os efeitos observados na superfície terrestre, no mar, rios ou lagunas. Havendo informações para diversas localidades da Bacia Hidrográfica do Vouga, coligiram-se alguns dados em relação a potenciais interferências nos cursos fluviais ou na laguna. Posteriormente, todo o conjunto de dados foi analisado e confrontado com base em diversos estudos geológicos e ecológicos referentes à área de estudo, os quais serão mencionados em momento oportuno.

Análise de dados

A informação seleccionada e processada foi a existente nas "Memórias Paroquiais" de 1758 respeitante às estruturas e construções, às artes de pesca, bem como aos elementos relacionados com o ambiente aquático (*habitat* marinho, dulçaquícola ou salobro) inferido a partir das espécies presentes, que poderiam ter afectado a dinâmica natural das comunidades piscícolas. Para investigar a existência de padrões nessas comunidades e respectiva relação com os factores abióticos/ambientais, os dados obtidos foram agrupados em matrizes de descritores por local. No que se refere aos diferentes *itens*, elaboraram-se matrizes de presença (1) ou ausência (0) – P/A - em cada um dos sítios identificados. A partir das matrizes de dados-base, calcularam-se as matrizes simétricas (de similaridades ou correlações) utilizando-se, consoante os casos, o coeficiente similaridade de Sorensen (qualitativo) ou os coeficientes de correlação de Bravais-Pearson e Spearman (LEGENDRE & LEGENDRE, 1984).

As similaridades entre os locais amostrados foram investigadas com o auxílio de métodos de análise multivariada (análise hierárquica de classificação - CLUSTER e análise em coordenadas principais - PCO), utilizando as rotinas apropriadas do conjunto de programas PRIMER® v6 (CLARKE & GORLEY, 2006) e do seu complemento PERMANOVA (ANDERSON *et al*., 2008). Os descritores espécies de peixes foram utilizados como vectores na PCO empregando o coeficiente de Spearman para estabelecer correlações entre as matrizes de similaridade que servem de base às ordenações e os descritores referidos (ANDERSON *et al*., 2008). Sobre a matriz simétrica das espécies de peixes + *habitats* agrupados por sítios efectuou-se uma análise de redundância (RDA), fixando como variáveis

explicativas os *habitats*, utilizando as rotinas apropriadas do programa BRODGAR® v2.5.6 (ZUUR, 2000).

A utilização do coeficiente de correlação entre matrizes possibilita a comparação de matrizes simétricas. Aplicado às matrizes simétricas acima referidas, traduz uma proximidade da sua estrutura, tanto maior quanto mais elevada for a correlação. Calculou-se a correlação entre as matrizes simétricas obtidas para os diferentes descritores, estabelecendo-se uma nova matriz simétrica entre estruturas ditadas por esses descritores (peixes, *habitat*, engenhos/construções e artes de pesca). Sobre esta matriz simétrica foi efectuada uma análise hierárquica para permitir uma interpretação sobre as relações de proximidade entre as estruturas definidas pelos diferentes descritores (CLARKE & GORLEY, 2006), uma vez que a existência de maior similaridade entre as estruturas deverá traduzir afinidades entre os locais, e uma organização semelhante, para cada um dos grupos de descritores considerados.

Para investigar tanto a relação entre as estruturas definidas pelos diferentes descritores, como as relações entre as espécies, construções e *habitat* por locais referenciados foi utilizada a análise hierárquica de classificação (rotina CLUSTER, método UPGMA, agrupamento por pares sem ponderação usando média aritmética - conjunto de programas PRIMER), a partir de matrizes de similaridade obtidas.

As coordenadas geográficas de todos os locais para onde foi referida pelo menos uma espécie de peixe foram inseridas num Sistema de Informação Geográfica. A informação adquirida (locais, espécies piscícolas, construções…) foi transposta para mapas georreferenciados (sistema de coordenadas *datum* WGS84) utilizando o pacote de *software* QGIS 3.8.

RESULTADOS

Nas "Memórias Paroquiais" recolheram-se referências a 20 designações vernáculas de peixes, às quais se fizeram corresponder as designações específicas mais prováveis (Tabela I). Destas, 8 são referenciáveis como "marinhas", 6 claramente "dulçaquícolas" e outras seis podendo incluir-se nas migradoras suportando variações de salinidade variáveis. No grupo "marinhas" e considerando as diferentes espécies que poderiam ser conotadas com as designações vernáculas haveria, no máximo, 14 espécies, das quais 6 incluídas nas migradoras; nas "dulçaquícolas" 6 espécies.

Tabela I - Lista dos peixes referidos para a Bacia do Rio Vouga e sistema lagunar de Aveiro nas "Memórias Paroquiais" (ANTT, 1758) e possíveis espécies correspondentes (a espécie mais provável é a que se indica em primeiro lugar). Realçadas a amarelo as espécies não referidas nos trabalhos recentes.

Nome vernáculo	Espécies mais Prováveis a que se refere
Azevias	*Microchirus azevia* (Capello, 1867)
Barbos	*Luciobarbus bocagei* (Steindachner, 1864)
Bogas, Vogas	Pseudochondrostoma polylepis (Steindachner, 1864); Pseudochondrostoma duriense (Coelho, 1985)
Bordalos	*Squalius alburnoides* (Steindeachner, 1866); *Leuciscus cephalus* (Linnaeus, 1758)
Corvinas	*Sciaena umbra* Linnaeus, 1758; *Argyrosomus regius* (Asso, 1801)
Enguias, Eirós, Machos	*Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)
Escalos	*Squalius carolitertii* (Doadrio, 1988); *Squalius alburnoides* (Steindachner, 1866)
Lampreias	*Petromyzon marinus* Linnaeus, 1758; *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus, 1758)
Linguados	*Solea solea* (Linnaeus, 1758); *Solea senegalensis* Kaup, 1858
Muges	*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758
Robalos	*Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758); *Dicentrarchus punctatus* (Bloch, 1792)
Rodovalhos	*Scophtahalmus rhombus* (Linnaeus, 1758)
Ruivacos, Ruivaços, Ruivacas, Ruivães	*Achondrostoma arcasii* (Steindachner, 1866); *Achondrostoma oligolepis* (Robalo, Doadrio, Almada & Kottelat 2005); *Iberochondrostoma lemmingii* (Steindachner, 1866); *Squalius alburnoides* (Steindachner, 1866)
Ruivos	*Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758)
Sáveis	*Alosa alosa* (Linnaeus, 1758)
Savelhas	*Alosa fallax* (Lacepède 1803)
Solhas	*Pleuronectes platessa* Linnaeus, 1758; *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758)
Solhos	*Acipenser sturio* Linnaeus, 1758
Tainhas	*Chelon auratus* (Risso, 1810); *Chelon ramada* (Risso, 1827); *Chelon saliens* (Risso, 1810); *Chelon labrosus* (Risso, 1827)

A maioria são espécies com afinidades marinhas e/ou salobras, embora as que apresentaram maior número de citações tenham sido as dulçaquícolas (Fig. 3). Relativamente à sua distribuição na bacia hidrográfica a análise de redundância efectuada mostra que as principais diferenças ocorreram entre montante e jusante (eixo 1 da ordenação), isto é, entre as áreas a que deve corresponder uma maior diferença de salinidades. Evidencia também que as espécies tolerantes (migradoras e/ou de afinidades salobras) têm uma distribuição espacial mais alargada (Fig. 4). As espécies claramente dulçaquícolas restringem-se às áreas consideradas como não salinas. Sem surpresa, as principais espécies migradoras (sáveis, lampreias e enguias) aparecem numa situação intermédia.

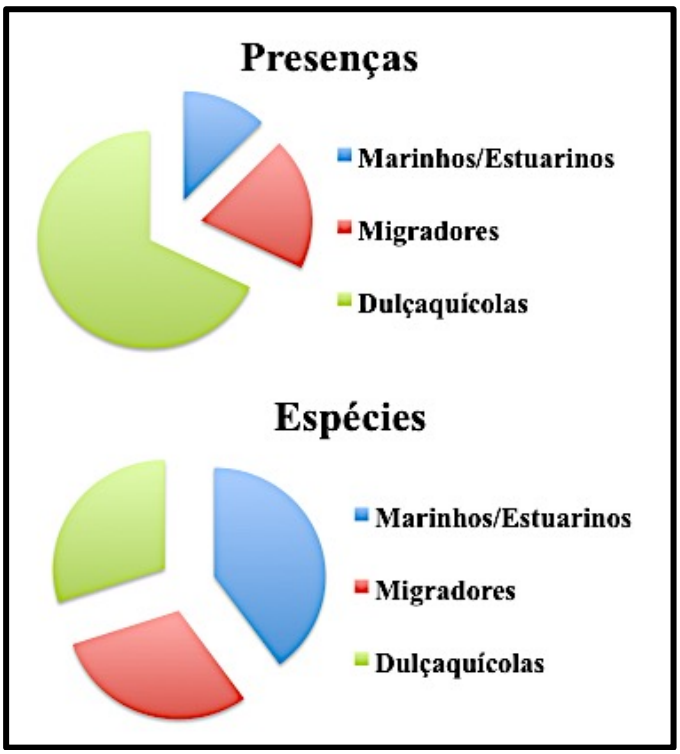


Figura 3 - Número de vezes que as espécies são referidas pelos párocos nas memórias paroquiais (presenças) e percentagem de espécies mencionadas por *habitat* (ANTT, 1758).

A análise em coordenadas principais (PCO) efectuada indica igualmente uma separação entre os locais com características dulçaquícolas e aqueles de ambientes salobros e salgados, ao longo do primeiro eixo, agrupando igualmente na zona intermédia as principais espécies migradoras (sáveis, lampreias e enguias) (Fig. 5). Esta análise separa claramente os concelhos da zona mais lagunar (águas salobras e salgadas) dos situados mais a montante e banhados por água doce. Saliente-se que se faz referência aos actuais concelhos e não às paróquias primevas. Muito embora uma ou outra possam ter mudado de concelho de meados do século XVIII até ao presente, o número não se afigura significativo e, assim, esbate-se na apresentação dos resultados e respectiva análise.

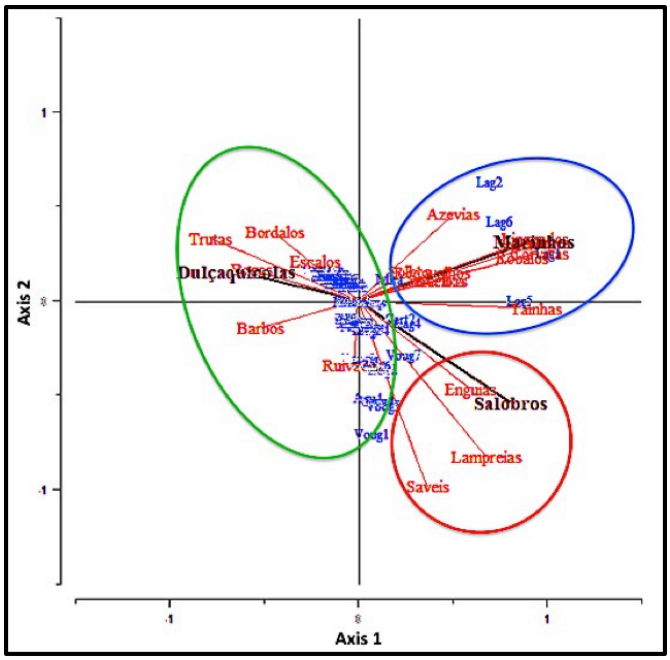


Figura 4 - Análise de Redundância: Peixes e *Habitats* agrupados por locais com informação (os dois primeiros eixos retêm 83,5% da soma de todos os valores próprios).

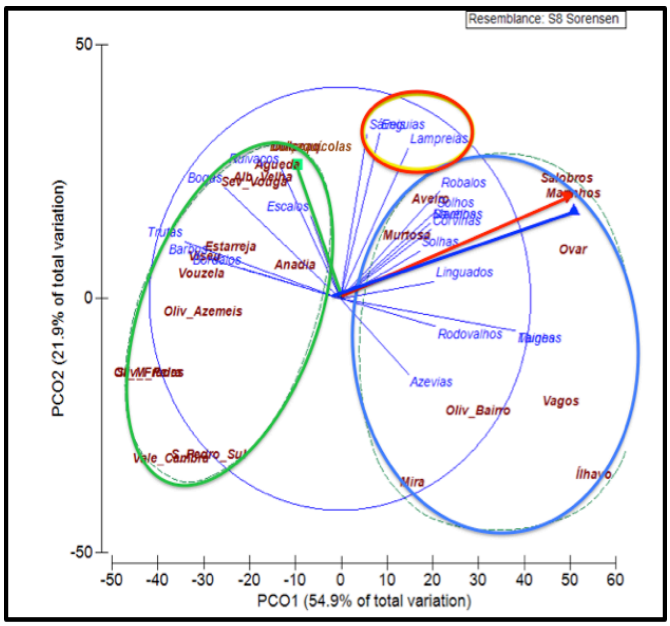


Figura 5 - Análise PCO: concelhos da Bacia Hidrográfica do Vouga ordenados por *habitat* (vectores verde, vermelho e azul) em função das espécies de peixes. Sáveis, lampreias e enguias, as principais espécies migradoras, estão agrupadas (oval vermelha).

Assim, a identificação da ictiofauna presente em 1758 na Bacia Hidrográfica do Vouga permitiu reconhecer *grosso modo* duas grandes áreas ambientais ou *habitats* por onde as espécies se encontravam distribuídas. Por um lado, como seria de esperar, a presença de espécies de ambientes marinhos e/ou salobros articula-se com a localização do sistema lagunar de Aveiro ou dos diversos canais que permitem que a água salgada penetre em regiões mais interiores, nomeadamente nas zonas de Ovar, Murtosa, Aveiro, Ílhavo, Vagos, Mira e Oliveira do Bairro (Figs. 5 e 6). Todo o restante interior da região hidrográfica em análise é composto por ambientes dulçaquícolas.

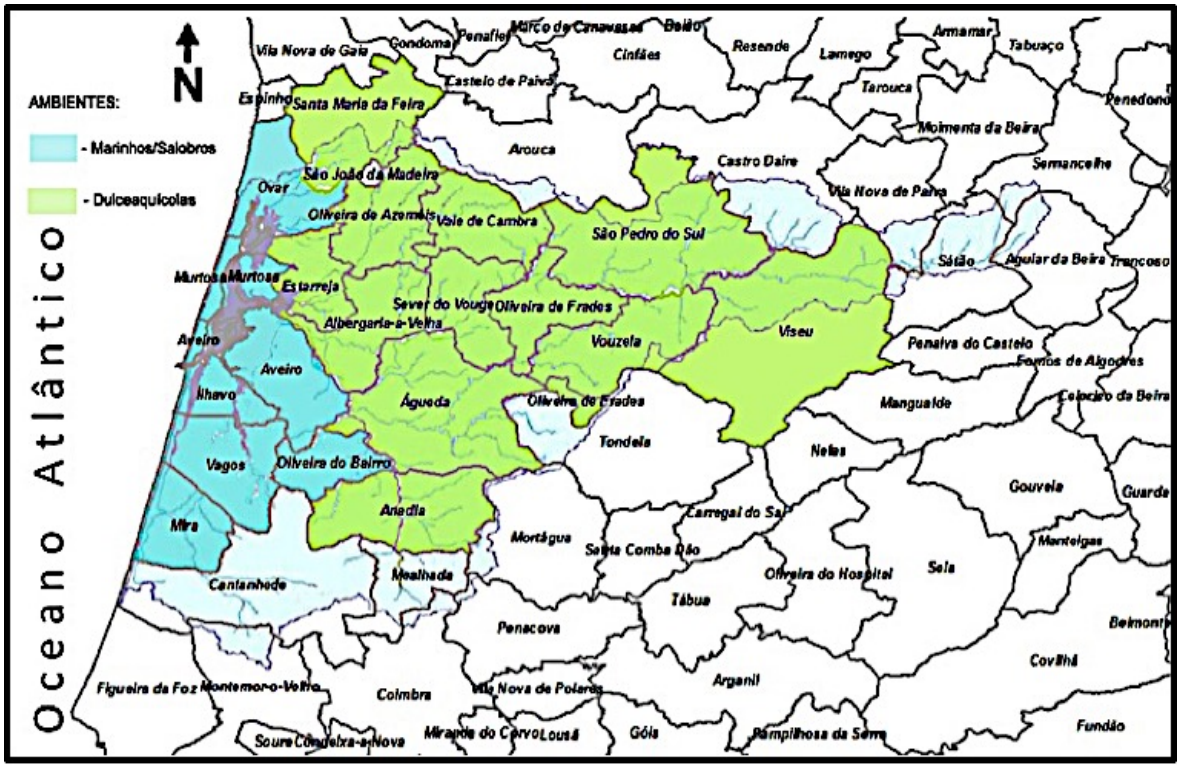


Figura 6 – Ambientes da Bacia Hidrográfica do Vouga (integrados nos actuais concelhos) inferidos a partir das informações acerca da ictiofauna contidas nas "Memórias Paroquiais" de 1758 (ANTT, 1758 – cf. anexo II).

De modo a estabelecer a relação entre descritores do ambiente (tipos de *habitat* e construções) e espécies de peixes, recorreu-se à análise hierárquica sobre a matriz simétrica de similaridades de Sorensen (modo R) obtida a partir da matriz de distribuição dos descritores considerados pelos locais de ocorrência respectivos. Pela análise de classificação (rotina CLUSTER - PRIMER® v6) puderam delinear-se os 3 grupos peixes/*habitats* já anteriormente referidos. Verificou-se também que só o grupo dos dulçaquícolas está ligado aos descritores "construções" (represas, pisões, levadas, moinhos, açudes), não parecendo influenciar estas distribuições quer as azenhas de azeite, quer os lagares de azeite; os caneiros estão também isolados das restantes construções, podendo eventualmente influenciar a distribuição dos principais migradores e dos ruivacos (Fig. 7). Em idêntica análise efetuada com os descritores "artes de pesca", não se observou a existência de qualquer relação.

Como as similaridades entre a distribuição dos diferentes descritores por local traduzem a estrutura funcional e relações entre eles, a correlação entre as respectivas matrizes simétricas origina uma nova matriz simétrica de correlações de Sperman entre essas estruturas funcionais. A análise hierárquica efectuada sobre esta matriz simétrica de correlações entre matrizes (Fig. 8) permite uma interpretação das relações de interdependência entre os grupos de descritores considerados. Deste agrupamento sobressai claramente um grupo com interdependências (Peixes, *Habitats*, Construções), nitidamente não relacionado com o grupo "Artes de Pesca". Desta forma, e contrariamente às "Artes de Pesca", os diversos tipos de construções deverão ter condicionado de alguma forma os ictiopovoamentos.

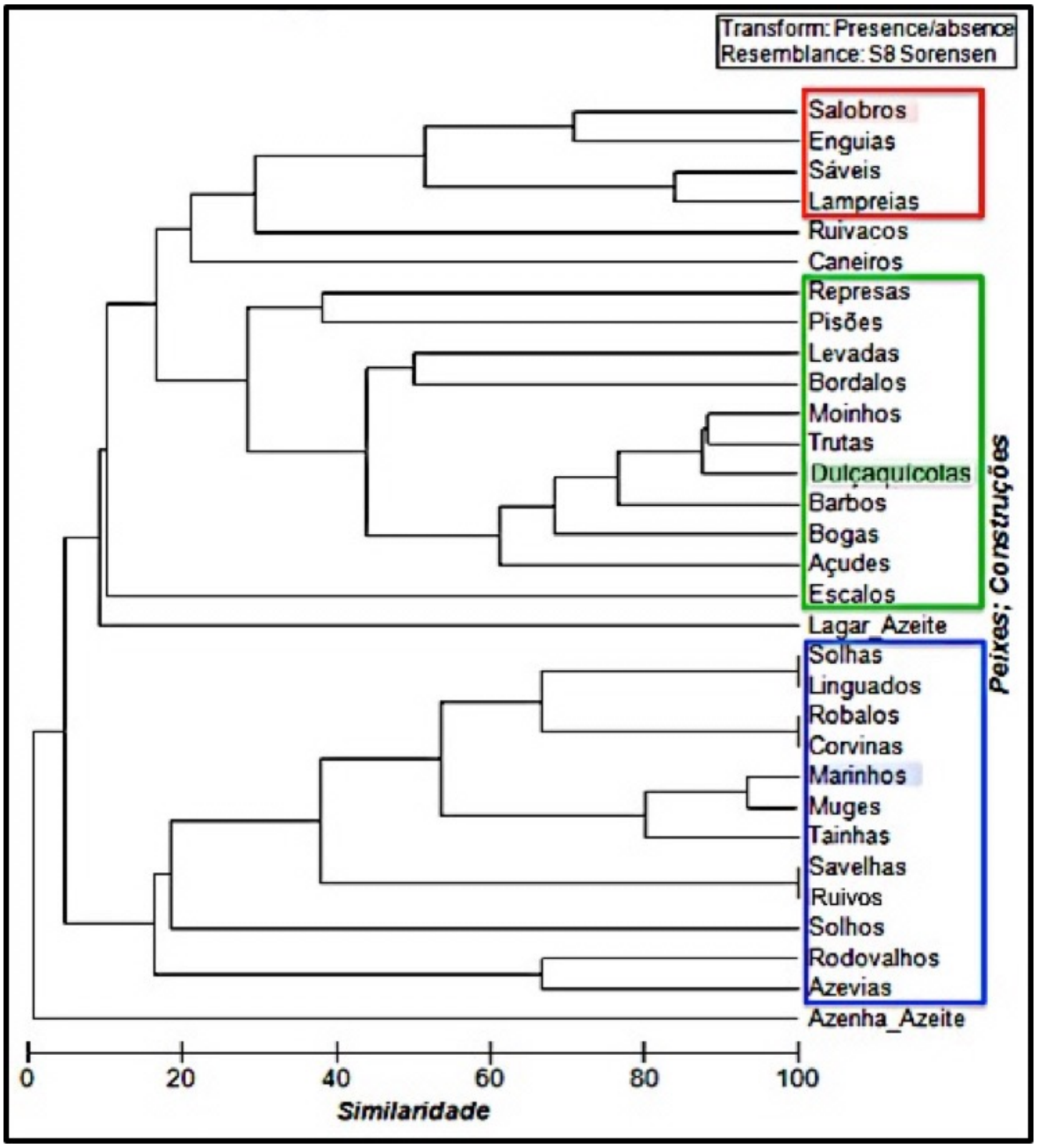


Figura 7 – Dendrograma resultante da análise hierárquica entre descritores do ambiente (tipos de *habitat* e construções) e espécies de peixes, agrupados por local (Bacia do Vouga, 1758).

Os estudos mais recentes sobre a ictiofauna do sistema lagunar de Aveiro indicam a presença de cerca de 90 espécies marinhas/salobras (ARRUDA *et al*., 1998; REBELO, 1992; POMBO, 1998; POMBO & REBELO, 2002; POMBO *et al*., 2002; GARNEROT *et al*., 2004; POMBO, 2005; JEMUCE, 2008; PINTO, 2009), das quais 61 (*ca*. 68%) são consumidas com regularidade. São ainda indicadas 7 espécies dulçaquícolas (Fig. 9).

Segundo os dados coligidos através das "Memórias Paroquiais", no cômputo geral das espécies mencionadas para toda a bacia hidrográfica (cf. Fig. 3, espécies) as de ambientes marinhos/estuarinos não deixam de representar o maior quantitativo detectado se comparado com as migradoras e as dulçaquícolas. Porém, se considerada a quantidade de menções em diferentes freguesias (cf. Fig. 3, presenças), são as espécies dulçaquícolas, a que se seguem as migradoras, as que mais frequentemente são apontadas pelos párocos como estando presentes nos cursos de água das suas paróquias, nomeadamente, as trutas, os barbos, as bogas, os bordalos, as enguias e as lampreias.

A comparação destes dados demonstrou um aumento significativo da menção a espécies de ambientes marinhos/estuarinos de somente 14 mencionadas nas "Memórias Paroquiais" de 1758

para cerca de 90 mencionadas actualmente. Já as espécies migradoras e dulçaquícolas detectadas situam-se em valores relativamente iguais se comparadas as duas cronologias (Fig. 10). O facto de não haver a alusão a certas espécies pode também resultar da falta de resposta dos párocos inquiridos. Uma outra dificuldade advém da necessidade de atribuir uma designação científica à espécie correspondente às menções correntes mencionadas pelos párocos.

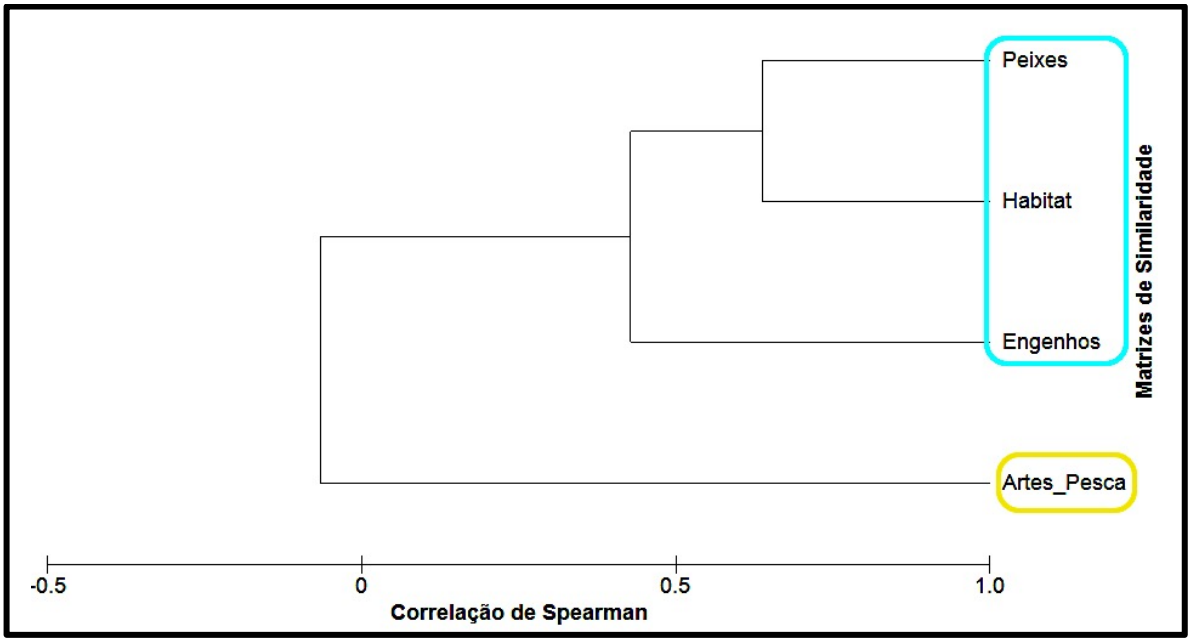


Figura 8 – Dendrograma resultante da análise hierárquica efectuada com base na correlação entre matrizes simétricas (Coeficiente de Sorensen) dos diferentes descritores do ambiente (tipos de *habitat*, artes de pesca e construções) e espécies de peixes, agrupados por local (Bacia do Vouga, 1758).

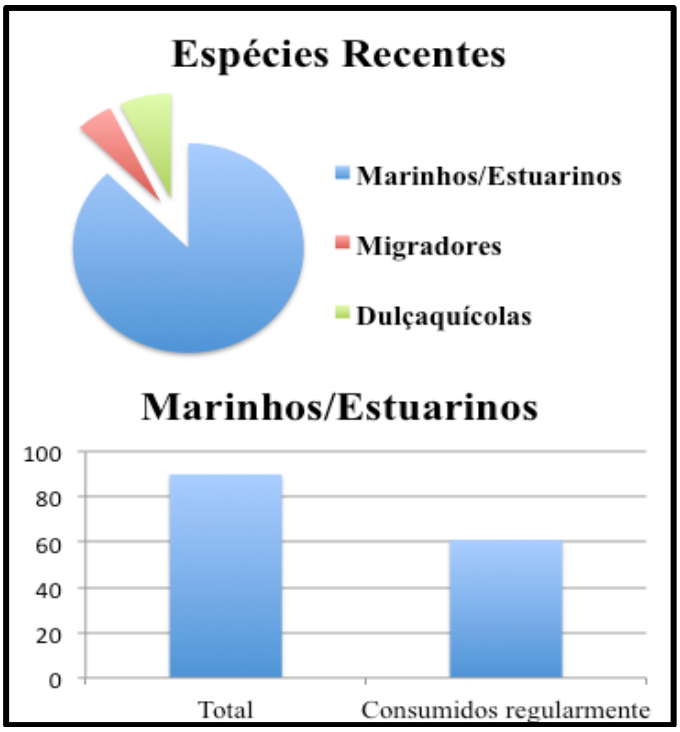


Figura 9 – Espécies e espécies comestíveis presentes na Bacia Hidrográfica do Vouga segundo os estudos de ARRUDA *et al*. (1998); REBELO (1992); POMBO (1998); POMBO & REBELO (2002); POMBO *et al*. (2002); GARNEROT *et al*. (2004); POMBO (2005); JEMUCE (2008) e PINTO (2009).

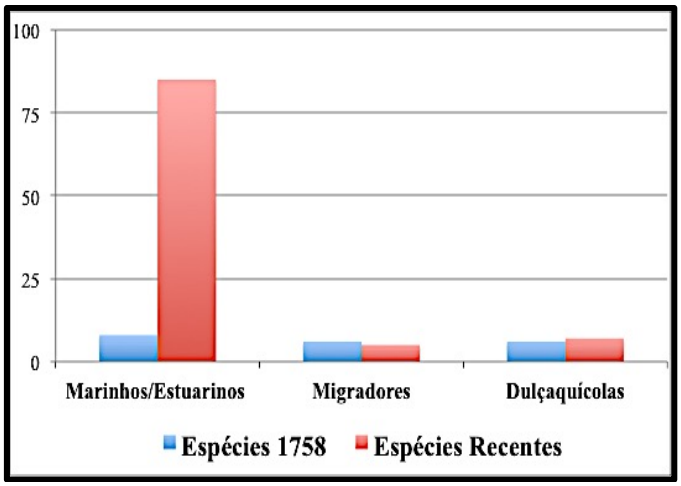


Figura 10 – Espécies agrupadas por afinidades de *habitat* referidas nas "Memórias Paroquiais" de 1758 e em estudos recentes.

DISCUSSÃO

Considerando os resultados obtidos, apontam-se algumas possíveis causas para a diferença entre o diminuto número de espécies (sobretudo de afinidades marinhas) mencionadas para o pós-terramoto de 1755 nas "Memórias Paroquiais" de

1758 e o número muito mais elevado referido nos estudos recentes. Passam-se deste modo, em revista, os principais aspectos que poderão ser parte da explicação dessas diferenças. Ressalva-se que os valores de salinidade à época, sem dúvida um constrangimento à distribuição de peixes marinhos/águas salobras, não podem ser considerados a não ser por inferição com base nas espécies de peixes presentes.

Morfodinâmica do litoral de Aveiro

Durante o Pequeno Óptimo Climático Medieval o clima ameno proporcionou condições favoráveis à agricultura e à silvicultura, uma vez que a precipitação anual se encontrava mais distribuída ao longo do ano, não se concentrando exclusivamente no inverno (DIAS *et al*., 2012). Estas condições estimularam a intensificação dessas actividades, contribuindo para o reforço dos processos sedimentares, sobretudo através do aumento da erosão dos solos. Neste contexto, verificou-se uma tendência para a rectificação da linha de costa mediante o preenchimento de reentrâncias como estuários e baías, sendo estas dinâmicas particularmente intensas na zona costeira de Aveiro (*e.g*. DIAS *et al*., 2000; 2004; 2012; PEREIRA *et al*., 2021).

A constituição da laguna de Aveiro (cf. Fig. 1) resultou, assim, de um processo contínuo de deposição de sedimentos provenientes dos rios situados a norte, sobretudo, da Bacia Hidrográfica do Rio Douro. Com efeito, a linha de costa entre Espinho e o Cabo Mondego correspondia, inicialmente, a uma ampla baía aberta ao oceano. Numa fase precoce, o aporte sedimentar deu origem a uma pequena laguna, designada nos documentos medievais como laguna de Ovil (Barrinha de Esmoriz), cuja referência mais antiga conhecida remonta a 897 (P.M.H. Diplomata et Chartae, doc. 12). O cordão arenoso estava já em plena progressão norte/sul no século X, tendo alcançado a proximidade de Ovar, no limite meridional da então laguna. O desenvolvimento deste cordão, com progressão para sul, conduziu ao encerramento da antiga baía e à formação da laguna de Aveiro.

A evolução do sistema lagunar de Aveiro pode ser acompanhada através do crescimento contínuo do cordão arenoso: entre 1200 e 1500, estendia-se entre as localidades da Torreira e de São Jacinto, enquanto, em simultâneo, um cabedelo se havia enraizado na zona da Gafanha (*e.g.* SOUTO, 1923). No século XVII, o cordão arenoso situava-se nas imediações da Vagueira. Ao longo do século XVIII, registou-se um período de transição, durante o qual o sistema oscilou entre a Vagueira e Mira, até culminar no encerramento definitivo da laguna devido ao assoreamento da sua barra (*e.g.* AMORIM, 1997; DIAS *et al*.; 2012; BASTOS, 2015; PEREIRA, 2019). Verifica-se que durante este século a ligação entre a laguna e o oceano se degradou progressivamente. Isso mesmo fica explicitado em algumas das respostas dos párocos. Por exemplo na memória de Aveiro refere-se que:

> "Foi Aveiro um porto de Mar excelente e o seu comércio grande. A Barra, que é de Areia se acravou, de sorte que nos anos próximos a este se pôs incapaz de entrar por ela ainda a embarcação mais pequena. A piedade de nosso augustíssimo Monarca deferia as súplicas que eficazmente se lhe fizeram para se abrir nova Barra, mas como esta obra necessita de tempo e despesas grandes, continuava a vexação até na saúde." (ANTT, 1758, v. 5, f. 813).

Desses problemas dá nota um artigo publicado na "Gazeta de Lisboa", datado do dia 20 de dezembro de 1758, ao referir que antes da abertura da nova barra de Aveiro, a barra "entupia" com as areias procedentes da deriva litoral e não permitia o escoamento dos rios, causando "(…) todos os annos cheyas taõ formidáveis, que innundavaõ grande porçaõ desta Villa [de Aveiro], e deixavaõ pântanos, que eraõ motivo de haver nella muitas doenças." (Gazeta de Lisboa, nº 2, 12 de janeiro de 1758, p. 15). Em 1757, ano imediatamente anterior às respostas ao inquérito paroquial, ocorreu a obstrução total da barra então localizada em Mira.

Nesse mesmo ano, houve a abertura de uma nova barra nas imediações da Vagueira (Gazeta de Lisboa, nº 2, 12 de janeiro de 1758, p. 16; AMORIM, 1997). Mediante autorização régia, a intervenção foi concluída a 8 de dezembro de 1757, permitindo a retoma da navegação lagunar e o restabelecimento das trocas de água entre esta e o oceano (ANTT, 1758, v. 5, f. 813-814; v. 14, f. 420; v. 25, f. 1966). Os párocos de Aveiro, Canelas, Esgueira, Fermelã, Ílhavo, Murtosa, Ovar, Pessegueiro do Vouga, Ribafeita e Trofa assinalaram a abertura da nova barra, sublinhando os seus impactos positivos na circulação das marés e na mitigação das inundações recorrentes nas

áreas circundantes (cf. respectivamente ANTT, v. 5, f. 813; v. 9, f. 723; v. 14, f. 420; v. 15, f. 281; v. 18, f. 143; v. 25, f. 1966, v. 26, f. 356; v. 28, f. 613; v. 31, f. 481; v. 37, f. 1148).

Não obstante estas intervenções, a instabilidade da ligação entre a laguna e o oceano persistiu, verificando-se nova colmatação em 1791. Em 1802, este processo culminou através da consolidação do cordão arenoso, o qual conduziu ao encerramento completo do sistema lagunar, situação que se manteve até 1808, ano em que foi aberta uma nova barra artificial (AMORIM, 1997; DIAS *et al*., 2012).

A dinâmica de abertura e encerramento da barra exerceu certamente influência na distribuição da ictiofauna da bacia hidrográfica, especialmente no que respeita ao ecossistema lagunar (Fig. 11). Encontrando-se a distribuição das espécies fortemente condicionada pela salinidade, os dados coligidos registam a presença de espécies marinhas; contudo, a sua ocorrência aparenta ter sido espacialmente limitada (Fig. 11) e caracterizada por uma reduzida diversidade (cf. Fig. 3), sobretudo quando comparada com os resultados de estudos realizados no século XX (POMBO *et al*., 2002). A este facto não deve ser alheia a permanência da ligação laguna-mar a partir de 1808 com o estabelecimento da nova barra artificial então aberta.

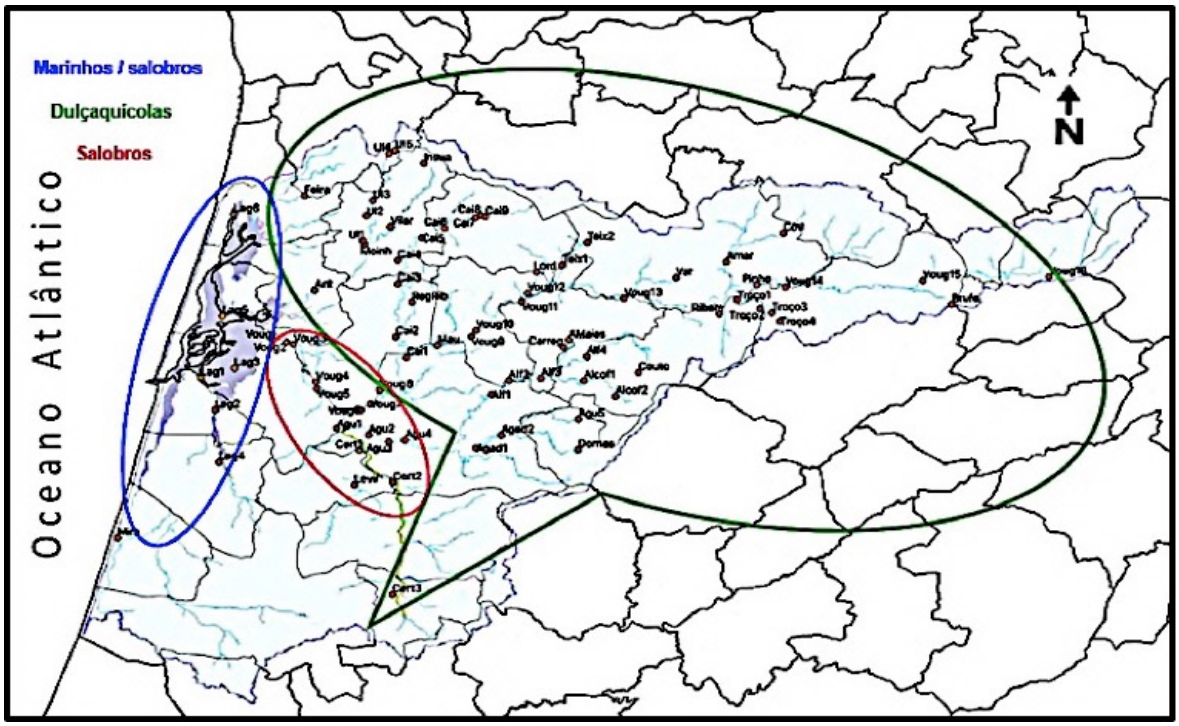


Figura 11 – Ambientes de dispersão das espécies integrados nos actuais concelhos, com base no levantamento dos registos das "Memórias Paroquiais" (azul – marinhos/salobros; verde – dulçaquícolas; vermelho – salobros).

Mesmo admitindo que as espécies referidas correspondam apenas às destinadas ao consumo humano, a listagem disponível revela-se exígua (14 espécies, incluindo as migradoras), particularmente quando confrontada com os dados apresentados por autores contemporâneos (ARRUDA *et al*., 1998; REBELO, 1992; POMBO, 1998; POMBO & REBELO, 2002; POMBO *et al*., 2002; GARNEROT *et al*., 2004; POMBO, 2005; JEMUCE, 2008; PINTO, 2009), que identificaram cerca de 50 espécies actualmente consumidas. Tal discrepância sugere que, a existirem à época em número significativo, dificilmente teriam passado despercebidas nos inquéritos promovidos em 1758.

Possíveis impactos do maremoto

A acrescer aos impactos provocados pela morfodinâmica litoral do segmento costeiro em estudo, o maremoto provocado pelo terramoto de 1755 certamente terá influenciado a colmatação da barra. Este evento sísmico ocorrido a 1 de novembro, constituiu provavelmente um dos desastres naturais com maior amplitude na história de Portugal. Apesar das várias ocorrências

sismológicas históricas das quais perduraram registos escritos, cujo impacto, em alguns casos, não terá sido de somenos importância (*e.g.* TAVARES *et al*., 2005; COSTA & FONSECA, 2007; FERREIRA, 2020), é acerca deste evento que se verifica uma mais substancial produção científica em diversas áreas disciplinares (*e.g.* SOUSA, 1919-1932; ARAÚJO *et al*., 2007; LOURENÇO & SANTOS, 2015; ARNAUD & MARTINS, 2018; FERREIRA, 2020). Este sismo teve uma magnitude estimada de 8,5 a 9 graus na escala de Richter (SARMENTO, 2006; RAMOS-PEREIRA *et al*., 2015; MENDONÇA *et al*., 2019) embora estudos mais recentes tenham proposto valores de 7,7±0,5 (FONSECA, 2020). Não obstante a localização exacta do seu epicentro seja ainda discutida, surgindo interpretações com ligeiras variações (*e.g.* MARTÍNEZ-LORIENTE *et al*. 2021), geralmente atribui-se à área do Golfo de Cádis, nomeadamente às falhas geológicas de *Horseshoe* e do Marquês de Pombal, as quais se encontram entre o Banco de Gorringe e o Cabo de São Vicente, ou ao processo de delaminação da litosfera oceânica atlântica (FONSECA, 2020; FERREIRA, 2020; SILVA *et al*., 2023).

Terá sido a sua localização que contribuiu para que os impactos mais catastróficos tenham ocorrido nas regiões do Algarve e de todo o litoral oeste português, destacando-se aqui as áreas da Península de Setúbal e a cidade de Lisboa, para além do sul de Espanha e litoral norte africano, embora tenha sido sentido noutras regiões litorais do Atlântico (*e.g.* SOUSA, 1919-1932; MENDONÇA *et al*., 2019; SARMENTO, 2006). Na área da Bacia Hidrográfica do Vouga este evento também se fez sentir, embora com menor amplitude se comparado com as regiões do país anteriormente mencionadas. Os impactos deste evento sísmico e do *tsunami* que se lhe seguiu, foram já considerados em alguns estudos (SARMENTO & CARDOSO, 2006; MENDONÇA *et al*., 2019; TAVARES *et al*., 2025). De uma maneira geral, são conhecidos os principais problemas atinentes a esse episódio histórico, bem como a resposta das populações e autoridades civis ou eclesiásticas. Porém, não há ainda estudos que relacionem os prováveis impactos que o evento terá representado para a ictiofauna da região hidrográfica do Vouga.

Com efeito, as consequências do maremoto são referidos nos inquéritos de várias freguesias da bacia hidrográfica (cf. SARMENTO & CARDOSO, 2006; TAVARES *et al*., 2025), sobretudo no que respeita ao fenómeno que muitas vezes os párocos descrevem como o "fluxo e refluxo da maré". Esta dinâmica, observada em rios e lagunas costeiras após a ocorrência de um maremoto, resulta da propagação da onda do *tsunami*. Em zonas costeiras com ambientes confinados, tais como lagunas e rios, a progressão da onda pode provocar inversão temporária do escoamento hídrico (refluxo), seguida do restabelecimento do fluxo natural (jusante), originando oscilações rápidas do nível da água. Em lagunas costeiras, este comportamento pode ser amplificado por fenómenos de ressonância hidrodinâmica, especialmente quando o período da onda incidente se aproxima do período natural do sistema. A elevação máxima da água, descrita como *run-up* de *tsunami*, e o subsequente recuo, contribuem para intensos processos de transporte sedimentar. Em canais estreitos, podem ainda formar-se frentes abruptas semelhantes a um *bore* de maré. O fenómeno resulta da interacção entre a energia do *tsunami* e a morfologia local, sendo particularmente significativo em sistemas pouco profundos e confinados (SYNOLAKIS, 1991; UNESCO, 2019), como é o caso do sistema lagunar de Aveiro, o qual, como vimos anteriormente (Gazeta de Lisboa, nº 2, 12 de janeiro de 1758, p. 15; ANTT, 1758, v. 5, f. 813; v. 9, f. 723; v. 15, f. 281; v. 26, f. 356), em 1758 se encontrava em elevado processo de colmatação na sua barra e no interior lagunar, dada a impossibilidade do escoamento hídrico e certamente dos sedimentos carreados pelos cursos fluviais que aí desaguavam. Ora, as descrições dos párocos acerca dos efeitos do maremoto, apresentam um evento relativamente robusto que certamente contribuiu para a colmatação referida três anos após esse evento. Com efeito, são várias as descrições que demonstram uma acentuada alteração dos caudais dos rios, evidenciando um processo de galgamento da restinga. Na região do actual concelho de Águeda (Fig. 2), vários párocos

de diversas freguesias descreveram o fenómeno. O pároco da freguesia da própria vila de Águeda deu conta que no dia anterior ao sismo se ouvia o mar "(…) inquieto, e com estrôndo mayor que o ordinário (…)", sendo que no dia do evento "(…) se suprimio por algum tempo a agoa das fontes, e do Rio, porem tornou logo, tão inchada e crespa, que o maes pequeno regato, metia medo." (ANTT, 1756, mf. 10). Outro registo em Águeda refere que "(…) no tempo do tremor de terra saltavão as agoas dos mesmos rios, atirando consigo para os montes e penhascos ficando os poços quazi vazios, e as agoas se turbarão com terra." (*id.*, mf. 14-15). Em Castanheira do Vouga, o pároco indicou que "(…) nos rios se envultarão as agoas, e sahiam fora dos seus lemites." (*id.*, mf. 34). O mesmo afirmou o pároco de Espinhel, afiançando que "(…) o rio innundou sahindo fora das suas balizas, mais de sinco palmos por banda." (*id.*, mf. 38). Em Lamas do Vouga o mesmo fenómeno foi verificado, uma vez que o Rio Vouga terá perdido "(…) a sua corrente natural, espalhando as suas aguas, e levantandosse algum tanto estas, e alterandosse como se fervessem (…)" (*id.*, mf. 48). O mesmo refere o pároco de Fermelã, actual concelho de Estarreja (Fig. 2), afirmando que o Vouga "empolou" e saiu do limite das suas margens (*id.*, mf. 189). Já em Óis da Ribeira (c. Águeda), o Rio Alfusqueiro foi também "(…) visto sahir de seus limites mais de huma braça, nam por enchente de agoa mas por movimento (…)" (*id.*, mf. 65). E na freguesia de Branca (c. Albergaria-a-Velha, Fig. 2), o pároco "ouviu dizer" que os rios "pararam as suas correntes", certamente referindo-se ao Caima (*id.*, mf. 85). Através destes exemplos é possível verificar que em freguesias mais interiores da bacia hidrográfica ocorreram efectivamente oscilações rápidas do nível da água nos cursos fluviais.

Nalguns casos de freguesias mais próximas da restinga e do oceano (cf. Fig. 2), como em Esgueira, na Glória e em Vera Cruz (c. Aveiro), estas oscilações também foram reportadas nas respostas aos inquéritos (*id.*, mf. 144, 149, 165), não obstante noutros casos, não ter sido observada qualquer alteração do nível da água, como ocorreu por exemplo em Cacia (*id.*, mf. 140). O que parece certo é que houve efectivamente um evento forte na faixa litoral do qual poucos registos asseguram a sua dimensão uma vez que se tratava de uma área pouco povoada (AMORIM, 1997; SAMENTO & CARDOSO, 2006). No entanto, sobre este aspecto, vários dados coligidos permitem ter uma noção da sua intensidade. Em Vera Cruz o pároco refere que na "costa do mar" se abriram algumas partes da areia enchendo-se de água, o que dificultava o trânsito dos barcos que eram puxados por cordas e se enterravam nas areias (ANTT, 1756, mf. 169). Esta descrição demonstra certamente a violência do impacto do maremoto na restinga, eventualmente arrastando as areias para o sistema lagunar e provocando tais depressões nos sistemas dunares. Outras descrições demonstram a intensidade do evento, parecendo evidenciar que efectivamente ocorreu um *run-up* de *tsunami*. A este propósito, o pároco de Alquerubim (c. Albergaria-a-Velha, Fig. 2) refere em relação ao mar ter ouvido dizer que "(…) saira de si, e que as agoas chegarão adonde nunca se virão" (*id.*, mf. 81), situação que foi também afiançada pelo pároco da freguesia vizinha de São João de Loure (*id.*, mf. 122). Tal cenário é igualmente descrito pelo pároco da freguesia da Glória o qual indica claramente a transgressão do cordão arenoso que separava a laguna do oceano, afirmando que "O Mar se empolava e que embravecidas as agoas sobrepunham a sua fúria sobre a area que entre elle e o rio fazem deviza (…)" (*id.*, mf. 150). Esta situação também foi descrita pelo pároco de Requeixo, freguesia que actualmente se situa no interior do concelho de Aveiro fazendo divisa com o concelho de Águeda (Fig. 2). Uma vez a distância para o oceano, recorrendo ao testemunho das populações que habitavam mais próximo do litoral indicou "(…) diz[er] a gente das terras marítimas que foy grande a desigualdade de seu fluxo e refluxo [do mar] no tempo do terremoto, e que o mar se retirou, deixando por grande espaço descuberto o seu leyto; e que depois disto tornara com grande furia a ocupar as prayas, trazendo tal exuberância de agoas, que alagou algumas terras vizinhas" (*id.*, mf. 160).

Com efeito, este episódio de transgressão marinha contribuiu para acelerar o processo de colmatação que se encontrava em curso. Aparentemente, sem fenómenos atmosféricos ou de alterações substanciais do caudal fluvial, após o evento houve um aumento da água na laguna e nos

cursos fluviais (SARMENTO & CARDOSO, 2006). O pároco de Vera Cruz, referiu a este propósito que "(…) só no mês de Fevereiro inundou tanto a agoa do mesmo rio, estando o tempo serenno, que cauzou admiração; e muito mais por estar desta forma perto de quinze dias, cujo fluxo se atribuio à braveza do mar, que subiu por cima da area; e a sua duração à secura da Barra; que se acha totalmente areada, e entupida" (ANTT, 1756, mf. 165).

Certamente se trataria já dos efeitos da elevada deposição sedimentar. O mesmo problema é, aliás, referido pelo pároco de Nossa Senhora da Apresentação (c. Aveiro). Indica que em março de 1756 ocorreu uma enorme enchente sem haver chuva ou aumento dos caudais dos rios, o que se devia ao entupimento da barra que não permitia ao Vouga escoar, bem como à elevação do mar que não permitia as vazantes da maré (*id.*, mf. 170). Assim, o maremoto, o sismo e as réplicas que se registaram até fevereiro do ano de 1756, embora com menos impacto que noutras regiões do território português, terão influenciado a dinâmica das marés e a deposição de sedimentos, contribuindo para o assoreamento da barra de comunicação da laguna e, concomitantemente, para a redução da ictiofauna com afinidades salinas ou salobras (cf. Figs. 3 e 8).

Possíveis impactos antrópicos

A produção de cereais, azeite e, ainda, as actividades associadas ao tratamento de peles e fabrico de tecidos assentavam, em larga medida, no recurso a sistemas hidráulicos. Num contexto económico marcado por uma estrutura fortemente ruralizada, esses engenhos assumiam um carácter essencial, pelo que em praticamente todos os cursos de água e respectivos afluentes numerosos moinhos, pisões ou azenhas proliferavam. Conjuntamente, diversas estruturas hidráulicas tais como açudes, represas, diques e levadas, foram construídas transversalmente aos cursos de água com o objectivo de regular e direccionar o caudal para as rodas motrizes (*e.g.* AMORIM, 1997; BASTOS, 2015). Assim, a Bacia Hidrográfica do Vouga apresentava um conjunto bastante numeroso dessas infraestruturas destinadas ao aproveitamento dos recursos hídricos (Fig. 12) que originaram certamente impactos e condicionaram a ictiofauna (cf. Fig. 8).

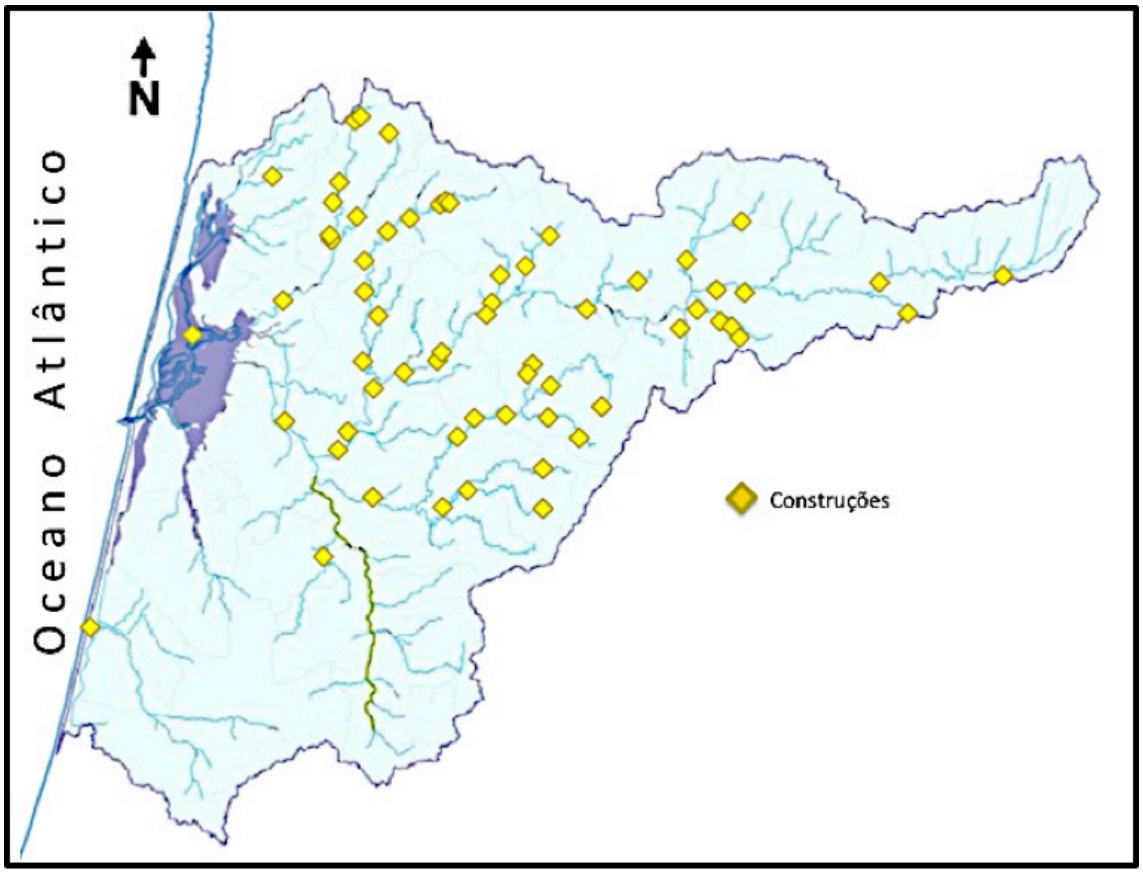


Figura 12 – Construções existentes na bacia hidrográfica segundo as "Memórias Paroquiais".

No Rio Vouga (Fig. 1-A), estas estruturas encontram-se em todo o seu curso. A documentação revela que a montante da localidade de São Pedro do Sul a navegação revelava-se inviável não apenas em consequência de condicionantes naturais, mas também devido à sua presença (ANTT, 1758, v. 10, f. 1064). Nesta região mais a montante deste rio, havia existência generalizada de moinhos hidráulicos associados a açudes, como se observa na freguesia de São Félix (*idem*, v. 15, f. 264-265), em Barreiros (*id*., v. 6, f. 358-359), Fataunços (*id*., v. 15, f. 581-582), Figueiredo de Alva (*id*., v. 15, f. 487), Ribafeita (*id*., v. 31, f. 477, 482-483) ou Bodiosa (*id*., v. 7, f.935-936). Para além destes, documenta-se igualmente a presença de pisões nas localidades de Cepões (*id*., v. 10, fl. 1807 e 1811) e Ferreira de Aves (*id*., v. 15, f. 353 e 355). Desde São Pedro do Sul até à foz do Rio Vouga, a ocorrência de dispositivos análogos encontra-se amplamente atestada nas descrições paroquiais de Lafões (*id*., v. 19, f. 29), Lamas do Vouga (*id*., v. 19, f. 203-210), Macieira de Cambra (*id*., v. 22, f. 123-125), Oliveira de Frades (*id*., v. 26, f. 232), Ribeiradio (*id*., v. 32, f. 582-583), São João do Loure (*id*., v. 21, f. 1167), Trofa (*id*., v. 37, nº 116, f. 1149), em Pessegueiro do Vouga (*id*., v. 28, f. 618), Couto de Esteves (*id*., v. 12, f. 2908) e Paradela (*id*., v. 27, f. 444). Para além do Vouga, assinala-se ainda a existência destes engenhos hidráulicos em diversos afluentes. Nos que cruzavam as localidades de Arcozelo das Maias (*id*., v. 4, f. 311-312), Arões (*id*., v. 5, f. 573), Paços de Vilharigues (*id*., v. 27, f. 48), Carvalhal de Vermilhas (*id*., v. 9, f. 1080-1082) ou Pinho (*id*., v. 29, f. 1373-1374), por exemplo, predominavam os moinhos, embora, em alguns casos, se verifique igualmente a presença de pisões, represas, levadas e açudes.

O mesmo cenário de proliferação deste tipo de engenhos também se verifica nos outros cursos fluviais da bacia hidrográfica. Vejam-se os casos do Rio Águeda e seus afluentes, os rios Cértima, Alfusqueiro ou Agadão (Fig. 1-D, E, F, L) ou mesmo em pequenos tributários que desaguam nestes cursos fluviais onde estas infraestruturas existiam. Na freguesia de Águeda, a montante do lugar de Bulfiar e entre este e o lugar de Raivo há o registo de moinhos e açudes, num troço que vinte anos antes dos inquéritos, ainda permitia a navegação fluvial, agora impedida (ANTT, 1758, v. 1, f. 392-393). Na zona de Vouzela, o Rio Alfusqueiro tinha moinhos e açudes (*id*., v. 2, f. 93; v. 4, f. 216-217). Aliás, segundo o pároco de Campia indica, o Alfusqueiro e demais afluentes dele em toda a sua extensão até uma légua a montante de Águeda tinha "(…) muitos moinhos em grandes quantidades e também alguns pisões de boreis, porém não tem noras nem lagares de azeite." (*id*., v. 8, f. 451-454). Isto mostra a intensidade de presença destes engenhos nessa região, aliás o que se denota ser verdade se confrontado o elencar de engenhos nas paróquias que limitam com o Alfusqueiro e seus tributários (*id*., v. 13, f. 98-99; v. 26, f. 84; v. 30, f. 1957; v. 36, f. 70-71). No Cértima e seus afluentes havia moinhos e represas, como acontecia na localidade de Tamengos (*id*., v. 36, f. 83-84), no Rio Levira em Oliveira do Bairro (id., v. 26, f. 200) ou ainda em São Lourenço do Bairro, onde no Verão o rio quase ficava seco por serem desviadas as suas águas para regadio dos campos (*id*., v. 6, f. 31). Outro tributário do Rio Águeda, o Agadão (Fig. 1-L), bem como alguns cursos menores que desaguam neste, somente na zona de Castanheira do Vouga tinham nove pisões e treze moinhos (*id*., v. 9, f. 1272). O Rio Caima (Fig. 1-C) também apresentava a presença de estruturas deste tipo (*id*., v. 1, f. 478; v. 7, f. 1192-1193; v. 9, f. 1320; v. 22, f. 123-125; v. 25, f. 1971; v. 26, f. 333; v. 27, f. 208; v. 32, f. 587-588; v. 32, f. 853; v. 38, f. 231). Alguns relatos confirmam a enorme quantidade de engenhos neste curso fluvial (*id*., v. 10, f. 1768-1769). Esta mesma questão colocava-se no Rio Antuã (Fig. 1-G) no qual a enorme quantidade de estruturas impedia a navegação a partir da freguesia de Beduído (*id*., v. 6, f. 517-518; v. 6, f. 670). A norte da bacia hidrográfica o cenário repetia-se sendo o Rio Ul (Fig. 1-H) aquele em que mais dados acerca de engenhos foram coligidos, havendo nesse curso fluvial moinhos para cereais e curtição de couros, açudes e levadas (*id*., v. 12, f. 3321; v. 15, f. 54; v. 26, f. 195; v. 31, f. 463; v. 15, f. 216). Para se ter uma ideia de quantidade, a memória da freguesia de Ul refere a existência de 22 açudes, 39 moinhos, 1 roda de moer casca de carvalho para curtição de peles, enquanto no Rio Travanca (Ínsua, Fig. 1-I)

mais 7 açudes e 12 casas de moinho, 5 de trigo e 23 de milho e 1 para curtição de peles (*id*., v. 41, f. 2135-2138). Ainda nessa região nas proximidades de Avanca contabilizavam-se 30 moinhos (*id*., v. 5, f. 790-791).

Assim, a expressiva quantidade destes engenhos e estruturas associadas teve certamente impactos na ictiofauna, influenciado de forma significativa a progressão das espécies piscícolas ao longo dos cursos fluviais. Durante o período estival, quando os caudais eram mais reduzidos, a deslocação - quer a montante, quer a jusante, dependendo do volume de água - tornava-se mais difícil ou mesmo inviável para algumas espécies, em particular para os peixes anádromos, que poderiam ver comprometido o acesso às áreas de reprodução. Acresce que, sobretudo durante o verão, as populações ribeirinhas intensificavam a actividade piscatória, devido a uma diminuição do caudal e da velocidade da água (*e.g.* ANTT, 1758, v. 1, f. 391; v. 8, f. 452; v. 9, f. 1172; v. 12, f. 2907; v. 13, f. 92; v. 24, f. 1372; v. 26, f. 84; v. 36, f. 70). Neste contexto, os açudes funcionavam como locais de retenção de peixes, tornando-se pontos privilegiados de pesca, cuja prática consta documentada em localidades como Lamas do Vouga (*id*., v. 19, f. 209), Cucujães (*id*., v. 12, f. 3320-3321), Macieira de Cambra (*id*., v. 22, f. 124-125), Oliveira de Frades (*id*., v. 26, f. 231-232), Couto de Esteves (*id*., v. 12, f. 2907) e Pessegueiro do Vouga (*id*., v. 28, f. 618). Tais práticas podiam influenciar a renovação dos efectivos piscícolas, diminuindo a presença de certas espécies. Outros exemplos de impactos nesta questão da renovação dos efectivos, relaciona-se com o fato de em diversas zonas não serem cumpridas as leis do defeso, especialmente no que se refere a certas espécies marinhas migratórias como o sável, a savelha ou a lampreia, as quais entre março e maio migravam para montante dos rios procurando áreas para desovar (*id*., v. 7, f. 1193; v. 26, f. 333; v. 14, f. 496). Em diversas localidades, o período correspondente à migração destas espécies era precisamente aquele em que a sua captura se intensificava, uma vez sendo nesse momento que se encontravam em maiores quantidades (*id*., v. 2, f. 17; v. 8, f. 170-171; v. 13, f. 68; v. 21, f. 1167; v. 25, f. 1968; v. 31, f. 173; v. 34, f. 783). A morte de juvenis era também provocada pelo recurso à pesca com trovisco nome comum dado a plantas do género *Daphne*, sobretudo à espécie *Daphne gnidium*, arbusto típico da região mediterrânica. Em determinados contextos, era utilizado como agente ictiotóxico para a captura de peixe (*id*., v. 7, f. 934; v. 31, f. 479).

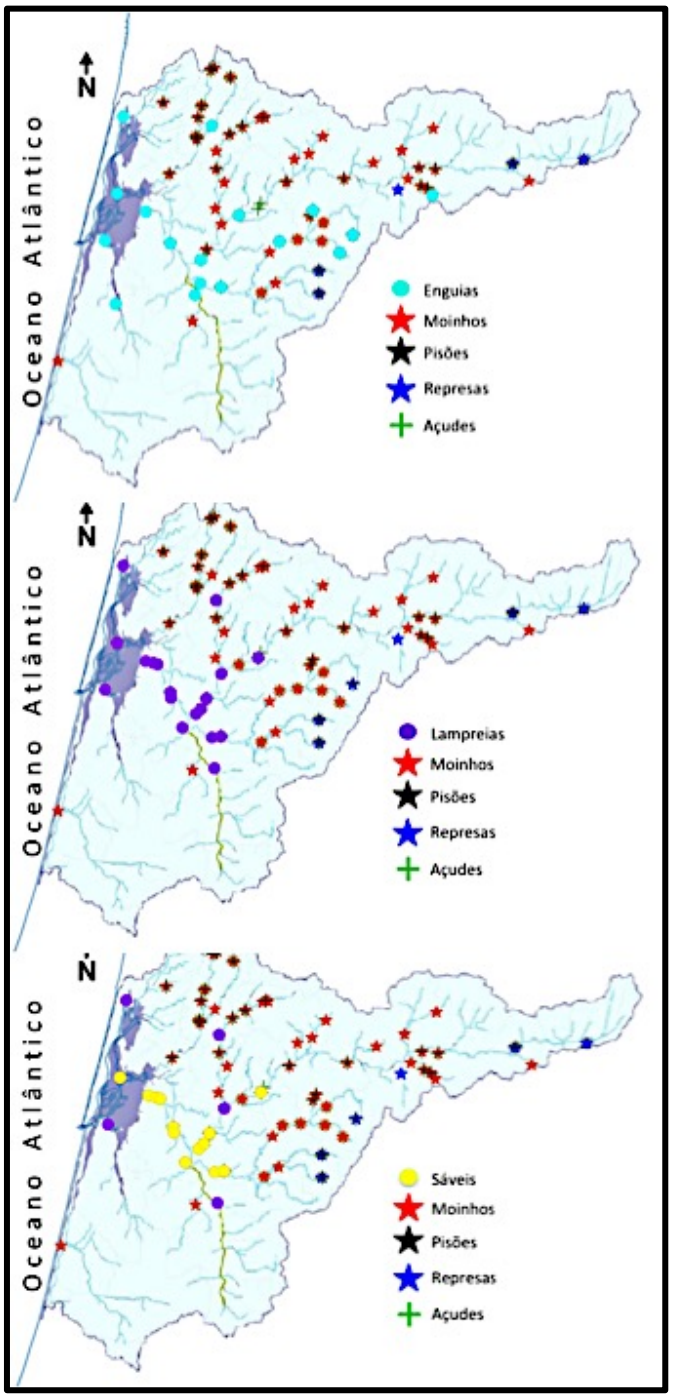


Figura 13 – Distribuição de espécies de ictiofauna migradores (enguias, lampreias e sáveis) e implantação dos principais tipos de construções.

Considerando três tipos de ambiente aquático (marinho, salobro e dulçaquícola), os dados recolhidos, permitiram inferir que: a) os peixes marinhos ocorriam, em regra, na laguna e nas áreas adjacentes ao mar; b) com raras excepções, os locais

com ocorrência de peixes marinhos/lagunares apresentam segregação relativamente aos que albergam espécies dulçaquícolas; c) no caso dos peixes migradores, estruturas como açudes, represas, levadas e caneiros condicionam a presença do sável e, parcialmente, da lampreia, não se evidenciando impacto significativo na distribuição da enguia; d) as represas, açudes e levadas localizam-se sistematicamente a montante das áreas com peixes marinhos, não se discernindo qual a influência na distribuição das espécies dulçaquícolas (cf. Figs. 4, 5, 7, 11, 14).

Para além destas constatações, e com base nos resultados das análises efectuadas, pode-se com alguma certeza afirmar que as diversas construções implantadas nos rios e ribeiras da Bacia Hidrográfica do Vouga constituíam uma condicionante à distribuição e ocorrência, sobretudo das espécies migradoras. Destas a menos condicionada parece ter sido a enguia, uma vez que é sabido poder contornar obstáculos deslocando-se fora de água por reptação (Fig. 13).

Foi igualmente possível constatar que os diversos tipos de construções implantadas nos leitos dos rios e ribeiras parecem ter influenciado de forma significativa a dispersão para montante dos peixes com afinidades por águas salobras, constituindo-se como barreiras eficazes à sua distribuição (Fig. 14).

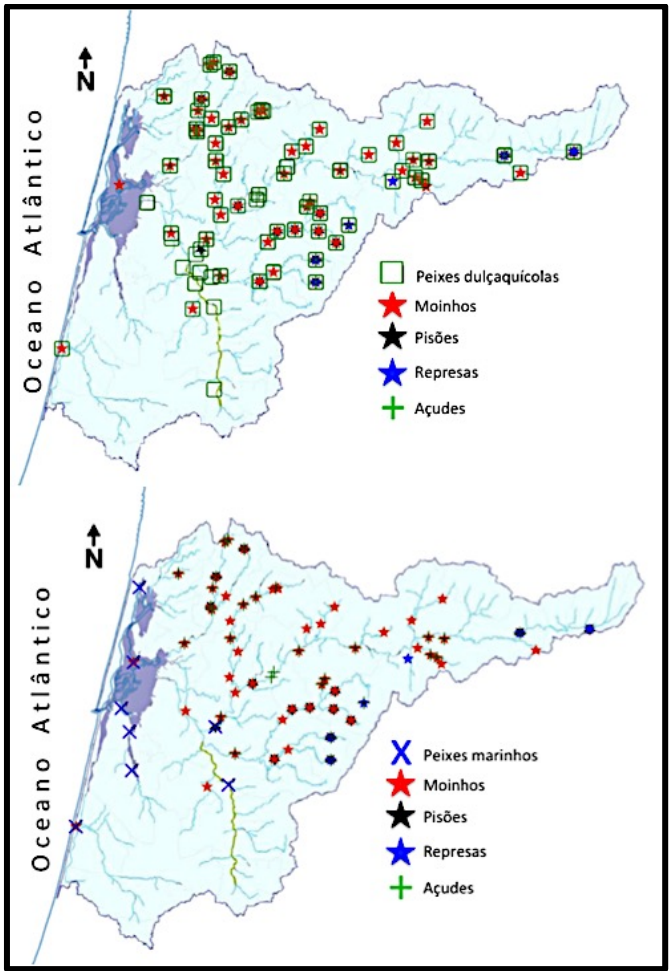


Figura 14 – Distribuição de espécies de ictiofauna dulçaquícolas e marinhas e implantação dos principais tipos de construções.

CONCLUSÕES

Os dados coligidos para o período imediatamente subsequente a 1755, evidenciam: a) que era na laguna e nas áreas adjacentes ao mar que os párocos citavam a existência de peixes com afinidades marinhas; b) existe uma separação entre os locais com peixes marinhos/lagunares e os que albergam espécies dulçaquícolas; c) as represas, açudes e levadas estão, regra geral, a montante das áreas com peixes marinhos, aparentando condicionar a respectiva distribuição; d) um impacto não avaliável na distribuição das espécies dulçaquícolas; e) no caso dos peixes migradores, que os diferentes tipos de construções edificadas nos leitos condicionaram maioritariamente as presenças do sável e da lampreia, tendo menor impacto na distribuição da enguia.

Concluindo, a escassez de variedade na ictiofauna marinha e de água salobra em meados de *Setecentos* pode reflectir: 1) a parcimónia no discurso dos párocos inquiridos; 2) a dificuldade de atribuir a espécie correcta à designação corrente referida pelos párocos; 3) o processo natural de colmatação da barra da laguna (morfodinâmica); 4) o impacto do maremoto decorrente do terramoto que poderá ter induzido ao acúmulo de areias na barra dificultando a comunicação mar <> laguna.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado por fundos nacionais atribuídos pela FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P. (Portugal), através dos projectos UID/4292/2025 (https://doi.org/10.54499/UID/04292/2025) e UID/PRR/4292/2025 concedidos ao MARE - Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, do projecto LA/P/0069/2020 (https://doi.org/10.54499/LA/P/0069/2020)

atribuído ao Laboratório Associado ARNET - Rede de Investigação Aquática e do projecto UID/04059/2025 (https://doi.org/10.54499/UID/04059/2025) atribuído ao CITCEM – Centro de Investigação transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fontes Primárias

ANTT (Arquivo Nacional Torre do Tombo). 1756. Informações dos párocos de diversas regiões do país relativas às consequências do terramoto de 1755, Ministério do Reino, maço 638, PT/TT/MR/NE/02/2 (disponível em: https://digitarq.arquivos.pt/documentDetails/1efeba3210f34426b93bafb49c5c4975).

ANTT. 1758. Memórias Paroquiais de 1758, PT/TT/MPRQ (disponível em: https://digitarq.arquivos.pt/documentDetails/5900841a82474cdfa1cc60e8ab105341).

Gazeta de Lisboa, nº 2, 12 de janeiro de 1758 (disponível em: https://hemerotecadigital.cm-lisboa.pt/periodicos/gazetadelisboa/gazetadelisboa.htm).

P.M.H. 1867. *Portugaliae Monumenta Historica a saeculo octavo post Christum usque ad quintumdecimum issu Academiae Scientarum. Diplomata et Chartae* (1867), vol. I, Olisipone.

Referências

AMORIM, I. 1997. *Aveiro e sua Provedoria no século XVIII (1690-1814) - estudo económico de um espaço histórico*. Volume 1, 867 p., Comissão de Coordenação da Região Centro, Coimbra, Portugal.

ANDERSON, M.J., GORLEY, R.N. & CLARKE, K.R., 2008. *PERMANOVA+ for PRIMER*: *Guide to Software and Statistical Methods*. Plymouth, UK, PRIMER-E.

ARAÚJO, A.C.; CARDOSO, J.L.; MONTEIRO, N.G.; ROSSA, W. & SERRÃO, J.V. (Org.). 2007. *O terramoto de 1755: impactos históricos*. 494 p., Livros Horizonte, Lisboa, Portugal (ISBN: 978-972-24-1541-5)

ARNAUD, J.M. & MARTINS, A. (Coord.). 2018. Colóquio "Terramoto de Lisboa - Arqueologia e História". *Arqueologia e História - Revista da Associação dos Arqueólogos Portugueses*, **68**: 9-168 (ISSN: 0871-2735)

ARRUDA L.M.; ANDRADE J.P. & CUNHA M.M. 1988. Abundance, diversity, and community structure of the fish population in the Ria de Aveiro (Portugal). *Oceanologica Acta*, **11**(3): 235-240 (https://archimer.ifremer.fr/doc/00107/21863/).

BALDAQUE DA SILVA, A.A. 1891. *Estado actual das pescas e Portugal comprehendendo a pesca marítima, fluvial, e lacustre, em todo o continente do reino, referido ao anno 1886*. 519 p., Imprensa Nacional, Lisboa, Portugal.

BASTOS, M.R. 2015. *O Baixo Vouga em tempos medievos: do preâmbulo da monarquia aos finais do reinado de D. Dinis*, 400p., Novas Edições Académicas/Verlag, Saarbrücken, Alemanha (ISBN: 978-6130167110).

BASTOS, M.R.; PEREIRA, O.N.A. & CANCELA DA FONSECA L. 2020. There is always a bigger fish! Shaping Vouga's watershed (Portugal) and its ichthyofauna in 1758. *In*: AMOÊDA, R.; LIRA, S. & LIRA, S. (eds.). *Heritage 2020 - Proceedings of the 7th International Conference on Heritage and Sustainable Development*, pp. 177-186, Green Lines Institute for Sustainable Development, Barcelos, Portugal (ISBN 978-989-8734-45-7)

BASTOS, M.R.; VIDAL, A.; AZEITEIRO, U.M. & DIAS, J.A. 2013. Fish distribution in fauna data in Lagoon of Aveiro (North Portugal): a comparative analysis between 1758 and the present. An interdisciplinary case study. *International Journal of Marine Science* **3**(28): 219-224 (http://10.5376/ijms.2013.03.0028)

CLARKE, K.R. & GORLEY R.N. 2006. *PRIMER v6: User manual/tutorial*, Plymouth UK, PRIMER-E.

COSTA, M. & FONSECA, J. 2007. Sismicidade histórica em Portugal no período medieval. In: DELGADO, R.; COSTA, A. & ROMÃO, X. (eds.). *Sísmica 2007: livro de actas - 7º Congresso de Sismologia e Engenharia Sísmica*, pp. 1-14, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto/Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica, Porto, Portugal (disponível em: http://lisboa.academia.edu/MarisaCosta/Papers/224364/Sismicidade_historica_).

DIAS, J.M.A. 2004. A história da evolução do litoral português nos últimos vinte milénios. *In*: TAVARES, A.A.; TAVARES, M.J.F. & CARDOSO, J.L. (Eds.). *Evolução geohistórica do litoral português e fenómenos correlativos: geologia, história, arqueologia e climatologia: Actas do Colóquio*, pp. 157-170, Universidade Aberta, Lisboa, Portugal (ISBN: 972-674-440-7).

DIAS, J.M.A.; BOSKI, T.; RODRIGUES, A. & MAGALHÃES, F. 2000. Coastline evolution in Portugal since the Last Glacial Maximum until present – a synthesis. *Marine Geology*, **170**(1-2):177-186. (doi: https://doi.org/10.1016/S0025-3227(00)00073-6)

DIAS, J.A.; BASTOS, M.R.; BERNARDES, C.; FREITAS, J.G. & MARTINS, V. 2012. Interacções Homem-Meio em zonas costeiras: O caso de Aveiro, Portugal. *In*: RODRIGUES, M.A.C.; PEREIRA, S.D. & DOS SANTOS S.B. (Eds.). *Baía de Sepetiba: Estado da Arte*, pp. 215-249, Corbã, Rio de Janeiro, Brasil (ISBN: 978-85-98460-11-6).

FERREIRA, J. 2020. *Da Sismicidade à Ciência dos Sismos: Para a História da Sismologia em Portugal*. 329 p., IPMA, I.P., Lisboa, Portugal (ISBN: 978-972-9083-22-8)

FERRO TAVARES, M.J.; AMADOR, F.& SERRANO PINTO, M. 2005. O Terramoto de Lisboa de 1755: Tremores e Temores. *Cuadernos Dieciochistas*, **6**:43-77 (https://revistas.usal.es/dos/index.php/1576-7914/article/view/3752)

FONSECA, J.F.B.D. 2020. A Reassessment of the Magnitude of the 1755 Lisbon Earthquake. *Bulletin of the Seismological Society of America*, **110**(1): 1-17 (https://doi.org/10.1785/0120190198)

GARNEROT, F.; BOUCHEREAU, J.L.; REBELO, J.E. & GUELORGET, O. 2004. L'Ichtyofaune dans

l'organization biologique d'un système paralique de type lagunaire, la Ria d'Aveiro (Portugal), en 1987-1988 et 1999-2000. *Cybium*, **28**(1) suppl.: 63-75 (https://doi.org/10.26028/cybium/2004-281s-009).

GIRÃO, A. A. 1922. Bacia do Vouga. Estudo Geográfico. Coimbra, Imprensa da Universidade, 190 pp..

HORNYOLD, A.G. 1916. Les anguilles de la Ria de Aveiro. *Bulletin de la Société Portugaise des Sciences Naturelles*, **VII**:184-197.

JEMUCE, S.V. 2008. Os peixes da Ria de Aveiro, biodiversidade e conservação. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Biodiversidade e Gestão de Ecossistemas). Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal. 76p.

LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. 1984. *Écologie numérique. I - Le traitement multiple des données écologiques. I I - La structure des données écologiques*. (2ème ed.) Masson Ed., Paris. 260+335p.

LILLEBØ, A.I.; AMEIXA, O.M.C.C.; SOUSA, L.P.; SOUSA, A.I.; SOARES, J.A.; DOLBETH, M. & ALVES, F.L. 2016. The physio-geographical background and ecology of Ria de Aveiro. *In*: LILLEBØ, A.I.; STÅLNACKE, P. & GOOCH, G.D. (eds.). *Coastal Lagoons in Europe Integrated Water Resource Strategies*, pp. 21-29, IWA Publishing, Londres, Reino Unido (https://doi.org/10.2166/9781780406299)

LOURENÇO, L. & SANTOS, A. (Coord.). 2015. *Terramoto de Lisboa de 1755. O que aprendemos 260 anos depois?*. Série "Riscos e Catástrofes", vol. 1, 316 p., Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal (http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-1099-3)

MARTÍNEZ-LORIENTE, S.; SALLARÈS, V. & GRÀCIA, E. 2021. The Horseshoe Abyssal Plain Thrust could be the source of the 1755 Lisbon earthquake and tsunami. *Communications Earth & Environment*, **2**:145 (https://doi.org/10.1038/s43247-021-00216-5)

MENDONÇA, D.; AMORIM, I. & KAGOHARA, M. 2019. An historical perspective on community resilience: The case of the 1755 Lisbon Earthquake. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, **34**:363-374 (https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.12.006)

NOBRE, A.; AFREIXO, J. & MACEDO, J. 1915. A Ria de Aveiro. Relatório oficial do Regulamento da Ria de 28 de Dezembro de 1912. 195 p., Imprensa Nacional, Lisboa, Portugal.

NOBRE, A. 1931. Peixes das águas doces de Portugal. Boletim do Ministério da Agricultura, nº 2, série I: 73-112.

PEREIRA, O.N.A. 2019. Análise das configurações socioambientais em litorais da margem atlântica: lagunas de Aveiro (PT) e Araruama (Br). Dissertação de Doutoramento, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 459 p.

PEREIRA, O.N.A.; BASTOS, M.R. & DIAS, J.A. 2021. E o clima deu à costa! Impacto do "Pequeno Ótimo Climático" e da "Pequena Idade do Gelo" na formação e evolução da laguna de Aveiro (Portugal). *Ambiente & Educação: Revista De Educação Ambiental*, **25**(3): 55-78. (https://doi.org/10.14295/ambeduc.v25i3.12286)

PINTO, J.M.F.D. 2009. *Ictiofauna e população de Liza aurata do canal de Mira - Ria de Aveiro*. Dissertação (Mestrado em Biologia Marinha). Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal. 85p.

POMBO, L. 1998. *A ictiofauna da Ria de Aveiro: estrutura, dinâmica e populações.* Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro. 129p.

POMBO, L. & REBELO, J.E. 2002. Spatial and temporal organization of a coastal lagoon fish community – Ria de Aveiro, Portugal. *Cybium*, **26**(3): 185-196 (https://doi.org/10.26028/cybium/2002-263-004).

POMBO, L.; ELLIOTT, M. & REBELO, J.E. 2002. Changes in the fish fauna of the Ria de Aveiro estuarine lagoon (Portugal) during the twentieth century. *Journal of Fish Biology*, **61**(Suppl. A): 167-181 (https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2002.tb01769.x).

POMBO, L.; ELLIOTT, M. & REBELO, J.E. 2005. Environmental influences on fish assemblage distribution of a estuarine coastal lagoon, Ria de Aveiro (Portugal). *Sciencia Marina*, **69**(1): 143-159 (DOI:10.3989/scimar).

RAMOS-PEREIRA, A.; TRINDADE, J.; ARAÚJO GOMES, J. & LEANDRO, A. 2015. Vestígios do Tsunami de 1755: um indicador negligenciado no litoral de Portugal continental?. *In*: LOURENÇO, L. & SANTOS, A. (Coord.). *Terramoto de Lisboa de 1755. O que aprendemos 260 anos depois?. Série "Riscos e Catástrofes"*, vol. 1, pp. 297-316, Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal (http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-1099-3)

REBELO, J.E. 1992. The Ichthyofauna and Abiotic Hydrological Environment of the Ria de Aveiro, Portugal. *Estuaries*, **15**(3): 403-413 (DOI:10.2307/1352787).

RODRIGUES, M.F.G. 2012. *Effects of the Climatic Factors and Anthropogenic Actions in the Ria de Aveiro*. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 270p.

SARMENTO, C & CARDOSO, C. 2006. Testemunhos históricos da influência do terramoto de 1755 na laguna de Aveiro. Territorium, **13**: 93-104. (https://doi.org/10.14195/1647-7723_13_8).

SILVA, P.G.; ELEZ, J.; PÉREZ-LÓPEZ, R.; GINER-ROBLES, J.L.; GOMÉZ-DIEGO, P.V.; ROQUERO, E.; RODRIGUEZ-PASCUA, M.A. & BARDAJÍ, T. 2023. The AD 1755 Lisbon Earthquake-Tsunami: Seismic source modelling from the analysis of ESI-07 environmental data. *Quaternary International*, **651**: 6-24 (https://doi.org/10.1016/j.quaint.2021.11.006).

SOUSA, F.L.P. 1919-1932. *O Terremoto do 1º de Novembro de 1755 em Portugal e Um estudo demográfico*. Volumes I-IV. Serviços Geológicos, Lisboa, Portugal.

SOUTO, A. 1923. *Origens da Ria de Aveiro (Subsídios para o estudo do problema)*. Aveiro, Livraria João Vieira da Cunha Editora, 167 pp..

SYNOLAKIS, C.E. 1991. Tsunami runup on steep slopes: How good linear theory really is. *Nat Hazards*, **4**:221–234. (https://doi.org/10.1007/BF00162789).

TAVARES, A.; COSTA A. & Oliveira C.S. 2025. An Evaluation of the Effects of the 1755 Lisbon Earthquake on Rivers and Their Tributaries in Mainland Portugal. *Hydrology*, **12**(6):150. doi:10.3390/hydrology12060150.

UNESCO. 2019. Tsunami Glossary. IOC Technical Series 85, 44 p., Intergovernmental Oceanographic Commission, Paris, França. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000188226 (Acesso: março 2026).

VIDAL, A.; AZEITEIRO, U.M.; DIAS, J.A. & BASTOS, M.R. 2013. Das Espécies de outrora à mesa de agora: Análise Comparativa da Ictiofauna na Região de Aveiro (1758-2012). In: Actas das Jornadas de História Local e Património Documental, Aveiro, Portugal, 1-3.

ZUUR, A. 2000. *Software package for Multivariate Analysis and Multivariate Time Séries Analysis. Brodgar v. 2+*. Highland Statistics, Ltd. Aberdeen. United Kingdom.

ANEXOS

Anexo I – Lista de espécies de peixes referidas para a laguna de Aveiro e Bacia Hidrográfica do Rio Vouga (NOBRE, 1931; ARRUDA *et al*., 1988; REBELO, 1992; POMBO, 1998; POMBO & REBELO, 2002; POMBO *et al*., 2002; GARNEROT *et al*., 2004; POMBO, 2005; JEMUCE, 2008; PINTO, 2009). Espécies dulçaquícolas realçadas a amarelo**.**

Achondrostoma oligolepis (Robalo, Doadrio, Almada & Kottelat, 2005)	*Lipophrys pholis* (Linnaeus, 1758)
Alosa alosa (Linnaeus, 1758)	*Luciobarbus bocagei* (Steindachner, 1864)
Alosa fallax (Lacepède, 1803)	*Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802)
Ammodytes tobianus Linnaeus, 1758	*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758
Anguilla anguilla (Linnaeus, 1758)	*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758
Aphia minuta (Risso, 1810)	*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758
Atherina boyeri (Risso, 1810)	*Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758)
Atherina presbyter Cuvier, 1829	*Nerophis ophidion* (Linnaeus, 1758)
Balistes carolinensis Gmelin, 1789	*Oedalechilus labeo* (Cuvier, 1829)
Belone belone (Linnaeus, 1761)	*Pagellus acarne* (Risso, 1827)
Biennius gattorugine Brünnich, 1768	*Pagellus bogaraveo* (Brünnich, 1768)
Boops boops (Linnaeus, 1758)	*Parablennius gattorugine* (Linnaeus, 1758)
Callionymus lyra Linnaeus, 1758	*Parablennius sanguinolentus* (Pallas, 1814)
Caranx crysos (Mitchill, 1815)	*Pegusa lascaris* (Risso, 1810)
Carassius auratus (Linnaeus, 1758)	*Petromyzon marinus* Linnaeus, 1758
Carassius carassius (Linnaeus, 1758)	*Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758)
Chelidonichthys lucerna (Linnaeus, 1758)	*Pleuronectes platessa* Linnaeus, 1758
Chelon auratus (Risso, 1810)	*Pollachius pollachius* (Linnaeus, 1758)
Chelon labrosus (Risso, 1827)	*Pomatoschistus marmoratus* (Risso, 1810)
Chelon ramada (Risso, 1827)	*Pomatoschistus microps* (Krøyer, 1838)
Chelon saliens (Risso, 1810)	*Pomatoschistus minutus* (Pallas, 1770)
Ciliata mustela (Linnaeus, 1758)	*Pomatoschistus pictus* (Malm, 1865)
Cobitis taenia Linnaeus, 1758	*Pseudochondrostoma polylepis* (Steindachner, 1864)
Conger conger (Linnaeus, 1758)	*Raja asterias* Delaroche, 1809
Coris julis (Linnaeus, 1758)	*Salmo trutta* Linnaeus, 1758
Deltentosteus quadrimaculatus (Valenciennes, 1837)	*Sardina pilchardus* (Waulbaum, 1792)
Dicentrarchus labrax (Linnaeus, 1758)	*Sarpa salpa* (Linnaeus, 1758)
Dicentrarchus punctatus (Bloch, 1792)	*Sciaena umbra* Linnaeus, 1758
Diplodus annularis (Linnaeus, 1758)	*Scomber scombrus* Linnaeus, 1758
Diplodus sargus (Linnaeus, 1758)	*Scophthalmus maximus* (Linnaeus, 1758)
Diplodus vulgaris (Geoffroy Saint-hilaire, 1817)	*Scophthalmus rhombus* (Linnaeus, 1758)
Echiichthys vipera (Cuvier, 1829)	*Solea senegalensis* Kaup, 1858
Engraulis encrasicolus (Linnaeus, 1758)	*Solea solea* (Linnaeus, 1758)
Entelurus aequoreus (Linnaeus, 1758)	*Sparus aurata* (Linnaeus, 1758)
Gaidropsarus mediterraneus (Linnaeus, 1758)	*Spinachia spinachia* (Linnaeus, 1758)
Gaidropsarus vulgaris (Cloquet, 1824)	*Spondyliossoma cantharus* (Linnaeus, 1758)
Gambusia affinis (Baird & Girard, 1853)	*Sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758)
Gambusia holbrooki Girard, 1859	*Squalius alburnoides* (Steindachner, 1866)
Gasterosteus aculeatus Linnaeus, 1758	*Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758)
Gobius ater Belloti, 1888	*Symphodus bailloni* (Valenciennes, 1839)
Gobius niger Linnaeus, 1758	*Symphodus cinereus* (Bonnaterre, 1788)
Gobius paganellus Linnaeus, 1758	*Symphodus melops* (Linnaeus, 1758)
Gobius strictus Fage, 1907	*Syngnathus abaster* Risso, 1826
Gymnammodytes cicerelus (Rafinesque, 1810)	*Syngnathus acus* Linnaeus, 1758
Hippocampus hippocampus (Linnaeus, 1758)	*Syngnathus typhle* Linnaeus, 1758
Hyperoplus lanceolatus (Le Sauvage, 1824)	*Taurulus bubalis* (Euphrasen, 1786)
Labrus bergylta Ascanius, 1767	*Torpedo marmorata* Risso, 1810
Labrus merula Linnaeus, 1758	*Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758)
Labrus viridis Linnaeus, 1758	*Trisopterus luscus* (Linnaeus, 1758)
Lagocephalus lagocephalus (Linnaeus, 1758)	

Anexo II – Espécies coligidas nas "Memórias Paroquiais" de 1758**.**

Local	Espécie	Fonte (Memórias Paroquiais)
Águeda, Águeda	Barbos, enguias, bogas, trutas, lampreias, sáveis.	v. 1, f. 391
Albergaria, Albergaria-a-Velha	Bogas (?), trutas	v. 1, f. 476
Alcofra, Vouzela	Trutas, bordalos, enguias	v. 2, f. 93
Alquerubim	Barbos, lampreias, sáveis	v. 2, f. 17
Angeja, Albergaria-a-Velha	Lampreias, sáveis	v. 4, f. 49
Arcozelo das Maias, Vouzela	Trutas, enguias	v. 4, f. 311
Arões, Macieira de Cambra	Barbos, trutas	v. 5, f. 572- 573
Aveiro	Enguias, machos (?), solhas, linguados, muges, tainhas, robalos, corvinas, lampreias , savelhas, marisco, outros peixes menores.	v. 5, f. 817
Barreiros, Viseu	Barbos, trutas	v. 6, f. 358-359
Beduído, Estarreja	Barbos, bogas, trutas	v. 6, f. 516
Bemposta, Oliveira de Azeméis	barbos, bogas, trutas	v. 6, f. 670
Besteiros, Tondela	Enguias, barbos, bogas	v. 7, f. 813
Boa Aldeia, Tondela	Peixes miúdos – "bordalinhos"	v. 7, f. 895
Bodiosa, Viseu	Bordalos, trutas	v. 7, f. 933-934
Branca, Bemposta, Oliveira de Azeméis	Trutas, bordalos, barbos, bogas	v. 7, f. 1192-1193
Cacia, Aveiro	Bogas, barbos, trutas, eirós, tainhas, ruivaco, sáveis, lampreias	v. 8, f. 170
Campia, Vouzela	Barbos, bogas, trutas	v. 8, f. 451-452
Campo, Viseu	Enguias	v. 8, f. 460-461
Carvalhais, São Pedro do Sul	Trutas	v. 9, f. 1096
Carvalhal de Vermilhas, Vouzela	Trutas, bordalos, enguias	v. 9, f. 1080
Casal Comba, Coimbra	Robalos	v. 10, f. 1609
Castanheira do Vouga, Sever do Vouga	Barbos, trutas, bogas, escalos	v. 9, f. 1272
Castelãos, Macieira de Cambra	Trutas, barbos	v. 9, f. 1319
Cepelos, Bemposta, Oliveira de Azeméis	Barbos, bogas, trutas	v. 10, f. 1768-1769
Cepões, Viseu	Ruivões, bordalos, barbos, trutas, bogas, mexilhões	v. 10, f. 1808-1809
Couto de Esteves, Sever do Vouga	Barbos, bogas, bordalos, trutas, ruivães (Ruivo ou Ruivaços grandes?)	v. 12, f. 2907
Cucujães, Feira	Barbos, trutas, bogas	v. 12, f. 3319-3320
Destriz, Vouzela	Barbos, bogas, trutas	v. 13, f. 92
Eixo, Aveiro	Barbos, tainhas, lampreias, sáveis	v. 13, f. 67
Esgueira, Aveiro	Variedade de espécies sem referir e as tainhas são mais comuns	v. 14, f. 420
Espinhel e Oiã, Óis da Ribeira	Barbos, enguias, ruivaços	v. 14, f. 496
Fajões, Feira	Trutas, bordalos, barbos, bogas	v. 15, f. 53
Fermelã, Bemposta, Estarreja,	Lampreias, sáveis	v. 15, f. 281
Ferreira de Aves, Viseu	Trutas, escalos, barbos	v. 15, f. 353-354
Figueiredo das Donas, Vouzela	"Ruivecos", trutas	v. 15, f. 494-495
Figueiredo de Alva, Vouzela	"bordalinhos pequenos"	v. 15, f. 486-487
Folgosa (atualmente Fataunços), Vouzela	Barbos, bordalos	v. 15, f. 582
Ílhavo, Ílhavo	Linguados, azevias, muges, solhas rodovalhos, tainhas, mexilhões	v. 18, f. 143
Lamas do Vouga, Águeda	Bargos, bogas (?), trutas, lampreias, sáveis	v. 19, f. 209
Macieira de Cambra	Trutas	v. 22, f. 123-124
Manhouce, Vouzela	Trutas	v. 22, f. 306
Milheirós, Santa Maria da Feira	Trutas, bordalos	v. 23, f. 934
Mira, Coimbra	Tainhas, muges, barbos	v. 23, f. 988
Murtosa	Enguias, solhas, linguados, tainhas, muges, robalos, corvinas, lampreias, sáveis	v. 25, f. 1169
Óis da Ribeira, Águeda	Lampreias, sáveis, barbos	v. 26, f. 84
Oliveira de Azeméis	Rio Vilar: barbos, trutas, bordalos, enguias; Rio Ul: trutas, bordalos	v. 26, f. 195

Oliveira de Frades	Barbos, bogas, trutas, bordalos	v. 26, f. 231
Oliveira do Bairro	Muges, tainhas, barbos, lampreias, barbos	v. 26, f. 199-200
Ossela, Oliveira de Azeméis	Trutas, barbos, bogas, escalos	v. 26, f. 333
Ovar	Enguias, tainhas, solhos, muges. Chegam "por arribação": robalos, lampreias, corvinas	v. 26, f. 359
Palmaz, Bemposta, Oliveira de Azemeis	Barbos, trutas, bogas	v. 27, f. 207
Paradela, Sever do Vouga	Lampreias, sáveis, barbos, bogas, trutas	v. 27, f. 444
Pessegueiro do Vouga, Sever do Vouga	Barbos, bogas, trutas, bordalos	v. 28, f. 618
Pinho, Vouzela	Bordalos	v. 29, f. 1373
Préstimo, Águeda	Barbos, bogas, bordalos, trutas	v. 30, f. 1956
Recardães, Águeda	Barbos, bogas, sáveis e lampreias em certos meses do ano e fora da jurisdição da freguesia	v. 31, f. 173
Reigoso, Vouzela	Barbos, bogas, trutas, bordalos	v. 31, f. 325
Riba de Ul, Feira	Trutas, bogas	v. 31, f. 463
Ribafeita, Viseu	Barbos, bogas, trutas, bordalos	v. 31, f. 478-479
Ribeira de Fráguas, Bemposta	Trutas, barbos	v. 32, f. 587-588
Ribeiradio, Vouzela	Barbos, bogas	v. 32, f. 582
Roge, Macieira de Cambra	Trutas, barbos, bogas, lampreias	v. 32, f. 853-854
Romariz, Feira	Barbos, trutas	v. 32, f. 937
Santa Maria da Feira	Trutas, bogas	v. 15, f. 215-216
São Félix, Vouzela	Bordalos, trutas	v. 15, f. 264
São João do Loure, Albergaria-a-Velha	Barbos, ruivaços, enguias, lampreias, sáveis	v. 21, f. 1167
São João do Monte, Viseu	Trutas, bordalos, barbos, bogas	v. 24, f. 1371-1372
São Miguel do Mato, Vouzela	Trutas, barbos	v. 23, f. 614
Segadães, Águeda	Barbos, lampreias, sáveis	v. 34, f. 783
Soza, Vagos	Enguias, tainhas, muges	v. 35, f. 1179
Talhadas, Sever do Vouga	Enguias, trutas, barbos, bogas	v. 36, f. 70
Tamengos, Coimbra	"Cria peixe ordinário que se cria fora dos mares"	v. 36, f. 83
Trofa, Águeda	Ruivaços, barbos, robalos, enguias, lampreias, sáveis	v. 37, f. 1149
Ul	Barbos, escalos, bogas, trutas	v. 41, f. 2134-2135
Valmaior, Albergaria-a-Velha	Trutas, barbos, lampreias	v. 38, f. 231

Capítulo XVI

VULNERABILIDADE COSTEIRA EM AMBIENTES LAGUNARES: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA GLOBAL



VULNERABILIDADE COSTEIRA EM AMBIENTES LAGUNARES: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA GLOBAL

Elaine Cristina dos Santos[1]; Jarbas Bonetti[2]

[1] Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Laboratório de Oceanografia Costeira (LOC), Rua Desembargador Vitor Lima, 222, Trindade, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, CEP 88040-400. elacristinasantos2@gmail.com (autora correspondente)
[2] Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Laboratório de Oceanografia Costeira (LOC), Rua Desembargador Vitor Lima, 222, Trindade, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, CEP 88040-400. jarbas.bonetti@ufsc.br

RESUMO

A preocupação com os efeitos das mudanças climáticas tornou-se relevante nas últimas décadas, especialmente nos estudos dos seus potenciais impactos em zonas costeiras. Visto que as lagunas são pouco estudadas na perspectiva da vulnerabilidade costeira, este artigo investiga como desenvolveram-se, mundialmente e ao longo do tempo, as pesquisas científicas sobre vulnerabilidade em ambientes lagunares. Para tal, identificou-se 114 artigos sobre o tema na base de dados Scopus (1992 a 2025). Foram empregadas técnicas bibliométricas e análise qualitativa dos trabalhos. Os resultados revelaram um recente crescimento do tema, além da existência de poucos pesquisadores com produção regular. Dos trabalhos relevantes, metade das publicações mais citadas possuem a inundação como impacto e área de estudo situada na costa Mediterrânea. Verificou-se um aumento significativo nos trabalhos de pesquisadores vinculados a instituições italianas, possivelmente associados aos recentes eventos de inundação na Laguna de Veneza. As variáveis associadas à altitude do terreno e subida do nível do mar são muito utilizadas nas análises de vulnerabilidade à inundação em lagunas. A análise da terminologia utilizada evidenciou que aspectos voltados à vulnerabilidade social foram pouco abordados. No geral, a avaliação da vulnerabilidade nos trabalhos encontrados é apresentada em escala local, possibilitando gerar subsídios para a gestão costeira.

Palavras-chave: Cientometria; Mudanças Climáticas; Subida do Nível do Mar; Inundação Costeira.

Coastal vulnerability in lagoon environments: a global bibliometric analysis

ABSTRACT

The concern about the effects of climate change has become relevant in recent decades, especially in studies of its potential impacts on coastal areas. Given that lagoons are little studied from the perspective of coastal vulnerability, this article investigates how scientific research on vulnerability in lagoon environments has developed, worldwide and over time. To this end, 114 articles on the subject were identified in the Scopus database (1992 to 2025). Bibliometric techniques and qualitative analysis of the articles were employed. The results revealed a recent growth in the subject, in addition to the existence of few researchers with regular production. Of the relevant works, half of the most cited publications have flooding as impact and study area located on the Mediterranean coast. There was a significant increase in the scientific production of researchers affiliated to Italian institutions, possibly as a consequence of the recent flooding events in the Venetian Lagoon. The variables associated with terrain altitude and sea level rise are widely used in flood vulnerability analyses in lagoons. The analysis of the terminology used showed that aspects related to social vulnerability have been little addressed. In general, the vulnerability assessment in the studies found is presented on a local scale, enabling the generation of subsidies for coastal management.

Keywords: Scientometrics; Climate Change; Sea Level Rise; Coastal Flooding.

INTRODUÇÃO

Os relatórios do *Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC (COOLEY *et al*., 2022) apontam que os estuários, deltas, lagunas e lagoas costeiras sofreram grandes impactos durante todo o século XX devido a fatores não-climáticos. Todavia, nas décadas recentes, a influência de fatores climáticos tornou-se particularmente relevante. Apesar das alterações decorrentes do aumento médio do nível do mar serem esperadas, destaca-se naqueles relatórios que a magnitude do impacto dependerá do desenvolvimento socioeconômico, em particular do processo de urbanização, e da implementação de estratégias de adaptação na zona costeira.

Pesquisadores de diversos países têm investigado os efeitos das tempestades severas e das mudanças climáticas graduais na zona costeira, principalmente nas áreas com potencial de serem inundadas ou sujeitas à maior frequência de

eventos extremos. Entretanto, os trabalhos relacionados a esta temática têm sido desenvolvidos predominantemente em costas abertas, expostas à incidência direta de ondas oceânicas. Por conseguinte, existe pouca investigação acerca da vulnerabilidade costeira em ambientes abrigados, como as lagunas (OLIVEIRA & BONETTI, 2021).

As lagunas fornecem diversos bens e serviços ecossistêmicos importantes na perspectiva ecológica e econômica (LARA, 2006; FONSECA, 2014; NEWTON *et al*., 2014). Em relação à vulnerabilidade costeira, NEWTON *et al*. (2014) consideram estes sistemas como sentinelas e *hotspots* em uma escala global das mudanças climáticas e do aumento do nível do mar. A resposta ao aumento relativo do nível do mar em corpos d'água costeiros é complexa (CARRASCO *et al*., 2016), mas a tendência é que haja penetração gradativa de águas marinhas nas lagunas (COOLEY *et al*., 2022), causando ruptura na sua funcionalidade ecológica. Todavia, dentre os impactos potenciais sobre os sistemas naturais e antrópicos associados, pode-se destacar a inundação (LARA, 2006; MUEHE 2009; 2010; CARRASCO *et al*., 2016; CASTELLANOS *et al*., 2022).

Além da ocorrência de inundações, outras repercussões das mudanças climáticas sobre os ambientes lagunares foram descritas nas investigações de diversos autores. NACARATTI (2008) destacou que o aumento do espelho d'água lagunar poderá levar ao incremento da frequência de inundações das áreas adjacentes às lagunas, possibilitando a proliferação de doenças de veiculação hídrica. DE WIT (2011) ressaltou a problemática trazida pela construção de estruturas físicas que impedem o ajuste morfológico e a manutenção da composição ecológica local em um cenário de subida do nível do mar. BRITO *et al*. (2012) analisaram as possíveis respostas de lagunas rasas em Portugal às mudanças climáticas, concluindo que haverá eutrofização destes ambientes. ASMUS *et al*. (2019), por sua vez, destacaram a perda dos serviços ecossistêmicos na Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul.

Levando em consideração a problemática exposta, a caracterização do estado da arte da produção bibliográfica sobre a vulnerabilidade física e/ou social em lagunas permite mapear o que tem sido estudado, compreender como tem sido determinado o grau de vulnerabilidade e identificar as lacunas de conhecimento existentes sobre o tema. Tendo em vista a importância da revisão da literatura existente e da síntese das pesquisas passadas, a aplicação de métodos bibliométricos ajuda a rastrear a literatura relevante dentre a grande quantidade de pesquisas publicadas. Soma-se a isso a atual disponibilidade de bases de dados *online* e de *softwares* para análises dessa natureza (ZUPIC & CATER, 2015).

A análise bibliométrica utiliza medidas estatísticas e lida com grande quantidade de informação. Além disso, possibilita gerar conhecimento de base sobre um tópico e sua estrutura intelectual, além de examinar o relacionamento conceitual entre os termos empregados e produzir representações das conexões entre países, instituições e autores (ARIA & CUCCURULLO, 2017). Complementarmente, por meio da bibliometria é possível verificar a produção científica e a sua disseminação com o auxílio de índices quantitativos, como qualidade, atividade, impacto científico e associações temáticas das publicações (COSTA *et al*., 2012; CHUEKE & AMATUCCI, 2015).

Tendo por base a aplicação de técnicas de análise bibliométrica, este artigo busca caracterizar o desenvolvimento mundial e ao longo do tempo da produção de pesquisas sobre vulnerabilidade física e social aos efeitos das mudanças climáticas em ambientes lagunares. Objetiva-se, também, verificar quais são os principais descritores utilizados para avaliar a vulnerabilidade lagunar e os principais sítios de investigação a nível mundial.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do levantamento bibliométrico é necessário: definir o escopo e as técnicas a serem utilizadas; selecionar as bases de dados bibliográficos a serem consultadas, filtrar e selecionar os registros para criar uma base de dados local; definir os *softwares* de análise bibliométrica a serem empregados; realizar a harmonização e consolidação dos dados; escolher o método de visualização dos resultados; e, por fim, interpretar e descrever os resultados encontrados (ZUPIC & CATER, 2015; ARIA & CUCCURULLO, 2017).

Inicialmente, definiu-se como objetivo desta

investigação: caracterizar a produção de trabalhos sobre a vulnerabilidade lagunar associada às mudanças climáticas, considerando aspectos físicos ou sociais. Para tal, avaliaram-se os autores, os países, as fontes e as palavras-chave vinculadas às investigações. Utilizou análise de performance e mapeamento científico (DONTHU *et al*., 2021), através das métricas relativas à publicação e técnicas de análise em rede de citações, de cocitações, rede de coautores, e coocorrência de palavras.

A análise foi desenvolvida considerando-se diferentes aspectos da produção bibliográfica sobre vulnerabilidade lagunar. Foram investigadas a distribuição geográfica dos trabalhos, as fontes de publicação, a performance dos autores e artigos mais citados, e também a terminologia predominantemente utilizada nos artigos. Além da quantificação do número de publicações por país, periódicos e autores, o número de citações recebidas foi considerado um indicador relevante de impacto científico (COSTA *et al*., 2012).

Acerca da distribuição geográfica, foram analisados igualmente o crescimento anual da produção, os locais investigados em cada publicação e a rede de coautoria dos trabalhos, esta última utilizada para identificar a colaboração científica entre países (ZUPIC & CATER, 2015). Avaliou-se também a rede de cocitação entre autores, permitindo verificar a conexão e afinidade temática entre publicações por terem sido citadas em conjunto (DONTHU *et al*., 2021). Quanto à terminologia predominantemente empregada, analisou-se a densidade de ocorrência de termos e a rede de relacionamento entre os termos, possibilitando a visualização do relacionamento entre conceitos e palavras (ZUPIC & CATER, 2015).

Para a seleção da produção científica na base de dados foram previamente selecionados, a partir da literatura sobre a vulnerabilidade costeira (por ex. BONETTI & WOODROFFE, 2017; LIMA & BONETTI, 2020), termos considerados representativos do escopo desta pesquisa. Nesta etapa, após uma leitura exploratória particularmente relacionada aos ambientes lagunares, foram utilizados operadores booleanos na combinação dos termos utilizados visando o refinamento da busca.

Dentre as bases de dados bibliométricas disponíveis escolheu-se a *Scopus*, mantida pela editora *Elsevier*, para realizar o levantamento bibliográfico. Naturalmente, em termos práticos não é possível cobrir todas as fontes de publicações científicas (ARIA & CUCCURULLO, 2017). Entre as alternativas disponíveis, a *Scopus* se destaca por ser a base com maior volume de documentos indexados, além de apresentar um número mais significativo de produções em idiomas além do inglês (COSTA *et al*., 2012; MONGEON & PAUL-HUS, 2016; LIMA & BONETTI, 2020; CAMPOS & BONETTI, 2023). Pesquisou-se os termos de interesse no título, resumo e palavras-chave dos trabalhos indexados na base *Scopus*, considerando todos os anos de publicação até dezembro de 2025.

É importante mencionar que a metodologia adotada apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados apresentados ao longo desta investigação. Como o levantamento bibliográfico utilizou exclusivamente na base de dados *Scopus* e houve a exclusão de outras bases relevantes (como a *Web of Science*), isso pode ter omitido produções acadêmicas importantes para o tema. Além disso, o critério de seleção restrito a artigos publicados em periódicos, não considerou capítulos de livros, teses, dissertações e anais de congressos que também podem conter avanços científicos na área. Somado a isso, estudos locais e regionais publicados em periódicos de circulação restrita ou não indexados na *Scopus* não foram contemplados, conforme evidenciado adiante nos resultados pela necessidade de complementação quanto ao cenário brasileiro.

A seleção de referências para criar a base de dados local da presente pesquisa obedeceu aos critérios apresentados no Quadro I e detalhados a seguir: filtragem inicial dos resultados resgatados da base de dados a partir da exclusão de algumas palavras-chave; escolha apenas de artigos publicados em periódicos; e seleção final após leitura dos títulos e resumos dos trabalhos encontrados. Nesta seleção final dos artigos, considerou-se que a área de estudo deveria contemplar uma laguna ou parte dela, ou que houvesse a presença de uma laguna na área analisada pelo trabalho.

Quadro I - Etapas para seleção de dados.

Etapa	**Termos e operadores utilizados**	**Número de trabalhos encontrados**
Busca inicial	*("lagoon*") AND ("vulnerability" OR "susceptibility" OR "sensitivity") AND ("climate chang*" OR "flood" OR "erosion" OR "sea level" OR "social" OR "socio-economic" OR "adaptive capacity" OR "adaptative capacity")*	469
Seleção de trabalhos somente do tipo "artigo" e exclusão de algumas palavras-chave	*("lagoon*") AND ("vulnerability" OR "susceptibility" OR "sensitivity") AND ("climate chang*" OR "flood" OR "erosion" OR "sea level" OR "social" OR "socio-economic" OR "adaptive capacity" OR "adaptative capacity")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (EXCLUDE (EXACTKEYWORD , "Anthozoa") OR EXCLUDE (EXACTKEYWORD , "Magnetic Susceptibility") OR EXCLUDE (EXACTKEYWORD , "Animal") OR EXCLUDE (EXACTKEYWORD , "Animals") OR EXCLUDE (EXACTKEYWORD , "Paleoenvironment") OR EXCLUDE (EXACTKEYWORD , "Bacillariophyta") OR EXCLUDE (EXACTKEYWORD , "Physiology") OR EXCLUDE (EXACTKEYWORD , "Foraminifera") OR EXCLUDE (EXACTKEYWORD , "Bivalvia") OR EXCLUDE (EXACTKEYWORD , "Paleoclimate") OR EXCLUDE (EXACTKEYWORD , "Bivalve")) AND (EXCLUDE (EXACTKEYWORD , "Holocene")*	288
Leitura dos títulos e resumos	-	114

Para o processamento dos dados exportados da base *Scopus* empregou-se o módulo *Biblioshiny* (ARIA & CUCCURULLO, 2017) disponível no pacote *Bibliometrix* para R versão 4.2.2 e o *software* livre VOSviewer (VAN ECK & WALTMAN, 2009) versão 1.6.19. O primeiro foi utilizado para realizar uma análise descritiva da produção selecionada e o segundo na construção e visualização de redes bibliométricas. Para avaliar o impacto científico das revistas, utilizou-se o indicador SJR, que mede a visibilidade científica de periódicos acadêmicos com base no número de citações recebidas (GONZÁLEZ-PEREIRA *et al*., 2010), obtido no portal do *SCImago Journal e Country Rank*.

Antes da aplicação dos *softwares* estatísticos e bibliométricos supracitados, verificou-se a

integridade dos dados, identificando-se nesta etapa a necessidade de geração de um arquivo de sinônimos (*thesaurus*) para a análise de palavras e autores. Este arquivo tem a finalidade de integrar diferentes variantes de um mesmo termo (por ex. *coastline* e *shoreline*) e de corrigir diferenças de grafia do nome de autor, referência citada ou termo utilizado (VAN ECK & WALTMAN, 2023), possibilitando a correta contabilização das variáveis avaliadas. O conteúdo dos 114 artigos selecionados também foi avaliado através de uma análise sistemática organizada no Anexo 1, que apresenta o título, ano de publicação, autores, revista, tipo de impacto costeiro, tipo de área analisada e país de aplicação da investigação.

Após a identificação do tipo de impacto abordado em cada trabalho, realizou-se uma segunda rodada de seleção de artigos entre os 114 previamente selecionados. Nesta etapa, o foco foi dado àqueles que tratavam do impacto de inundação ou do aumento no nível do mar, com o propósito de verificar as áreas investigadas e quais os descritores utilizados para avaliar a vulnerabilidade de lagunas à inundação. Esta etapa resultou na seleção de 45 artigos. Realizou-se, então, a leitura completa destes 45 trabalhos selecionados para identificar as áreas das lagunas avaliadas nas análises (corpo d'água, entorno lagunar, bacia hidrográfica, zona costeira em geral, comunidade), a escala de análise (local, regional, nacional) e os descritores (variáveis) utilizados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Descrição inicial dos resultados

A seleção de produções científicas sobre vulnerabilidade em lagunas na base de dados *Scopus*, após etapas mencionadas anteriormente no Quadro I, resultou na identificação 114 artigos publicados entre os anos de 1992 e 2025. Destes, menos de 10 artigos não estão em inglês, o que confirma a predominância deste idioma na divulgação científica em documentos indexados. Ao todo, os artigos provêm de 77 fontes diversas e contam com a participação de 438 autores associados a instituições de 47 países distintos.

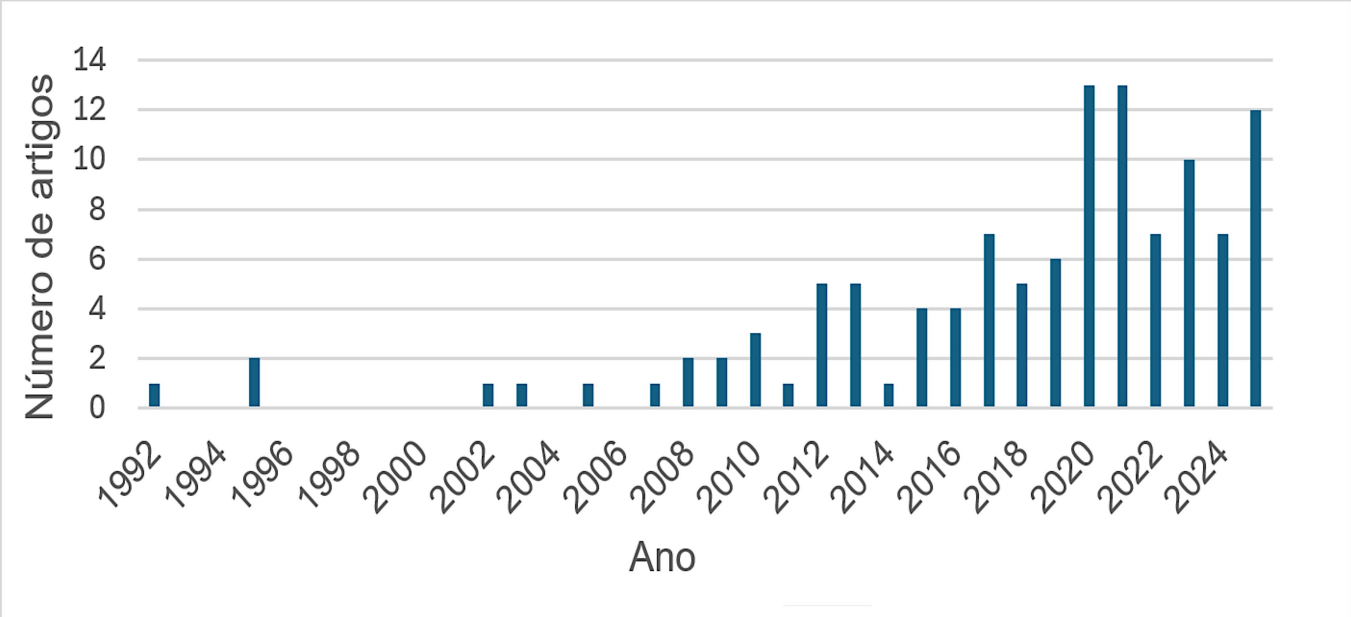


Figura 1 - Número de artigos publicados por ano na temática.

Apesar da primeira publicação sobre a temática ter sido indexada em 1992, a idade média das publicações é de 8 anos. Na Figura 1 é possível visualizar que mais da metade dos trabalhos encontrados foram publicados nos últimos cinco anos, revelando a recente importância adquirida pelo tema. O aumento de artigos desta temática pode estar associado aos principais marcos e acordos climáticos internacionais estabelecidos em períodos recentes (CAMPOS & BONETTI, 2023). Os anos de 2020 e 2021 são os que possuem mais artigos, com 13 trabalhos cada, seguidos de 2025, com 12 trabalhos. Dentre os 114 artigos selecionados, cerca de 40% possuem a inundação como perigo sob investigação.

Distribuição geográfica das publicações

No que se refere à distribuição geográfica dos trabalhos publicados, foram contabilizados os países aos quais os autores de cada publicação estão associados institucionalmente. Autores com o mesmo país de origem em um mesmo artigo foram contabilizados apenas uma vez. A Tabela I destaca os 10 países de origem das instituições que mais produziram durante o intervalo de tempo analisado. Observa-se que Europa, Estados Unidos e América Latina (Brasil e México) se destacam no número de documentos publicados. Itália desponta em primeiro lugar com a participação em 21 artigos, Estados Unidos em segundo lugar com 13 artigos. Brasil está em quarto lugar com 10 documentos.

Tabela I - Distribuição geográfica dos trabalhos publicados e impacto científico

País	Número de documentos	Número de citações
Itália	21	681
Estados Unidos	13	365
França	11	348
México	11	139
Brasil	10	225
Portugal	8	239
Espanha	6	313
Reino Unido	6	200
Egito	5	261
Marrocos	5	91

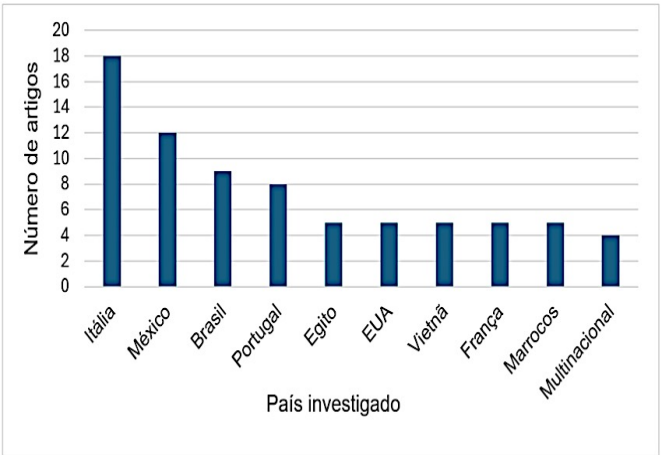


Figura 2 - Distribuição geográfica dos países investigados.

No que se refere aos países com maior impacto científico considerando o volume de citações, há pouca alteração na ordem dos 10 países mais produtivos, ocorrendo a saída do Marrocos (91 citações) e a entrada da Lituânia (3 publicações e 171 citações) na lista. Os trabalhos mais citados provêm de autores vinculados à Itália, com o acumulado de 681 citações, praticamente o dobro de citações quando se compara com os outros países. Da lista apresentada, outro destaque é a Espanha, país com 313 citações, ainda que possua apenas 6 artigos, assim como o Egito, com apenas 5 publicações e 261 citações.

Como visto anteriormente, a Itália é um dos países que mais produz sobre vulnerabilidade lagunar e um dos mais citados. A partir da análise do conteúdo dos 114 artigos (Anexo 1), constatou-se também que, como era de se esperar, a Itália, especialmente no Mar Adriático Norte, possui uma das áreas geográficas mais investigadas nos artigos. Tal fato pode ser observado na Figura 2 e Figura 3, que representam os 10 países mais investigados e na distribuição geográfica ao longo dos países avaliados, respectivamente. Tal relevância está associada sobretudo aos efeitos de subsidência e de constantes eventos de inundação, especialmente na região da Laguna de Veneza e sistemas abrigados próximos, que fomentam os estudos no país em questão (BONETTI *et al*., 2022). Assim como a Itália, o México também possui expressivo número de investigações sobre o seu território, que abarca variados impactos.

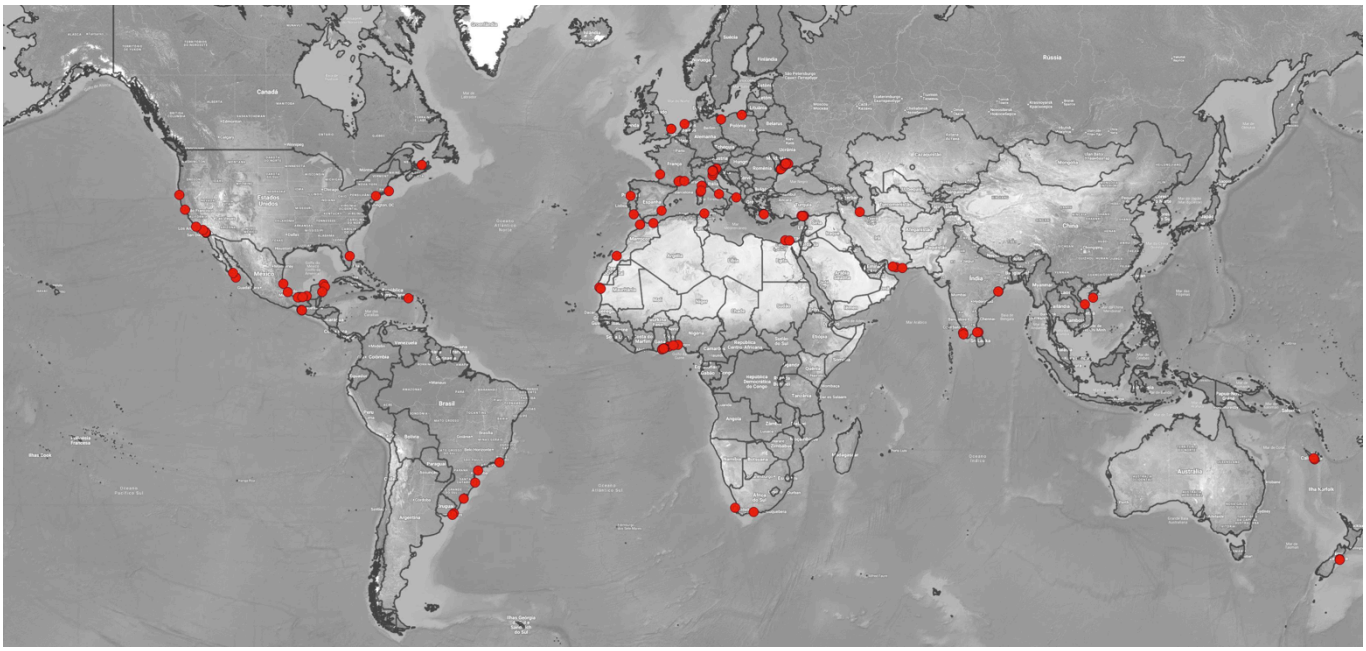


Figura 3 - Distribuição geográfica das lagunas investigadas. Os pontos vermelhos indicam a localização das lagunas investigadas nos 114 trabalhos selecionados.

Da mesma forma que os dois países mencionados anteriormente em relação à produção e impacto de citações, países como Brasil, Portugal, Egito, Estados Unidos e França também estão entre os 10 mais investigados pois, usualmente, os países de origem dos trabalhos também correspondem ao local onde a pesquisa foi aplicada. Todavia, Vietnã e Marrocos não possuem destaque de produção científica e citações, respectivamente, e estão entre os mais investigados. Artigos que investigaram mais de uma área situada em países distintos estão identificadas como "multinacional".

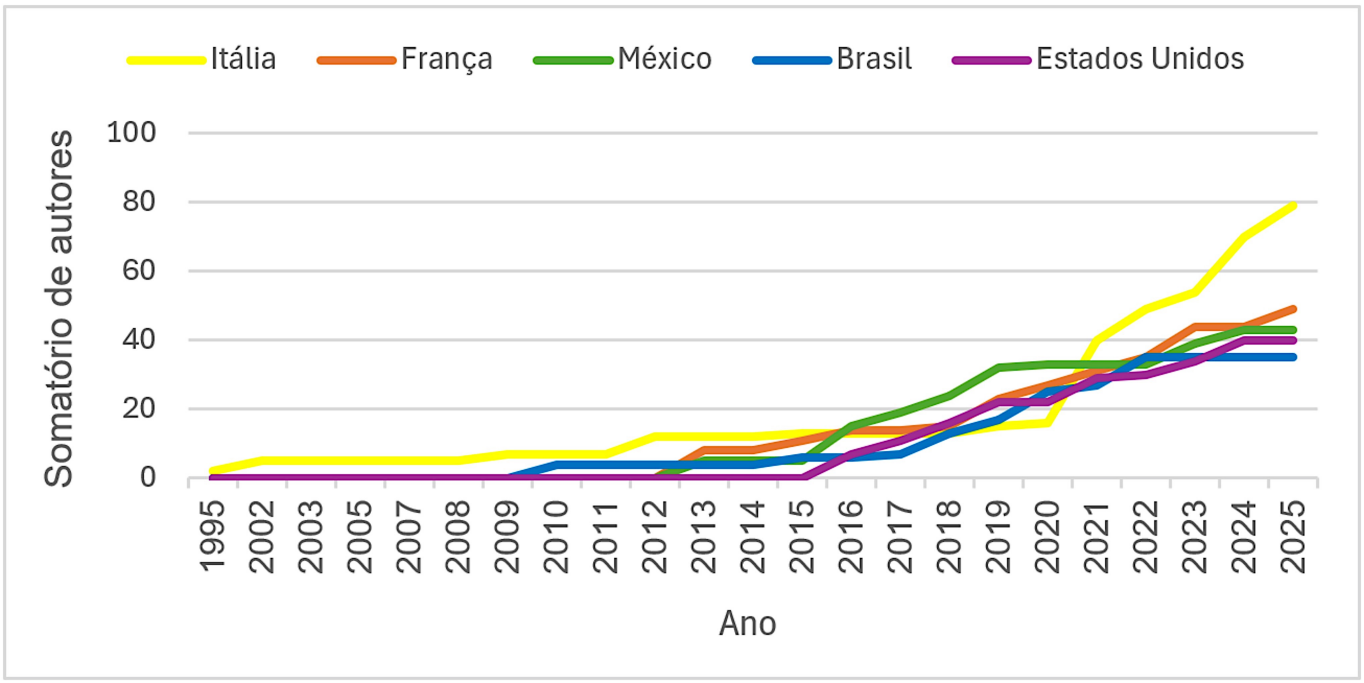


Figura 4 - Países com maior número total de autores até o ano de 2025.

As investigações realizadas no território brasileiro estão concentradas principalmente na Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, geralmente associadas à análise dos serviços ecossistêmicos. As demais pesquisas, voltadas aos impactos decorrentes de processos de inundação, foram

realizadas na Região dos Lagos no Rio de Janeiro (LINS-DE-BARROS, 2017; DALMAS *et al*., 2020) e na Lagoa da Conceição em Santa Catarina (OLIVEIRA & BONETTI, 2021). É preciso ponderar que a relevância de instituições norte-americanas e europeias e a aparente escassez de estudos no litoral brasileiro, considerando o elevado número de lagunas existentes no Brasil (KNOPPERS & KJERFVE, 1999), podem refletir em parte as limitações de cobertura da própria base *Scopus*.

Em Portugal, as investigações encontradas estão concentradas em Ria de Aveiro e Ria Formosa, enquanto no Egito o foco são as lagunas situadas no delta do Rio Nilo. Os artigos que têm como estudo o Vietnã focam na laguna Tam Giang. Já as investigações nos Estados Unidos, França e Marrocos estão difundidas ao longo dos seus territórios costeiros.

A Figura 4 apresenta os cinco países que possuem maior número acumulado de autores que publicaram sobre a temática investigada até o ano de 2025. Pesquisadores provenientes de instituições italianas iniciaram a produção sobre o tema em 1995. Autores do Brasil, França e México surgem a partir do início dos anos 2010, e dos Estados Unidos em meados da mesma década, especificamente a partir de 2016. Percebe-se que os países citados anteriormente quanto à produção, impacto e área investigada também possuem o maior número total de pesquisadores. Destaca-se o aumento da participação de pesquisadores vinculados a instituições italianas após 2020, possivelmente estimulados pelos eventos denominados "*acqua alta*" ocorridos em Veneza nos anos 2018 e 2019 (FARANDA *et al*., 2023).

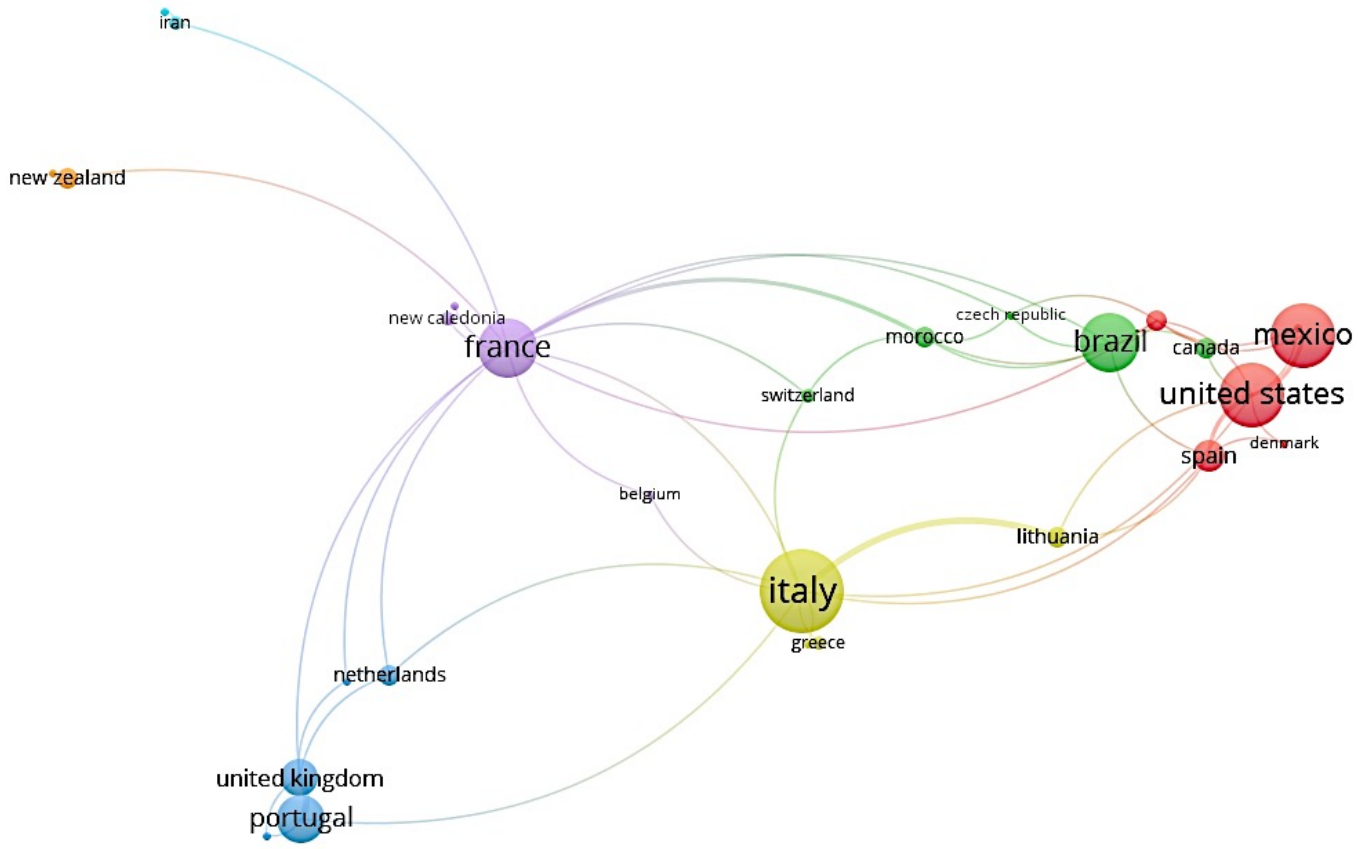


Figura 5 - Rede de coautoria entre países. Os nomes dos países foram mantidos na grafia original em inglês, conforme aparecem na base *Scopus*

A Figura 5 ilustra a rede de colaboração científica entre países. Quanto maior o círculo do item, maior o número de documentos associados que o país possui. As linhas indicam a ligação entre os países. Dos 47 países de origem das instituições dos autores dos trabalhos avaliados, apenas 28 possuem conexão com algum outro item. O maior número de colaborações científicas com outros países sobre o tema investigado provém da França, Itália e dos Estados Unidos. O Egito não está presente na rede ilustrada por não apresentar conexão significativa com outros países, ou seja, os

autores vinculados a instituições deste país produziram poucos ou nenhum artigo com colaboração multinacional sobre a temática investigada. Porém, salienta-se que o Egito possui um relevante impacto científico com os trabalhos de Omran E. Frihy, um dos autores mais citados, como será mencionado mais adiante.

Fontes

No que concerne às fontes dos trabalhos, os 114 artigos selecionados estão distribuídos entre 77 fontes distintas. As revistas com mais artigos publicados são: *Ocean and Coastal Management* (8 artigos); *Journal of Coastal Research* (6); *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (6); *Science of the Total Environment* (6); e *Continental Shelf Research* (4). Outras 12 fontes apresentam 2 artigos associados cada. Desta forma, 17 de 77 revistas concentram mais de 47% das publicações selecionadas. Das revistas restantes, 60 apresentam apenas 1 artigo.

Ocean and Coastal Management é o principal periódico internacional sobre aspectos relacionados com a gestão oceânica e costeira em diversos níveis de escala. Já *o Journal of Coastal Research* é considerado um dos principais periódicos internacionais de estudos e processos costeiros (SJR, 2026). Tais características fazem com que haja uma maior atratividade para a publicação de um maior número de artigos nestas revistas.

Tabela II - Fontes mais citadas e índice do SCImagoJR (2024).

Periódico	Número de citações	Número de trabalhos	Índice SJR (2024)
Natural Hazards and Earth System Science	274	2	1,348
Ocean and Coastal Management	220	8	1,245
Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change	195	2	0,851
Estuarine, Coastal and Shelf Science	193	6	0,833
Physics and Chemistry of the Earth	157	1	0,857
Science of the Total Environment	138	6	2,137
Continental Shelf Research	123	4	0,709
Journal of Geophysical Research: Oceans	95	2	1,405
Journal of Hydrology: Regional Studies	75	1	1,323
Human and Ecological Risk Assessment	71	1	0,713

A respeito das fontes mais citadas pelo conjunto de trabalhos selecionados, a Tabela II apresenta as 10 fontes mais mencionadas, a quantidade de trabalhos publicados em cada fonte e o indicador SJR das revistas avaliadas. A *Natural Hazards and Earth System Science* está em primeiro lugar devido aos trabalhos de TORRESAN *et al*. (2012) (180 citações) e LE COZANNET *et al*. (2013) (94 citações), que são o primeiro e o quarto artigo mais citados, respectivamente. Embora a *Physics and Chemistry of the Earth* possua o menor valor de impacto considerando o índice utilizado nesta pesquisa, está na quinta posição das fontes mais citadas com um único artigo (PÉREZ-RUZAFA *et al*., 2011, que é o segundo trabalho da lista dos mais citados).

Apesar do *Journal of Coastal Research* possuir 6 artigos, esta revista não está presente na lista de fontes mais citadas globalmente, acumulando 57 citações. Como metade das suas publicações são de 2020, possivelmente os artigos ainda não acumularam citações suficientes por serem relativamente recentes. Além disso, seu último índice SJR disponível (ano de 2022) foi de 0,275 (SJR, 2026), o menor entre as revistas com mais artigos.

Principais autores e publicações

Os 114 artigos selecionados foram produzidos por 438 autores. Os únicos autores que publicaram 3 artigos ou mais são: Luigi Tosi (4 artigos); Andrea Critto (3); Cristina Da Lio (3); João Miguel Dias (3); Omran E. Frihy (3); Georg Umgiesser (3). Estes autores são associados a instituições provenientes da Itália (os três primeiros), Portugal, Egito, e parceria multinacional Itália-Lituânia, respectivamente. Quanto aos outros autores, 26 participaram em pelo menos 2 artigos, e 406 em apenas 1 artigo, o que mostra que poucos pesquisadores concentram a produção sobre a vulnerabilidade de lagunas. A Tabela III apresenta os dez autores que possuem a maior quantidade de citações. Muitos dos autores listados possuem colaboração entre si e por isso o número semelhante de citações entre alguns.

Tabela III - Autores mais citados e número de trabalhos publicados.

Autor	Número de citações	Número de trabalhos
MARCOS, C.	232	2
PÉREZ-RUZAFA, A.	232	2
FRIHY, O.E.	210	3
CRITTO, A.	190	3
TORRESAN, S.	181	2
MARCOMINI, A.	180	1
RIZZI, J.	180	1
UMGIESSER, G.	171	3
PÉREZ-RUZAFA, I.M.	157	1
MAANAN, M.	142	2

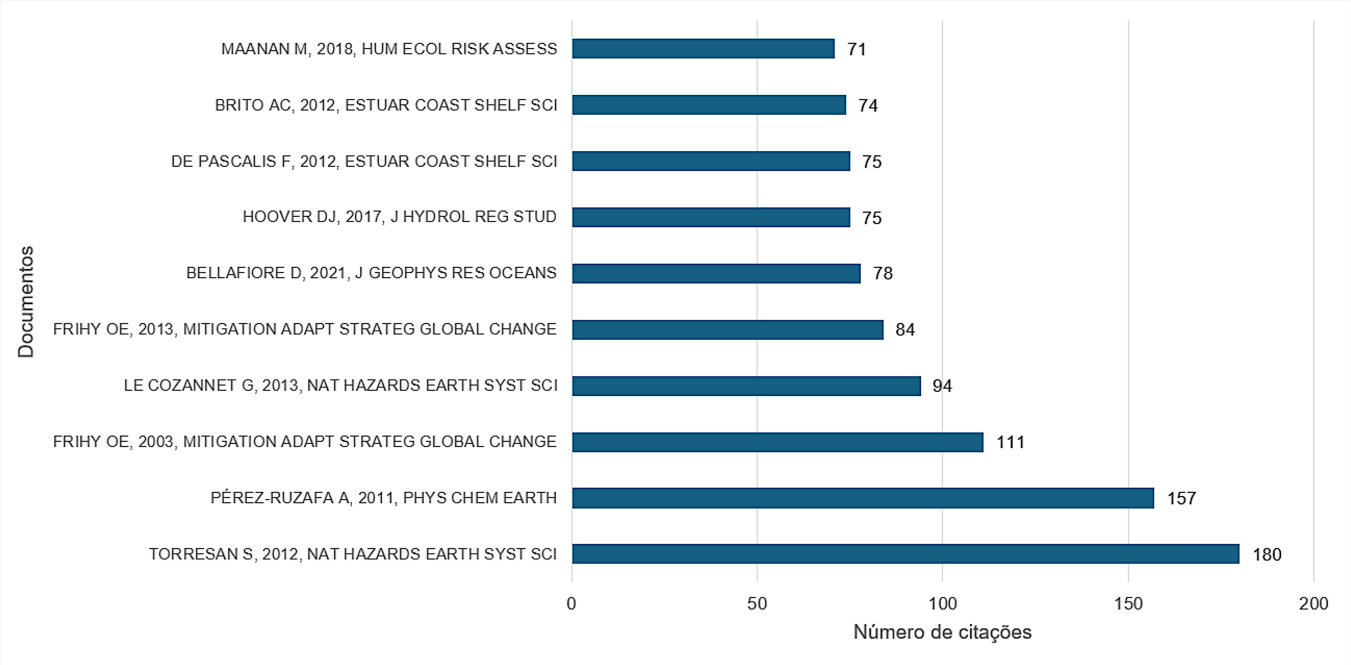


Figura 6 - Documentos mais citados globalmente.

A Figura 6 relaciona os 10 artigos mais citados, apresentando o nome do primeiro autor, ano, revista e número de citações, estando as suas referências completas disponíveis no Anexo 1 deste artigo. Os documentos mais citados incluem alguns dos trabalhos dos autores mencionados na tabela anterior.

O artigo mais citado entre os 114 trabalhos investigados é de S. Torresan, A. Critto, J. Rizzi e A. Marcomini, pesquisadores italianos. Publicado em 2012 com o título "*Assessment of coastal vulnerability to climate change hazards at the regional scale: the case study of the North Adriatic*

Sea", os autores apresentam uma metodologia de avaliação de vulnerabilidade regional aos efeitos das mudanças climáticas. O artigo dos autores supracitados inclui áreas situadas nas adjacências da Laguna de Veneza e foram avaliados os impactos associados à inundação e erosão costeira.

O segundo trabalho com mais menções, proveniente da colaboração entre pesquisadores da Espanha, é de A. Pérez-Ruzafa, C. Marcos e I.M. Pérez-Ruzafa publicado no ano de 2011: "*Mediterranean coastal lagoons in an ecosystem and aquatic resources management context*", e trata de problemas envolvendo a gestão de lagunas costeiras no Mediterrâneo. O artigo ressalta a importância e a fragilidade dos ambientes lagunares, que são vulneráveis especialmente às pressões antrópicas, reforçando a necessidade de implementar um gerenciamento integrado.

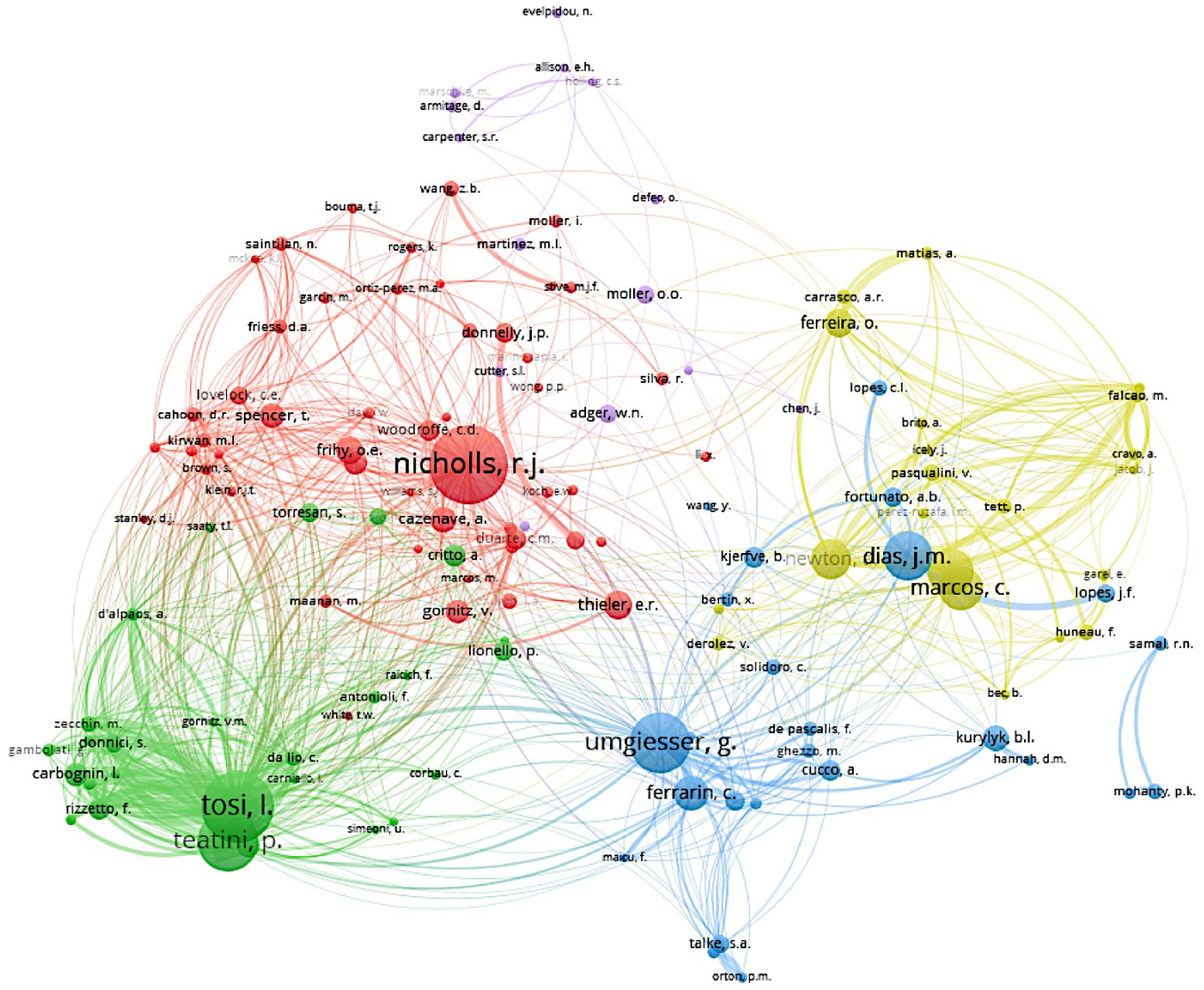


Figura 7 - Rede de cocitação das referências dos trabalhos selecionados. O tamanho do círculo indica a quantidade de citações e as linhas representam as ligações entre os autores citados.

Das publicações de O.E. Frihy, do Egito, "*The Nile Delta-Alexandria coast: vulnerability to sea-level rise, consequences and adaptation*", de 2003, é a terceira publicação mais citada dentre os trabalhos encontrados. Neste artigo, o autor analisou o grau de vulnerabilidade ao aumento do nível médio do mar da região do Delta do Nilo, com a presença de algumas lagoas costeiras na retaguarda da linha de costa. Das variáveis empregadas na análise da vulnerabilidade à erosão e inundação, utilizou-se as taxas de subsidência da costa.

Apesar do Brasil não estar na lista dos 10 documentos mais citados, destaca-se que há dois artigos que são subsequentes a esta lista: "*Integrated coastal vulnerability assessment: A methodology for coastal cities management integrating socioeconomic, physical and environmental dimensions - Case study of Região dos Lagos, Rio de Janeiro, Brazil*", de

LINS-DE-BARROS (2017) e "*Building adaptive capacity to climate variability: The case of artisanal fisheries in the estuary of the Patos Lagoon, Brazil*", de KALIKOSKI *et al*. (2010). O primeiro artigo apresenta uma metodologia para integrar as dimensões física, socioeconômica e ecossistêmica da vulnerabilidade costeira com fins para a gestão da zona costeira. Já o segundo artigo analisa os fatores sociais e ambientais que influenciam a vulnerabilidade às mudanças climáticas de comunidades pesqueiras.

A partir da análise do conteúdo dos documentos apresentados na Figura 6, também sistematizados no Anexo 1, constatou-se que metade das publicações mais citadas possuem a inundação como impacto de interesse em suas investigações (FRIHY, 2003; TORRESAN *et al*., 2012; FRIHY & EL-SAYED, 2013; LE COZANNET *et al*., 2013; HOOVER *et al*., 2017; MAANAN *et al*., 2018). Além disso, o Mediterrâneo é a área geográfica de estudo dos principais trabalhos citados (FRIHY, 2003; DE PASCALIS *et al*., 2012; TORRESAN *et al*., 2012; FRIHY & EL-SAYED, 2013; LE COZANNET *et al*., 2013; BELLAFIORE *et al*., 2021). Os autores referenciados nos 114 artigos também foram avaliados nesta pesquisa. Verificou-se que os trabalhos selecionados possuem em suas referências 12.647 autores citados. A Figura 7 ilustra a rede de cocitação associada às referências bibliográficas dos trabalhos selecionados.

A distância entre os itens indica o nível de relação entre os autores (por exemplo, se são citados concomitantemente em diferentes trabalhos). Para esta análise, considerou-se que um autor deveria ser citado ao menos 10 vezes, resultando na seleção de 137 autores.

Os resultados encontrados apontam que os autores Robert J. Nicholls, Luigi Tosi e Pietro Teatini são os três mais citados (em ordem decrescente) entre as pesquisas selecionadas, o que indica que são as principais bases teórico-metodológicas utilizadas nos estudos sobre vulnerabilidade lagunar. Verifica-se também que estes autores possuem maior número de ligações com outros, mostrando a existência de uma efetiva relação entre as referências empregadas nas investigações selecionadas. Além disso, L. Tosi e P. Teatini são os que possuem maior relação entre si, ou seja, possuem maior afinidade bibliométrica.

As investigações de R.J. Nicholls estão associadas aos impactos potenciais e à resposta de adaptação às mudanças climáticas em áreas costeiras. No que se refere a L. Tosi, as suas pesquisas abarcam alterações do nível médio do mar conjuntamente com questões de subsidência, e investiga também o processo de intrusão salina. Quanto a P. Teatini, alguns dos seus trabalhos tratam de modelagem de fluxo em sistemas aquíferos, subsidência e evolução a longo prazo de ambientes de transição, como áreas úmidas. Quanto aos países a que estão vinculados, o primeiro autor pertence ao Reino Unido e os últimos são da Itália.

Termos mais utilizados

A fim de averiguar quais são os termos mais recorrentes e as conexões entre eles nos trabalhos sobre vulnerabilidade de ambientais lagunares, contabilizaram-se as palavras mais utilizadas encontradas no título, resumo e palavras-chave dos autores. Além disso, buscou-se identificar quais são os temas geralmente abordados pelos artigos selecionados. A Tabela IV lista as palavras mais utilizadas pelos autores nos artigos aqui avaliados. Verifica-se que "*vulnerability*", "*climate change*" e "*lagoon*" são os três termos mais recorrentes, visto que foram utilizados para realizar o levantamento na base de dados *Scopus*, conforme apresentado no item de metodologia deste artigo.

Tabela IV - Número de ocorrências das palavras mais utilizadas.

Termo	Ocorrência
climate change	50
lagoon	50
vulnerability	49
sea level rise	42
coastal zone	23
flood	22
erosion	19
lakes	18
risk assessment	16
coastal zone management	15

Para gerar a rede de coocorrência entre os termos, entre os 1.272 termos utilizados pelos autores, selecionaram-se 47 deles por terem sido mencionados ao menos cinco vezes nos artigos. Na sua geração, cujo resultado pode ser observado na Figura 8, foram excluídas a palavra "*article*" e os nomes de países da análise. Quanto maior o círculo/fonte do item, maior é a sua recorrência. A força de ligação entre os termos (número de publicações em que os termos ocorrem juntos) é dada pela espessura das linhas que conectam os itens.

Os termos encontrados formam quatro *clusters* (agrupamentos estatisticamente formados por afinidade/proximidade). "*Vulnerability*" e "*sea level rise*" são os pontos focais do agrupamento vermelho, no qual o aumento do nível médio do mar é a principal repercussão sobre a zona costeira. Impactos associados à erosão, mudança da linha de costa, subsidência e efeitos antropogênicos também são apresentados, bem como algumas ferramentas (GIS, CVI) para fins de gestão e proteção da zona costeira.

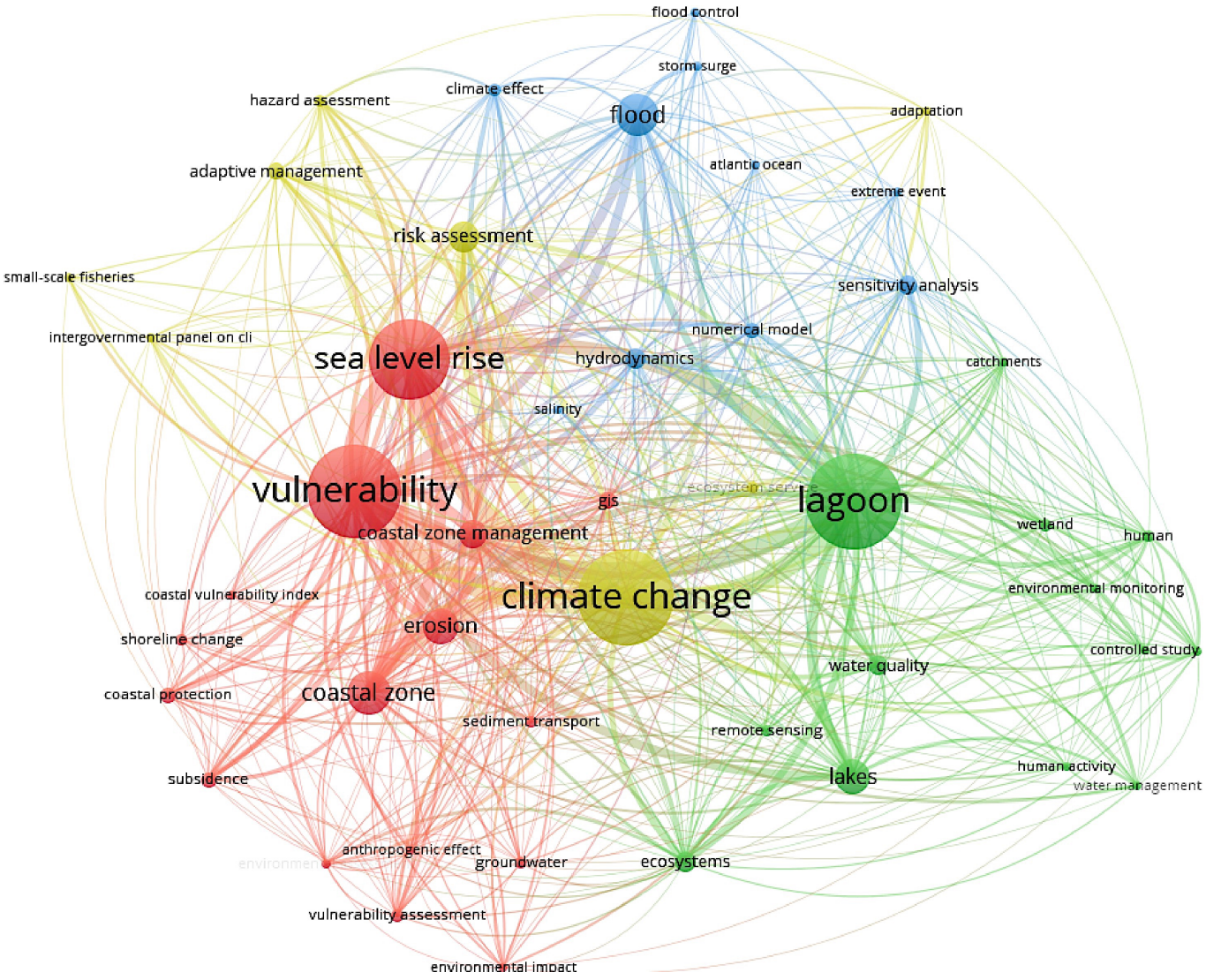


Figura 8 - Rede de coocorrência de termos.

Em amarelo, com o termo "*climate change*" em destaque, formou-se um grupo mais voltado à adaptação aos perigos e efeitos das mudanças climáticas (*adaptative management*). O grupo verde destaca o termo "*lagoon*", formando um agrupamento mais voltado à hidrologia (*lake, water management, water quality, wetlands, catchments*) e ações antrópicas (*human activity, human*). Este grupo também inclui os principais termos de caráter ambiental (*ecosystems, environmental assessment*). O ponto focal do grupo azul é o termo "*flood*", grupo voltado à inundação (*storm surge, control flood*). O foco é avaliar os riscos utilizando metodologias que

envolvem modelagem numérica e hidrodinâmica (*numerical model, hydrodynamic*).

Percebe-se que termos associados à vulnerabilidade social ("*resilience*", "*adaptive capacity*", "*coping capacity*", por exemplo) são pouco utilizados nas pesquisas, sugerindo que este campo de investigação ainda possui espaço para desenvolvimento. Esse aspecto identificado também pode revelar a negligência quanto aos aspectos sociais nas investigações, pois a magnitude real dos impactos costeiros depende intrinsecamente do desenvolvimento socioeconômico e da capacidade de adaptação local da população afetada (COOLEY *et al*., 2022).

Ao focar nos descritores físicos, identifica-se na literatura uma carência em responder como as comunidades tradicionais ou populações de alta densidade situadas no entorno das lagunas irão suportar ou se recuperar dos impactos das inundações. A construção de índices integrados permanece como a principal lacuna metodológica a ser superada, pois este tipo de aplicação é importante para subsidiar o gerenciamento costeiro e políticas de adaptação (NGUYEN *et al*., 2016).

Vulnerabilidade das lagunas à inundação

As lagunas estão sujeitas a diversos impactos oriundos de variadas fontes. Em geral, verificou-se nos 114 artigos aqui selecionados que esses impactos podem ocorrer isolados ou combinados. A partir do levantamento bibliográfico realizado, identificou-se que a vulnerabilidade dos ambientes lagunares no geral está associada aos impactos de inundação. Os eventos de inundação fazem parte de considerável parcela das investigações resgatadas, cerca de 40% dos trabalhos encontrados (45 de um total de 114 artigos). Tendo isso em vista, a partir deste ponto o foco do presente artigo recairá somente sobre as inundações provenientes do aumento do nível do mar. O propósito desta etapa é verificar quais são os descritores utilizados para avaliar a vulnerabilidade das lagunas à inundação e quais as principais áreas geográficas das lagunas avaliadas nas análises.

A revisão da literatura permitiu constatar que as áreas analisadas nas 45 investigações selecionadas, e que têm como impacto inundação, levaram em consideração: zona costeira indiscriminada; linha de costa (incluindo a barreira lagunar); laguna (corpo d'água) e desembocadura; e área emersa do entorno do corpo lagunar (porcentagem de cada área apontada na Figura 9). As pesquisas selecionadas majoritariamente consideraram a zona costeira de forma geral ou focaram na linha de costa nas análises, incluindo a barreira lagunar, representando quase 60% dos trabalhos (26 de um total de 45). Apesar dos corpos d'água lagunares não serem o principal elemento investigado nestes casos, estavam integradas nas análises, geralmente associadas à avaliação em escala regional. Na parcela restante, um somatório de 35% (16 trabalhos) teve como foco o entorno lagunar (ou parte do entorno), ou o corpo d'água, com dois artigos focando também na desembocadura da laguna. Apenas três artigos utilizaram outros recortes, como a delimitação de bacia hidrográfica, um país e uma comunidade.

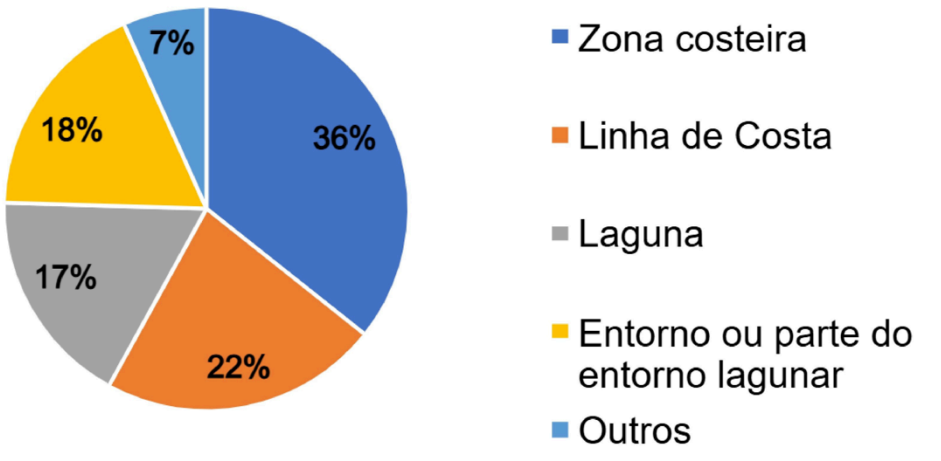


Figura 9 - Setores do sistema lagunar investigados nos 45 artigos selecionados.

A Tabela V apresenta os dez descritores mais utilizados na avaliação da vulnerabilidade à inundação nos 45 artigos selecionados, bem como o número de trabalhos em que são aplicados. Nota-se que descritores como elevação do terreno e nível do mar (seja ele medido ou projetado) são recorrentes nas investigações e estão presentes em 64% e 56% dos artigos, respectivamente.

Tabela V - Dez descritores mais frequentes adotados nos 45 artigos selecionado.

Descritor	Número de trabalhos
Elevação do terreno	29
Nível do mar	25
Uso do solo	19
Marés	13
Ondas	11
Variação da linha de costa	10
Inclinação da costa	7
Proximidade da costa/fonte de inundação	6
Batimetria	6
Subsidência	6

Os descritores associados a dados de maré (previstas ou observadas) e ondas (altura de onda ou se a área de interesse estava exposta à incidência de ondulações) estão presentes em 29% e 26% das investigações, respectivamente. Menos de 24% das investigações utilizaram o descritor variação da linha de costa. A zona costeira está fortemente sujeita aos impactos provenientes das oscilações do nível do mar por apresentar extensas áreas de baixa altitude junto ao oceano, o que explica, em parte, a escolha da elevação do terreno e do nível do mar como descritores mais frequentemente utilizados. Especificamente em relação às lagunas, bem como às áreas adjacentes a estes corpos hídricos, a tendência com a elevação do nível marinho é que sua superfície seja ampliada e que a água recubra espaços que já ocupou no passado, como as áreas baixas circundantes (MUEHE, 2010). Exemplos da aplicação destes descritores podem ser encontrados em GAMBOLATI *et al.* (2002) e SIMAV *et al.* (2013).

No que se refere a utilização de dados de marés, ondas e variação da linha de costa, tais descritores estão associados especialmente às investigações de costas abertas, porém abarcam a barreira que separa o corpo lagunar do oceano adjacente, como em LINS-DE-BARROS (2017) e GHANAVATI *et al.* (2021). Quanto às lagunas, esses descritores permitem avaliar a transposição marinha e retração da linha de costa, inclusive a diminuição da largura da barreira lagunar ou sua ruptura, como por exemplo MAANAN *et al.* (2018) e DELLE ROSE & MARTANO (2023). Dados de marés também são muito utilizados nos trabalhos que têm como foco o corpo d'água lagunar em si e utilizam modelos hidrodinâmicos nas investigações, conforme demonstrado em PINHEIRO *et al.* (2020) e OLIVEIRA & BONETTI (2021).

De modo geral, o uso do solo é utilizado para verificar quais elementos serão afetados com as inundações, como por exemplo MAROCCO & PESSINA (1995), SIMAV *et al.* (2013), DALMAS *et al.* (2020), SÁNCHEZ-GARCÍA *et al.* (2023) e PRAVEEN & KUNNAMPALLI (2024). Especificamente, MAANAN *et al.* (2018) utilizam o descritor uso do solo como variável socioeconômica para compor o cálculo do índice de vulnerabilidade. Já CENTIS *et al.*, (2025) utilizam o valor dos imóveis como descritor econômico da ocupação urbana.

Assim como na análise dos termos mais utilizados, os descritores relacionados à vulnerabilidade social foram pouco utilizados nas pesquisas que avaliaram os impactos associados à inundação envolvendo ambientes lagunares. Das 45 investigações selecionadas, tem-se apenas as de TORRESAN *et al.* (2012); FRIHY & EL-SAYED (2013); CODJOE & AFUDUO (2015); LINS-DE-BARROS (2017); MAANAN *et al.* (2018); REY *et al.* (2019); BABANAWO *et al.* (2023);

SANCHEZ-GARCIA *et al*. (2023); CANUL TURRIZA *et al*. (2024). Como mencionado anteriormente, ainda são poucas as investigações que aplicam uma avaliação integrada da vulnerabilidade costeira, pois geralmente os aspectos físicos sobressaem em relação aos sociais nas análises.

As escalas de análise também foram avaliadas nesta investigação. Os artigos selecionados, no geral, concentram-se na escala espacial local ou regional. Dos 45 artigos, 24 possuem escala de análise local, 20 escala regional e 1 nacional. Estudos mais detalhados em escala local possibilitam a geração de subsídios importantes para a gestão costeira e a adaptação às mudanças climáticas (CARRASCO *et al*., 2016), o que pode explicar em parte o elevado número de trabalhos desenvolvidos nesta escala. Além disso, a literatura indica que a escala de análise é crucial para avaliar a vulnerabilidade, pois especificidades locais correm o risco de serem ocultadas se utilizadas simplificações em escalas mais genéricas (BONETTI & WOODROFFE, 2017).

Alguns exemplos de artigos com escala local ou regional mais especificamente focados no emprego de seus resultados em ações de gestão e planejamento costeiro podem ser encontrados em: MAANAN *et al*. (2018); OLIVEIRA & BONETTI (2021); BABANAWO *et al*. (2023); QUAGLIOLO *et al*. (2023); CANUL TURRIZA *et al*. (2024). Um único artigo em escala nacional (Nigéria) utiliza análise espacial para avaliar a vulnerabilidade à inundação (NJOKU *et al.*, 2020). O supracitado artigo aponta que as áreas de considerável densidade populacional situadas ao redor das lagunas de Lagos são altamente vulneráveis à inundação. Entretanto, a visualização destas áreas torna-se afetada pela escala utilizada.

CONCLUSÕES

Este artigo realizou um levantamento do estado da arte sobre a vulnerabilidade em ambientes lagunares a partir da base de dados bibliográficos *Scopus*. Utilizou-se análise de citações, cocitações, coautorias e temas recorrentes para o desenvolvimento da investigação, além da avaliação qualitativa dos trabalhos encontrados.

Em resposta aos objetivos propostos para esta investigação, quanto à evolução temporal e o perfil de produção, identificou-se a existência de poucos pesquisadores com publicações regulares sobre a temática abordada. Os 114 artigos selecionados entre os anos de 1992 e 2025 não são distribuídos uniformemente ao longo do tempo. Apesar do primeiro trabalho encontrado ter mais de 30 anos, apenas nos últimos cinco anos foram publicados mais da metade dos artigos selecionados. Isso releva que a análise da vulnerabilidade em ambientes abrigados é um tópico de estudo ainda recente e com potencial de desenvolvimento.

Quanto aos sítios de investigação e distribuição geográfica, os pesquisadores vinculados às instituições italianas são destaque no impacto científico sobre o tema aqui investigado, bem como a Itália como área de estudo. Os efeitos de subsidência e de constantes eventos de inundação nos últimos anos possivelmente impulsionaram os estudos no país mais recentemente, especialmente na região da Laguna de Veneza. Países como México e Brasil destacam-se também como áreas de estudo.

Apesar do elevado número de lagoas costeiras sobre o território brasileiro, as investigações encontradas estão concentradas na Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, maior sistema lagunar do país e importante fonte de serviços ecossistêmicos. Tendo isso em vista, é necessário o resgate de trabalhos nacionais que não estão indexados na *Scopus*, a fim de se identificar as lacunas de conhecimento existentes e fomentar a investigação das lagunas sobre as quais ainda se desconhece a vulnerabilidade aos impactos dos perigos costeiros.

A avaliação qualitativa dos trabalhos encontrados confirma que as inundações geradas pelo aumento do nível do mar possivelmente serão o maior impacto sobre os ambientes abrigados. Isso se deve à preocupação gerada pelo fato de que o aumento do nível médio do mar, resultante das mudanças climáticas, afetará principalmente as áreas de baixa altitude situadas próximas aos oceanos, amplificando os processos de inundação.

Os descritores e abordagens predominantes revelam que as pesquisas encontradas tratam principalmente de aspectos biofísicos da vulnerabilidade, sendo os tópicos voltados a sua dimensão social ainda pouco abordados nas investigações. Tal fato também pode ser observado

nos descritores utilizados para as análises de vulnerabilidade à inundação em sistemas lagunares, com a presença de poucos artigos utilizando dados de uso do solo ou características sociodemográficas da população da área investigada. Percebe-se, a partir do levantamento bibliográfico realizado, a escassez de esforços de integração entre descritores físicos e sociais na avaliação da vulnerabilidade dos sistemas lagunares à inundação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES, Código de Financiamento 001) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Processo 307655/2022-9) pelo suporte financeiro concedido para o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIA, M.; & CUCCURULLO, C. 2017. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4):959-975. (DOI:10.1016/j.joi.2017.08.007).

ASMUS, M.; NICOLODI, J.; ANELLO, L. S. & GIANUCA, K. 2019. The risk to lose ecosystem services due to climate change: A South American case. *Ecological Engineering*, 130:233-241. (DOI:10.1016/j.ecoleng.2017.12.030)

BABANAWO, D.; MATTAH, P. A. D.; AGBLORTI, S. K. M. & AHETO, D. W. 2023. Perspectives on factors that influence local communities' vulnerability to coastal floods in Ketu South Municipality of Ghana. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 90:103646. (DOI:10.1016/j.ijdrr.2023.103646)

BELLAFIORE, D.; FERRARIN, C.; MAICU, F.; MANFÈ, G.; LORENZETTI, G.; UMGIESSER, G.; ZAGGIA, L. & LEVINSON, A.V. 2021. Saltwater Intrusion in a Mediterranean Delta Under a Changing Climate. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 126:e2020JC016437. (DOI:10.1029/2020JC016437)

BONETTI, J.; DEL BIANCO, F.; SCHIPPA, L.; POLONIA, A.; STANGHELLINI, G.; CENNI, N.; DRAGHETTI, S.; MARABINI, F. & GASPERINI, L. 2022. Anatomy of Anthropically Controlled Natural Lagoons through Geophysical, Geological, and Remote Sensing Observations: The Valli Di Comacchio (NE Italy) Case Study. *Remote Sensing*, 14(4):987. (DOI:10.3390/rs14040987)

BONETTI, J. & WOODROFFE, C.D. 2017. Spatial Analysis on GIS for Coastal Vulnerability. In: BARTLETT, D. & CELLIERS, L. (Eds.). *Geoinformatics for Marine and Coastal Management*, pp.367-396, CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

BRITO, A. C.; NEWTON, A.; TETT, P. & FERNANDES, T. F. 2012. How will shallow coastal lagoons respond to climate change? A modelling investigation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 112:98-104. (DOI:10.1016/j.ecss.2011.09.002)

CAMPOS, A. V. & BONETTI, J. 2023. Vulnerabilidade de sistemas estuarinos aos efeitos das mudanças climáticas - uma análise bibliométrica. *Quaternary and Environmental Geosciences*, 14(2):46-59. (DOI:10.5380/abequa.v14i2.89558)

CANUL TURRIZA, R. A.; FERNÁNDEZ-DÍAS, V. Z.; ROJAS, D. M. C. & TZUC, Ó. M. 2024. Coastal vulnerability assessment with a hierarchical coastal segments approach. *Ocean and Coastal Management*, 249:106989. (DOI:10.1016/j.ocecoaman.2023.106989)

CARRASCO, A. R.; FERREIRA, Ó. & ROELVINK, D. 2016. Coastal lagoons and rising sea level: A review. *Earth-Science Reviews*, 154:356-368. (DOI:10.1016/j.earscirev.2015.11.007)

CASTELLANOS, E.; LEMOS, M.F.; ASTIGARRAGA, L.; CHACÓN, N.; CUVI, N.; HUGGEL, C.; MIRANDA, L.; MONCASSIM VALE, M.; OMETTO, J.P.; PERI, P.L.; POSTIGO, J.C.; RAMAJO, L.; ROCO, L. & RUSTICUCCI, M. 2022. Central and South America. In: PÖRTNER, H.O.; ROBERTS, D.C.; TIGNOR, M.; POLOCZANSKA, E.S.; MINTENBECK, K.; ALEGRÍA, A.; CRAIG, M.; LANGSDORF, S.; LÖSCHKE, S.; MÖLLER, V.; OKEM, A. & RAMA, B. (Eds.). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, pp.1689-1816, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. (DOI:10.1017/9781009325844.014)

CENTIS, L.; PAGNACCO, A.; VASCOTTO, F. 2025. Planning and the unthinkable: Inertia, imagination and climate change along the Upper Adriatic coast. *Futures*, 173:103678. (DOI: 10.1016/j.futures.2025.103678)

CHUEKE, G. V. & AMATUCCI, M. 2015. O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. *Internext*, 10(2):1-5. (DOI:10.18568/1980-4865.1021-5)

CODJOE, S.N.A. & AFUDUO, S. 2015. Geophysical, socio-demographic characteristics and perception of flood vulnerability in Accra, Ghana. *Natural Hazards*, 77:787-804. (DOI:10.1007/s11069-015-1624-y)

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. & SKERN-MAURITZEN, M. 2022. Oceans and Coastal Ecosystems And Their Services. In: PÖRTNER, H.O.; ROBERTS, D.C.; TIGNOR, M.; POLOCZANSKA, E.S.; MINTENBECK, K.; ALEGRÍA, A.; CRAIG, M.; LANGSDORF, S.; LÖSCHKE, S.; MÖLLER, V.; OKEM, A. & RAMA, B. (Eds.). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, pp.379-550, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. (DOI:10.1017/9781009325844.005)

COSTA, M.T.; LOPES, S.; FERNÁNDEZ-LLIMÓS, F.; AMANTE, M.J. & LOPES, P.F. 2012. A Bibliometria e a Avaliação da Produção Científica: indicadores e

ferramentas. *In*: XI Congresso Nacional de Bibliotecários, Arquivistas e Documentalistas. Anais do XI Congresso Nacional de Bibliotecários, Arquivistas e Documentalistas, Lisboa, Portugal.

DALMAS, F. B.; OJEDA ZÚJAR, J.; FRAILE-JURADO, P.; PARANHOS FILHO, A. C.; OLIVEIRA, A. P. G.; SAAD, A. R. & MACEDO, A. B. 2020. Modeling of a future scenario of potential sea level rise and consequences to land use in the Cananéia-Iguape Estuarine-Lagoonal Complex (Brazil). *Pesquisas em Geociências*, 47(1). (DOI:10.22456/1807-9806.101332)

DE PASCALIS, F.; PÉREZ-RUZAFA, A.; GILABERT, J.; MARCOS, C. & UMGIESSER, G. 2012. Climate change response of the Mar Menor coastal lagoon (Spain) using a hydrodynamic finite element model. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 114:118-129. (DOI:10.1016/j.ecss.2011.12.002)

DE WIT, R. 2011. Biodiversity of coastal lagoon ecosystems and their vulnerability to global change. In: GRILLO, O. & VERONA, G. (Eds.). *Ecosystems Biodiversity*, pp.29-40, IntechOpen, London, United Kingdom. (DOI:10.5772/24995)

DELLE ROSE, M. & MARTANO, P. 2023. Wind–Wave Conditions and Change in Coastal Landforms at the Beach–Dune Barrier of Cesine Lagoon (South Italy). *Climate*, 11(6):128. (DOI:10.3390/cli11060128)

DONTHU, N.; KUMAR, S.; MUKHERJEE, D.; PANDEY, N. & LIM, W. M. 2021. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133:285-296. (DOI:10.1016/j.jbusres.2021.04.070)

FARANDA, D.; GINESTA, M.; ALBERTI, T.; COPPOLA, E. & ANZIDEI, M. 2023. Attributing Venice Acqua Alta events to a changing climate and evaluating the efficacy of MoSE adaptation strategy. *npj Climate and Atmospheric Science*, 6:181. (DOI:10.1038/s41612-023-00513-0)

FONSECA, A.L. 2014. As lagunas e lagoas costeiras de Santa Catarina. In: SORIANO-SIERRA, E.J.; RIBEIRO, G.C. & FONSECA, A.L. (Eds.). *Guia de campo vegetação e peixes das lagoas costeiras de Santa Catarina*, pp.11-30, Editora Insular, Florianópolis, SC, Brasil.

FRIHY, O. E. 2003. The Nile Delta-Alexandria coast: vulnerability to sea-leval rise, consequences and adaptation. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 8:115-138. (DOI:10.1023/A:1026015824714)

FRIHY, O. E. & EL-SAYED, M. K. 2013. Vulnerability risk assessment and adaptation to climate change induced sea level rise along the Mediterranean coast of Egypt. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 18:1215-1237. (DOI:10.1007/s11027-012-9418-y)

GAMBOLATI, G.; TEATINI, P. & GONELLA, M. 2002. GIS simulations of the inundation risk in the coastal lowlands of the Northern Adriatic Sea. *Mathematical and Computer Modelling*, 35(9-10):963-972. (DOI:10.1016/S0895-7177(02)00063-8)

GHANAVATI, E.; SHAH-HOSSEINI, M. & MARRINER, N. 2021. Analysis of the Makran coastline of Iran's vulnerability to global sea-level rise. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(8):891. (DOI:10.3390/jmse9080891)

GONZÁLEZ-PEREIRA, B.; GUERRERO-BOTE, V. P. & MOYA-ANEGÓN, F. 2010. A new approach to the metric of journals' scientific prestige: The SJR indicator. *Journal of Informetrics*, 4:379-391. (DOI:10.1016/j.joi.2010.03.002)

HOOVER, D. J.; ODIGIE, K. O.; SWARZENSKI, P. W. & BARNARD, P. 2017. Sea-level rise and coastal groundwater inundation and shoaling at select sites in California, USA. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 11:234-249. (DOI:10.1016/j.ejrh.2015.12.055)

KALIKOSKI, D. C.; QUEVEDO NETO, P. & ALMUDI, T. 2010. Building adaptive capacity to climate variability: The case of artisanal fisheries in the estuary of the Patos Lagoon, Brazil. *Marine Policy*, 34(4):742-751. (DOI:10.1016/j.marpol.2010.02.003)

KNOPPERS, B. & KJERFVE, B. 1999. Coastal Lagoons of Southeastern Brazil: Physical and Biogeochemical Characteristics. *In*: PERILLO, G.M.E.; PICCOLO, M.C. & PINO-QUIVIRA, M. (eds.). *Estuaries of South America: their geomorphology and dynamics*, 1999, pp.35-66, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. (DOI.org/10.1007/978-3-642-60131-6_3)

LARA, R.J. 2006. Climate change, sea-level rise and the dynamics of South American coastal wetlands: case studies and the global frame. *In*: Wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Argentinien: Begrenzung und Zuversicht. Arbeits- und Diskussionspapier, 5. Alexander von Humboldt Stiftung, Bonn, p. 40-49.

LE COZANNET, G.; GARCIN, M.; BULTEAU, T.; MIRGON, C.; YATES, M. L.; MÉNDEZ, M.; BAILLS, A.; IDIER, D. & OLIVEROS, C. 2013. An AHP-derived method for mapping the physical vulnerability of coastal areas at regional scales. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13(5):1209-1227. (DOI:10.5194/nhess-13-1209-2013)

LIMA, C.O. & BONETTI, J. 2020. Bibliometric analysis of the scientific production on coastal communities' social vulnerability to climate change and to the impact of extreme events. *Natural Hazards*, 102(3):1589-1610. (DOI:10.1007/s11069-020-03974-1)

LINS-DE-BARROS, F.M. 2017. Integrated coastal vulnerability assessment: A methodology for coastal cities management integrating socioeconomic, physical and environmental dimensions - Case study of Região dos Lagos, Rio de Janeiro, Brazil. *Ocean and Coastal Managemen*t, 149:1-11. (DOI:10.1016/j.ocecoaman.2017.09.007)

MAANAN, M.; MAANAN, M.; RUEFF, H.; ADOUK, N.; ZOURARAH, B. & RHINANE, H. 2018. Assess the human and environmental vulnerability for coastal hazard by using a multi-criteria decision analysis. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 24(6):1642-1658. (DOI:10.1080/10807039.2017.1421452)

MAROCCO, R. & PESSINA, M. 1995. Il rischio litorale nell'area circumlagunare del Friuli-Venezia Giulia. *Gortania - Atti del Museo Friulano di Storia Naturale*, 17:5-35. (disponível em http://www.civicimuseiudine.it/images/MFSN/Gortania/Gortania%2017/Marocco,%20Pe

ssina%201996.%20Il%20rischio%20litorale%20nell%E2%80%99area%20circumlagunare%20del%20Friuli%20%E2%80%93%20Venezia%20Giulia.pdf)

MONGEON, P. & PAUL-HUS, A. 2016. The Journal Coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. *Scientometrics*, 106:213-228. (DOI:10.1007/s11192-015-1765-5)

MUEHE, D. 2009. A zona costeira do Brasil e sua vulnerabilidade face à ocupação e às mudanças climáticas. In: MENDONÇA, F.; LOWEN-SAHR, C.L. & SILVA, M. (Eds.). *Espaço e Tempo: Complexidade e desafios do pensar e do fazer geográfico*, pp.425-439, Editora ADEMADAN, Curitiba, PR, Brasil.

MUEHE, D. 2010. Brazilian coastal vulnerability to climate change. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 5(2):1-11.

NACARATTI, M.A. 2008. Os Cenários de Mudanças Climáticas como Novo Condicionante para a Gestão Urbana: as Perspectivas para a População da Cidade do Rio de Janeiro. *In*: XVI ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS. Anais do XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, Caxambu, Minas Gerais, 1:1-20.

NEWTON, A.; ICELY, J.; CRISTINA, S.; BRITO, A.; CARDOSO, A.C.; COLJN, F.; RIVA, S.D.; GERTZ, F.; HANSEN, J.W.; HOLMER, M.; IVANOVA, K.; LEPPÄKOSKI, E.; CANU, D.M.; MOCENNI, C.; MUDGE, S.; MURRAY, N.; PEJRUP, M.; RAZINKOVAS, A.; REIZOPOULOU, S.; PÉREZ-RUZAFA, A..; SCHERNEWSKI, G.; SCHUBERT, H.; CARR, L.; SOLIDORO, C.; VIAROLI, P. & ZALDIVAR, J.M. 2014. An overview of ecological status, vulnerability and future perspectives of European large shallow, semi-enclosed coastal systems, lagoons and transitional waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 140:95-122. (DOI:10.1016/j.ecss.2013.05.023)

NGUYEN, T. T. X.; BONETTI, J.; ROGERS, K. & WOODROFFE, C. D. 2016. Indicator-based assessment of climate change impacts on coasts: a review of concepts, approaches and vulnerability indices. *Ocean & Coastal Management*, 123:18-43. (DOI.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.11.022)

NJOKU, C.G.; EFIONG, J. & AYARA, N.A.N 2020. A Geospatial Expose of Flood-Risk and Vulnerable Areas in Nigeria. *International Journal of Applied Geospatial Research*, 11(3):87-110. (DOI:10.4018/IJAGR.20200701.oa1)

OLIVEIRA, A.O. & BONETTI, J. 2021. Dynamical descriptors of physical vulnerability to sea-level rise in sheltered coastal systems: a methodological framework. *Estuarine, Coastal & Shelf Science*, 249:107-118. (DOI:10.1016/j.ecss.2020.107118)

PÉREZ-RUZAFA, A.V.; MARCOS, C. & PÉREZ-RUZAFA, I.M. 2011. Mediterranean coastal lagoons in anecosystem and aquatic resources management context. P*hysics and Chemistry of the Earth*, 36:160-166. (DOI:10.1016/j.pce.2010.04.013)

PINHEIRO, J.P.; LOPES, C.L.; RIBEIRO, A.S.; SOUSA, M.C. & DIAS, J.M. 2020. Tide-surge interaction in Ria de Aveiro lagoon and its influence in local inundation patterns. *Continental Shelf Research*, 200:1-12. (DOI:10.1016/j.csr.2020.104132)

PRAVEEN, D. & KUNNAMPALLI, J. 2024. Evaluating the impacts of anticipated sea level rise, climate change and land use land cover scenarios on the rice crop in Alappuzha, Kerala and strategies to build climate responsive agriculture. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 15(4):755-775. (DOI:10.1108/IJDRBE-05-2023-0066)

QUAGLIOLO, C.; ROEBELING, P.; MATOS, F.; PEZZOLI, A. & COMINO, E. 2023. Pluvial flood adaptation using nature-based solutions: An integrated biophysical-economic assessment. *Science of the Total Environment*, 902:166202. (DOI:10.1016/j.scitotenv.2023.166202)

REY, W.; MENDOZA, E.T.; SALLES, P.; ZHANG, K.; TENG, Y.C.; TREJO-RANGEL, M.A. & FRANKLIN, G.L. 2019. Hurricane flooding risk assessment for the Yucatan and Campeche State coastal area. *Natural Hazards*, 96(3):1041-1065. (DOI:10.1007/s11069-019-03587-3)

SANCHEZ-GARCIA, E.A.; YANEZ-ARENAS, C.; LINDIG-CISNEROS, R.; LIRA-NORIEGA, A.; MONROY IBARRA, R. & MORENO-CASASOLA, P. 2023. The expected impacts of sea level on the Mexican Atlantic coast. *Science of the Total Environment*, 903:166317. (DOI:10.1016/j.scitotenv.2023.166317)

SCImago Journal & Country Rank (s/d) – SJR. *SCImago Research Group*. In: http://www.scimagojr.com (acesso: Fevereiro 2026)

SİMAV, Ö.; SEKER, D.Z. & GAZİOĞLU, C. 2013. Coastal inundation due to sea level rise and extreme sea state and its potential impacts: Çukurova Delta case. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 22(4):671-680. (disponível em https://journals.tubitak.gov.tr/earth/vol22/iss4/11/)

TORRESAN, S.; CRITTO, A.; RIZZI, J. & MARCOMINI, A. 2012. Assessment of coastal vulnerability to climate change hazards at the regional scale: the case study of the North Adriatic Sea. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12:2347-2368. (DOI:10.5194/nhess-12-2347-2012)

VAN ECK, N. & WALTMAN, L. 2009. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2):523-538. (DOI:10.1007/s11192-009-0146-3)

VAN ECK, N. & WALTMAN, L. 2023. *VOSviewer Manual: Manual for VOSviewer version 1.6.19*. 54p., Universiteit Leiden, Leiden, Holanda. http://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.19.pdf

ZUPIC, I. & ČATER, T. 2015. Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3):429-472. (DOI:10.1177/1094428114562629).

ANEXOS

ANEXO 1 – Artigos selecionados para análise sistemática.

Título da publicação	Ano	Autores	Fonte	Impacto	Área analisada	País investigado
Morphosedimentary dynamics of the Moulay Bousselham coast in responses to seasonal and extreme hydrodynamic forces	2025	Belrhaba, T.; Aangri, A.; Hakkou, M.; Benmohammadi, A.	Ecological Engineering and Environmental Technology	Erosão	Desembocadura e linha de costa	Marrocos
Analyzing and Modeling Shoreline Variability at the Barrier Spit of Chilika Lagoon	2025	Pradhan,S.; Mohanty, P.K.; Samal, R.N.; Pradhan, U.; Kar,P.K.; Mohanty, M.M.; Sahoo, R.K.; Dalai, R.K.	Marine Geodesy	Erosão	Linha de costa	Índia
Impact of climate change on the coastal water temperature of lagoons in the southern Baltic Sea in the period 1951–2020	2025	Pius, B.	Oceanologia	Temperatura da água	Laguna	Polônia
Modelled Water Temperature Patterns and Energy Balance of a Threatened Coastal Lagoon Ecosystem	2025	Zeighami, A.; Kurylyk, B.L.	Hydrological Processes	Temperatura da água	Laguna	Canadá
Analysis of the vulnerability of the lagoon levees of the Po Delta to coastal flooding in a changing climate	2025	Favaretto, C.; Ruol, P.; Martinelli, L.	Estuarine Coastal and Shelf Science	Inundação	Laguna	Itália
The impacts of land use/land cover changes on ecosystem service values in coastal lagoon landscapes of the 1017 Ramsar site, Benin	2025	Yetein, M.H.; Houessou, L.G.; Amadou Siako, A.S.; Gbodja, G.T.; Oumorou, M.	Scientific African	Perda dos serviços ecossistêmicos	Zona costeira	Benin
Monitoring of Water Pollution Parameters in Wetlands Under the Influence of Intensively Cultivated Areas Using Remote Sensing: A Case Study of Akyatan Lagoon, Türkiye	2025	Akgül, M.A.; Şahingöz, M.; Külahlıoğlu, M.; Berberoğlu, S.	Wetlands	Poluição	Laguna	Turquia
Ordered mortality of mangroves under extreme flooding in a tropical microtidal estuarine lagoon in China	2025	Zhang, L.; Fu, H.; Wang, M.; Wang, W.	Estuarine Coastal and Shelf Science	Inundação	Entorno lagunar	China
Trait Plasticity and Warming Vulnerability in a Structurally Diverse Seagrass Ecosystem	2025	Lawrence, C.M.	Ecology and Evolution	Temperatura da água	Laguna	África do Sul
Neural Network Modelling of Temperature and Salinity in the Venice Lagoon	2025	Bozzeda, F.; Sigovini, M.; Lionello, P.	Climate	Temperatura e salinidade	Laguna	Itália
Towards Reliable High-Resolution Satellite Products for the Monitoring of Chlorophyll-a and Suspended Particulate Matter in Optically Shallow Coastal Lagoons	2025	Martin, S.; Bryère, P.; Gernez, P.; Renosh, P.R.; Doxaran, D.	Remote Sensing	Qualidade da água	Laguna	França
Planning and the unthinkable: Inertia, imagination and climate change along the Upper Adriatic coast	2025	Centis, L.; Pagnacco, A.;Vascotto, F.	Futures	Aumento do nível do mar	Linha de costa	Itália
Human and Hurricane Impacts to Mangroves Modulate Overwash Deposition to a Back-Barrier Lagoon	2024	Griswold, F.; Matos-Llavona, P. I.; Woodruff, J.	Estuaries and Coasts	Furacão	Barreira lagunar	Porto Rico

		D.; Yellen, B. C.				
Hypoxia extreme events in a changing climate: Machine learning methods and deterministic simulations for future scenarios development in the Venice Lagoon	2024	Zennaro, F.; Furlan, E.; Canu, D.; Alcazar, L. A.; Rosati, G.; Solidoro, C.; Critto, A.	Marine Pollution Bulletin	Qualidade da água	Laguna	Itália
Evaluating the impacts of anticipated sea level rise, climate change and land use land cover scenarios on the rice crop in Alappuzha, Kerala and strategies to build climate responsive agriculture	2024	Praveen, D.; Kunnampalli, J.	International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment	Aumento do nível do mar	Zona costeira	Índia
Sensitivity analysis for a participatory approach to enhance the climate resilience of Venice, Italy	2024	Sambo, B.; Sano, M.; Sperotto, A.; Zanetti, M.; Torresan, S.; Lambert, J. H.; Linkov, I.; Critto, A.	Risk Analysis	Vários impactos	Município	Itália
Vulnerability of tidal morphologies to relative sea-level rise in the Venice Lagoon	2024	Tosi, L.; Da Lio, C.; Cosma, M.; Donnici, S.	Science of the Total Environment	Aumento do nível do mar	Laguna	Itália
Impacts of Sea Level Rise on the Marchica Lagoon in the North-East of the Moroccan Mediterranean Coast	2024	Boujnan, C.; Hlal, M.; El-Moumni, B.; Arrim, A. E. L.; Sbai, A.; Jouamaa, A.; Bahkan, M.; Haroufi, O.	Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries	Aumento do nível do mar	Linha de costa e entorno lagunar	Marrocos
Coastal vulnerability assessment with a hierarchical coastal segments approach	2024	Canul Turriza, R. A.; Fernández-Díaz, V. Z.; Cárdenas Rojas, D. M.; Tzuc, Ó. M.	Ocean and Coastal Management	Inundação e erosão	Linha de costa e entorno lagunar	México
The expected impacts of sea level on the Mexican Atlantic coast	2023	Sanchez-Garcia E.A., Yanez-Arenas C., Lindig-Cisneros R., Lira-Noriega A., Monroy Ibarra R., Moreno-Casasola P.	Science of the Total Environment	Inundação	Zona costeira	México
Small Mediterranean coastal Lagoons Under Threat: Hydro-ecological Disturbances and Local Anthropogenic Pressures (Size Matters)	2023	Ligorini, V., Crayol, E., Huneau, F., Garel, E., Malet, N., Garrido, M., Simon, L., Cecchi, P., Pasqualini, V.	Estuaries and Coasts	Vários impactos	Laguna	França
Pluvial flood adaptation using nature-based solutions: An integrated biophysical-economic assessment	2023	Quagliolo, C., Roebeling, P., Matos, F., Pezzoli, A., Comino, E.	Science of the Total Environment	Inundação	Parte do entorno lagunar	Portugal
Vulnerability assessment of the pink shrimp small-scale fishery to climate change in southwestern Atlantic brackish	2023	Vögler, R., Soto, D., Quiñones, R.A., Martínez,	Ocean and Coastal Management	Pesca	Comunidade	Uruguai

coastal lagoons (Uruguay)		G., D'Ambrosio, L., Alaggia, S., Surroca, A., Pérez, F.				
Flood vulnerability under sea level rise for a coastal community located in a backbarrier environment, Portugal	2023	Croteau, R., Pacheco, A., Ferreira, Ó.	Journal of Coastal Conservation	Inundação	Parte do entorno lagunar	Portugal
Wind–Wave Conditions and Change in Coastal Landforms at the Beach–Dune Barrier of Cesine Lagoon (South Italy)	2023	Delle Rose, M., Martano, P.	Climate	Inundação e erosão	Barreira lagunar	Itália
Perspectives on factors that influence local communities' vulnerability to coastal floods in Ketu South Municipality of Ghana	2023	Babanawo, D., Mattah, P.A.D., Agblorti, S.K.M., Aheto, D.W.	International Journal of Disaster Risk Reduction	Inundação	Comunidade	Gana
Assessing the effectiveness of potential best management practices for science-informed decision support at the watershed scale: The case of the Mar Menor coastal lagoon, Spain	2023	López-Ballesteros, A., Trolle, D., Srinivasan, R., Senent-Aparicio, J.	Science of the Total Environment	Poluição	Bacia hidrográfica	Espanha
Climate change impact on the freshwater balance of quasi-closed lagoons in the North-Western Black Sea coast	2023	Tuchkovenko, Y., Khokhlov, V., Loboda, N.	Journal of Water and Climate Change	Balanço hídrico	Laguna	Ucrânia
Effect of Estuary Urbanization on Tidal Dynamics and High Tide Flooding in a Coastal Lagoon	2023	Pareja-Roman, L.F., Orton, P.M., Talke, S.A.	Journal of Geophysical Research: Oceans	Inundação	Laguna	EUA
Development of intertidal flats in the Dutch Wadden Sea in response to a rising sea level: Spatial differentiation and sensitivity to the rate of sea level rise	2022	Huismans Y., van der Spek A., Lodder Q., Zijlstra R., Elias E., Wang Z.B.	Ocean and Coastal Management	Inundação e transformação em laguna	Zona costeira	Multinacional
Present and future thermal regimes of intertidal groundwater springs in a threatened coastal ecosystem	2022	Karisallen J.J., Mohammed A.A., Tamborski J.J., Jamieson R.C., Danielescu S., Kurylyk B.L.	Hydrology and Earth System Sciences	Temperatura da água	Laguna	Canadá
Coastal wetland responses to a century of climate change in northern Sahara, Morocco	2022	Nogueira J., Evangelista H., Bouchaou L., Moreira L., Sifeddine A., ElMouden A., Msanda F., Caquineau S., Briceño-Zuluaga F.J., Licínio M.V., Mandeng-Yogo M., Mendez-Millan M., Cordeiro R.C., Knoppers B., Moreira-Ramírez M., Martins R.	Limnology and Oceanography	Mudança na hidrodinâmica e ciclos biogeoquímicos	Desembocadura e entorno lagunar	Marrocos
Spit and inlet dynamics, beach morphology, and sediment	2022	Pradhan S., Mohanty P.K.,	Geo-Marine Letters	Erosão	Barreira lagunar	Índia

characteristics along shore front of Chilika lagoon, East coast of India		Samal R.N., Kar P.K., Sahoo R.K., Pradhan U., Baral R.				
Water quality of a southwest Iberian coastal lagoon: Spatial and temporal variability	2022	Rosa A., Cravo A., Jacob J., Correia C.	Continental Shelf Research	Qualidade da água	Laguna	Portugal
Coastal adaptation to Sea Level Rise: An overview of Egypt's efforts	2022	Sharaan M., Iskander M., Udo K.	Ocean and Coastal Management	Inundação e erosão	Zona costeira	Egito
Sensitivity, Hazard, and Vulnerability of Farmlands to Saltwater Intrusion in Low-Lying Coastal Areas of Venice, Italy	2022	Tosi L., Da Lio C., Bergamasco A., Cosma M., Cavallina C., Fasson A., Viezzoli A., Zaggia L., Donnici S.	Water (Switzerland)	Intrusão salina	Zona costeira	Itália
Saltwater Intrusion in a Mediterranean Delta Under a Changing Climate	2021	Bellafiore D., Ferrarin C., Maicu F., Manfè G., Lorenzetti G., Umgiesser G., Zaggia L., Levinson A.V.	Journal of Geophysical Research: Oceans	Intrusão salina	Laguna	Itália
Actual and forecasted vulnerability assessment to seawater intrusion via galdit-susi in the volturno river mouth (Italy)	2021	Busico G., Buffardi C., Ntona M.M., Vigliotti M., Colombani N., Mastrocicco M., Ruberti D.	Remote Sensing	Intrusão salina	Zona costeira	Itália
Dynamical descriptors of physical vulnerability to sea-level rise in sheltered coastal systems: A methodological framework	2021	de Oliveira A.D.O., Bonetti J.	Estuarine, Coastal and Shelf Science	Inundação	Laguna	Brasil
Forecasting of extreme storm tide events using narx neural network□based models	2021	Di Nunno F., Granata F., Gargano R., de Marinis G.	Atmosphere	Inundação	Laguna	Itália
Evidence of coastal changes in the west coast of naxos island, cyclades, Greece	2021	Evelpidou N., Petropoulos A., Karkani A., Saitis G.	Journal of Marine Science and Engineering	Inundação e degradação	Zona costeira	Grécia
Geostatistical analysis of the spatial correlation between territorial anthropization and flooding vulnerability: Application to the DANA phenomenon in a mediterranean watershed	2021	Garcia-Ayllon S., Radke J.	Applied Sciences (Switzerland)	Inundação	Bacia hidrográfica	Espanha
Analysis of the makran coastline of iran's vulnerability to global sea-level rise	2021	Ghanavati E., Shah-Hosseini M., Marriner N.	Journal of Marine Science and Engineering	Inundação, sedimentação, erosão, aumento salinidade	Linha de costa	Irã
Effects of the caspian sea water level change on boujagh	2021	Khoshravan H.,	Caspian Journal of	Aumento do nível do	Linha de costa	Irã

national park, southwest the caspian sea		Naqinezhad A., Alinejad-Tabrizi T., Yanina T.	Environmental Sciences	mar		
Downscaling With an Unstructured Coastal-Ocean Model to the Goro Lagoon and the Po River Delta Branches	2021	Maicu F., Alessandri J., Pinardi N., Verri G., Umgiesser G., Lovo S., Turolla S., Paccagnella T., Valentini A.	Frontiers in Marine Science	-	Laguna	Itália
Adaptation Actions to Reduce Impairment of Indian River Lagoon Water Quality Caused by Climate Change, Florida, USA	2021	Parkinson R.W., Seidel V., Henderson C., De Freese D.	Coastal Management	Vários impactos	-	EUA
Modeling of climate change impacts on Lake Burullus, coastal lagoon (Egypt)	2021	Shalby A., Elshemy M., Zeidan B.A.	International Journal of Sediment Research	Aumento da temperatura e salinidade; inundação	Laguna	Egito
Coastal protection assessment: a tradeoff between ecological, social, and economic issues	2021	Trégarot E., Catry T., Pottier A., El-Hacen E.-H.M., Sidi Cheikh M.A., Cornet C.C., Maréchal J.-P., Failler P.	Ecosphere	Inundação e erosão	Linha de costa	Mauritânia
Moving up or going under? Differential livelihood trajectories in coastal communities in Vietnam	2021	Trung Thanh H., Tschakert P., Hipsey M.R.	World Development	Vários impactos	Comunidade	Vietnã
Modeling of a future scenario of potential sea level rise and consequences to land use in the Cananéia-iguape estuarine-lagoonal complex (Brazil) [Modelagem de cenário futuro de potencial aumento no nível do mar e suas consequências no uso do solo do complexo estuarino-lagunar de iguape-cananéia (Brasil)]	2020	Dalmas F.B., Ojeda Zújar J., Fraile-Jurado P., Paranhos Filho A.C., Oliveira A.P.G., Saad A.R., Macedo A.B.	Pesquisas em Geociencias	Inundação	Zona costeira	Brasil
Potential Impacts of Sea-Level Rise upon the Jaffna Peninsula, Sri Lanka: How Climate Change Can Adversely Affect the Coastal Zone	2020	Gopalakrishnan T., Kumar L.	Journal of Coastal Research	Inundação	Zona costeira	Sri Lanka
Earthquakes, Coasts... and Climate Change? Multi-hazard Opportunities, Challenges and Approaches for Coastal Cities	2020	Hart D.E., Pitman S.J., Byun D.-S.	Journal of Coastal Research	Inundação	Zona costeira	Nova Zelândia
Assessing the vulnerability of small-scale fishery communities in the estuarine areas of Central Vietnam in the context of increasing climate risks	2020	Hoang H.D., Momtaz S., Schreider M.	Ocean and Coastal Management	Subsistência	Comunidade	Vietnã
The contribution of short-wave breaking to storm surges: The case Klaus in the Southern Bay of Biscay	2020	Lavaud L., Bertin X., Martins K., Arnaud G., Bouin M.-N.	Ocean Modelling	Maré de tempestade	Laguna	França
Anthropic effects on the geomorphology and	2020	López S.C.	Investigaciones	Perda dos	Entorno lagunar	México

morphodynamics of the coastal zone of La Paz lagoon, Baja California Sur, Mexico [Efecto antrópico en la geomorfología y morfodinámica de la franja costera de la Laguna de La Paz, Baja California Sur, México]			Geograficas	ecossistemas costeiros		
Climate-driven vulnerability and risk perception: implications for climate change adaptation in rural Mexico	2020	Michetti M., Ghinoi S.	Journal of Environmental Studies and Sciences	Subsistência	Comunidade	México
A Geospatial Expose of Flood-Risk and Vulnerable Areas in Nigeria	2020	Njoku C.G., Efiong J., Ayara N.-A.N.	International Journal of Applied Geospatial Research	Inundação	País	Nigéria
Risk factors for the conservation of saltmarsh vegetation and blue carbon revealed by earthquake-induced sea-level rise	2020	Orchard S., Hughey K.F.D., Schiel D.R.	Science of the Total Environment	Aumento do nível do mar	Zona costeira	Nova Zelândia
Tide-surge interaction in Ria de Aveiro lagoon and its influence in local inundation patterns	2020	Pinheiro J.P., Lopes C.L., Ribeiro A.S., Sousa M.C., Dias J.M.	Continental Shelf Research	Inundação	Desembocadura e laguna	Portugal
Scenarios of climate change effects in water availability within the patos lagoon's basin [Cenários de mudanças climáticas na disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica transfronteiriça da laguna dos patos]	2020	Schuster R.C., Fan F.M., Collischonn W.	Revista Brasileira de Recursos Hidricos	Disponibilidade hídrica	Bacia hidrográfica	Brasil
Analysis of Different Protocols for the Artificial Opening of the Laguna de Rocha Inlet	2020	Teixeira M., Solari S.	Journal of Coastal Research	-	Laguna	Uruguai
Tracing environmental and livelihood dynamics in a tropical coastal lagoon through the lens of multiple adaptive cycles	2020	Thanh H.T., Tschakert P., Hipsey M.R.	Ecology and Society	Vários impactos	Comunidade	Vietnã
The risk to lose ecosystem services due to climate change: A South American case	2019	Asmus M.L., Nicolodi J., Anello L.S., Gianuca K.	Ecological Engineering	Perda dos serviços ecossistêmicos	Comunidade	Brasil
Vulnerability to relative sea-level rise in the Po river delta (Italy)	2019	Da Lio C., Tosi L.	Estuarine, Coastal and Shelf Science	Inundação	Zona costeira	Itália
Evaluating regional resiliency of coastal wetlands to sea level rise through hypsometry-based modeling	2019	Doughty C.L., Cavanaugh K.C., Ambrose R.F., Stein E.D.	Global Change Biology	Perda de habitat	Áreas úmidas	EUA
Assessment of sedimentation in a coastal lagoon: Chantuto-panzacola, Mexico	2019	Guevara J.S., Silva R., Lithgow D.	Journal of Coastal Research	Sedimentação	Bacia hidrográfica	México
Combinations of geoenvironmental data underline coastal aquifer anthropogenic nitrate legacy through groundwater vulnerability mapping methods	2019	Jaunat J., Garel E., Huneau F., Erostate M., Santoni S., Robert S., Fox D., Pasqualini V.	Science of the Total Environment	Contaminação	Bacia hidrográfica	França
Hurricane flood risk assessment for the Yucatan and Campeche State coastal area	2019	Rey W., Mendoza E.T., Salles P., Zhang K., Teng	Natural Hazards	Inundação	Zona costeira	México

		Y.-C., Trejo-Rangel M.A., Franklin G.L.				
Assess the human and environmental vulnerability for coastal hazard by using a multi-criteria decision analysis	2018	Maanan M., Maanan M., Rueff H., Adouk N., Zourarah B., Rhinane H.	Human and Ecological Risk Assessment	Inundação e erosão	Barreira lagunar	Marrocos
Climate change vulnerability in a tropical region based on environmental and socio-economic factors	2018	Sarun S., Ghermandi A., Sheela A.M., Justus J., Vineetha P.	Environmental Monitoring and Assessment	Aumento do nível do mar	Estado	Índia
Vulnerability assessment for resource management of a natural protected area	2018	Verdugo M.D., Arizpe O., Gonzalez-Baheza A.	WIT Transactions on Ecology and the Environment	Vários impactos	Estuário	México
The catish artisanal fishery in the estuary of patos lagoon: A debate on fishery management anchored in environmental injustice [A pesca artesanal dos bagres no estuário da Lagoa dos Patos/RS: um debate sobre uma gestão pesqueira ancorada na injustiça ambiental]	2018	Walter T., Caldasso L.P., Verly J.F., Da Silva E.P., Almeida I.F., Dias T.	Desenvolvimento e Meio Ambiente	Subsistência	Comunidade	Brasil
Effects of short-term variations in sea level on dissolved oxygen in a coastal karst aquifer, Quintana Roo, Mexico	2018	Young C., Martin J.B., Branyon J., Pain A., Valle-Levinson A., Mariño-Tapia I., Vieyra M.R.	Limnology and Oceanography	Intrusão salina	Laguna	México
Impact of Inlet Management on the Resilience of a Coastal Lagoon: La Mancha, Veracruz, Mexico	2017	Chávez V., Mendoza E., Ramírez E., Silva R.	Journal of Coastal Research	Vários impactos	Laguna	México
Vulnerability of the Nigerian coast: An insight into sea level rise owing to climate change and anthropogenic activities	2017	Danladi I.B., Kore B.M., Gül M.	Journal of African Earth Sciences	Erosão	Zona costeira	Nigéria
Evaluation of future land-use planning initiatives to shoreline stability of Egypt's northern Nile delta	2017	Frihy O.E.	Arabian Journal of Geosciences	Inundação e erosão	Linha de costa	Egito
Sea-level rise and coastal groundwater inundation and shoaling at select sites in California, USA	2017	Hoover D.J., Odigie K.O., Swarzenski P.W., Barnard P.	Journal of Hydrology: Regional Studies	Inundação	Zona costeira	EUA
Integrated coastal vulnerability assessment: A methodology for coastal cities management integrating socioeconomic, physical and environmental dimensions - Case study of Região dos Lagos, Rio de Janeiro, Brazil	2017	Lins-de-Barros F.M.	Ocean and Coastal Management	Inundação, erosão e poluição	Zona costeira	Brasil
Influence of flushing and other characteristics of coastal lagoons using data from Ghana	2017	Mitchell S., Boateng I., Couceiro F.	Ocean and Coastal Management	Vários impactos	Laguna	Gana
Vulnerability of the barrier island and wetlands of the Ghar El Melh lagoon (Northren Tunisia): Erosion hazards, increasing risk of marine ingression and threats on the Ramli	2017	Oueslati A., El Aroui O., Sahtout N.	Mediterranee	Erosão e salinização	Zona costeira	Turquia

culture [Sur la grande vulnérabilité du lido du complexe lagunaire de Ghar El Melh et de ses terres humides (Tunisie septentrionale): Érosion, risque de maritimisation et menaces sur le terroir original Ramli]						
An approach to identifying vulnerability factors in high mountain lagoons [Determinación de los factores de vulnerabilidad en lagunas de alta montaña: una aproximación]	2017	Valencia-Rojas M.P., Figueroa-Casas A.	Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales	Perda dos serviços ambientais	-	Colômbia
Lagoon islets as indicators of recent environmental changes in the South Pacific - The New Caledonian example	2016	Garcin M., Vendé-Leclerc M., Maurizot P., Le Cozannet G., Robineau B., Nicolae-Lerma A.	Continental Shelf Research	Erosão	Linha de costa	Nova Caledônia
Sediment dynamics and hydrographic conditions during storm passage, Waquoit Bay, Massachusetts	2016	Maio C.V., Donnelly J.P., Sullivan R., Madsen S.M., Weidman C.R., Gontz A.M., Sheremet V.A.	Marine Geology	Transporte de sedimentos	Laguna	EUA
Coastal vulnerability index for the Tabasco State coast, Mexico [Índice de vulnerabilidad costera del litoral tabasqueño, México]	2016	Núñez Gómez J.C., Ramos Reyes R., Barba Macías E., Espinoza Tenorio A., Gama Campillo L.M.	Investigaciones Geograficas	Inundação e erosão	Linha de costa	México
Geomorphological indicators to assess the vulnerability to flooding by sea level rise due to climate change in the coast of Tabasco and Campeche, Mexico [Indicadores geomorfológicos para evaluar la vulnerabilidad por inundación ante el ascenso del nivel del mar debido al cambio climático en la costa de Tabasco y Campeche, México]	2016	Ramos-Reyes R., Zavala-Cruz J., Gama-Campillo L.M., Pech-Pool D., Ortiz-Pérez M.A.	Boletin de la Sociedad Geologica Mexicana	Inundação	Zona costeira	México
Geophysical, socio-demographic characteristics and perception of flood vulnerability in Accra, Ghana	2015	Codjoe S.N.A., Afuduo S.	Natural Hazards	Inundação	Parte do entorno lagunar	Gana
Comparison of water flows in four European lagoon catchments under a set of future climate scenarios	2015	Hesse C., Stefanova A., Krysanova V.	Water (Switzerland)	Fonte de água	Bacia hidrográfica	Multinacional
Is the governance of the Thau coastal lagoon ready to face climate change impacts?	2015	La Jeunesse I., Cirelli C., Sellami H., Aubin D., Deidda R., Baghdadi N.	Ocean and Coastal Management	Qualidade da água	Bacia hidrográfica	França
Anthropogenic influence on the sedimentary dynamics of a sand spit bar, Patos Lagoon Estuary, RS, Brazil	2015	Lisboa P.V., Fernandes E.H.	Journal of Integrated Coastal Zone Management	Balanço sedimentar	Estuário	Brasil

Influence of climate change on the Ria de Aveiro littoral: Adaptation strategies for flooding events and shoreline retreat	2014	Dias J.M., Lopes C.L., Coelho C., Pereira C., Alves F.L., Sousa L.P., Antunes I.C., Fernandes M.L., Phillips M.R.	Journal of Coastal Research	Inundação e erosão	Linha de costa e entorno lagunar	Portugal
Designed implementation of vulnerability risk map of drader wadi watershed (Morocco)	2013	Bachir A., El Bayad R., Dakki M., Bengueddour M., Ouazar D.	International Journal of Applied Environmental Sciences	Poluição	Bacia hidrográfica	Marrocos
Vulnerability risk assessment and adaptation to climate change induced sea level rise along the Mediterranean coast of Egypt	2013	Frihy O.E., El-Sayed M.K.	Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change	Inundação e erosão	Zona costeira	Egito
An AHP-derived method for mapping the physical vulnerability of coastal areas at regional scales	2013	Le Cozannet G., Garcin M., Bulteau T., Mirgon C., Yates M.L., Méndez M., Baills A., Idier D., Oliveros C.	Natural Hazards and Earth System Science	Inundação e erosão	Zona costeira	França
Influence of tides on the hydrodynamics of the Mecoacán-González River system, Mexico [Influencia de la marea en la hidrodinámica del sistema Mecoacán-Río González, México]	2013	Medellín G., Mariño-Tapia I., Pedrozo-Acuña A., Enríquez C., González-Villarreal F.	Tecnologia y Ciencias del Agua	Inundação	Desembocadura e laguna	México
Coastal inundation due to sea level rise and extreme sea state and its potential impacts: Çukurova Delta case	2013	Simav Ö., Şeker D.Z., Gazioğlu C.	Turkish Journal of Earth Sciences	Inundação	Zona costeira	Turquia
How will shallow coastal lagoons respond to climate change? A modelling investigation	2012	Brito A.C., Newton A., Tett P., Fernandes T.F.	Estuarine, Coastal and Shelf Science	Eutrofização	Laguna	Portugal
Climate change response of the Mar Menor coastal lagoon (Spain) using a hydrodynamic finite element model	2012	De Pascalis F., Pérez-Ruzafa A., Gilabert J., Marcos C., Umgiesser G.	Estuarine, Coastal and Shelf Science	Temperatura e salinidade	Laguna	Espanha
Housing conditions of a Lagoon village in a flood-prone area of central Vietnam	2012	Kobayashi H., Thanh D.T., Tanaka U.	Journal of Asian Architecture and Building Engineering	Inundação	Comunidade	Vietnã
Methodologies for measuring and modelling change in coastal saline lagoons under historic and accelerated sea-level rise, Suffolk coast, eastern England	2012	Spencer T., Brooks S.M.	Hydrobiologia	Perda de área	Laguna	Inglaterra
Assessment of coastal vulnerability to climate change hazards at the regional scale: The case study of the North Adriatic Sea	2012	Torresan S., Critto A., Rizzi J., Marcomini A.	Natural Hazards and Earth System Science	Inundação e erosão	Zona costeira	Itália
Mediterranean coastal lagoons in an ecosystem and aquatic	2011	Pérez-Ruzafa A., Marcos	Physics and	-	-	Multinacional

resources management context		C., Pérez-Ruzafa I.M.	Chemistry of the Earth			
Developing erosion models for integrated coastal zone management: A case study of The New Caledonia west coast	2010	Dumas P., Printemps J., Mangeas M., Luneau G.	Marine Pollution Bulletin	Erosão	Bacia hidrográfica	Nova Caledônia
Building adaptive capacity to climate variability: The case of artisanal fisheries in the estuary of the Patos Lagoon, Brazil	2010	Kalikoski D.C., Quevedo Neto P., Almudi T.	Marine Policy	Pesca	Comunidade	Brasil
An essay on the potential effects of climate change on fisheries in Patos Lagoon, Brazil [Um ensaio sobre os efeitos potenciais das alterações climáticas sobre a pesca na Lagoa dos Patos, Brasil]	2010	Schroeder F.A., Castello J.P.	Pan-American Journal of Aquatic Sciences	Pesca	Estuário	Brasil
Vulnerability of Turkish coasts to accelerated sea-level rise	2009	Alpar B.	Geomorphology	Erosão, inundação e salinização	Zona costeira	Turquia
TerraSAR-X reveals the impact of the mobile barrier works on Venice coastland stability	2009	Strozzi T., Teatini P., Tosi L.	Remote Sensing of Environment	Inundação	Entorno lagunar	Itália
Model simulations of tidal changes in a coastal lagoon, the Ria de Aveiro (Portugal)	2008	Araújo I.B., Dias J.M., Pugh D.T.	Continental Shelf Research	Maré	Laguna	Portugal
Validation of a water quality model for the Ria de Aveiro lagoon, Portugal	2008	Lopes J.F., Silva C.I., Cardoso A.C.	Environmental Modelling and Software	Qualidade da água	Laguna	Portugal
Negotiating changing livelihoods: The sampan dwellers of Tam Giang Lagoon, Vietnam	2007	DaCosta E., Turner S.	Geoforum	Tufão	Comunidade	Vietnã
Vulnerability of Poland's coast to Sea-level Rise	2005	Pruszak Z., Zawadzka E.	Coastal Engineering Journal	Aumento do nível do mar	Linha de costa	Polônia
The nile delta-Alexandria coast: Vulnerability to sea-level rise, consequences and adaptation	2003	Frihy O.E.	Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change	Aumento do nível do mar e subsidência	Zona costeira	Egito
Environmental effects of aquifer overexploitation: A case study in the highlands of Mexico	2002	Esteller M.V., Diaz-Delgado C.	Environmental Management	Deterioração	Bacia hidrográfica	México
GIS simulations of the inundation risk in the coastal lowlands of the Northern Adriatic Sea	2002	Gambolati G., Teatini P., Gonella M.	Mathematical and Computer Modelling	Inundação	Linha de costa	Itália
Evaluation of design waves along the Adriatic coast of the Venice lagoon	1995	Hurdle D., De Girolamo P., Pellegrini G.	Coastal Engineering	Inundação	Desembocadura e oceano adjacente	Itália
Coastal risk in the surrounding area of Marano and Grado Lagoon, Friuli-Venezia Giulia [Il rischio litorale nell'area circumlagunare del Friuli-Venezia Giulia]	1995	Marocco R., Pessina M.	Gortania	Inundação	Entorno lagunar	Itália
An index to assess South Africa's vulnerability to sea-level rise	1992	Hughes P., Brundrit G.B.	South African Journal of Science	Tempestades e inundação	Linha de costa	África do Sul

Fonte: organizado pelos autores (2026).

Capítulo XVII

SOBRE LAGUNAS:
ALGUNS APONTAMENTOS E CONSIDERAÇÕES



SOBRE LAGUNAS: ALGUNS APONTAMENTOS E CONSIDERAÇÕES

Luís Cancela da Fonseca[1]

[1] MARE - Centro de Ciências do Mar e do Ambiente & Laboratório Associado ARNET - Rede de Investigação Aquática, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal (lcfonseca@fc.ul.pt)

RESUMO

As lagunas e, em geral, os sistemas estuarino-lagunares representam ecossistemas únicos e complexos, onde águas marinhas e continentais se encontram, criando um mosaico interligado de biótopos que sustentam uma biodiversidade elevada. Nesta breve revisão aborda-se a relevância destes sistemas, enquadrando-a nas complexas interacções entre os respectivos componentes físicos e biológicos e a contribuição desses ambientes para os ecossistemas marinhos adjacentes. Regra geral as lagunas são conhecidas pela diversidade de habitats, incluindo áreas de transição entre água doce e salgada, zonas intertidais, sapais, mangais e bancos de lodo, a qual oferece nichos ecológicos únicos que suportam uma vasta gama de espécies e desempenham um papel crucial como berçários para várias espécies marinhas. Muitos peixes e invertebrados utilizam estuários e lagunas como áreas de reprodução e criadouros para as fases iniciais do seu ciclo de vida, contribuindo significativamente para a sustentabilidade das populações das zonas marinhas adjacentes. Diversas espécies migratórias (aves, peixes, crustáceos, moluscos...) utilizam-nos como biótopos de alimentação, reprodução, crescimento, descanso e recuperação de forças para as respectivas jornadas, sendo a sua conservação imperativa para a preservação da biodiversidade global que eles sustentam. Estes sistemas salobros constituem elos vitais entre ambientes marinhos e terrestres, facilitando trocas de nutrientes, água e energia. As suas formações vegetais desempenham um papel essencial nesses processos actuando como filtros naturais, retendo sedimentos e nutrientes, ajudando na purificação da água e na manutenção da qualidade ambiental. Apesar da sua relevância, os sistemas salobros costeiros enfrentam desafios significativos devido à actividade humana (sobre-exploração de recursos, urbanização, poluição, alterações no uso do território e modificações climáticas) que se configura como uma ameaça crescente à sua perenidade. A abordagem integrada e colaborativa, envolvendo comunidades locais, cientistas e autoridades governamentais, é essencial para enfrentar os desafios complexos suportados por esses ecossistemas. Protegê-los não apenas preserva a biodiversidade local, mas também contribui para a saúde e a resiliência dos ecossistemas planetários.

Palavras-chave: Lagunas; Biodiversidade; Zonas de Transição; Ecologia; Interacções..

Regarding lagoons:
Some notes and considerations

ABSTRACT

Lagoons and, in general, estuarine-lagoon systems represent unique and complex ecosystems, where marine and continental waters meet, creating an interconnected mosaic of biotopes that support high biodiversity. This brief review addresses the relevance of these systems, framing it within the complex interactions between their physical and biological components and highlighting the contribution of these environments to adjacent marine ecosystems. As a general rule, lagoons are known for their diversity of habitats, including transition areas between fresh and salt water, intertidal zones, salt marshes, mangroves, and mudflats, which offer unique ecological niches that support a wide range of species and play a crucial role as nurseries for various marine species. Many fish and invertebrates use estuaries and lagoons as breeding grounds and nurseries for the early stages of their life cycle, contributing significantly to the sustainability of populations in adjacent marine areas. Several migratory species (birds, fish, crustaceans, mollusks, etc.) use them as biotopes for feeding, reproduction, growth, rest, and recovery of strength for their respective journeys, and their conservation is imperative for the preservation of the global biodiversity they sustain. These brackish systems are vital links between marine and terrestrial environments, facilitating the exchange of nutrients, water, and energy. Their plant formations play an essential role in these processes, acting as natural filters, retaining sediments and nutrients, helping to purify water and maintain environmental quality. Despite their importance, brackish coastal systems face significant challenges due to human activity (resources overexploitation, urbanization, pollution, land use changes, and climate change), which pose a growing threat to their sustainability. An integrated and collaborative approach, involving local communities, scientists, and government authorities, is essential to address the complex challenges faced by these ecosystems. Protecting them not only preserves local biodiversity but also contributes to the health and resilience of planetary ecosystems.

Keywords: Lagoons; Biodiversity; Transition Zones; Ecology; Interactions.

INTRODUÇÃO

Os sistemas lagunares costeiros ou lagunas ocupam cerca de 13% do litoral mundial, constituindo um importante elemento no ambiente costeiro (BARNES, 1980; NIXON, 1982; KJERFVE, 1994; KENNISH, 2016). Representam alguns dos ecossistemas mais produtivos do planeta e o seu potencial de elevada produtividade, a sua importância tanto como "*nurseries*" (berçários, viveiros) de animais marinhos, como para as pescas, quer no seu interior, quer na zona costeira adjacente, tornam-nos num habitat importante para o Homem (MUUS, 1967; BARNES, 1980, 1987, 1999; PAGÉS *et al.*,1981; DURAND *et al.,* 1982: NIXON, 1982; BECK *et al*., 2001; BARBIER *et al*., 2011; PÉREZ-RUZAFA *et al.*, 2024).

É por isso que desde os finais do século XX se manifesta um interesse crescente por estes sistemas, considerados como elementos essenciais do património nacional de um grande número de países (UNESCO, 1986), e cujas potencialidades biológicas apenas podem ser utilizadas com um conhecimento profundo dos processos que aí se desenvolvem (MUUS, 1967; BARNES, 1980; 1999; UNESCO, 1986; COGNETTI & MALTAGLIATI, 2000; BEER & JOYCE, 2013; PÉREZ-RUZAFA *et al.*, 2024). COLOMBO (1977) postulou que face a estes factos as pequenas lagunas afastadas dos grandes centros populacionais deveriam ser consideradas "laboratórios naturais" nos quais as interacções ecológicas e os complexos processos evolutivos pudessem vir a ser estudados e esclarecidos. BARNES (1994) e ADLAM (2014) corroboram esta afirmação.

As áreas na interface entre paisagens terrestres e marinhas são, regra geral, altamente sensíveis e consideradas ecótonos; as lagunas e as zonas húmidas a elas associadas, são componentes dinâmicos complexos de tais ecótonos (VADINEANU, 2005; CANCELA DA FONSECA, 2023). Constituem ecossistemas ecologicamente significativos com importância global e a sua ecologia é caracterizada pela sua biodiversidade, a importância da vegetação e as condições ambientais dinâmicas que os moldam (KENNISH, 2002, 2016; PÉREZ-RUZAFA *et al.*, 2024). Servem de *hotspots* de biodiversidade, prestam serviços ecossistémicos críticos como a regulação da qualidade da água, actuam como amortecedores naturais contra os riscos costeiros e a adaptação às mudanças climáticas.

A compreensão e a valorização desses ecossistemas são fundamentais para garantir a sua preservação e sustentabilidade num contexto mundial em constante evolução e contribuem para o bem-estar económico e social (GHERMANDI *et al*., 2012; CATAUDELLA *et al*., 2015b). No entanto, conhecer os desafios que enfrentam é essencial para a sua conservação e para a prestação contínua de serviços ecossistémicos substanciais, enfatizando a necessidade de esforços concertados de conservação para garantir a sua resiliência e sustentabilidade para as gerações futuras (BEER & JOYCE, 2013).

DEFINIÇÃO

Tendo em vista as inúmeras definições existentes para os dois principais tipos de sistemas salobros (estuários e lagoas costeiras ou lagunas), é normalmente aceite que nos estuários, pelo menos em termos gerais, a água do mar é significativa e continuamente diluída por água doce proveniente de rios, enquanto que nas lagunas a água do mar é irregularmente diluída por água doce de diversas proveniências - rios ou ribeiras, chuvas, escorrência freática (STEWART, 1972). Os primeiros, segundo BARNES (1974), são principalmente fenómenos hidrográficos. As últimas formam-se em zonas do litoral marinho quando massas de água salobra, normalmente pouco profundas, ficam total ou parcialmente separadas do mar por barreiras, podendo apresentar gamas de salinidade muito amplas, desde quase dulceaquícolas a corpos de água hipersalinos (COLOMBO, 1977; GUELORGET *et al*., 1983; HELIOTIS, 1988; KJERFVE, 1994; CATAUDELLA *et al*., 2015b; KENNISH, 2016).

CLARK (1977) define-as como massas de água costeiras confinadas, com passagens restritas para o mar e com escorrência continental reduzida. Esta definição, contudo, dificilmente engloba a generalidade dos sistemas lagunares como, por exemplo, a Lagoa dos Patos (ODEBRECHT *et al.,*

2010), muitas das lagunas referidas por BARNES (1989a) para a Grã-Bretanha, ou as lagunas mediterrânicas típicas com um carácter quase fechado devido a uma comunicação intermitente com o mar e grandes amplitudes de temperatura e salinidade (SACCHI, 1979; HERVÉ & BRUSLÉ, 1981).

Numerosas definições de laguna têm sido apresentadas no sentido de abarcar a grande diversidade tipológica que apresentam (cf. CASPERS, 1967; PRITCHARD, 1967; KIENER, 1978; BIDET *et al.,* 1981; UNESCO, 1981; GUELORGET & PERTHUISOT, 1983; KJERFVE, 1994; FREITAS, 1997; KENNISH & PAERL, 2010), uma vez que podem incluir-se em categorias fisiográficas distintas (BARNES 1980, 1987, 1989a; KJERFVE, 1994; FREITAS, 1997; KENNISH, 2016). Todavia, o critério da irregularidade da diluição da água do mar pela água doce parece ser o que contempla um maior número de situações. A este podem juntar-se a noção de confinamento da massa de água (CLARK, 1977; GUELORGET & PERTHUISOT, 1983) e, por vezes, a irregularidade do abastecimento marinho. Estes três conceitos, em conjunto e desde que convenientemente escalonados, cobrem a generalidade dos sistemas lagunares costeiros, desde as situações de estuários sazonais ("*blind estuaries*" DAY, 1981; COSTA *et al.,* 2009; SCHALLENBERG *et al*., 2013), até formações como a Lagoa dos Patos ou a Ria Formosa (ODEBRECHT *et al.,* 2010; MOURA *et al*., 2019).

ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO

Durante o Holocénico, como resultado da transgressão pós-glacial e respectiva subida do nível médio do mar, os processos marinhos (erosão, deposição, deriva litoral...) promoveram o desenvolvimento de novas formações costeiras, como barreiras e pontões, as quais vieram a isolar total ou parcialmente baías e zonas deprimidas junto e usualmente paralelas à linha de costa (DIAS *et al*., 2000). Um grande número de sistemas lagunares costeiros teve origem durante este processo.

Todavia, são vários os episódios que também podem concorrer para transformar uma zona costeira litoral numa laguna. Estas podem ter origem na transgressão da água do mar para lagos de água doce que anteriormente se estendiam ao longo da linha de costa, na invasão de terras abaixo do nível do mar depois de tempestades terem rompido os sistemas de defesa costeira, durante a recuperação de pântanos salgados ou pela formação de barreiras em estuários, pelo estabelecimento e desenvolvimento de estruturas orgânicas (p. ex. recifes de corais), por actividade tectónica que pode originar depressões ou barreiras em zonas litorais (cf. BARNES, 1980; NICHOLS & ALLEN, 1981; DIAS *et al*., 2000; KENNISH & PAERL, 2010; SCHALLENBERG *et al*., 2013; ISLA & BEDMAR, 2016; SEALEY *et al*., 2024). No entanto, cada laguna, tal como cada sistema costeiro individualizado é um caso e tem a sua própria história (POSTMA, 1994).

Através de uma ou várias embocaduras, as lagunas comunicam, quer continua, quer periodicamente, com o oceano. A abertura e o encerramento destas embocaduras depende da acção conjugada da erosão e da sedimentação decorrente quer de fluxos de escorrência continental, quer de ondulação e correntes de maré, ou ainda da intervenção humana.

Lankford ensaiou uma classificação das lagunas costeiras do México, agrupando-as em cinco tipos principais: erosão diferencial, sedimentação terrígena diferencial, formação de barreiras na plataforma próxima, desenvolvimento de barreiras de origem orgânica, desenvolvimento a partir de actividade tectónica (LANKFORD, 1977; FREITAS, 1997). FREITAS (1997) discute também a classificação de NICHOLS & ALLEN (1981), que enumeram quatro tipos principais condicionados principalmente por regime de ondulação, marés e caudais fluviais, e refere que as lagunas aparecem principalmente em litorais micro e mesotidais (amplitudes de maré inferiores a 4 metros), embora possam também ocorrer em locais de maiores amplitudes de maré, mas normalmente isoladas do mar (lagunas de percolação – BARNES, 1987; 1989a).

SACCHI (1979) engloba as lagunas italianas em dois grandes grupos principais – os sistemas lagunares tipo:

- Adriáticos, de maiores dimensões e de características "sub-atlânticas";
- Tirrenianos, de área relativamente pequena, águas pouco profundas e calmas, "vivificação" marinha precária, estação chuvosa limitada e fraca conexão com o mar.

Com alguns ajustes, talvez esta classificação possa ser aplicada a uma parte importante das lagunas perimediterrânicas e atlânticas europeias.

Ao tipo "Adriático" poderiam associar-se as lagunas "típicas", com os eixos de orientação principais paralelos à linha de costa, localizadas em planícies costeiras de baixo relevo com depressões delimitadas internamente pelas margens terrestres e protegidas do mar por uma ou várias barreiras sedimentares com origem nos processos costeiros (sedimentação, erosão, ondulação, correntes de maré, deriva litoral), entrecortadas por uma ou mais barras de comunicação com o mar.

No tipo "Tirreniano" incluem-se, mais frequentemente, as lagunas com fraca comunicação com o mar ou as lagoas costeiras isoladas do mar por um cordão litoral e só temporariamente a ele ligadas - lagunas mortas, segundo PETIT (1953). Podem englobar-se nos ecossistemas intrinsecamente sensíveis que dependem de perturbações periódicas para a manutenção de um estado estacionário (SIEGFRIED & DAVIES, 1982). São actualmente ambientes pouco comuns, em virtude da regularização dos canais de comunicação com o mar, efectuada em grande número deles (De WIT *et al*., 2020). Os canais artificiais abertos para comunicação com o mar possibilitam a renovação dos ambientes lagunares, suplementando os irregulares processos naturais de abertura, que dependem estritamente das condições climatéricas (HEYDORN & TINLEY, 1980; HERVÉ & BRUSLÉ, 1981; MAGALHÃES *et al.*, 1987; FONG & KENNISON, 2010; SCHALLENBERG *et al*., 2013; KENNISH, 2016).

A Figura 1 resume de forma esquemática o que pode ser o modelo de um padrão do balanço hidríco de um sistema lagunar (COLOMBO 1977). A respectiva hidrografia traduz-se geralmente pela existência de zonas de influência predominantemente marinha (zona euhalina) ou dulceaquícola (zona oligohalina) e, igualmente de locais de valores intermédios de salinidade (zonas mesohalinas). Além dos volumes de água doce (proveniente da escorrência continental) e dos de água salgada que entram na laguna, a evapotranspiração é igualmente relevante para os balanços hidrícos. O conhecimento destes é normalmente determinante para os padrões de distribuição dos sedimentos, das trocas água-sedimento e das comunidades biológicas no interior das lagunas. De uma forma aproximada podem referir-se os seguintes valores-limite para as três zonas: 0 – 5 ‰, >5 – 30 ‰, >30 ‰.

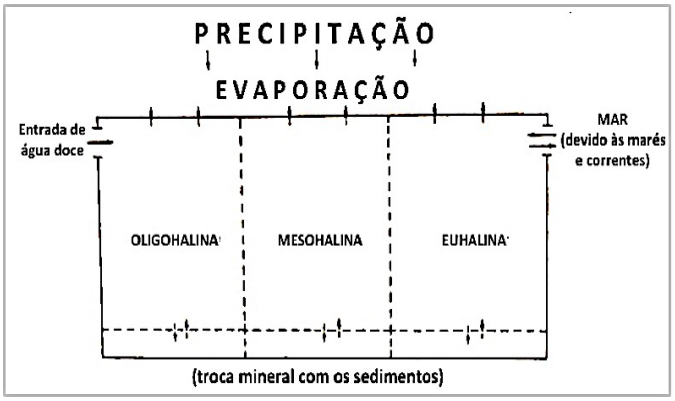


Figura 1 - Representação diagramática do regime hidrográfico num ambiente lagunar (adaptado de COLOMBO, 1977).

A Directiva Quadro da Água - DQA (EC 2000), que prevê a proteção e a gestão sustentável dos ecossistemas europeus de águas interiores, abarcando águas de transição, costeiras e subterrâneas, veio incluir as lagunas numa nova categoria que designou por "Águas Costeiras e de Transição", definindo-as como "corpos de água superficiais nas proximidades da foz de um rio, salinos devido à proximidade das águas costeiras, mas essencialmente influenciados por fluxos de água doce".

Segundo CATAUDELLA *et al*., (2015b), a DQA veio introduzir separações nos sistemas amplamente considerados como lagunares, estando os mediterrânicos incluídos nas lagunas, tendo muitos dos atlânticos passado a ser designados por águas costeiras (tal como a maioria dos estuários), devido aos efeitos predominantes das marés e das águas marinhas.

OLIVER (2005) agrupa as lagunas europeias em 7 tipos principais, baseando-se em diferentes critérios (vegetação, morfologia, fisiografia, teor salino): Tipo. *Potamogeton*|*Ruppia* (valores baixos de salinidade); tipo *Ruppia*|*Chaetomorpha* (salinidades intermédias, semi-isoladas); tipo *Ruppia*|*Zostera* (salinidade elevada, encontrado apenas na Escócia e na Irlanda); tipo "Estuarino" (elevados valores médios e amplitude de salinidade; elevados fluxos de maré e de água doce); Tipo "comunidade mista" (combinação das

anteriores; grandes dimensões ou em mosaicos); tipo "ilha barreira"; tipo hipersalino (encontrado apenas nas regiões do sul da UE).

PARTICULARIDADES DO AMBIENTE LAGUNAR

PETIT (1953) defendeu que as águas salobras constituiriam, à escala mundial, um bioma cuja realidade e características apareceriam mais nitidamente com o desenvolvimento de investigações aprofundadas e coordenadas. Alguns dados posteriores parecem confirmar as suas convicções (cf. DO CHI, 1970; AMANIEU *et al*., 1980; AMANIEU & LASSERRE, 1982; GUELORGET & PERTHUISOT, 1983), sendo também corroboradas por registos paleontológicos referentes a sistemas lagunares do Cretácico (cf. FURSICH & KIRKLAND, 1986; NOE-NYGAARD *et al.*, 1987). Há também autores que discordam parcial ou totalmente destas afirmações (BARNES, 1989b; 1994; 1999; COGNETTI & MALTAGLIATI, 2000). BARNES (1994) refere mesmo que "a caracterização da fauna como lagunar é mais uma expressão da natureza fisiográfica do ambiente no qual vivem do que uma constatação biologicamente relevante".

As lagunas costeiras são locais de recepção de material, tanto de origem terrestre como marinha (mineral ou orgânico), que aí entra num ciclo metabólico complexo, conduzindo à reciclagem e libertação de nutrientes, grande parte dos quais aí ficam retidos, quer fisicamente, quer incorporados na biomassa (BEER & JOYCE, 2013; LACOSTE *et al*., 2023). Tal como a eliminação de parte do material retido nas lagunas, também a componente biológica marinha que recebem, fundamental para a estruturação das suas comunidades aquáticas, se processa através da ligação (temporária ou permanente) com o mar (SACCHI, 1979; BARNES, 1989b, 1994, 1999; CANCELA DA FONSECA *et al*., 1989; FREITAS, 1997; COGNETTI & MALTAGLIATI, 2000; CATAUDELLA *et al*., 2015b).

Da comunicação com o ambiente marinho dependem igualmente as trocas energéticas e a normalização das condições ambientais (SCHALLENBERG *et al*., 2013; CATAUDELLA *et al*., 2015b), pelo que manter essa conectividade deve ser um objectivo prioritário da gestão destes sistemas (VELEZ *et al*., 2018).

As zonas salobras costeiras apresentam assim um carácter único que se traduz numa elevada capacidade produtiva. Este facto permite-lhes contribuir, de forma significativa, quer para a produtividade global das zonas costeiras adjacentes (exportação de nutrientes e matéria orgânica, constituindo berçários ou viveiros, etc. – cf. BECK *et al*., 2001), quer para a manutenção de importantes comunidades que delas dependem para a sua subsistência (nomeadamente de avifauna - CATAUDELLA *et al*., 2015b). Constituem também excelentes áreas de cultivo extensivo, dotadas de produções primárias elevadas e que são naturalmente fertilizadas e povoadas por organismos com elevado interesse económico. São, regra geral, locais preferenciais de desenvolvimento de juvenis de numerosas espécies de peixes, moluscos e crustáceos (alguns de elevado interesse comercial como o robalo, a dourada, o linguado, os chocos, a gamba e o camarão-branco) e são também favoráveis à instalação de várias espécies de moluscos bivalves (berbigão, ameijoa-boa, ostra, mexilhão), que nelas crescem rapidamente quando as condições ambientais são boas.

Um melhor conhecimento destes meios, tanto do ponto de vista biológico e ecológico, como da sua hidrologia e dinâmica, poderá permitir a sua gestão racional, tendo em vista preservar e aumentar as suas potencialidades naturais por um lado e, por outro, desenvolver nelas a aquacultura acautelando os seus impactos (ANGELIS, 1981; DURAND *et al*., 1985; ROMDHANE, 1985; GUIRAL, 1986; ROSSI *et al*., 1988; SALAS *et al*., 2011; CATAUDELLA *et al*., 2015b; RODRIGUES FILHO *et al*., 2023).

Locais de transição entre vários ambientes (marinho/dulceaquícola e aquático/terrestre), daí resulta a grande diversidade, heterogeneidade e instabilidade das condições ambientais neles existentes. Tal instabilidade ambiental condiciona a existência dos organismos que as habitam, a qual depende da sua maior ou menor capacidade de adaptação às variações diárias e sazonais dos diversos parâmetros ambientais (BARNES, 1994, 1999; CATAUDELLA *et al*., 2015b).

Salinidade, temperatura, oxigénio dissolvido e pH sofrem frequentemente grandes oscilações tanto diária como sazonalmente. O mesmo ocorre também com as concentrações de nutrientes e os valores da produção biológica (COLOMBO, 1977;

CANCELA DA FONSECA, 1989; BERNARDO, 1990; ABREU *et al*., 2009).

Os períodos de intercâmbio mar-laguna têm particular importância na manutenção dos sistemas mais isolados como sistemas "vivos" (SACCHI, 1961; 1979). BARNES (1994) refere que a componente faunística empobrecida nas lagunas mais confinadas se deve, certamente a dificuldades de colonização.

Estes meios altamente produtivos (mais que as zonas dulceaquícolas e marinhas adjacentes) são, pois, activos exportadores de energia para os ecossistemas adjacentes (COLOMBO, 1977; AMANIEU & LASSERRE, 1981), o que, aliado às suas características particulares, à sua vulnerabilidade e à crescente influência antrópica de que são alvo, os torna importantes objectos de estudo (COLOMBO, 1977; BARNES, 1999; PÉREZ-RUZAFA *et al.*, 2024).

As condições excepcionais de produção primária que, em regra, prevalecem nas lagunas podem perturbar estes ecossistemas, conduzindo a fenómenos distróficos (KENNISH, 2016; LENZI & CIANCHI, 2022). Isto é mais notório naqueles em que a entrada da água do mar e a renovação da massa de água são dificultadas quer pela fraca dimensão das marés, quer pelo desenvolvimento de cordões litorais, que os isolam do meio marinho.

SEDIMENTOS

Como referido, a maior parte das lagunas acumula mais material do que o que exporta, constituindo ambientes de deposição (POSTMA, 1981), particularmente aquelas em que a entrada de água do mar e a renovação da massa de água são pequenas e/ou que correspondem a ribeiras ou pequenos rios encerrados pelo desenvolvimento de cordões litorais (DAY, 1981; HEYDORN & TINLEY, 1980; SCHALLENBERG *et al*., 2013). O balanço hidrológico de uma laguna, com as suas componentes continental e marinha, determina os seus padrões sedimentares (COLOMBO, 1977), sendo os processos envolvidos semelhantes aos que ocorrem nos estuários (cf. POSTMA, 1967, 1988; DYER, 1979). No entanto, a inexistência de gradientes constantes e bem marcados, tanto de circulação como de salinidade, faz com que os sedimentos se distribuam mais ao acaso, não sendo tão vincados os gradientes sedimentares. A transição areias-vasas faz-se de forma brusca, estando as areias vasosas/vasas arenosas limitadas a estreitas faixas (GUELORGET & MICHEL, 1977; RODRIGUES & QUINTINO, 1985; PENEDA & DIAS, 1986; CANCELA DA FONSECA, 1989); os sedimentos arenosos estão normalmente dispostos nas margens e perto das embocaduras e os de natureza vasosa nas zonas mais afastadas das margens e nas mais profundas (FREITAS, 1997).

As características mais marcantes dos sedimentos lagunares são a elevada quantidade de água contida nos depósitos de fundo e as grandes quantidades de matéria orgânica, tanto autóctone como alóctone, que encerram (COLOMBO, 1977; BARNES, 1980; CAUWET, 1988; CANCELA DA FONSECA, 1989; PROBERT, 2017), tanto o conteúdo orgânico como a água determinam as propriedades mecânicas e químicas do sedimento.

O facto de acumularem normalmente mais material do que aquele que é exportado, pode levar ao assoreamento, ao envelhecimento rápido e à sucessão em pântanos dos sistemas lagunares costeiros (EYRE & MAHER, 2010; DUCK & SILVA, 2012; PROBERT, 2017). Para além disso, as condições biogeoquímicas prevalecentes nos sedimentos destes sistemas promovem, regra geral, uma intensa regeneração e reciclagem de nutrientes e de outros compostos (FALCÃO & VALE, 2003; GÜREL *et al*., 2005).

Nas lagunas fechadas e de comunicação efémera com o mar, a acumulação atrás referida promove a sua mais rápida colmatação. Nestas, o elevado tempo de residência da massa de água faz com que o ciclo dos nutrientes seja fortemente influenciado por processos internos, como as trocas entre sedimentos e água (LOEFF *et al*., 1981; MARTENS, 1982; CANCELA DA FONSECA *et al*., 2001), provocando uma intensa e contínua reciclagem interna dos nutrientes e de outros elementos. As trocas água-sedimento desempenham aqui um papel predominante, uma vez que a regeneração dos nutrientes no sedimento (BERNER, 1977; OHTAKE *et al.,* 1982; SCHLEYER & ROBERTS, 1987) e o seu transporte subsequente para a coluna de água (KEENE, 1980; MARTENS, 1982; YAMAOKA *et al*., 1983) pode constituir uma parte fundamental do balanço interno global de nutrientes (SERRUYA *et al*., 1974; ALLER & BENNINGER, 1981; LARDICCI *et al*., 2001).

Como sistemas eutróficos, a contínua disponibilização de nutrientes, a elevada produtividade e o elevado consumo de oxigénio pela decomposição de grandes quantidades de matéria orgânica, conduzem a situações anóxicas frequentes e ao desenvolvimento de distrofias. Nas lagunas com explorações económicas importantes, as crises distróficas acarretam elevados prejuízos (FERNANDEZ-ALIAS *et al*., 2022; LIGORINI *et al*., 2022; MARTÍNEZ *et al*., 2023).

Adquire assim capital importância a eliminação regular de parte do material retido nestes sistemas, através das ligações (temporárias ou permanentes) com o mar (SCHALLENBERG *et al*., 2013; VELEZ *et al*., 2018). A abertura esporádica de canais artificiais entre as lagunas e o mar (Fig. 2), prática associada à exploração dos seus recursos pelo Homem e já milenar no Mediterrâneo, proporciona a renovação nalgumas lagoas costeiras, suplementando os processos irregulares (estritamente dependentes da situação climatérica) da sua abertura natural (CATAUDELLA *et al*., 2015b; De WIT *et al*., 2020).



Figura 2 – Painel de azulejos e trabalhos referentes à abertura anual da Lagoa de Santo André.

No seguimento do Simpósio Internacional sobre as Lagoas Costeiras, realizado em Bordéus em Setembro de 1981, verificou-se um recrudescimento do interesse pelo estudo destes meios (cf. KELLY & NAGUIB, 1984; UNESCO, 1986; CATAUDELLA *et al*., 2015a).

ECOLOGIA

Numa laguna, a troca e a mistura de água salgada e de água doce é, com frequência, irregular e a sua hidrografia pode registar flutuações diárias, sazonais e durante longos períodos de tempo (COLOMBO, 1977). Assim, a ecologia destes sistemas lagunares costeiros é largamente determinada pelas entradas de água (doce e salgada) e por processos de mistura e troca com o mar adjacente (FALCÃO & VALE, 2003; SCHALLENBERG *et al*., 2013; CATAUDELLA *et al*., 2015b) e também pelos fluxos sedimento/água (VALE, 1986; FALCÃO, 1997; CANCELA DA FONSECA *et al*, 2001). O seu balanço hídrico, com as suas componentes de

água doce e marinha, também determina a sedimentação e os seus respectivos padrões (POSTMA, 1981; KENNISH & PEARL, 2010; KENNISH, 2016).

As entradas episódicas de água doce e de água do mar em lagoas fechadas tendem a criar uma estratificação vertical da densidade na ausência de forças de mistura. Este facto pode promover o desenvolvimento de condições de depleção de oxigénio dissolvido (anóxia) temporárias junto ao fundo, reflectindo os processos respiratórios que ocorrem no sedimento (SMETHIE, 1987; BERNARDO, 1990; BERNARDO *et al*., 2006a; COSTA *et al*., 2006).

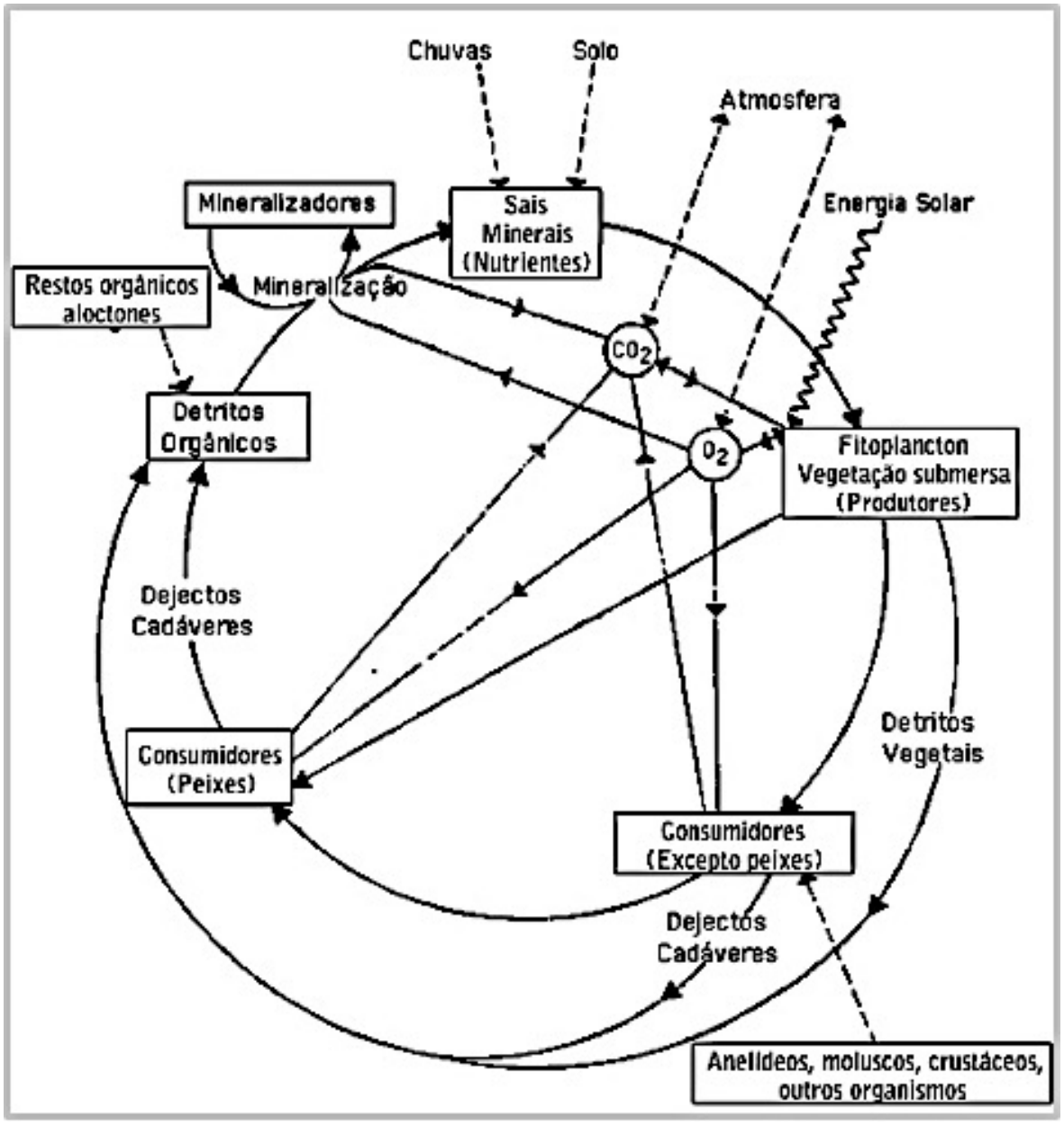


Figura 3 - Ciclo biológico geral em meios aquáticos (adaptado de BERNARDO *et al*. 1977).

O mesmo efeito de estratificação e, portanto, da redução da mistura vertical das camadas de água, pode ser induzido pelo efeito de sombreamento da cobertura de macrófitos que promove o arrefecimento do fundo. Na lagoa de Santo André (sudoeste de Portugal) verificou-se que, em condições de verão e na ausência de vento, podem estabelecer-se gradientes verticais térmicos e de oxigénio dissolvido (termoclina e oxiclina). O seu desenvolvimento pode ser impulsionado pelos macrófitos que contribuem significativamente para o arrefecimento do fundo e que, dependendo da sua biomassa e altura da copa, podem igualmente contribuir, durante o dia, para um aumento ou diminuição do oxigénio junto ao fundo: alturas elevadas do dossel levam a termoclinas mais fortes,

plantas mais baixas induzem termoclinas mais fracas e gradientes positivos de oxigénio dissolvido em direção ao fundo durante o dia, devido à maior biomassa vegetal nas camadas inferiores. A mesma elevada biomassa explica as tendências opostas observadas durante a noite (DUARTE *et al*., 2002).

O seu ciclo biológico global (Fig. 3) apresenta rendimentos produtivos que são, conjuntamente com os dos estuários e deltas, dos mais elevados da Biosfera (CLARK, 1977; GUELORGET & PERTHUISOT, 1983; BARBIER *et al*., 2011; CATAUDELLA *et al*., 2015b; KENNISH, 2016; PROBERT, 2017). A elevada quantidade de nutrientes e a baixa profundidade fornecem condições ideais para uma elevada produtividade (BARNES, 1980; CONTRERAS, 1984, 1985; CRAVO & JACOB, 2019), A luz solar atinge geralmente o fundo, incrementando a produção dos macrófitos (espermatófitas aquáticas e macroalgas) e microflora bentónica, a qual se adiciona à do fitoplancton da coluna de água (COLOMBO, 1977; FRISONI *et al*., 1984; NOWICK & NIXON, 1985; KNOPPERS, 1994;). RODRIGUES FILHO *et al*. (2023) referem a relevância das comunidades microbianas procarióticas e eucarióticas na produção primária em lagoas costeiras. Um estudo recente salienta a importância da energia cinética e dos gradientes hidrodinâmicos e termodinâmicos que se estabelecem no seu interior, para a respectiva produtividade (PÉREZ-RUZAFA *et al*., 2024).

Parte do material alóctone e autóctone acumulado é, normalmente, exportado para o mar (OHTAKE *et al*., 1984; BINEY, 1986), ao mesmo tempo que dele recebe uma importante componente biológica. As interacções entre os ambientes marinho e lagunar são de grande importância para os ciclos biogeoquímicos e ecológicos que neles ocorrem (FALCÃO, 1997; FALCÃO & VALE, 2003).

A sua elevada produtividade possibilita uma outra característica comum à generalidade das lagunas - uma grande produção haliêutica (LEVI & TROADEC, 1974; KAPETSKY, 1984; QUIGNARD, 1984), constituindo também uma importante fonte de pescarias e de rendimento para as comunidades humanas estabelecidas na sua envolvência (KIENER, 1978; DURAND *et al.,* 1982; KAPETSKY, 1984; SIERRA DE LEDO *et al.,* 1985; BINEY, 1986; CATAUDELLA *et al*., 2015b; PÉREZ-RUZAFA *et al*., 2024). Desta forma, as lagunas contribuem de forma significativa, tal como os estuários (GUNTER, 1967; PROBERT, 2017), para o enriquecimento das zonas marinhas que lhes são adjacentes. No Mediterrâneo, por exemplo e segundo AMANIEU & LASSERRE (1981), áreas costeiras contíguas a estes sistemas apresentam rendimentos anuais da ordem das 30-50 toneladas de pescado por quilómetro de costa, enquanto que nas áreas litorais em que não existem, os valores são de 0-5 ton/km.

Em ambientes eutróficos a fixação e desenvolvimento das comunidades biológicas pode ser fortemente condicionada pela elevada quantidade de matéria orgânica (PEARSON & STANLEY, 1977; PEARSON & ROSENBERG, 1978; KOLMEL, 1979) e efeitos físicos e biogeoquímicos daí decorrentes. Isto pode conduzir a grandes variações de produtividade dentro e entre sistemas lagunares.

GUELORGET & PERTHUISOT (1983) relacionam essas diferenças de produtividade com uma zonação biológica baseada na noção de confinamento relativamente ao meio marinho.

GUELORGET *et al*. (1983), baseados nas semelhanças produtivas e faunísticas de grande número de sistemas consideram que estes constituem uma unidade biológica traduzida numa organização qualitativa e quantitativa comum, independente das variações de salinidade. Para estes autores, o parâmetro essencial nestes meios, que denominam de "Dominio Parálico", é o confinamento (em relação ao mar) definido como o tempo de renovação dos elementos de origem marinha num determinado ponto do sistema (GUELORGET *et al*., 1983 - Fig. 4). Este conceito não deixa de lembrar o de "vivificação", tradicionalmente utilizado no contexto das lagunas mediterrânicas (SACCHI, 1979).

Fundamentadas na organização dos sistemas lagunares mediterrânicos e escalonadas em função da distância ao mar, seis zonas de confinamento (I - VI) são apontadas (GUELORGET *et al.,* 1983):

I. Macrofauna constituída por espécies exclusivamente marinhas.
II. Zona de transição dominada pelos Bivalves; desaparecem as espécies estritamente marinhas; macroflora dominada pelas "pradarias" de *Zostera noltii, Cymodocea nodosa* e *Caulerpa prolifera.*
III. Zona dominada por "espécies mistas" (espécies marinhas eurihalinas).

IV. Desaparecimento das espécies marinhas; dominância de espécies estritamente salobras (ou "parálicas"); macroflora dominada pelas "pradarias" de *Ruppi*a spp.

V. Zona de produção fitoplanctónica máxima; macrofauna bentónica essencialmente vágil (Crustáceos detritivoros e Gastrópodes). *Hediste diversicolor* e Chironomidae constituem o essencial da fauna bentónica não vágil. Nos meios hipossalinos aparecem Odonatas e Oligoquetas de afinidades continentais. A macroflora é dominada por *Potamogeton pectinatus* e Characeae. Nos meios hipersalinos aparece *Artemia salina*.

VI. Passagem ao domínio continental, quer dulceaquícola, quer evaporítico. A passagem à água doce é marcada pela persistência de espécies lagunares vágeis que acompanham a fauna dulceaquícola. A passagem ao domínio evaporítico é marcada pela ausência de macrofauna bentónica.

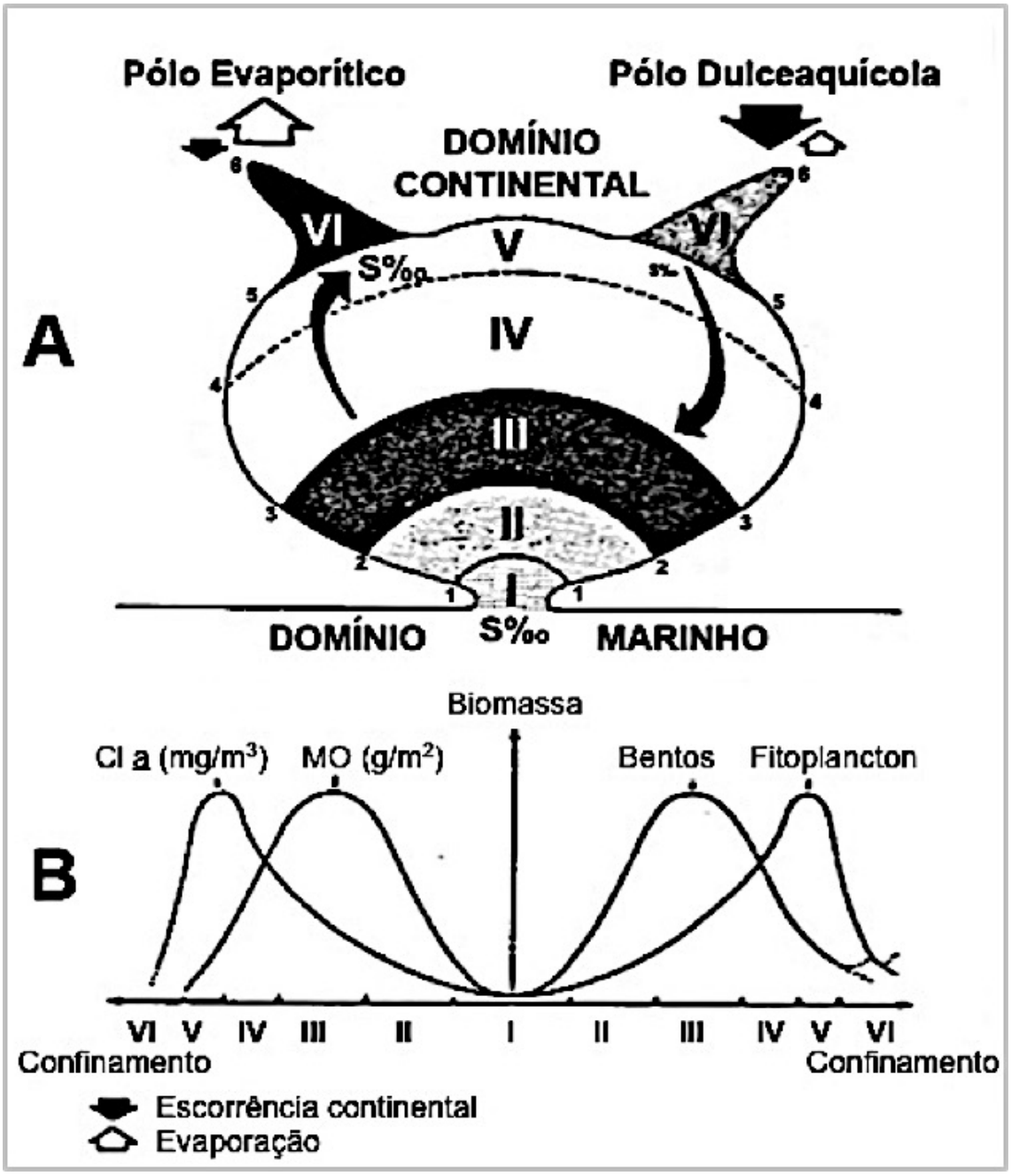


Figura 4 - A: Representação esquemática da zonação biológica (números romanos) que define a escala de confinamento no modelo do ecossistema lagunar mediterrânico. B: Variações indicadoras das biomassas bentónica e fitoplanctónica em função da escala do confinamento *(In* GUELORGET *et al*., 1983),

As semelhanças faunísticas entre sistemas salobros europeus e perimediterrânicos são discutidas por GUELORGET & PERTHUISOT (1983). Todavia as causas desta zonação do "domínio parálico" não são consensuais (BIANCHI, 1985; PICARD, 1985; AISSA, 1988; BEDULLY & PIVA, 1988; MORRI *et al*., 1988; BARNES, 1994). BARNES (1989b) afirma mesmo que não existe uma macrofauna específica de águas salobras.

Na Lagoa de Santo André verificou-se que as interacções entre o meio lagunar e os domínios adjacentes (continental e marinho) determinam as suas características, tanto nos aspectos físico-químicos como nos biológicos (Fig. 5), nomeadamente no que se refere às alterações abruptas (Março, abertura da laguna ao mar) e às lentas e continuadas no tempo (CANCELA DA FONSECA *et al*., 1989).

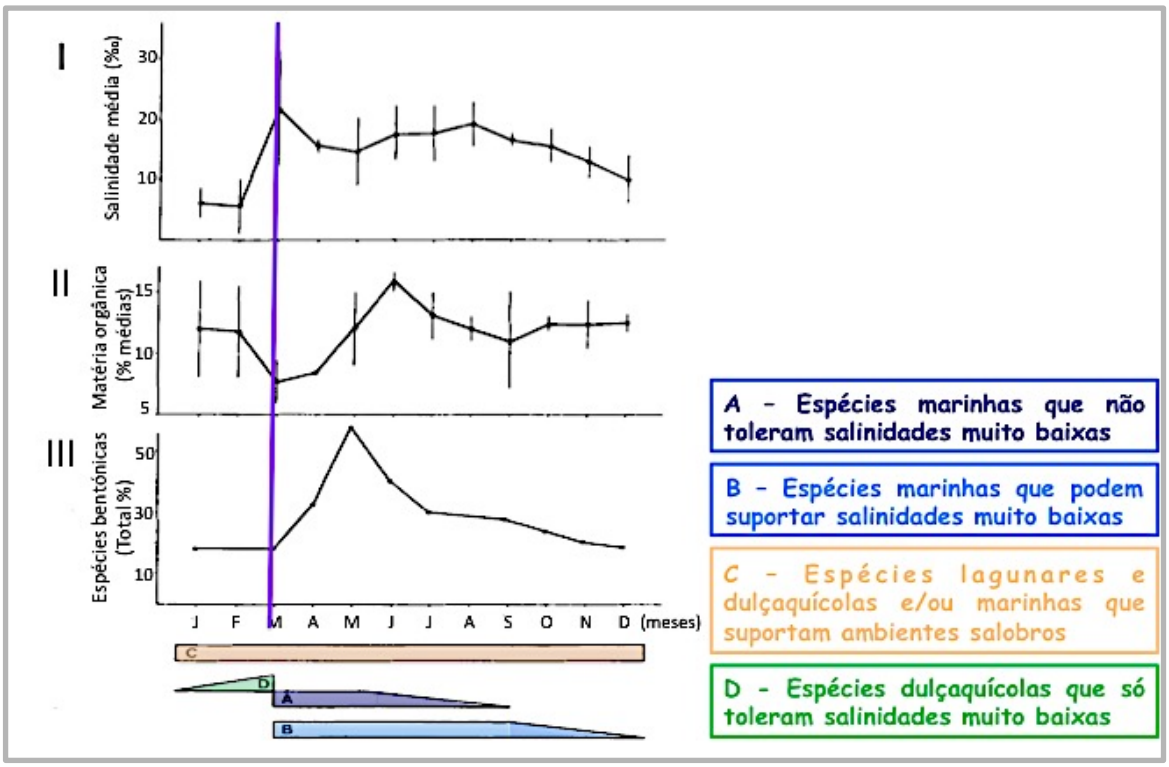


Figura 5 - Lagoa de Santo André: Valores mensais das médias de salinidade (I) e de teor em matéria orgânica (II), e da percentagem do total de espécies no bentos (III) para todos os períodos de amostragem. Abertura ao mar (linha vertical roxa). As barras verticais indicam o desvio padrão. A, B, C, D; componentes do ciclo bentónico (adaptado de CANCELA DA FONSECA *et al*., 1989),

A tolerância demonstrada por algumas espécies marinhas eurihalinas, quer às baixas salinidades, quer também em relação a outros factores de "*stress*", como elevadas quantidades de matéria orgânica e as condições ambientais que se lhes associam (PEARSON & ROSENBERG, 1978; KOLMEL, 1979) concorda com a hipótese que organismos pertencentes a comunidades controladas fisicamente ("*physically controled communities*") têm capacidade para superar várias causas de "*stress*" (SANDERS 1968, 1969), sendo normalmente consideradas "oportunistas" (estratégia tipo r) em termos demográficos (PEARSON & ROSENBERG, 1978). Tal parece ser o caso da maioria das espécies que podem ser catalogadas como espécies tipicamente lagunares.

Na maioria das lagunas com profundidades reduzidas e/ou com fraca ou sem comunicação permanente com o mar, são igualmente importantes as relações entre as comunidades bióticas pelágicas e bentónicas (NIXON, 1982; NOWICKI & NIXON, 1985; RODRIGUES FILHO *et al*., 2023). Trata-se de sistemas relativamente simples e, por conseguinte, são facilmente perturbados tanto por causas naturais, como pela poluição ou pelo desenvolvimento urbano e industrial adjacente.

Como exemplo apresentam-se os teores de PCB's e DDT num testemunho de sedimento da laguna de Santo André (Fig. 6); verifica-se o seu aumento ao longo do tempo (sedimentos mais

perto da superfície) a partir da época de início da sua produção nos anos 40 do século XX, até à suspensão quase total da sua utilização, nos anos 70 do mesmo século. A datação da coluna sedimentar foi aferida a partir das grandes perturbações na composição sedimentar causadas pelo ciclone de 1941 que teve forte impacto na laguna.

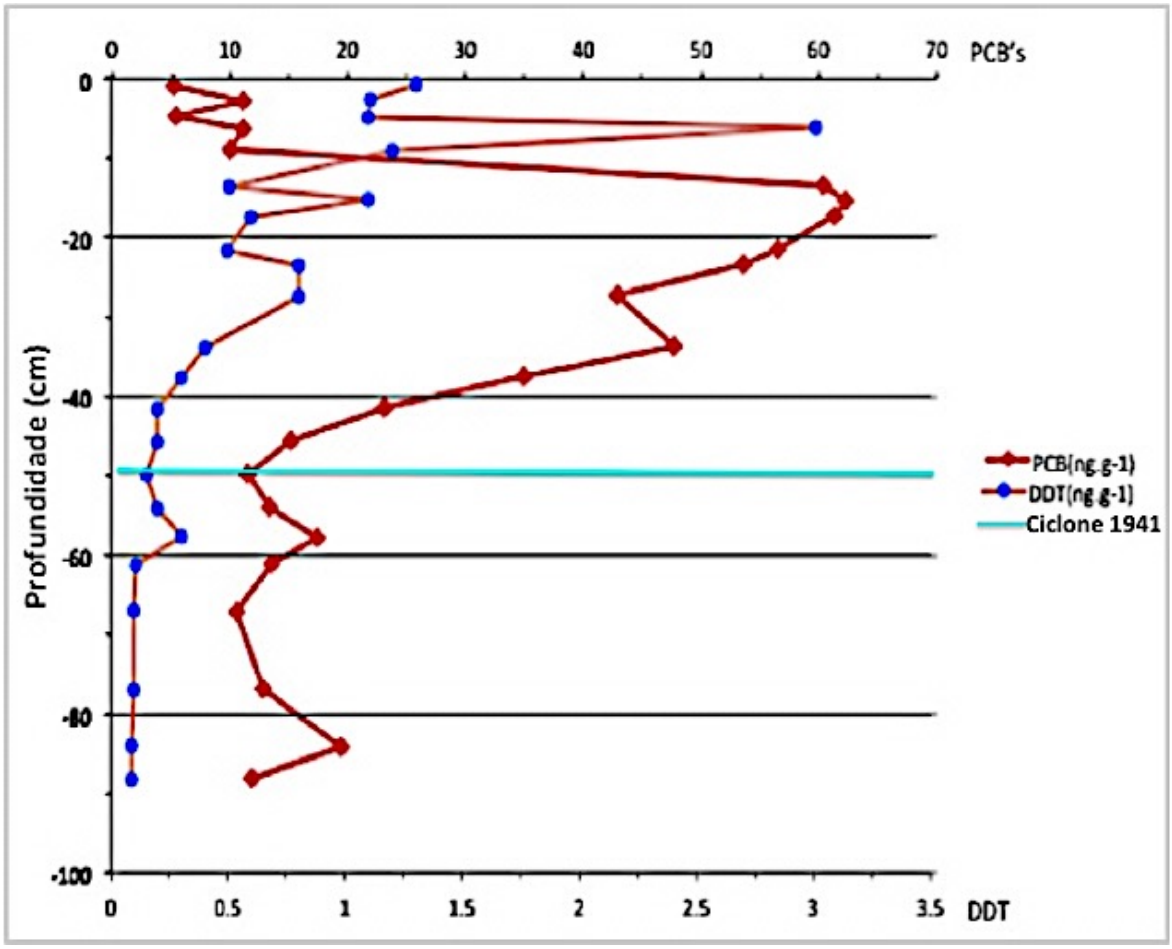


Figura 6 - Lagoa de Santo André: PCB's e DDT na coluna de sedimento (Carlos Vale, dados não publicados). Destaca-se com a linha azul a ocorrência do Ciclone de 1941, o qual provocou alterações significativas no perfil sedimentar. O nível zero corresponde a Março de 1987, quando a amostragem foi efectuada. Sabe-se igualmente que foi a partir da década de 40 do século XX que se deu início à utilização maciça destes dois compostos poluentes, cuja utilização foi muito restringida na década de 70.

As variações de salinidade são também tidas como principais responsáveis pela estrutura das comunidades lagunares (AGUESSE, 1957; HEEREBOUT, 1970; WOLFF, 1971; JONES, 1987; CATAUDELLA *et al*., 2015b), conduzindo à clássica curva de Remane - Fig. 7 - (MUUS, 1967; HEDJEPETH, 1967) e ao "Sistema de Veneza" para classificação das águas salobras (AMANIEU, 1967; CARRIKER, 1967). Alguns autores sugerem a influência de outros parâmetros, para além da salinidade, na distribuição dos organismos e estruturação das comunidades (HARTOG, 1971; KRISTENSEN, 1971; LITTLE, 1986).

Apesar da sua grande variabilidade, tanto geográfica como climática e geomorfológica e da enorme diversidade das suas características, físicas, químicas e biológicas (AGUESSE, 1957; HEEREBOUT, 1970; SACCHI, 1979; BARNES, 1980, 1987), os sistemas lagunares apresentam semelhanças notáveis (NIXON, 1982), o que faz com que muitos autores os considerem ecossistemas individualizados com uma organização própria (DO CHI, 1970; GUELORGET & PERTHUISOT, 1983; POR, 1988). Surgem, no entanto, interrogações acerca da organização coerente das comunidades lagunares: resultarão de um agrupamento de populações com as mesmas preferências eco-etológicas ou de uma estratégia adaptativa global (AMANIEU & LASSERRE, 1982), ou seja, de

uma verdadeira estratégia cenótica (cf. BLANDIN, 1980).

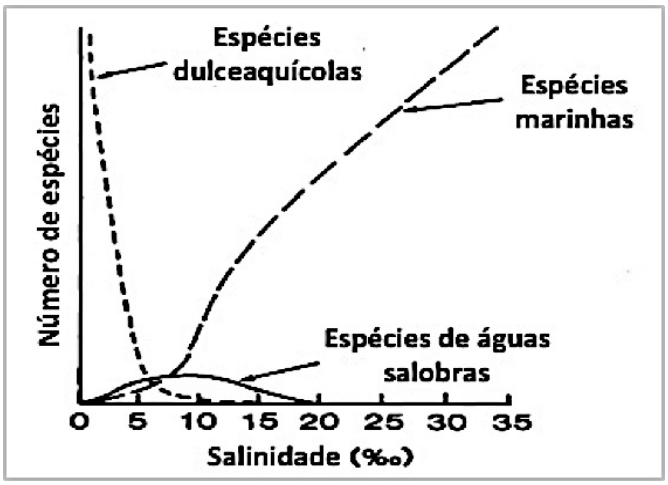


Figura 7 - Números relativos de espécies de água doce, água salobra e marinhas nos vários gradientes de salinidade entre água doce e salgada (segundo Remane, *In* BARNES, 1989b).

É frequente o papel ecológico destes meios ultrapassar a escala local ou regional, constituindo pontos estratégicos de estadia e/ou passagem para grande número de espécies migradoras (crustáceos, cefalópodes, peixes e, sobretudo, aves). Assim, a sua importância para a avifauna raras vezes é negligenciável (cf. BLONDEL & ISENMANN, 1981; RUFINO *et al.,* 1984; HELIOTIS, 1988; FONSECA *et al*. 2004; SILVEIRA *et al*., 2006, 2009; AMARAL & CANCELA DA FONSECA, 2010; CATAUDELLA *et al*. 2015b).

DISTROFIAS

Muitos destes sistemas são eutróficos, pelo que a elevada produtividade e a fraca circulação que neles se estabelece conduzem, como já se referiu, à concentração de matéria orgânica no seu interior. Nestes casos, o sedimento torna-se frequentemente anóxico prevalecendo um ambiente redutor (BARNES, 1980; MARTENS, 1982). Nas lagunas mediterrânicas, muitas vezes sede de explorações económicas importantes, a ocorrência de "crises distróficas" é frequente, ocasionando graves prejuízos (CATAUDELLA *et al*., 2015b). Correspondem a condições ambientais extremas, determinadas por um conjunto complexo de factores, dos quais se realçam (TOURNIER *et al*. 1979; CASABIANCA 1979; CLADAS *et al*., 2016; FERNANDEZ-ALIAS *et al*. 2022):

- Déficit de trocas com o mar, no tocante à entrada de água e consequente regulação dos valores de temperatura e/ou de salinidade;
- Entrada de esgotos tratados ou não tratados com introdução de sobrecarga de nutrientes no sistema e/ou sobrecarga de matéria orgânica;
- forte aumento da temperatura;
- grande consumo de oxigénio por via da degradação da matéria orgânica;
- Proliferação de algas tóxicas;
- Alterações na relação azoto/fósforo;
- alterações de salinidade e ocorrência de estratificação halina;
- forte libertação de sulfureto de hidrogénio e/ou de amónia, tóxicos;
- ocorrência de áreas anóxicas mais ou menos extensas.

As distrofias, que parecem ser um dos sintomas extremos dos processos de eutrofização (SAAD, 1974), estão ainda insuficientemente estudadas (KELLY & NAGUIB, 1984; BERNARDO *et al*., 2006b), aliás, como muitos dos aspectos do funcionamento destes ecossistemas (BEER & JOYCE, 2013; LANZI & CRANCHI, 2022).

CASABIANCA (1979) constatou que o desenvolvimento de situações de distrofia faz tender para zero a relação azoto/fósforo (N/P). Na Lagoa de Santo André foi detectado, no Verão de 1984, o desenvolvimento generalizado de uma "crise distrófica". Em Setembro de 1985, os pescadores referiram-se à mortalidade de peixes em algumas zonas da laguna. A evolução da relação N/P em 1984 e 1985 na Lagoa confirma, de acordo com as conclusões de Casabianca, a distrofia conhecida (Jul-Ago 1984) e indica a que foi referenciada pelos pescadores em Setembro de 1985 (BERNARDO *et al*., 2006b).

As referências a estes fenómenos são, regra geral, descritivas (PETIT, 1953; MARILLEY, 1972; AMANIEU *et al*., 1975; GUELORGET & MICHEL, 1976; TOURNIER *et al*., 1979; BOUTIERE *et al*., 1982) ou apenas parcialmente interpretativas (SCHACHTER *et al*., 1953; CASABIANCA, 1979; PONS, 1980; KELLY & NAGUIB, 1984; CASTEL *et al*., 1996; BACHELET *et al*., 2000; LARDICCI *et al*., 2001; CLADAS *et al*., 2016; LIGORINI *et al*.,

2022; FERNANDEZ-ALIAS *et al*., 2022; MARTÍNEZ *et al*., 2023; LACOSTE *et al*., 2023).

Várias hipóteses são geralmente aceites para interpretar as mortalidades elevadas. Estas são atribuidas quer à anóxia, quer ao gás sulfídrico (PONS, 1980; KELLY & NAGUlB, 1984; CASTEL *et al*., 1996; CLADAS *et al*., 2016), quer ainda ao desenvolvimento de "*blooms*" de fitoplanctontes (CASABlANCA, 1979; BOUTlERE *et al*., 1982; LARDICCI *et al*., 2001; LACOSTE *et al*., 2023) ou a alterações dos valores de salinidade (LIGORINI *et al*., 2022) ou dos nutrientes (LARDICCI *et al*., 2001; FERNANDEZ-ALIAS *et al*., 2022; MARTÍNEZ *et al*., 2023), ou ainda ao conjunto dos factores atrás referidos (LANZI & CRANCHI, 2022).

O estudo do desenvolvimento dos fenómenos distróficos do Verão de 1984 na Lagoa de Santo André (BERNARDO *et al*., 2006b) sugere uma hipótese de interpretação complementar às anteriores. O facto de a elevada mortalidade de organismos lagunares, com evidentes sinais de asfixia, ter sido presenciada a partir das 12:00h em águas saturadas de oxigénio dissolvido, permitiu esboçar o seguinte modelo (CANCELA DA FONSECA, 1989; BERNARDO *et al*., 2006b):

- Em ambientes oxidados, o fósforo é mantido na fase sólida sob forma complexada, nomeadamente com Fe(III) (LlSS, 1976; KOENlNGS & HOOPER, 1976; FALCÃO, 1997).
- A ocorrência de anóxia nocturna tornando o meio redutor promove a passagem de Fe(III) a Fe(II), solúvel, e conduziria à libertação pelos sedimentos, de quantidades apreciáveis de Fe(II) e de fosfato (cf. LISS, 1976; MARTENS *et al*. 1978; Van der MOLEN, 1981; YAMAOKA *et al*. 1983; VALE, 1986; Van RAAPHORST & KLOOSTERHUIS, 1994) solúveis na massa de água.
- A redução da relação N/P (CASABIANCA, 1979) seria devida ao aumento do fosfato em solução, em consequência da sua libertação pelo sedimento (MARTENS *et al.,* 1978; YAMAOKA *et al.,* 1983; Van RAAPHORST *et al*., 1988; FALCÃO, 1997; FALCÃO & VALE, 2003).
- Da mesma forma se pode interpretar o aumento do teor de sílica em solução (VANDERBORGHT *et al*., 1977).
- Esta disponibilidade em fosfato conduziria a um aumento dos teores de Clorofila a, o que concorda com os *blooms* de organismos fitoplanctónicos tantas vezes associados às crises distróficas nestes meios (CASABlANCA, 1979; BOUTlERE *et al*., 1982; LARDICCI *et al*., 2001; LACOSTE *et al*., 2023).
- Em presença de O_2 originar-se-ia hidróxido de ferro (insolúvel), ocorrendo a sua precipitação isoladamente ou complexado com compostos orgânicos coloidais (KOENINGS & HOOPER, 1976; MONTANI & OKAICHI, 1982).

Nos sedimentos superficiais a repartição dos metais mostra que a fracção móvel está principalmente ligada aos óxidos de ferro e manganês, induzindo as condições redutoras uma solubilização destes óxidos (KAWANA *et al*. 1980; El GHOBARY & LATOUCHE, 1982; VALE, 1986). A cor da água (branca leitosa ou negra acastanhada) descrita para certas fases das distrofias nas lagunas mediterrânicas (GUELORGET & MICHEL, 1976; TOURNIER *et al*. 1979; BACHELET *et al*., 2000; CLADAS *et al*., 2016) poderia dever-se exactamente à presença de Fe e Mn, o que veio a ser referido para Santo André em situações de estratificação halina desencadeadas por entradas episódicas de água do mar por galgamento do cordão litoral no inverno, dando origem a condições anóxicas nas camadas de água estagnadas junto ao fundo (CANCELA DA FONSECA *et al*., 2001).

Durante o Verão de 1984, e mais ou menos localizadas, detectaram-se na água da laguna de Santo André todas aquelas tonalidades, associadas aos processos de distrofia. Nestas incluem-se, regra geral, as "águas vermelhas" (red-waters), associadas, por vezes, a dinoflagelados (CASABIANCA, 1979) ou a bactérias sulfo-redutoras (CARRADA & TRONCONE, 1974; CAUMETTE, 1986). Neste caso e em ambiente redutor, a actividade bacteriana responsável pela elevada libertação de gás sulfídrico e de amónia, outras causas plausíveis das elevadas mortalidades (PONS, 1980; KELLY & NAGUlB, 1984; CASTEL *et al*., 1996), deixa de processar-se no sedimento, para se desenvolver na água. Cessa também a tamponização por FeS, da saída de H_2S

da água intersticial da zona reduzida dos sedimentos (JØRGENSEN, 1977).

A postulada libertação de quantidades apreciáveis de Fe(II) solúvel na massa de água, permite supor que, na presença de O_2, se originaria hidróxido de ferro (insolúvel) cuja precipitação poderia colmatar as brânquias dos peixes (MACHADO CRUZ, 1969) e outros organismos, reduzindo-lhes a área útil e levando rapidamente à morte por esgotamento e asfixia (Fig. 8). O facto de as elevadas mortalidades terem sido observadas a partir das 12:00h, em águas superficiais não anóxicas e na presença de uma actividade fotossintética elevada, deixa supor que outro(s) factor(es) para além da baixa concentração de O_2 e/ou da presença de H_2S/NH_4 possa(m) estar a actuar de forma tóxica, tornando verosímil a hipótese atrás exposta.

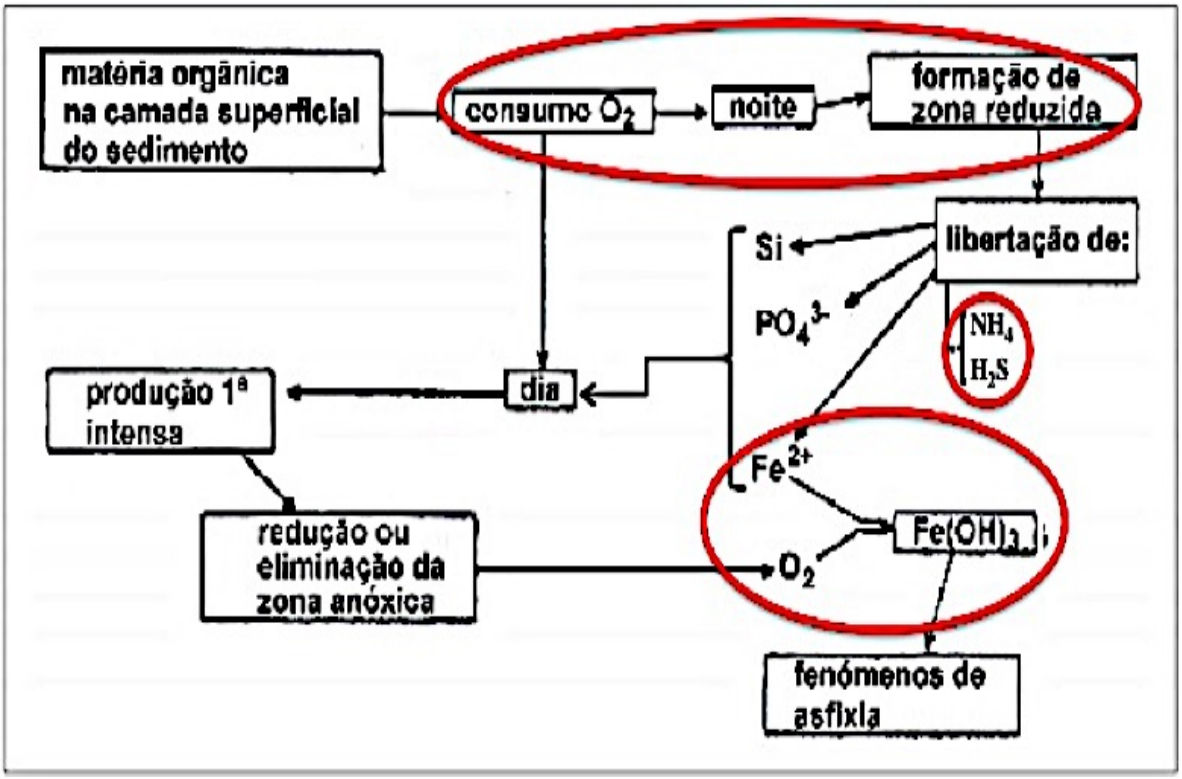


Figura 8 - Hipótese interpretativa dos fenómenos de distrofia na Lagoa de Santo André (adaptado de BERNARDO *et al.,* 2006b). Destacam-se com a linha vermelha as causas mais prováveis dos fenómenos de mortalidade observados.

No Verão, não há importantes carreamentos de sílica para as lagunas. Os valores de sílica detectados em Julho de 1984 (BERNARDO *et al*., 2006b), no início dos processos distróficos, indiciam uma intensificação da sua libertação a partir dos sedimentos, sendo a elevação repentina dos seus valores na água da laguna nesta época fruto de períodos de anóxia (cf. VANDERBORGHT *et al*., 1977).

Na Lagoa de Santo André a elevação dos teores de sílica era já notória antes do desenvolvimento da crise (BERNARDO *et al*., 2006b), tornando os grandes aumentos da concentração de sílica reactiva num possível indicador do desencadeamento de fenómenos de distrofia, juntamente com o decréscimo dos valores da relação N/P sugeridos por CASABIANCA (1979).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vegetação e Complexidade do Habitat

A vegetação, incluindo as ervas marinhas, os sapais e os mangais, desempenha um papel fundamental na dinâmica ecológica das lagoas costeiras, constituindo habitats essenciais para numerosos organismos, tanto aquáticos, como terrestres, oferecendo abrigo e servindo de locais de reprodução e alimentação (BARBIER *et al*., 2011); contribuem para o ciclo dos nutrientes e funcionam como viveiros para várias espécies, proporcionam habitat e a diversidade e a complexidade dos tipos de vegetação aumentam a resiliência global e a funcionalidade ecológica destes sistemas (KENNISH, 2002; PÖRTNER &

KNUST, 2007; McIVOR *et al*., 2012). Nas lagunas, a vegetação actua como filtro natural, retendo os sedimentos e removendo os poluentes da água, desempenhando um papel crucial na regulação da sua qualidade; funciona como sumidouro de nutrientes, atenuando os impactos do excesso de nutrientes provenientes do escoamento agrícola e das descargas urbanas; os seus complexos sistemas radiculares estabilizam os sedimentos, evitando a erosão e melhorando a transparência da água (KENNISH, 2002). A capacidade das lagoas costeiras de regular a qualidade da água é vital para manter a saúde do ecossistema lagunar e das zonas costeiras circundantes.

Protecção costeira

Os mangais e os sapais, componentes comuns dos ecossistemas erstuarino-lagunares, actuam como amortecedores naturais para absorver e dissipar a energia das ondas e das tempestades, atenuando a erosão costeira e os impactos das catástrofes naturais e desempenhando um papel vital na resiliência costeira (McIVOR *et al*., 2012; DUARTE *et al*., 2013). Estas defesas naturais não só protegem o próprio ecossistema, como também servem de primeira linha de defesa para as comunidades costeiras adjacentes (PÖRTNER & KNUST, 2007), reduzindo os impactos destrutivos dos furacões e de outros eventos climáticos extremos e da subida do nível do mar (BARBIER *et al*., 2011).

Adaptação às Mudanças Climáticas

As alterações nos padrões climáticos e o aumento do nível do mar representam ameaças significativas para as comunidades costeiras em todo o mundo. As áreas húmidas costeiras, incluindo as lagunas, oferecem serviços ecossistémicos essenciais para mitigar esses impactos, proporcionando resiliência natural. Além disso, a capacidade das lagunas de se adaptarem às mudanças nas condições ambientais torna-as laboratórios vivos para estratégias de adaptação e mitigação (COLOMBO, 1977; BARBIER *et al*., 2011). Uma vez que as suas formações vegetais são importantes sumidouros de carbono (DUARTE *et al*., 2013), podem contribuir significativamente para a mitigação e adaptação às alterações climáticas.

Condições ambientais dinâmicas

Os sistemas lagunares costeiros são, como referido, caracterizados por condições ambientais dinâmicas influenciadas pelas marés, ventos e entrada de água doce da escorrência continental - rios, linhas de água, águas subterrâneas, escoamento dos freáticos… (SCHALLENBERG et *aI*., 2013; STIGTER *et al*., 2014; CHAMBEL *et al*., 2014; EROSTATE *et al*., 2020). Estas flutuações criam disponibilidade de nutrientes e gradientes de salinidade, hidrodinâmicos e termodinâmicos no seu interior, influenciando a distribuição das espécies na laguna e a respectiva produtividade (PÉREZ-RUZAFA *et al*., 2024). LÉVESQUE *et al*. (2010) sublinham a importância de compreender a variação espacial das comunidades macrobentónicas nos ecossistemas salobros, realçando a sensibilidade destes ecossistemas aos gradientes ambientais.

Viveiros para a vida marinha - Zonas de Desova e berçários

Peixes, crustáceos e moluscos marinhos utilizam estes ambientes protegidos para efectuar as posturas e permitir que os juvenis se desenvolvam em condições mais seguras em águas abrigadas e ricas em nutrientes, o que aumenta as respectivas taxas de sobrevivência e contribui para o recrutamento de populações nos ecossistemas marinhos adjacentes, desempenhando um papel vital nos ciclos de vida de muitas espécies de peixes comercialmente importantes (KENNISH & PEARL, 2010; BARBIER *et al*., 2011) e contribuindo significativamente para a sustentabilidade das pescarias locais (AMANIEU & LASSERRE, 1981). Desempenham, portanto, um papel fundamental como berçários e viveiros para a vida marinha (BARBIER *et al*., 2011). A relevância como viveiros incrementa o seu impacto na biodiversidade marinha e nas pescas, apresentando com frequência uma forte produção haliêutica, constituindo também uma importante fonte de pescarias e contribuindo para a sustentabilidade da pesca (LEVI & TROADEC, 1974; KIENER, 1978; DURAND *et al*., 1982; KAPETSKY, 1984; QUIGNARD, 1984;

SIERRA DE LEDO *et al*., 1985; BINEY, 1986; BARBIER *et al*., 2011).

Hotspots de Biodiversidade

As lagunas costeiras e os sistemas estuarino-lagunares (‘*blind estuaries*’ na terminologia inglesa – DAY 1981), caracterizados pela mistura de águas salinas e doces, destacam-se como *hotspots* de biodiversidade devido à diversidade dos seus habitats e gradientes ambientais. A combinação única de águas pouco profundas, salinidades variáveis e diferentes substratos cria um mosaico de ecossistemas, biótopos e habitats diversos que proporcionam zonas de reprodução, áreas de viveiro e de alimentação para numerosos organismos marinhos. Esse mosaico cria um ambiente dinâmico que suporta uma vasta gama de formas de vida, albergando uma rica variedade de espécies vegetais e animais, tanto aquáticas como terrestres, com especial relevância para a avifauna (RUFINO *et al.,* 1984; SCHREIBER & BURGER, 2001; FONSECA *et al*., 2004; SILVEIRA *et al*., 2006; 2009; KENNISH 2016; PROBERT 2017). Como salientado por BARBIER *et al*. (2011), a biodiversidade das lagoas costeiras contribui significativamente para a produtividade global e a resiliência destes ecossistemas. A intrincada rede de interacções entre espécies e a interligação entre as lagoas costeiras e o ambiente marinho em geral tornam as lagunas cruciais para a manutenção da biodiversidade global das zonas costeiras, para a sustentabilidade das pescas e para a saúde geral dos ecossistemas marinhos.

Desafios e necessidades de Gestão e conservação integradas

Apesar do seu significado ecológico e do seu papel fundamental, os sistemas salobros costeiros enfrentam numerosas ameaças, principalmente devido às actividades humanas. A sobre-exploração dos seus recursos, a urbanização, a poluição e as alterações climáticas ameaçam a saúde destes ecossistemas e podem levar à perda e degradação dos seus biótopos, afectando o seu delicado equilíbrio (KENNISH, 2002). A subida do nível do mar e as alterações nos padrões de precipitação constituem um desafio adicional à estabilidade das lagunas e agravam ainda mais a sua vulnerabilidade (PÖRTNER & KNUST, 2007).

Para salvaguardar os inestimáveis serviços prestados por estes sistemas, as estratégias de conservação das lagunas devem: i) adoptar abordagens integradas que considerem a natureza interligada dos ambientes terrestres e marinhos; ii) promover a sensibilização do público e o envolvimento da comunidade; iii) ajudar a integrar a conservação e o desenvolvimento e assim contribuir para sociedades sustentáveis, componentes essenciais de iniciativas de conservação bem-sucedidas, para garantir a saúde e a sustentabilidade destes sistemas e dos seus serviços ecossistémicos a longo prazo (AMARO & CANCELA DA FONSECA, 2009). A gestão integrada da zona costeira, a protecção dos habitats e a implementação de práticas de pesca sustentáveis são componentes essenciais de estratégias de conservação eficazes destes ecossistemas (SILVEIRA *et al*., 2006, 2009; FOLEY *et al*., 2010). A sua conservação efectiva requer a implementação de práticas de gestão sustentável que incluam a criação de áreas protegidas, a protecção de áreas críticas e o controle da poluição, a regulamentação das actividades humanas, o ordenamento da respectiva implantação e a sensibilização comunitária. A abordagem integrada proposta por FOLEY *et al*. (2010) destaca a necessidade de considerar princípios ecológicos ao planear o uso dessas áreas.

BARNES (1999) sintetizou nos pontos seguintes as necessidades (imperiosas) relativamente à manutenção e conservação dos ecossistemas lagunares:

> “Um requisito da 'Diretiva Habitats' é que os estados membros da UE devem substituir os habitats lagunares perdidos durante os últimos 50 anos e os que se espera que sejam perdidos no futuro imediato. A criação desses novos habitats não é o problema. O problema é se algum dos organismos de interesse, se introduzido, sobreviverá nos locais recém-criados. Isso ainda não temos como dizer”.
>
> “Até que a tónica da investigação e do financiamento associado seja colocada no estabelecimento de como essas comunidades funcionam, as tentativas de conservação serão pouco mais do que tentativa e erro, com poucas oportunidades de aprender com as tentativas fracassadas. O conhecimento da conservação dos

> sistemas aquáticos, pelo menos no que diz respeito aos habitats lagunares e outros de água salobra, tem um longo caminho a percorrer antes que a sua base seja equivalente à dos planos de gestão terrestres".
>
> "Os planos de gestão no século XXI terão que ser baseados no conhecimento detalhado dos processos ecológicos que estruturam os sistemas individuais. A maior parte dessas informações ainda tem que ser recolhida e, para que a conservação seja bem-sucedida, muito menos ênfase terá de ser colocada no mapeamento, registo e monitorização da saúde das populações de água salobra e muito mais ênfase terá que ser colocada na compreensão das flutuações dessas populações, e porque é que certas espécies se restringem apenas a alguns habitats individuais".

Serviços Ecossistémicos, Bem-estar humano e contribuições socioeconómicas

Os serviços ecossistémicos das lagoas costeiras (purificação da água, sequestro de carbono, reciclagem e ciclo de nutrientes, criação de habitats, berçários e viveiros, produtividade dos ecossistemas costeiros, fomento da produção haliêutica nas zonas costeiras adjacentes, manutenção do equilíbrio ambiental, protecção dos impactos das catástrofes naturais e das alterações climáticas) estendem-se ao bem-estar humano através do fornecimento de vários recursos e oportunidades. As lagunas apoiam a pesca, a aquacultura, o turismo e as actividades recreativas, contribuindo significativamente para as economias locais. Muitas espécies de peixes, crustáceos e moluscos de valor comercial utilizam-nas como viveiros, melhorando a pesca local e apoiando os meios de subsistência das comunidades costeiras. O valor estético e ornitológico destes ecossistemas também atrai o turismo (AMARAL & CANCELA DA FONSECA, 2010; RAMOS *et al*., 2022), promovendo uma ligação entre as pessoas e a natureza, proporcionando benefícios económicos adicionais para as economias locais das áreas circunvizinhas (BARBIER *et al*., 2011). O valor económico e social dessas áreas húmidas é substancial, contribuindo para meios de subsistência locais e para a economia mais ampla através de actividades como pesca e turismo. Para além dos aspectos económicos, as lagoas costeiras têm um significado cultural para muitas comunidades, contribuindo para o bem-estar geral e a identidade das sociedades costeiras (BEER & JOYCE, 2013; EROSTATE *et al*., 2020).

AGRADECIMENTOS

Esta publicação foi financiada pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) através do Projecto UID/04292/2025 (https://doi.org/10.54499/UID/04292/2025) atribuído ao MARE - Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, e através do Projecto LA/P/0069/2020 (https://doi.org/10.54499/LA/P/0069/2020) concedido ao Laboratório Associado ARNET. Agradece-se aos revisores anónimos pela avaliação crítica deste artigo e respectivas sugestões que muito contribuiram para o melhorar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A.; COSTA, A.M.; FIDALGO E COSTA, P. & CANCELA DA FONSECA, L. 2009. Caracterização ecológica do sistema lagunar costeiro da Ribeira de Moinhos. *Actas do 2.º Seminário sobre Sistemas Lagunares Costeiros*: 61-77. Escola Superior de Educação "João de Deus", Lisboa. ISBN: 978-972-8061-70-8. DOI: 10.13140/2.1.5010.5286.

ADLAM, K. 2014. Coastal lagoons: Geologic evolution in two phases. *Marine Geology*, 355: 291–296, doi:10.1016/j.margeo.2014.06.005.

AGUESSE, P. 1957. La classification des eaux poikilohalines, sa dificulté en Camargue, nouvelle tentative de classification. *Vie Milieu,* 8(4): 341-365.

AISSA, P. 1988. Influence du facteur salinité sur la nématofaune d'une lagune sud-méditerranéenne. *Rapp.Comm.int.Mer Médit.,* 31(2):60.

ALLER, R.C. & BENNINGER, L.K., 1981. Spatial and temporal patterns of dissolved ammonium, manganese, and silica fluxes from bottom sediments of Long Island Sound, U.S.A. *Journal of Marine Research,* 39: 295-314.

AMANIEU, M. 1967. Introduction a l'étude écologique des réservoirs a poissons de la région d'Arcachon. *Vie Milieu,* 18(2): 381-446.

AMANIEU, M. & LASSERRE, G. 1981. Niveaux de production des lagunes litorales mediterranéennes et contribution des lagunes à l'enrichissement des pêches demersales. *Stud. Rev. gen. Fish. Coun. Medit.,* 58: 81-93.

AMANIEU, M. & LASSERRE, G. 1982. Organisation et évolution des peuplements lagunaires. *Oceanol. Acta,* N° SP: 201-213.

AMANIEU, M.; BALEUX, B.; GUELORGET, O. & MICHEL, P. 1975. Étude biologique et hydrologique d'une crise dystrophique (Malaigue) dans l'étang du Prévost a Palavas (Hérault). *Vie Milieu,* 25(2): 175-204.

AMANIEU, M.; FERRARIS, J. & GUELORGET, O. 1980. Organization et évolution des peuplements des lagunes

littorales. Application a la macrofaune benthique des étangs palavasiens. *In:* BARBAULT, R.; BLANDIN, P. & MEYER I.A. *(Eds.), Recherches d'Écologie théorique. Les stratégies adaptatives:* 251-277. Maloine Ed., Paris.

AMARAL, S. & CANCELA DA FONSECA, L. 2010. A Avifauna como meio de valorização turística de uma zona da Ria Formosa – Faro. Actas do VI Congresso da APDEA e IV Congresso de Gestão e Conservação da Natureza, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, S. Miguel, Açores. (Comunicação ID61; editado em CD).

AMARO, F. & CANCELA DA FONSECA, L. 2009. Selecção de áreas para a conservação de vertebrados no Parque Natural da Ria Formosa. *Actas do 2º Seminário sobre Sistemas Lagunares Costeiros*: 96-105. Escola Superior de Educação "João de Deus", Lisboa.

ANGELIS, C.M. 1981. Problems concerning aquaculture to restock coastal lagoons in the Mediterranean Basin. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. in Explor. Mer,* 178: 504.

BACHELET, G.; de MONTAUDOUIN, X.; AUBY, I. & LABOURG, P.-J. 2000. Seasonal changes in macrophyte and macrozoobenthos assemblages in three coastal lagoons under varying degrees of eutrophication. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 1495-1506.

BARBIER, E.B.; HACKER, S.D.; KENNEDY, C.; KOCH, E.W.; STIER, A.C. & SILLIMAN, B.R. 2011. The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*, 81(2): 169–193.

BARNES,R.S.K. 1974. *Estuarine biology*. Arnold, London, 76p.

BARNES, R.S.K. 1980. *Coastal lagoons. The natural history of a neglected habitat*. In: Cambridge Studies in Modern Biology: 1. Cambridge University Press, Cambridge, xi+106 pp.

BARNES, R.S.K., 1987. Coastal lagoons of East Anglia, U.K. *Journal of Coastal Research, 3(4): 417-427.*

BARNES, R.S.K. 1989a. The coastal lagoons of Britain: an overview and conservation appraisal. *Biological Conservation* 49, 295-313.

BARNES, R.S.K. 1989b. What, if anything, is a brackish-water fauna? *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, *Earth Sciences*, 80: 235–240.

BARNES, R.S.K. 1994. Macrofaunal community structure and life histories in coastal lagoons, in KJERFVE, B. (Ed.), *Coastal Lagoon Processes*, Elsevier, Amsterdam, 311–362.

BARNES, R.S.K. 1999. The conservation of brackish-water systems: priorities for the 21st century. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 9: 523-527

BECK, M.W.: HECK, K.L.: ABLE, K.W.; CHILDERS, D.L.; EGGLESTON, D.B.; GILLANDERS, B.M; HALPERN, B.; HAYS, C.G.; HOSHINO, K.; MINELLO, T.J.; ORTH, R.J.; SHERIDAN, P.F. & WEINSTEIN, M.P. 2001. The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates: A better understanding of the habitats that serve as nurseries for marine species and the factors that create site-specific variability in nursery quality will improve conservation and management of these areas. *BioScience*, 51(8), 633-641. DOI:10.1641/0006-3568(2001)051[0633:TICAMO] 2.0.CO;2.

BEDULLI, D. & PIVA, A. 1988. The tidal lagoon environment as an expression of confinement. *Rapp.Comm.int.Mer Médit.,* 31(2):53.

BEER, N.A. &. JOYCE, C.B. 2013. North Atlantic coastal lagoons: conservation, management and research challenges in the twenty-first century. *Hydrobiologia*, 701: 1–11.

BERNARDO, J.M. 1990. *Dinâmica de uma lagoa costeira eutrófica (Lagoa de Santo André)*. Tese de Doutoramento, Univ. Lisboa, 322 p.

BERNARDO, J.M.; CANCELA DA FONSECA, L. & PINTO, P. 1977. *Carpicultura: estudo comparativo de diferentes alimentos de complemento e condições ambientais.* Tese de Licenciatura, FCUL, 194p.

BERNARDO, J.M.; COSTA, A.M. & CANCELA DA FONSECA, L. 2006a. Ocorrência e implicações dos fenómenos de estratificação em lagoas costeiras fechadas - estudos de caso. *Actas do 1º Seminário sobre Sistemas Lagunares Costeiros*: 3-7. Instituto da Conservação da Natureza/Cezh, Lisboa.

BERNARDO, J.M.; CANCELA DA FONSECA, L. & COSTA, A.M. 2006b. Lagoa de Santo André: Ocorrência de uma crise distrófica (Verão de 1984). *Actas do 1º Seminário sobre Sistemas Lagunares Costeiros*: 52-58. Instituto da Conservação da Natureza/Cezh, Lisboa.

BERNER, R.A. 1977: Stoichiometric models for nutrient regeneration in anoxic sediments. *Limnol.Oceanogr.* 22(5): 781-786.

BIANCHI, C.N. 1985. Pour une bionomie des lagunes côtières méditerranéennes. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* 29(4): 37-38.

BIDET, J-C.; CARRUESCO, C. & KLINGEBIEL, A. 1981. *L'approche géologique des environnements lagunaires.* Centre International pour la Formation et les Echanges Géologiques, Paris. 110p.

BLANDIN, P. 1980. Évolution des écosystèmes et stratégies cénotiques. *In:* BARBAULT, R.; BLANDIN, P. & MEYER, J.A. (Eds.). *Recherches d'Écologie théorique. Les stratégies adaptatives*: 221-235. Maloine Ed., Paris.

BLONDEL, J. & ISENMANN, P. 1981. *Guide des oiseaux de Camargue.* Delachaux & Niestlé, Ed. Neuchâtel. 344p.

BOUTIÈRE, H.; BOUÉE, F.; DELILLE, D.; FIALA, M.; GROS, C.; JACQUES, G.; KNOEPFFLER, M.; LABAT, L.P.; PANOUSE, M. & SOYER, J. 1982. Effet d'une crise dystrophique dans l'étang de Salses-Leucate. *Oceanol.Acta,* N°Sp.: 231-242.

BINEY, C.A. 1986. Preliminary physico-chemical studies of lagoons along the Gulf of Guinea in Ghana. *Trop. Ecol.,* 27: 147-156.

CANCELA DA FONSECA, L., 1989. *Estudo da influência da "abertura ao mar" sobre um sistema lagunar costeiro: A Lagoa de Santo André.* Tese de Doutoramento, Univ. Lisboa, X+355pp.

CANCELA DA FONSECA, L. 2023. O Ecótono mar / continente: Algumas considerações. In: PAULA, D.P.; OLIVEIRA, E.C.; DIAS, J.A.; CANCELA DA FONSECA, L.; RODRIGUES, M. A. C.; ALBUQUERQUE, M.G.; PALMA, M. & BERGAMASCHI, S. (Eds.). 2023. "*Gestão das zonas costeiras: a influência continental na qualidade ambiental*" - Tomo XII da Rede BRASPOR: 183-197. Rio de Janeiro: UERJ - Universidade do Estado do Rio de

Janeiro/Faculdade de Geologia, 360 pp. ISBN: 978-65-88808-76-4. p. 183-197.

CANCELA DA FONSECA, L.; COSTA, A.M. & BERNARDO, J.M. 1989. Seasonal variation of benthic and fish communities in a shallow land-locked coastal lagoon (St. André, SW Portugal). *Scientia Marina* 53: 663-669.

CANCELA DA FONSECA, L.; BERNARDO, J.M.; COSTA, A.M.; FALCÃO, M. & VALE, C. 2001. Seasonal chemical changes and eutrophication of a land-locked coastal lagoon (St. André, SW Portugal). *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 6: 167-183.

CARRADA, G.C. & TRONCONE, M.R. 1974. Presence of "red water" and environmental condition in some meromictic brackish water lagoons of the Pontine region. *Rapp. Comm. int. Mer Médit*. 22(6): 33-35.

CARRIKER, M.R. 1967. Ecology of estuarine benthic invertebrates: a perspective. *In:* LAUFF G.H. (Ed.). *Estuaries:* 442-486, Am. Assc. Adv. Science Publ., Washington.

CASABIANCA, M.L. 1979. Phosphates dans les étangs Méditerranéens; hautes teneurs, teneurs critiques. Prévision et déclenchement des "eaux décolorées". *Rapp.Comm. Int.Mer Médit.,* 25/26(3):105-108.

CASPERS, H., 1967. Estuaries: Analysis of definitions and biological considerations. *In:* LAUFF G.H. (Ed.). *Estuaries:* 6-8. Am. Assc. Adv. Science Publ., Washington.

CASTEL, J.; CAUMETTE, P. & HERBERT, R.A. 1996. Eutrophication gradients in coastal lagoons as exemplified by the Bassin d'Arcachon and Étang du Prévost. *Hydrobiologia* 329(1): 9-28. doi: 10.1007/bf00034542.

CATAUDELLA, S.; CROSETTI, D. & MASSA, F. 2015a. Mediterranean coastal lagoons: A synthesis report. 1. General Context. *In*: CATAUDELLA S.; CROSETTI D. & MASSA F. (Eds). *Mediterranean coastal lagoons: sustainable management and interactions among aquaculture, capture fisheries and the environment Studies and Reviews*. General Fisheries Commission for the Mediterranean: 2-6. No 95. Rome, FAO. 278 pp. ISBN: 978-92-5-108792-3.

CATAUDELLA, S.; CROSETTI, D.; CICCOTTI, E. & MASSA, F. 2015b. Mediterranean coastal lagoons: A synthesis report. 2. Sustainable management in mediterranean coastal lagoons: interactions among capture fisheries, aquaculture and the environment. In: CATAUDELLA S., CROSETTI D. & MASSA F. (Eds). *Mediterranean coastal lagoons: sustainable management and interactions among aquaculture, capture fisheries and the environment Studies and Reviews*: 7-49. General Fisheries Commission for the Mediterranean. No 95. Rome, FAO. 278 pp. ISBN: 978-92-5-108792-3.

CAUMETTE, P. 1986. Phototrophic sulfur bacteria and sulfate-reducing bacteria causing red-waters in a shallow brackish coastal lagoon (Prévost lagoon, France). *FEMS Microbiology Ecology,* 38: 113-124.

CAUWET, G. 1988. Distribution and accumulation of organic matter in a tropical coastal lagoon, the Tacarigua lagoon, Venezuela. *The Science of the Total Environment, 75: 261-270.*

CHAMBEL, A.; CHAINHO, P.; FÉLIX, P.M.; CORREIA, M.J.; FERNANDES, C.; COSTA, J.L.; CHAVES, M.L.; STIGTER, T.Y.; HUGMAN, R.T.; SALVADOR, N.; COSTA, L.; DOMINGOS, I.M.; LOPES, V.P.; CASTRO, J.J.; CRUZ, T.; COSTA, A.; MONTEIRO, J.P.; NUNES, L.; SILVA, A.; PINTO, J.R.; VIDAL, A.; PINHEIRO, I.; COSTA, M.J.; CABRAL, H.N.; RIBEIRO, L. & CANCELA DA FONSECA, L. 2014. Coastal lagoons and their watersheds as groundwater dependent ecosystems: A case study in the SW coast of Portugal. *In*: *Water Resource Management: the Role of Hydrogeology* (Proceedings of 34th Annual Groundwater Conference), Tullamore, Ireland: International Association of Hydrogeologists (Irish Group). p. III-1-III-9

CLADAS, Y.; PAPANTONIOU, G.; BEKIARI, V. & FRAGKOPOULU, N. 2016. Dystrophic crises event in Papas Lagoon, Araxos Cape, Western Greece in the summer 2012. *Mediterranean Marine Science*, 17(1): 32-38. DOI: 10.12681/mms.1409.

CLARK, J.R., 1977. *Coastal ecosystem management.* John Wiley & Sons Ed., N.Y. xii+928p.

COGNETTI, G & MALTAGLIATI, F. 2000. Biodiversity and Adaptive Mechanisms in Brackish Water Fauna. *Marine Pollution Bulletin*, 40(1): 7-14.

COLOMBO, G. 1977, Lagoons. *In:* BARNES, R.S.K. (Ed.), *The Coastline*: 63-82. John Wiley & Sons, Chichester.

CONTRERAS, E.F., 1984. Estudios hidrobiológicos en lagunas costeras. *Ciencia,* 35: 13-18

CONTRERAS, E.F. 1985. Comparación hidrológica de tres lagunas costeras del estado de Veracruz, México. *Universidad* y *Ciencia,* 2(3): 47-56.

COSTA, A.M.; BERNARDO, J.M. & CANCELA DA FONSECA, L. 2006. Lagoa de Albufeira: Estratificação halina e mortalidade em mitilicultura (Março de 1985). *Actas do 1º Seminário sobre Sistemas Lagunares Costeiros*: 43-45. Instituto da Conservação da Natureza/Cezh, Lisboa.

COSTA, A.M.; CRISTO, M.; FIDALGO E COSTA, P.; BERNARDO, J.M., FRANCO, J.E.; DUARTE, P. & CANCELA DA FONSECA, L. 2009. Caracterização ecológica dos sistemas lagunares costeiros das ribeiras de Seixe e de Aljezur: factores abióticos. *Actas do 2.º Seminário sobre Sistemas Lagunares Costeiros*: 86-95. Escola Superior de Educação "João de Deus", Lisboa. DOI: 10.13140/2.1.2094.1768. ISBN: 978-972-8061-70-8.

CRAVO, A. & JACOB, J. 2019. Role of the Ria Formosa inlets on the physical, chemical and biological exchanges with the adjoining ocean. *In*: ANÍBAL, J.; GOMES, A.; MENDES, I. & MOURA, D. (Eds.). *Ria Formosa. Challenges of a coastal lagoon in a changing environment*: 29-46. University of Algarve. Faro, ISBN 978-989-8859-72-3.

DAY, J.H. 1981. The nature, origin and classification of estuaries. *In:* DAY, J.H. (Ed.)*, Estuarine ecology; with particular reference to Southern Africa*: 1-6. A.A.Balkema, Rotterdam.

De WIT, R.; LERUSTE, A.; LE FUR, I.; SY, M.M.; BEC, B.; OUISSE, V.; DEROLEZ, V. & REY-VALETTE, H. 2020. A Multidisciplinary Approach for Restoration Ecology of Shallow Coastal Lagoons, a Case Study in South France. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8:

Article 108. DOI:10.3389/fevo.2020.00108

DIAS, J.M.A.; BOSKI, T.; RODRIGUES, A. & MAGALHÃES, F. 2000. Coastline evolution in Portugal since the Last Glacial Maximum until present - a synthesis. *Marine Geology* 170: 177-186.

DO CHI, T. 1970. Écologie des étangs littoraux de la région des Sables d'Olonne. *Trav. Fac. Sci. Rennes, Sér. Océanogr. Biol.*, 4: 3-113

DUARTE, P.; BERNARDO, J.M.; COSTA, A.M.; MACEDO, F.; CALADO, G. & CANCELA DA FONSECA, L. 2002. Analysis of a coastal lagoon metabolism as a basis for management. *Aquatic Ecology,* 36: 3-19.

DUARTE, C.M.; LOSADA, I.J.; HENDRIKS, I.E.; MAZARRASA, I. & MARBÀ, N. 2013. The role of coastal plant communities for climate change mitigation and adaptation. *Nature Climate Change*, 3(11): 961-968. DOI: 10.1038/NCLIMATE1970

DUCK, R.W & SILVA, J.F. 2012. Coastal lagoons and their evolution: A hydromorphological perspective. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 110: 2-14, doi:10.1016/ j.ecss.2012.03.007

DURAND, J-R.; ÉCOUTIN, J-M. & CHARLES-DOMINIQUE, E., 1982. Les ressources halieutiques des lagunes ivoiriennes. *Oceanol.Acta,* N.Sp.: 277-284

DURAND, J-R.; CARMOUZE, J-P.; CHANTRAINE, J-M.; DUFOUR, P.; VERDEAUX, F.; & ZABI, E.G. 1985. Research and development: Some illustrations and prospects for the brackish waters of the Ivory Coast. *Proc. SIUEC* (1982: Nov.21-27: Rio Grande, RS, Brazil), 1:439-454.

DYER, K.R. 1979. Estuaries and estuarine sedimentation. In: DYER, K.R. (Ed.), *Estuarine hydrography and sedimentation. A handbook*: 1-18. Cambridge Univ. Press, London.

EC, 2000. Establishing a framework for community action in the eld of water policy. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council. *Oficial J. Eur. Commun.* L 327: 1–72.

EL GHOBARY, H. & LATOUCHE, C. 1982, Metal early diagenesis and pollution in the tidal flats of the Marennes Oleron Bay: application of metal sequential extraction. *Oceanol.Acta,* N° Sp.: 119-128

EROSTATE, M.; HUNEAU, F.; GAREL, E.; GHIOTTI, S.; VYSTAVNA, Y.; GARRIDO, M. & PASQUALINI, V. 2020. Groundwater dependent ecosystems in coastal Mediterranean regions: characterization, challenges and management for their protection. *Water Research*, 172: 115461. doi: 10.1016/j.watres.2019.115461.

EYRE, B.D. & MAHER, D. 2010. Structure and Function of Warm Temperate East Australian Coastal Lagoons: Implications for Natural and Anthropogenic Changes. In: KENNISH, M.J. & PAERL, H.W. (Eds.), *Coastal Lagoons. Critical Habitats of Environmental Change*: 457-481. CRC Press, Boca Ratón, FL.

FALCÃO, M. 1997. *Dinâmica dos nutrientes na Ria Formosa: interacção da laguna com as suas interfaces na reciclagem do azoto, fósforo e sílica*. Tese de Doutoramento, Universidade do Algarve, 223 pp.

FALCÃO, M. & VALE, C. 2003 Nutrient dynamics in a coastal lagoon (Ria Formosa, Portugal): The importance of lagoon-sea water exchanges on biological productivity. *Ciencias marinas*, 23 (3): 425-433.

FERNÁNDEZ-ALÍAS, A.; MONTAÑO-BARROSO, T.; CONDE-CAÑO, M.R.; MANCHADO-PÉREZ, S.; LÓPEZ-GALINDO, C.; QUISPE-BECERRA, J.I.; MARCOS, C. & PÉREZ-RUZAFA, A. 2022. Nutrient overload promotes the transition from top-down to bottom-up control and triggers dystrophic crises in a Mediterranean coastal lagoon. *Science of The Total Environment*, 846, 157388, ISSN 0048-9697, doi:10.1016/j.scitotenv.2022.157388.

FOLEY, M.M.; HALPERN, B.S.; MICHELI, F.; ARMSBY, M.H.; CALDWELL, M.R.; CRAIN, C.M.; PRAHLER, E.; ROHR, N.; SIVAS, D.; BECK, M.W.; CARR, M.H.; CROWDER, L.B.; DUFFY, J.E.; HACKER , S.D.; McLEOD, K.L.; PALUMBI, S.R.; PETERSON, C.H.; REGAN, H.M.; RUCKELSHAUS, M.H.; SANDIFER, P.A. & STENECK, R.S. 2010. Grading Ecological Principles for Marine Spatial Planning. *Marine Policy*, 34, 955-966, doi:10.1016/j.marpol.2010.02.001

FONG, P. & KENNISON, R.L. 2010. Phase Shifts, Alternative Stable States, and the Status of Southern California Lagoons. *In*: KENNISH, M.J. & PAERL, H.W. (Eds.), *Coastal Lagoons. Critical Habitats of Environmental Change*: 227-251. CRC Press, Boca Ratón, FL.

FONSECA, V.G., GRADE, N. & CANCELA DA FONSECA, L. 2004. Patterns of association and habitat use by migrating shorebirds on intertidal mudflats and saltworks on the Tavira Estuary, Ria Formosa, southern Portugal. *Wader Study Group Bull*; 105: 50–55.

FREITAS, M.C. 1997. Lagunas costeiras: Ambientes em evolução. *In*: CARVALHO, G.S.; GOMES, F.V. & PINTO, F.T. (Eds.) *Seminário sobre lagunas costeiras e ilhas-barreira da zona costeira de Portugal*: 107-123. Ass. Eurocoast-Portugal, Porto.

FRISONI, G.; GUELORGET, O. & PERTHUISOT, J-P. 1984. Ecological diagnosis applied to biological development of mediterranean coastal lagoons: methodological approach. *In*: KAPETSKY, J.M. & LASSERRE, G . (Eds.), *Management of coastal lagoon fisheries*. *Stud. Rev. gen. Fish. Coun. Redit.,* 61(1): 39-95.

FURSICH, F.T. & KIRKLAND, J.I. 1986. Biostratinomy and paleoecology of a Cretaceous brackish lagoon. *Palaios,* 1: 543-560.

GHERMANDI, A.; NUNES, P.A.L.D.; PORTELA, R.; RAO, N. & TEELUCKSINGH, S.S. 2012. Recreational, Cultural, and Aesthetic Services from Estuarine and Coastal Ecosystems. *Ecological Economics of Estuaries and Coasts*, 12: 217-237, doi:10.1016/B978-0-12-374711-2.01212-2

GUELORGET, O. & MICHEL, P. 1976. *Recherches écologiques sur une lagune saumâtre méditerranéenne: l'étang du Prévost (Hérault). I.Le milieu. II,Les peuplements benthiques*. Thèse Doc. Spécialité. Univ. Sci. Techn. Languedoc. 95p. +122p.

GUELORGET, O. & MICHEL, P. 1977. Étude sédimentologique d'une lagune saumâtre méditer-ranéenne, l'étang du Prévost (Hérault). *Vie Milieu,* 27(1):

111-130.

GUELORGET, O. & PERTHUISOT, J-P., 1983. *Le domaine paralique. Expressions géologiques, biologiques du confinement.* Travaux du Laboratoire de Géologie de l'Ecole Normale Supérieure, Paris 16, France, 136 pp.

GUELORGET, O.; FRISONI, G.F. & PERTHUISOT, J-P, 1983. La zonation biologique des milieux lagunaires: définition d'une échelle de confinement dans le domaine paralique méditerranéen. *Journ. Rech. Océanogr.,* 8(1): 15-36.

GUIRAL, D. 1986, Modifications et transformations des ecosystemes sedimentaires par des élevages piscicoles en lagune Ebrie (Cote D'Ivoire). *Aquaculture,* 52: 287-302.

GUNTER, G. 1967. Some relationships of estuaries to the fisheries of the Gulf of Mexico. *In*: LAUFF G.H. (Ed.). *Estuaries*: 621-638. Am. Assc. Adv. Science Publ., Washington.

GÜREL, M.; TANIK, A.; RUSSO, R.C. & GONENÇ, I.E. 2005. Biogeochemical cycles. *In*: GONENÇ, I.E. & WOL, J.P. (Eds.), *Coastal lagoons: Ecosystem processes and modeling for sustainable use and development*: 79–192. Boca Raton, Florida: CRC Press.

HARTOG, C. den, 1971. The border environment between the sea and the fresh water, with special reference to the estuary. *Vie Milieu,* supp1.22, 11: 739-750.

HEDGPETH, I.W. 1967. Ecological aspects of the Laguna Madre, a hypersaline estuary. *In*: LAUFF G.H. (Ed.). *Estuaries:* 409-419. Am. Assc. Adv. Science Publ., Washington.

HEEREBOUT, G.R. 1970. A classification system for isolated brackish inland waters, based on median chlorinity and chlorinity fluctuation. *Netherlands Journal of Sea Research*, 4(4): 494-503.

HELIOTIS, F.D. 1988. An inventory and review of the wetland resources of Greece. *Wetlands,* 8: 15-31.

HERVÉ, P. & BRUSLÉ, J. 1981. L'étang de Canet-Saint-Nazaire (P.O.). Écologie générale et ichtyofaune. *Vie Milieu,* 31(1): 17-25.

HEYDORN, A.E.F. & TINLEY, K.L. 1980. Estuaries of the Cape, Part I. Synopsis of the Cape Coast. Natural features, dynamics and utilization. *C.S.I.R. Research Report,* 380: 97p.

ISLA, F.I. & BEDMAR, J.M. 2016. Cheniers and regressive bedforms. In: KENNISH, M.J. (Ed.) *Encyclopedia of Estuaries*: 113-121. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, Dordrecht. doi: 10.1007/978-94-017-8801-4.

JONES, A.R., 1987. Temporal patterns in the macrobenthic communities of the Hawkesbury estuary, New South Wales. *Aust, J. Mar, Freshw, Res.,* 38: 607-624.

JØRGENSEN, B.B. 1977. The sulfur cycle of a coastal marine sediment (Limfjorden, Denmark). *Limnol. Oceanogr*. 22(5): 814-832.

KAPETSKY, J.M. 1984. Coastal lagoon fisheries around the world: Some perspectives on fishery yelds, and other comparative fishery characteristics. *In*: KAPETSKY, J.M. & LASSERRE, G. (Eds.), *Management of coastal lagoon fisheries. Stud. Rev. gen. Fish. Coun. Medit.,* 61(1): 97-139.

KAWANA, K.; SHIROZAWA, T.; HOSHIKA, A.; TANIMOTO, T. & TAKIMURA, O. 1980. Diffusion of manganese from bottom sediments in Beppu Bay. *La Mer,* 18(3):131-137.

KEENE, W.C. 1980. The importance of a reef-forming polychaete *Mércierella enigmatica* Fauvel, in the oxygen and nutrient dynamics of a hypereutrophic subtropical lagoon. *Estuar.Coast.Mar.Sci.,* 11: 167-178.

KELLY, M. & NAGUIB, M. 1984. Eutrophication in coastal marine areas and lagoons: a case study of "Lac de Tunis". *UNESCO reports in marine science*, 29: 1-28

KENNISH, M.J. 2002. Environmental threats and environmental future of estuaries. *Environmental Conservation*, 29(1): 78–107. DOI:10.1017/S0376892902000061.

KENNISH, M.J. 2016. Coastal Lagoons. In: KENNISH, M.J. (Ed.) *Encyclopedia of Estuaries*: 140-143. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8801-4.

KENNISH, M.J. & PAERL, H.W. 2010. Coastal lagoons. critical habitats of environmental change. In: KENNISH, M.J. & PAERL, H.W. (Eds.), *Coastal Lagoons. Critical Habitats of Environmental Change*: 1–15. CRC Press, Boca Ratón, FL.

KIENER, A. 1978. *Écologie, physiologie et économie des eaux saumâtres.* Masson Ed., Paris. 220p.

KJERFVE, B. 1994. Coastal lagoons. In: KJERFVE, B. (Ed.) *Coastal Lagoon Processes*: 1–8, Elsevier Oceanography Series. Vol. 60. Elsevier.

KNOPPERS, B. 1994. Aquatic Primary Production in Coastal Lagoons. In: KJERFVE, B. (Ed.) *Coastal Lagoon Processes*: 243–286. Elsevier Oceanography Series. Vol. 60. Elsevier.

KOENINGS, J.P. & HOOPER, F.F. 1976. The influence o f colloidal organic matter on iron and iron-phosphorus cycling in an acid bog lake. *Limnol. Oceanogr.,* 21(5): 684-696.

KOLMEL, R. 1979. The annual cycle of macrozoobenthos: Its community structures under the influence of oxygen deficiency in the Western Baltic. *In*: NAYLOR, E. & HARTNOLL, R.G. (Eds.), *Cyclic Phenomena in Marine Plants and Animals*: 19-28. Pergamon. Oxford.

KRISTENSEN, I. 1971. Preference of euryhaline species for brackish and supersaline waters. *Vie Milieu,* supp1.22, 2: 811-825.

LACOSTE, É.; JONES, A.; CALLIER, M.; KLEIN, J.; LAGARDE, F. & DEROLEZ, V. 2023. A Review of Knowledge on the Impacts of Multiple Anthropogenic Pressures on the Soft-Bottom Benthic Ecosystem in Mediterranean Coastal Lagoons. *Estuaries and Coasts*, 46**:** 2190–2207. doi:10.1007/s12237-023-01188-9.

LANKFORD, R.R. 1977. Coastal lagoons of Mexico. Their origin and classification. *Estuarine Processes*, 2: 182-215

LARDICCI, C.; COMO, S.; CORTI; S. & ROSSI, F. 2001. Recovery of the Macrozoobenthic Community after Severe Dystrophic Crises in a Mediterranean Coastal Lagoon (Orbetello, Italy). *Marine Pollution Bulletin*, 42(3): 202-214.

LENZI, M. & CIANCHI, F. 2022. Summer Dystrophic Criticalities of Non-Tidal Lagoons: The CASE Study of a Mediterranean Lagoon. *Diversity*, 14: 771. doi:10.3390/ d14090771.

LÉVESQUE, M.; ARCHAMBAULT, P.; MCKINDSEY, C.W.; VAZ, S. & ARCHAMBAULT, D. 2010. Predictive benthic habitat suitability model for the Estuary and the

northern Gulf of St. Lawrence (2006). *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2893: vii + 20 pp.

LEVI, D. & TROADEC, J.P., 1974. Les ressources halieutiques de la mediterranée et de la mer Noire. *Stud. Rev. gen. Fish. Coun. Medit.* (54): 29-52.

LIGORINI, V.; MALET, N.; GARRIDO, M.; FOUR, B.; ETOURNEAU, S.; LEONCINI, A.S.; DUFRESNE, C.; CECCHI, P. & PASQUALINI, V. 2022. Long-term ecological trajectories of a disturbed Mediterranean coastal lagoon (Biguglia lagoon): Ecosystem-based approach and considering its resilience for conservation? *Frontiers in Marine Science*, 9: 937795. doi: 10.3389/fmars.2022.937795.

LISS, P.S. 1976. Conservative and non conservative behaviour of dissolved constituents during estuarine mixing. *In*: BURTON, J.D. & LISS, P.S. (Eds.), *Estuarine Chemistry*: 93-130. Acad. Press, London.

LITTLE, C., 1986. Fluctuations in the meiofauna of the aufwuchs community in a brackish-water lagoon. *Estuarine, Coastal & Shelf Science,* 23: 263-276.

LOEFF, M.M.; Van Der RUTGERS; Van ES, F.B.; HELDER, W & De VRIES, T.P. 1981. Sediment water exchanges of nutrients and oxygen on tidal flats in the Ems-Dollard estuary. *Netherlands Journal of Sea Research*, 15: 113-129.

MACHADO CRUZ, J.A. 1969 - Iron salts in ichthyopathology. A histological and histochemical experimental contribution. *Publ.Inst.Zool.Augusto Nobre,* 106: 46p. 25 figs.

MAGALHÃES, F.; CANCELA DA FONSECA, L.; BERNARDO, J.M.; COSTA, A.M.; MOITA, I.; FRANCO, J.E. & DUARTE, P. 1987. Physical characterization of Odeceixe, Aljezur and Carrapateira lagunary systems (SW Portugal). *Limnetica*, 3(2): 211-218.

MARILLEY, M. 1972. *Etude écologique d'un étang saumâtre Méditerraneen, l'étang de l'Olivler: Eaux, sédiments, plancton*. These Doc. Spéclalité. Univ. Aix Marseille II, 88p.

MARTENS, C.S. 1982. Biogeochemistry of organic rich coastal lagoon sediments. *Oceanol. Acta* N. Sp.: 161-167.

MARTENS, C.S.; BERNER, R.A. & ROSENFELD, J.K. 1978. Interstitial water chemistry of anoxic Long Island Sound sediments. 2. Nutrient regeneration and phosphate removal. *Limnol. Oceanogr*. 23(4): 605-617.

MARTÍNEZ, Y.V.; GARCÍA-ONSURBE, M.C.; SOTO-MECA, A. & CARAVACA-GARRATÓN, M. 2023. Quantification of Major Inorganic Contaminants Before and after the Dystrophic Crisis in August 2021 in a Mediterranean Coastal Lagoon. SSRN: https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4412786

McIVOR, A.L.; SPENCER, T.; MÖLLER, I. & SPALDING. M. 2012. Storm surge reduction by mangroves. *Natural Coastal Protection Series*: Report 2. Cambridge Coastal Research Unit Working Paper 41. Published by The Nature Conservancy and Wetlands International. 35 pages. ISSN 2050-7941.

MONTANI, S. & OKAICHI, T. 1982. Iron in sediments and pore water of the Harima-Nada. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish*. 48(10): 1473-1479.

MORRI, C.; ABBATE, M.; BIANCHI, C.N.; DAMIANI, V. & SGORBINI, S., 1988. Résultats preliminaires d'une étude hydrobiologique sur l'estuaire du fleuve Magra (Ligurie, Italie). I I . Zonation benthique. *Rapp. Comm. Int.Mer Médit., 31,2.*

MOURA, D.; ANÍBAL, J.; MENDES, I. & GOMES, A. 2019. Introduction**.** *In*: ANÍBAL, J.; GOMES, A.; MENDES, I & MOURA, D. (Eds.). *Ria Formosa. Challenges of a coastal lagoon in a changing environment*: 13-16. University of Algarve. Faro, ISBN: 978-989-8859-72-3.

MUUS, B.J. 1967. The fauna of Danish estuaries and lagoons. Distribution and ecology of dominating species in the shallow reaches of the mesohaline zone. *Medd. Dan.Fisk-Havundersøgelser*, 5(1): 1-316.

NICHOLS, M., & ALLEN, G.P. 1981. Sedimentary Process in Coastal Lagoons. *In*: *Coastal Lagoon Research Present and Future*: 27-80. UNESCO Technical Papers in Marine Science 33.

NIXON, S.W. 1982. Nutrient dynamics, primary production and fisheries yields of lagoons. *Oceanol. Acta*, N. Sp.: 357-371.

NOE-NYGAARD, N.; SULYK, F. & PIASECKI, S., 1987. Bivalve mass mortality caused by toxic Dinoflagellate blooms in a Berriasian-Valanginian lagoon, Bornholm, Denmark. *Palaios,* 2: 263-273.

NOWICKI, B.L. & NIXON, S.W. 1985. Benthic nutrient remineralization in a coastal lagoon ecosystem. *Estuaries*, 8: 182-190.

ODEBRECHT, C.; ABREU, P.C.; BEMVENUTI, C.E.; COPERTINO, M.S.; MUELBERT, J.H.; VIEIRA, J.P. & SEELIGER, U. 2010. The Patos Lagoon Estuary, Southern Brazil: Biotic Responses to Natural and Anthropogenic Impacts in the Last Decades (1979–2008). In: KENNISH, M.J. & PAERL, H.W. (Eds.), *Coastal Lagoons. Critical Habitats of Environmental Change*: pp. 433–455. CRC Press, Boca Ratón, FL.

OHTAKE, H.; HATO, S. & DATE, Y. 1984. The role of tides in removing phosphorus from lake Nakanoumi, a coastal lagoon in Japan. *Arch. Hydrobiol.,* 99(4): 443-462.

OHTAKE, H.; SEIKE, Y.; TAKEDA, A.; HONDO, K. & DATE, Y., 1982. A quantitative analysis of phosphorus cycle in the shallow brackish lake Nakanoumi, Japan. *Arch. Hydrobiol.,* 94(3): 286-301.

OLIVER, G.A. 2005. *Seasonal changes and biological classification of Irish coastal lagoons.* PhD thesis, University College, Dublin, 226pp.

PAGES, J.; LEMASSON, L. & DUFOUR, P. 1981. Primary production measurement in a brackish tropical lagoon. Effect of light, as studied at some stations by the ^{14}C method. *Rev. Hydrobiol. Trop.,* 14(1): 3-15.

PEARSON, T.H. & ROSENBERG, R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 16: 229-311.

PEARSON, T.H. & STANLEY, S.O. 1977. The benthic ecology of some Shetland voes. *In*: KEEGAN, B.F.; CEIDIGH, P.O. & BOADEN P.J.S. (Eds.), *Biology of Benthic Organisms:* 503-512. Pergamon. Oxford.

PENEDA, M.C. & DIAS, J.M.A. 1986. Some proposals for a coastal system management (The Lagoon of Albufeira case). *Thalassas*, 4(1): 37-42.

PÉREZ-RUZAFA, A.; MOLINA-CUBEROS, G.J.; GARCÍA-OLIVA, M.; UMGIESSER, G. & MARCOS, C. 2024. Why coastal lagoons are so productive? Physical bases of fishing productivity in coastal lagoons. *Science of the Total Environment*, 922, 171264. DOI:10.1016/ j.scitotenv.2024.171264

PETIT, G. 1953. Introduction a l'étude écologique des étangs méditerranéens. *Vie Milieu,* 4(4): 569-604.

PICARD, J. 1985. Réflexions sur les ecosystémes marines benthiques: hierarchisation, dynamique spatio-temporelle. *Téthys*, 11(3-4): 230-242.

PONS, M. 1980. *Socio-écologie du complexe lagunaire Palavasien*. These Doc. Spécialité, Univ. Paul Valéry, 293 p.

POR, F.D. 1988. The Halmyric environment: a proposal. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit*., 31(2): 54.

PÖRTNER, H.O. & KNUST. R. 2007. Climate change affects marine fishes through the oxygen limitation of thermal tolerance. *Science*, 315: 95–97.

POSTMA, H., 1967, Sediment transport and sedimentation in the estuarine environment. *In*: LAUFF G.H. (Ed.). *Estuaries*: 156-179, Am. Assc. Adv. Science Publ., Washington.

POSTMA, H. 1981. Processes in the sediment and the water-sedimenrt interface. *UNESCO technical papers in marine sciences*, 33: 111-117.

POSTMA, H. 1988. Tidal flat areas. *Lecture Notes on Coastal and Estuarine Studies,* 22:102-121

POSTMA, H. 1994. Future research in Coastal Lagoons. In: KJERFVE, B. (Ed.) *Coastal Lagoon Processes*: 553–561. Elsevier Oceanography Series. Vol. 60. Elsevier.

PRITCHARD, D.W. 1967. What is an estuary: Physical viewpoint. *In*: LAUFF G.H. (Ed.). *Estuaries*: 3-5. Am. Assc. Adv. Science Publ., Washington.

PROBERT, P.K. 2017. Estuaries and Lagoons. In: *Marine Conservation*, Cambridge University Press, pp. 277 – 312. DOI: 10.1017/9781139043588.012

QUIGNARD, J.P. 1984. Les caracteristiques biologiques et environmentales des lagunes en tant que base biologique de l'aménagement des pêcheries. In: Aménagement des pêches dans les lagunes côtières. *Étud. Rev. CGPM*, 61 (1): 3-38.

RAMOS, J.; PINTO, P.; PINTASSILGO, P.; RESENDE, A. & CANCELA DA FONSECA, L. 2022. Activating an artisanal saltpan: tourism crowding in or waterbirds crowding out? *International Journal of Culture, Tourism and Hospitality Research*, 16(1): 294-305, doi:10.1108/ IJCTHR-04-2021-0101.

RODRIGUES-FILHO, J.L.; MACÊDO, R.L.; SARMENTO, H.; PIMENTA, V.R.A.; ALONSO, C.; TEIXEIRA, C.R.; PAGLIOSA, P.R.; NETTO, S.A.; SANTOS, N.C.L.; DAURA-JORGE, F.G.; ROCHA, O.; HORTA, P.; BRANCO, J.O.; SARTOR, R.; MULLER, J. & CIONEK, V.M. 2023. From ecological functions to ecosystem services: linking coastal lagoons biodiversity with human well-being. *Hydrobiologia*, 850(12): 2611–2653, doi:10.1007/s10750-023-05171-0

RODRIGUES, A.M. & QUINTINO, V. 1985. Estudo granulométrico e cartografia dos sedimentos superficiais da Lagoa de Óbidos (Portugal). *Comun. Serv, Geol. Portugal,* 71(2): 231-242.

ROMDHANE, M.S. 1985. *Lagune de Ghar el Melh: Milieu, Peuplement, Exploitation.* These 3eme cycle, Fac.Sciences, Univ. Tunis, 245p.

ROSSI, R.; CARRIERI, A.; RIZZO, M.G. & LUCCHINI, M. 1988. Use of intensive rearing systems as back-up for coastal lagoon aquaculture: an *experience* with eels, *Anguilla anguilla* L., In the Comacchio lagoons. *Aquaculture and Fisheries Management*, 19: 355-361.

RUFINO, R. ; MIRANDA, P. ; PINA, L.P. & ARAUJO, A. 1984. Limicolas invernantes na Ria de Faro. Dados sobre a sua distribuição e disponibilidades alimentares. *Bol.Liga Prot.Nat.(3ª série),* 18: 207-223.

SAAD, M.A.H., 1974. Influence of organic pollution on lake Mariut, a highly eutrophicated lake south of Alexandria. *Rev. Intern. Oceanogr. Med.,* 34: 23-36.

SACCHI, C.F. 1961. L'évolution recente du milieu dans l'étang saumatre dit "Lago di Patria" (Naples) analysée par sa macrofaune invertébrée. *Vie Milieu,* 12(1): 37-65.

SACCHI, C.F. 1979. The coastal lagoons of Italy. *In*: JEFFERIES R.L. & DAVY A.J. (Eds.), *Ecological Processes in Coastal Environments*: 593-601. Blackwell Scientific Pub. Oxford.

SALAS, S.; CHUENPAGDEE, R.; CHARLES, A. & SEIJO, J.C. (eds). 2011. Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 544. Rome, FAO. 430p.

SANDERS, H.L., 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *American Naturalist*, 102: 243-282; doi:10.1086/282541

SANDERS HL. 1969. Benthic marine diversity and the stability-time hypothesis. *Brookhaven Symposia in Biology*; 22: 71-81. PMID: 5372797.

SCHACHTER, D.; SEMEZ, J. & LEROUX-GILERON, J. 1953. Note préliminaire sur la dystrophie d'un étang saumâtre du littoral méditerranéen: L'étang de l'Olivier. *Vie Milieu,* 4(4): 701-706,

SCHALLENBERG, M.; de WINTON, M.D.; VERBURG, P.; KELLY, D.J.; HAMILL, K.D. & HAMILTON, D.P. 2013. Ecosystem services of lakes. *In*: DYMOND, J.R. (Ed.), *Ecosystem services in New Zealand – conditions and trends*: 203-225. Manaaki Whenua Press, Lincoln, New Zealand.

SCHLEYER, M.H. & ROBERTS, G.A., 1987. Detritus cycling in a shallow coastal lagoon in Natal, South Africa. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.,* 110: 27-40.

SCHREIBER, E.A. & BURGER, J. 2001. *Biology of marine birds*. CRC Press. 744pp.

SEALEY, K.S.; LENNON, E.; ROSKAR, A.G. & PATUS, J. 2024. Ecological shifts in lagoon patch reefs: consequences of large-scale alterations to coastal systems. *Academia Biology*, 2(3). doi:10.20935/AcadBiol7357.

SERRUYA, C.; EDELSTEIN, M.; POLLINGHER, U. & SERRUYA, S. 1974: Lake Kinneret sediments: Nutrient composition of the pore water and mud water exchanges. *Limnol. Oceanogr,* 19(3): 489-508.

SIEGFRIED, W.R. & DAVIES, B.R. 1982. Conservation of

ecosystems: Theory *and Practice. South African National Scientific Programmes Report*, 61: 97p.

SIERRA DE LEDO, B.; ROCHA CRE, J.C. & SORIANO-SIERRA, E. 1985. Fishery production, anthropogenic and natural stress in Conceição lagoon, Santa Catarina, Brazil. *Proc. SIEUC*: Rio Grande, RS, Brazil, 1: 485-496.

SILVEIRA, M.; VIDAL, A.M. & CANCELA DA FONSECA, L. 2006. Interacções pesca-avifauna na Lagoa de Santo André. *Actas do 1º Seminário sobre Sistemas Lagunares Costeiros*: 59-66. Instituto da Conservação da Natureza/Cezh, Lisboa

SILVEIRA, M.; ENCARNAÇÃO, P.; VIDAL, A. & CANCELA DA FONSECA, L. 2009. Aves aquáticas e gestão da Lagoa de Santo André. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 9(3): 55-70.

SMETHIE, W.M. 1987. Nutrient regeneration and denitrification in low oxygen fjords. *Deep-Sea Research*, 34: 983-1006.

STEWART, W.D.P. 1972. Estuarine and brackish waters. An introduction. *In*: BARNES, R.S.K. & GREEN, J. (Eds.), *The estuarine environment*: 1-9. Applied Science Pub. Ltd, London.

STIGTER, T.Y.; NUNES, J.P.; PISANI, B.; FAKIR, Y.; HUGMAN, R.; LI, Y.; TOMÉ, S.; RIBEIRO, L.; SAMPER, J.; OLIVEIRA, R.; MONTEIRO, J.P.; SILVA, A.; TAVARES, P.C.; SHAPOURI, M.; CANCELA DA FONSECA, L. & El HIMER, H. 2014. Comparative assessment of climate change and its impacts on three coastal aquifers in the Mediterranean. *Regional Environmental Change*, 14: 41-56, DOI: 10.1007/s10113-012-0377-3

TOURNIER, H.; HAMON, P.Y. & ARNAUD, P. 1979. Développement de la "Malaigue" en 1975 dans l'étang de Thau. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.* 25/26(3): 103-104.

UNESCO, 1981. Coastal lagoon research, present and future. Report and guidelines UNESCO/IABO seminary. Duke Univ. Marine Laboratory, Beaufort, N.C., USA, August 1978. *Techn. papers Mar. Science,* 32. 97p.

UNESCO, 1986. Coastal lagoons along the southeern Mediterranean coast (Algeria, Egypt, Libya, Morocco, Tunisia). Description and bibliography. *Unesco reports in marine science*, 34. 184p.

VADINEANU, A. 2005. Identification of the Lagoon Ecosystems, *In*: GONENÇ, I.E. & WOL, J.P. (Eds.), *Coastal lagoons: Ecosystem processes and modeling for sustainable use and development*: 7-41. Boca Raton, Florida: CRC Press.

VALE, C. 1986. *Distribuição de metais e matéria particulada em suspensão no sistema estuarino do Tejo*. Dissertação para obtenção do grau de Investigador Auxiliar. INIP. 183 p.

Van der MOLEN, D.T. 1981. A simple dynamic model for the simulation of the release of phosphorus from sediments in shallow eutrophic systems. *Water Resources*, 25: 737-744.

Van RAAPHORST, W. & KLOOSTERHUIS, H.T. 1994. Phosphate sorption in superficial intertidal sediments. *Marine Chemistry,* 48: 1-16.

Van RAAPHORST, W.; RUARDIJ, P. & BRINKMAN, A.G. 1988. The assessment of benthic phosphorus regeneration in a marine ecosystem model. *Netherlands Journal of Sea Research*, 22: 23-36.

VANDERBORGHT, J.P.; WOLLAST, R. & BILLEN, G. 1977. Kinetic models of diagenesis in disturbed sediments. Part 1. Mass transfer properties and silica diagenesis. *Limnol. Oaeanogr*., 22(5): 787-793.

VELEZ, M.I.; CONDE, D.; LOZOYA, J.P.; RUSAK, J.A.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, F.; SEITZ, C.; HARMON, T.; PERILLO, G.M.E.; ESCOBAR, J & VILARDY, S.P. 2018. Paleoenvironmental Reconstructions Improve Ecosystem Services Risk Assessment: Case Studies from Two Coastal Lagoons in South America. *Water*, *10*(10), 1350; doi:10.3390/w10101350

WOLFF, W.J. 1971. Changes in intertidal benthos communities after an increase in salinity. *Thalassia Jugoslavica,* 7(1): 429-434.

YAMAOKA, Y.; TANIMOTO, T. & SHIOZAWA, T. 1983. Vertical distributions of nitrogen, phosphorus and iron in Beppu Bay. *J. Oceanogr. Soc. Japan,* 39(6): 301-304.

Capítulo XVIII

MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO PRELIMINAR DAS MEDIDAS DE CONTENÇÃO DA EROSÃO COSTEIRA NO SISTEMA PRAIA–FALÉSIA DE PICOS E PEROBA, ICAPUÍ, CEARÁ, NORDESTE DO BRASIL



MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO PRELIMINAR DAS MEDIDAS DE CONTENÇÃO DA EROSÃO COSTEIRA NO SISTEMA PRAIA–FALÉSIA DE PICOS E PEROBA, ICAPUÍ, CEARÁ, NORDESTE DO BRASIL

Eduardo Lacerda Barros[1*], Davis Pereira de Paula[1], Yan Gurgel Vasconcelos[1], Melvin Moura Leisner[1] e Weslyanne Braga Rodrigues[1]

[1]Universidade Estadual do Ceará (UECE), Programa de Pós-Graduação em Geografia (PROPGEO), Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica (LGCO), Av. Dr. Silas Munguba, 1700 - Campus do Itaperi Fortaleza, CE, Cep: 60.714.903. E-mail: eduardolacerdab@gmail.com; davis.paula@uece.br; yan.vasconcelos@aluno.uece.br; melvin.leisner@aluno.uece.br; weslyane.braga@aluno.uece.br. * Autor Correspondente.

RESUMO

Este estudo apresenta o mapeamento e a caracterização preliminar das medidas de contenção da erosão costeira no sistema praia–falésia das praias de Picos e Peroba, em Icapuí, litoral leste do Ceará, Brasil. Desenvolvido em um contexto de baixo aporte sedimentar, elevada energia de maré e intensa ocupação costeira, o trabalho analisa as respostas locais à erosão marinha. As campanhas de campo, realizadas entre março e novembro de 2024, incluíram observações *in situ*, levantamentos com drone, georreferenciamento por GNSS-RTK e registros fotográficos. Foram identificadas 70 medidas de contenção ao longo de aproximadamente 2,5 km de costa, com forte contraste espacial: Picos apresenta intervenções esparsas e isoladas, enquanto Peroba concentra cerca de 89% das estruturas, configurando um padrão quase contínuo de proteção. Predominam soluções emergenciais e improvisadas, como sacos de areia, paliçadas de madeira, mantas de proteção, enrocamentos e o uso de sedimentos da própria praia, geralmente implantadas sem planejamento técnico. Esses resultados indicam respostas predominantemente reativas à erosão e reforçam a necessidade de monitoramento contínuo e de estratégias de gestão costeira de longo prazo alinhadas à dinâmica natural do litoral.

Palavras-chave: Dinâmica Costeira; Gestão Costeira; Engenharia Costeira; Geomorfologia Costeira; Monitoramento Ambiental.

Preliminary mapping and characterization of coastal erosion control measures in the Picos and Peroba beach–cliff system, Icapuí, Ceará, northeastern Brazil

ABSTRACT

This study presents the mapping and preliminary characterization of coastal erosion control measures in the beach–cliff system of Picos and Peroba beaches, in Icapuí, eastern Ceará, Brazil. Conducted in a context of low sediment supply, high tidal energy, and intense coastal occupation, the study analyzes local responses to marine erosion. Field surveys carried out between March and November 2024 included *in situ* observations, drone imagery, GNSS-RTK georeferencing, and photographic records. A total of 70 control measures were identified along approximately 2.5 km of coastline, with strong spatial contrasts: Picos shows sparse, isolated interventions, whereas Peroba concentrates about 89% of the structures, forming a nearly continuous protection pattern. Emergency and improvised solutions predominate, including sandbags, wooden palisades, protective mats, riprap, and beach-derived sediments, generally implemented without technical planning. These findings indicate predominantly reactive responses to erosion and highlight the need for continuous monitoring and long-term coastal management strategies aligned with natural coastal dynamics.

Keywords: Coastal Dynamics; Coastal Management; Coastal Engineering; Coastal Geomorphology; Environmental Monitoring.

INTRODUÇÃO

A zona costeira constitui uma interface dinâmica entre o continente e o oceano, constantemente modificada por processos naturais e pressões antrópicas. O crescimento urbano desordenado, a expansão de superfícies impermeáveis, a implantação de estruturas de engenharia costeira e as mudanças climáticas globais têm intensificado os impactos cumulativos sobre a morfologia costeira e os ecossistemas (SMALL & NICHOLLS, 2003; NEUMANN *et al*., 2015; ANDREW *et al*., 2019; MCMICHAEL *et al*., 2020; LACERDA BARROS *et al*., 2021a; 2021b; LV *et a*l., 2021; LACERDA BARROS *et al*., 2024b).

A erosão costeira destaca-se como um dos processos mais relevantes, intensificada por fatores

globais, como a elevação do nível do mar e o aumento da frequência e intensidade das tempestades, e por fatores locais, incluindo ocupação costeira desordenada, barramento de rios e extração não controlada de sedimentos (LUIJENDIJK *et al*., 2018; VOUSDOUKAS *et al*., 2020; COOPER *et al.*, 2020; SOARES *et al*., 2021; PANG *et al*., 2023). Esses processos comprometem ecossistemas frágeis, como dunas, falésias e manguezais, e aumentam a exposição das populações costeiras a inundações e ao recuo da linha de costa.

No Brasil, a erosão costeira é particularmente severa no litoral nordestino, com destaque para o estado do Ceará. Os 20 municípios costeiros cearenses apresentam, em diferentes graus, trechos sob erosão ou tendência erosiva. Segundo o Plano de Contingência para Processos de Erosão Costeira do Estado do Ceará (CEARÁ, 2024), cerca de 47% dos 573 km de litoral já se encontram em condição erosiva ou com tendência à erosão, corroborando estimativas anteriores próximas a 50% (MORAIS *et al.*, 2018). Os impactos afetam ecossistemas costeiros, infraestrutura urbana e atividades econômicas, como turismo e pesca.

A dinâmica costeira no Nordeste brasileiro encontra-se sob crescente pressão de setores como o mercado imobiliário, o turismo e a infraestrutura urbana. A ocupação desordenada, a degradação de dunas, o barramento de rios e intervenções costeiras mal planejadas contribuem para desequilíbrios no suprimento sedimentar e para a intensificação da erosão (MORAIS & PINHEIRO, 2011; PAULA *et al.*, 2013; PAULA, 2015; PINHEIRO, MORAIS & MAIA, 2016; MOREIRA *et al*., 2020; LACERDA BARROS *et al*., 2021a; 2021b; 2024b).

Nesse contexto, o município de Icapuí configura-se como um dos principais focos de erosão no litoral leste do Ceará. Praias como Redonda, Peroba e Picos têm registrado recuo significativo da linha de costa na última década, com danos a residências e infraestrutura urbana (LACERDA BARROS, 2018; CHACANZA *et al*., 2022; 2023; 2024; LEITE & ALMEIDA, 2023).

Em resposta à intensificação dos processos erosivos, observa-se a adoção de um conjunto diversificado de medidas de contenção, incluindo enrocamentos de blocos rochosos, muros de contenção em concreto, barreiras de sacos de areia, mantas plásticas, estruturas improvisadas com madeira (paliçadas), além do uso de resíduos vegetais, como palhas de coqueiro, e obras públicas pontuais, como quebra-mares. A predominância de soluções rígidas e improvisadas revela estratégias locais fortemente orientadas à proteção imediata de edificações e infraestruturas ameaçadas, frequentemente implementadas de forma fragmentada e sem planejamento integrado, o que pode gerar efeitos adversos sobre a dinâmica costeira adjacente (WILLIAMS *et al.*, 2018; LACERDA BARROS *et al*., 2021b).

Diante desse cenário, torna-se fundamental analisar de forma sistemática essas intervenções, considerando não apenas sua presença física, mas também o contexto socioambiental em que são implementadas. Assim, o objetivo deste estudo é mapear e caracterizar preliminarmente as principais medidas de contenção utilizadas no sistema praia–falésia de Picos e Peroba, em Icapuí, Ceará, e avaliar como elas refletem as estratégias locais de enfrentamento da erosão costeira, contribuindo para o aprimoramento do planejamento, do monitoramento e da gestão integrada da zona costeira em áreas sujeitas à erosão acelerada.

Área de estudo

A área de estudo localiza-se no município de Icapuí, no litoral leste do estado do Ceará, Nordeste do Brasil, a aproximadamente 203 km da capital Fortaleza. O município integra o Setor 1 – Costa Leste, conforme o Programa de Gerenciamento Costeiro do Estado do Ceará (GERCO-CE), fazendo limite com o estado do Rio Grande do Norte e com o município de Aracati. O litoral de Icapuí possui cerca de 46 km de extensão, abrangendo 14 praias distribuídas entre os distritos de Icapuí, Ibicuitaba e Manibu (MEIRELES *et a*l., 2016) (Figura 1).

O trecho analisado encontra-se integralmente inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) Berçário da Vida Marinha, uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável de caráter predominantemente marinho, integrante de um mosaico de áreas protegidas locais. Geologicamente, a área situa-se na porção emersa da Bacia Potiguar, com afloramentos das formações Jandaíra (Cretáceo), Barreiras (Mioceno) e Potengi (Quaternário), que sustentam falésias e paleofalésias ao longo da costa

(XIMENES NETO *et al*., 2024). Destaca-se ainda a presença de um terraço marinho do Holoceno Tardio, localizado entre as paleofalésias e a linha de costa atual, fundamental para a compreensão dos processos erosivos e deposicionais (XIMENES NETO *et al*., 2024).

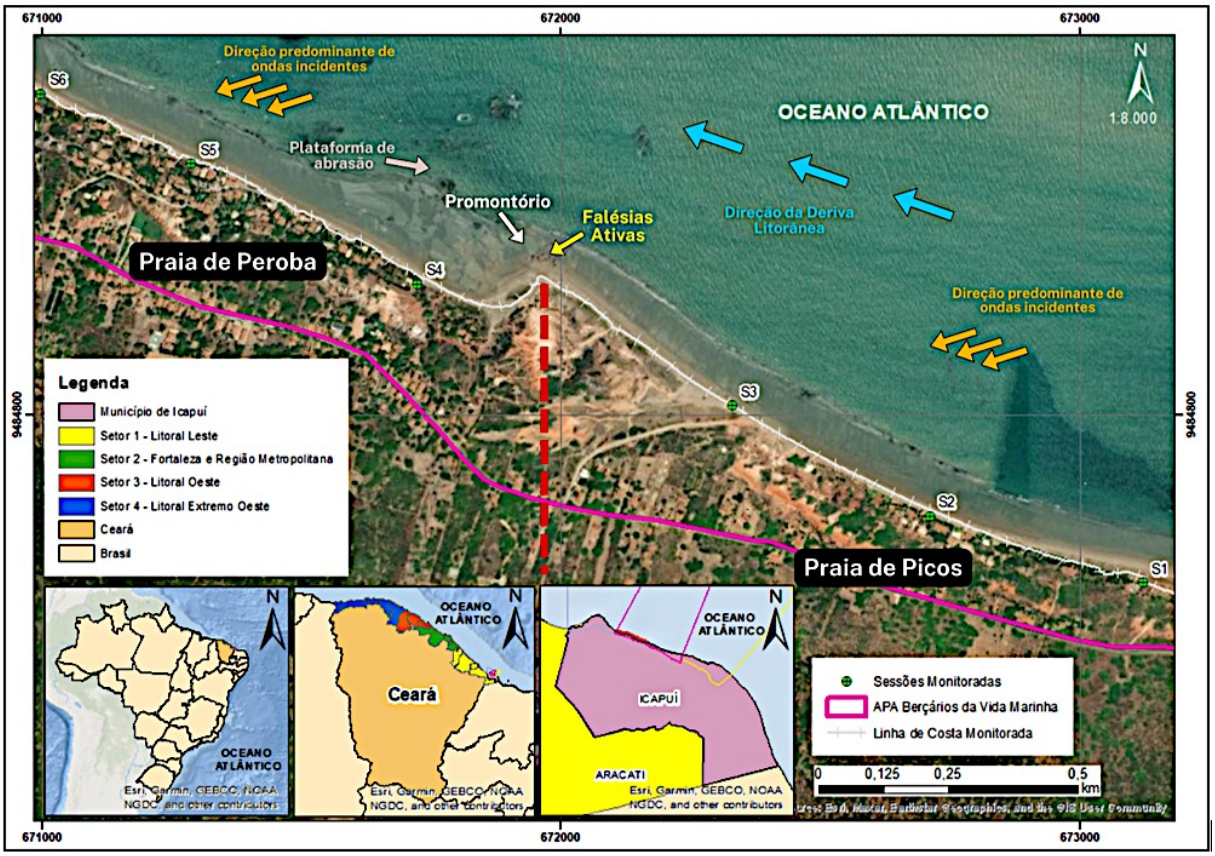


Figura 1 – Localização da área de estudo (Fonte: os autores).

A planície costeira de Icapuí apresenta feições geomorfológicas associadas às variações do nível do mar durante o Quaternário, incluindo praias, dunas, falésias, paleofalésias, lagoas e terraços marinhos, cuja evolução está relacionada a eventos globais de regressão e transgressão marinha (MEIRELES, 1991; MEIRELES & SANTOS, 2011; CEARÁ, 2016; XIMENES NETO *et al*., 2024). Em determinados setores, falésias e dunas atuam como importantes fontes sedimentares para a dinâmica costeira local (MORAIS *et al*., 2006; PINHEIRO, MORAIS & MAIA, 2016; LACERDA BARROS *et al*., 2024a; 2026).

O clima regional é semiárido, influenciado pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), com chuvas concentradas entre fevereiro e maio e variações interanuais associadas ao fenômeno El Niño–Oscilação Sul (ENSO), cuja relação entre anomalias de temperatura no Pacífico equatorial e teleconexões atmosféricas foi classicamente descrita por BJERKNES (1969). No contexto do Nordeste semiárido brasileiro, essas variabilidades climáticas contribuem para a irregularidade pluviométrica e para a ocorrência de períodos de seca, conforme discutido por MARENGO *et al*. (2017). A drenagem superficial intermitente e as condições climáticas contribuem para a baixa disponibilidade sedimentar nos sistemas praiais do Ceará (MORAIS & PINHEIRO, 2011). Segundo a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), a precipitação média histórica registrada em Icapuí entre 1988 e 2023 foi de 714 mm.

As marés na costa cearense são do tipo semidiurno, com amplitudes médias em torno de 3,2 m, podendo atingir até 3,8 m em Icapuí, caracterizando um ambiente mesomaré (MORAIS, 1981; MAIA, 1998; PINHEIRO, MORAIS & MAIA, 2016). A dinâmica de ondas é dominada por ondas do tipo *sea*, com alturas variando entre 0,8 m e 2,2 m, enquanto ondas do tipo *swell* ocorrem com menor frequência (CARVALHO *et al*., 2007; LACERDA BARROS, 2018). O transporte sedimentar longitudinal ocorre predominantemente no sentido leste–oeste.

Atualmente, a costa de Icapuí apresenta processos erosivos intensos, especialmente nos setores de Peroba e Picos, associados tanto à dinâmica natural quanto à intensificação das pressões antrópicas, como a ocupação costeira desordenada, o que tem resultado na adoção de medidas de contenção pontuais e, em geral, não integradas ao planejamento costeiro (MORAIS *et al*., 2006; MORAIS *et al*., 2018; LACERDA BARROS, 2018; LACERDA BARROS *et al*., 2024b; CHACANZA *et al*., 2022; 2023).

METODOLOGIA

A metodologia do estudo foi estruturada em fases sequenciais e complementares, visando garantir uma abordagem sistemática para o mapeamento e a caracterização preliminar das medidas de contenção da erosão costeira (Figura 2). De modo geral, os procedimentos envolveram o planejamento e reconhecimento prévio da área de estudo, a realização de visitas de campo e a aquisição de informações espaciais e visuais, seguidas pela organização e análise dos dados coletados.

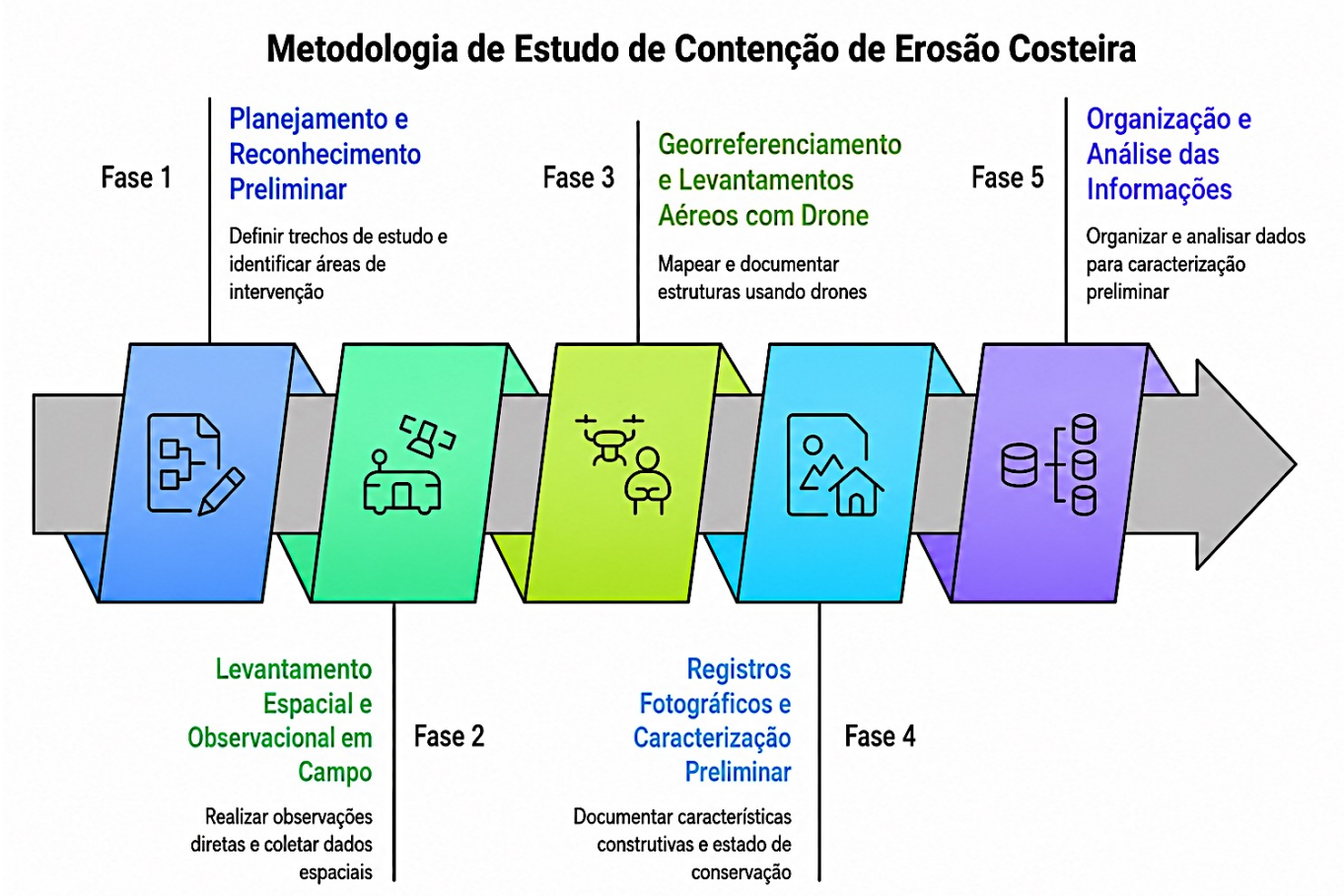


Figura 2 – Fluxo metodológico adotado no trabalho. Fonte: os autores adaptado de Napkin AI.

As atividades de campo ocorreram entre março e novembro de 2024, abrangendo diferentes condições ambientais e estágios de maré, e basearam-se principalmente em observações *in situ*, levantamentos aéreos com drone e registros fotográficos sistemáticos, utilizados para identificar, localizar e documentar as estruturas de contenção e avaliar seu estado geral e o grau de intervenção antrópica no sistema praia–falésia. As fases metodológicas são descritas a seguir.

Fase 1 – Planejamento e reconhecimento preliminar da área

A primeira fase consistiu no planejamento metodológico e no reconhecimento preliminar da área de estudo, incluindo a definição dos trechos analisados nas praias de Picos e Peroba e a identificação inicial das áreas com maior concentração de intervenções de contenção da erosão costeira. Essa etapa orientou as campanhas de campo e permitiu a padronização dos critérios de observação ao longo do período de estudo.

Fase 2 – Levantamento espacial e observacional em campo

A segunda fase compreendeu visitas sistemáticas de campo realizadas entre março e novembro de 2024, contemplando diferentes condições ambientais e estágios de maré. Foram realizadas observações diretas *in situ* para identificar, descrever e localizar as medidas de contenção da erosão costeira presentes no sistema praia–falésia. Neste estudo em específico, o levantamento teve caráter descritivo e exploratório, com foco na distribuição espacial das estruturas ao longo da linha de costa e em sua relação com o uso e ocupação do solo e com as feições geomorfológicas adjacentes.

Fase 3 – Georreferenciamento e levantamentos aéreos com drone

Nesta fase, foram realizados levantamentos aéreos com drone para o mapeamento e a documentação das medidas de contenção e do ambiente costeiro associado. O georreferenciamento das imagens foi realizado por meio do uso de receptor geodésico GNSS-RTK, empregado na coleta de pontos de controle no solo (*Ground Control Points* – GCPs), garantindo maior precisão espacial dos produtos gerados. O mesmo sistema foi utilizado para o georreferenciamento das estruturas de contenção, possibilitando sua correta localização espacial e a análise de sua distribuição ao longo do trecho estudado.

Fase 4 – Registros fotográficos e caracterização preliminar das estruturas

Foram realizados registros fotográficos sistemáticos, por via terrestre e aérea, com o objetivo de documentar as características construtivas, a tipologia, o estado geral de conservação e o grau de intervenção antrópica das estruturas de contenção. Esses registros também permitiram identificar evidências visuais dos processos erosivos em curso e apoiar a interpretação das relações entre as intervenções e a dinâmica costeira local.

Fase 5 – Organização e análise das informações

A etapa final consistiu na organização e sistematização das informações espaciais e visuais obtidas em campo, possibilitando a caracterização preliminar das medidas de contenção quanto à sua tipologia, distribuição espacial, estado geral e grau de intervenção antrópica. Essa fase forneceu subsídios para avaliações iniciais dos padrões de resposta à erosão costeira no sistema praia–falésia de Picos e Peroba, contribuindo para o suporte técnico ao planejamento, ao monitoramento e à gestão integrada da zona costeira.

Uma limitação inerente ao presente estudo refere-se à opção por representar os resultados cartográficos a partir de um único recorte temporal, correspondente ao mês de novembro de 2024. Essa escolha decorre do caráter preliminar e exploratório da investigação, que teve como foco o mapeamento e a caracterização inicial das medidas de contenção da erosão costeira, e não a avaliação de sua evolução temporal. Embora as atividades de campo tenham sido realizadas entre março e novembro de 2024, a síntese cartográfica baseou-se no período que reuniu o conjunto mais completo e consistente de dados espaciais e observacionais, permitindo maior padronização na análise.

Reconhece-se, portanto, que a abordagem adotada não captura plenamente as variações sazonais e mensais do sistema praia–falésia, as quais serão tratadas em uma etapa futura da pesquisa, dedicada à análise comparativa mês a mês. A incorporação de mapas temporais sucessivos poderá ampliar a compreensão sobre a evolução espacial das intervenções, sua persistência ou substituição ao longo do tempo, bem como sua relação com as variações morfodinâmicas sazonais do sistema costeiro.

RESULTADOS

A distribuição espacial das medidas de contenção identificadas entre março e novembro de 2024 revela diferenças marcantes entre as praias analisadas. Na praia de Picos, foram identificadas oito (8) estruturas de contenção no mês de novembro de 2024, correspondendo a

aproximadamente 11% do total mapeado, com ocorrência pontual e espaçada ao longo da linha de costa, geralmente associada à proteção direta de edificações isoladas (Figura 3).

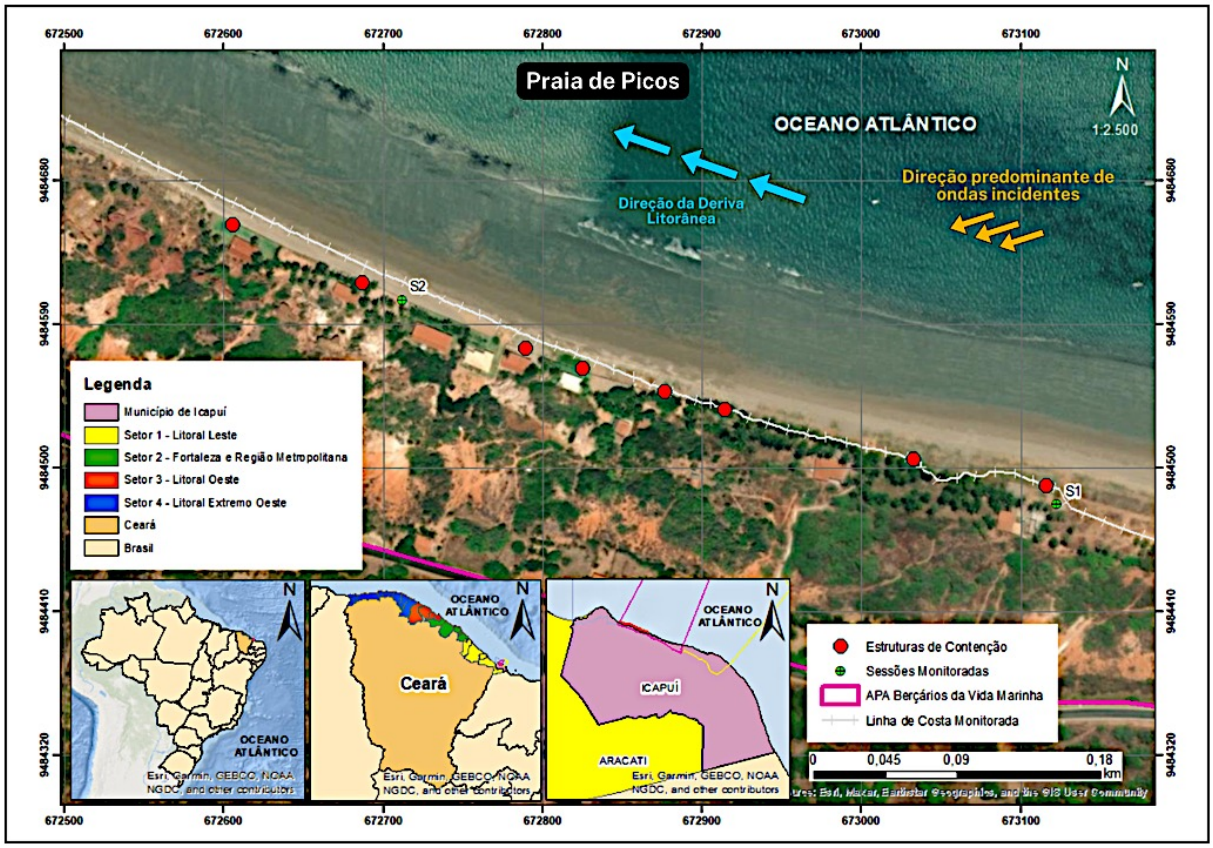


Figura 3 – Estruturas de contenção identificadas na praia de Picos (Fonte: os autores).

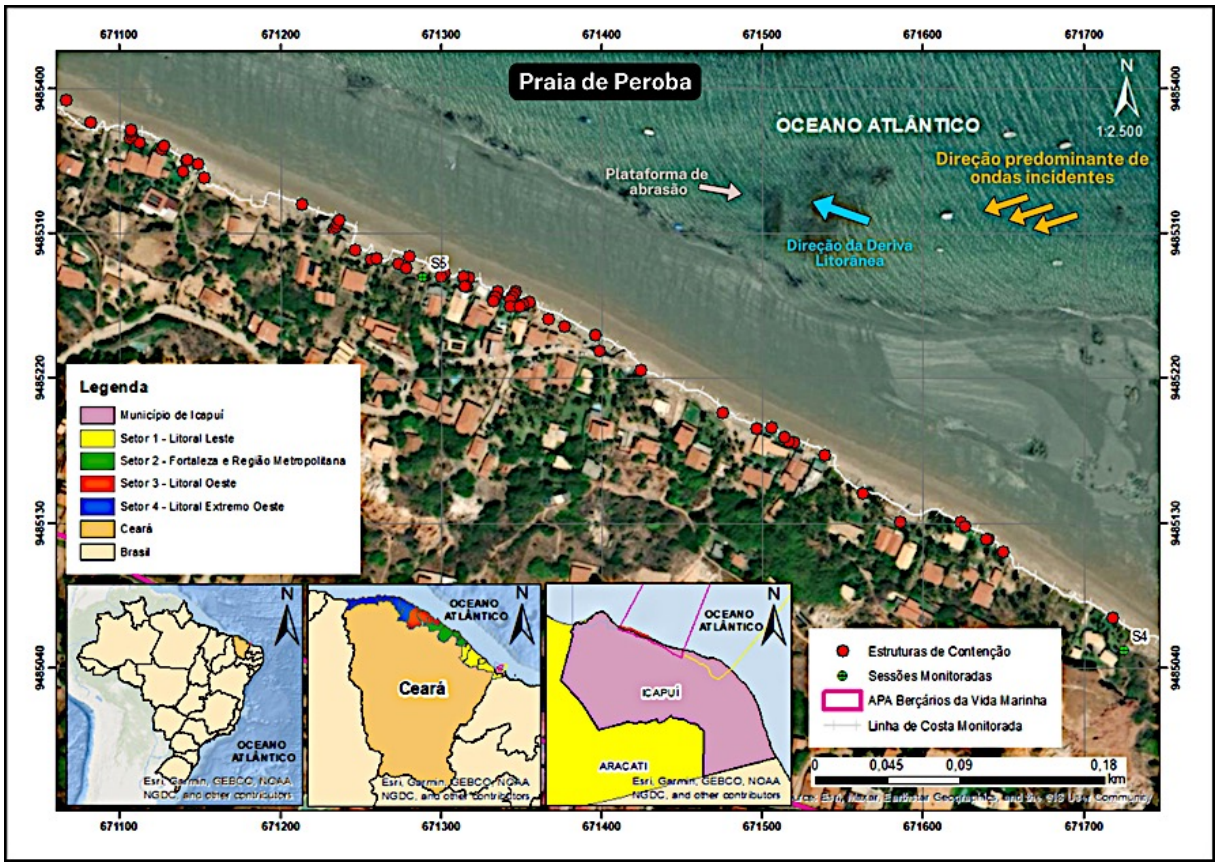


Figura 5 – Estruturas de contenção identificadas na praia da Peroba (Fonte: os autores).

Os resultados evidenciam a adoção de medidas de contenção costeira essencialmente emergenciais na praia de Picos, caracterizadas pela instalação de estacas de madeira, sacos de areia e estruturas mistas (madeira+sacos de areia) ao longo da faixa de praia e da sua retaguarda imediata. Entre março e novembro de 2024, observa-se aumento e maior concentração dessas intervenções nos setores S1 e S2, indicando intensificação dos processos erosivos e a necessidade recorrente de proteção de edificações próximas à linha de costa (Figura 4).



Figura 4 - Detalhamento das medidas de contenção identificadas na praia de Picos, Icapuí, Ceará (Fonte: os autores).

A implantação dessas estruturas está associada, em alguns trechos, à redução da vegetação protetiva, comprometendo a estabilidade sedimentar natural. Em contraste, o setor S3, sem medidas de contenção, destaca o caráter localizado e não integrado dessas intervenções, que tendem a modificar a dinâmica sedimentar e redistribuir os impactos da erosão ao longo da praia.

Em contraste, a praia da Peroba concentra 62 estruturas registradas no mês de novembro de 2024, o que representa cerca de 89% do total de intervenções mapeadas, configurando um padrão de ocupação quase contínua da faixa costeira por medidas de contenção (Figura 5). Essa elevada concentração está diretamente relacionada ao maior grau de ocupação urbana e à maior persistência dos processos erosivos, resultando na sobreposição de diferentes tipologias de contenção ao longo do tempo.



Figura 6 - Detalhamento das medidas de contenção identificadas na praia de Peroba, Icapuí, Ceará (Fonte: os autores).

A figura 6 apresenta um trecho da praia da Peroba marcado por erosão costeira intensa, com a faixa de praia bastante estreita e a linha de costa avançando sobre a base da falésia. Nota-se a presença de estruturas de contenção improvisadas, como

estacas de madeira, enrocamentos e materiais geotêxteis, instaladas diretamente na zona intertidal e no pé da falésia, indicando tentativas emergenciais de proteção de edificações situadas muito próximas à borda. A ausência de uma faixa de amortecimento sedimentar e a proximidade das construções reforçam um cenário de alta vulnerabilidade geomorfológica, no qual as intervenções observadas tendem a responder ao dano já instalado, sem resolver as causas estruturais do processo erosivo.

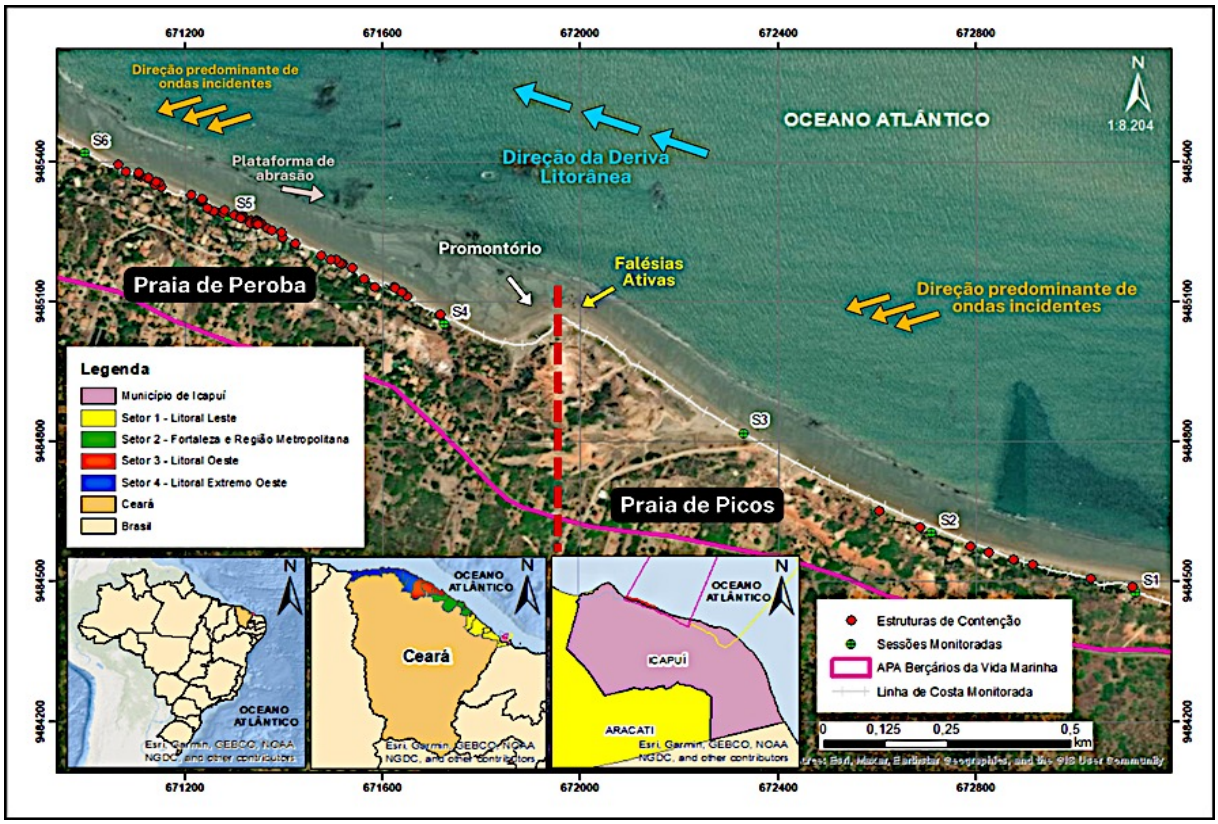


Figura 7 – Estruturas de contenção identificadas nas Praias da Peroba e Picos (Fonte: os autores).

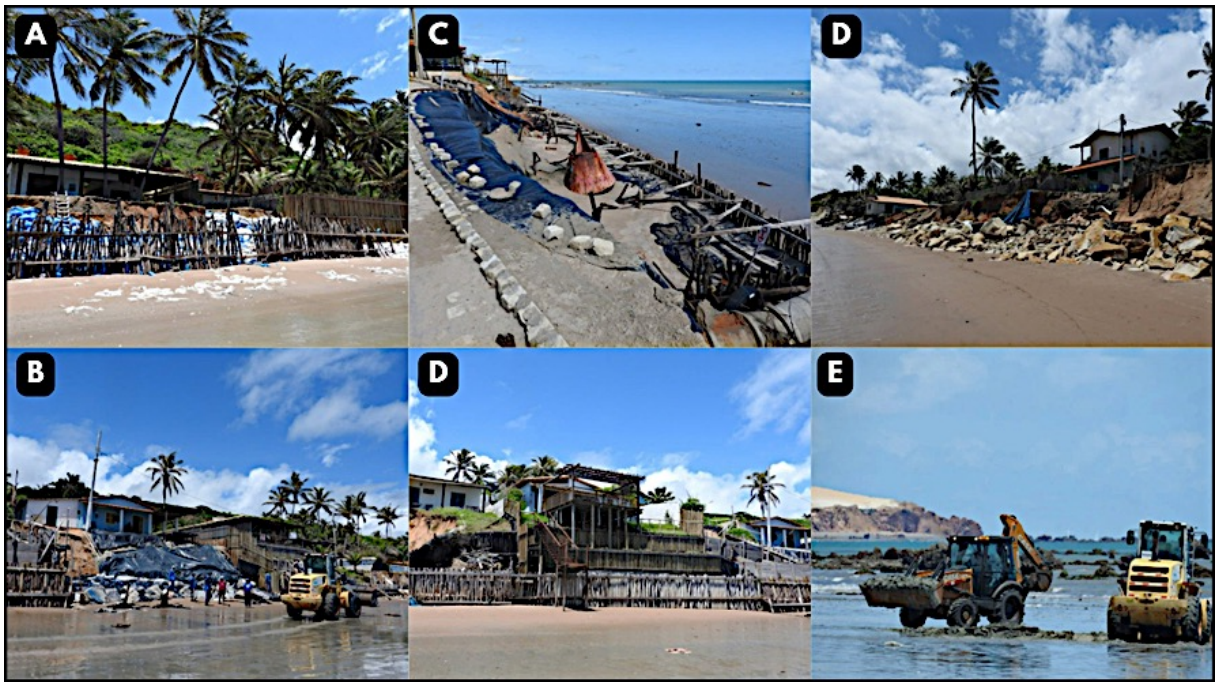


Figura 8 – A) Contenção com madeira e sacos de areia na praia de Picos. B) Contenção com sacos de areia, mantas, blocos de rocha e estacas de madeira na praia da Peroba. C) Contenção com o uso de mantas, sacos de areia e estacas de madeira na praia da Peroba. D) Contenção com rochas calcárias na praia da Peroba. E) Uso de maquinário pesado para apoio à instalação das contenções e para a remoção de sedimentos da faixa de estirâncio, utilizados na sustentação parcial das contenções e das fundações das edificações (Fonte: os autores).

De forma geral, os resultados demonstram que as medidas de contenção implementadas, 70 no total, refletem estratégias locais predominantemente emergenciais, fragmentadas e reativas, voltadas à proteção imediata do patrimônio ameaçado, sem a adoção de uma abordagem integrada de gestão costeira (Figura 7).

Destaca-se ainda o uso recorrente de maquinário pesado na faixa de praia para a retirada de areia, posteriormente depositada na base das edificações como tentativa de contenção da erosão; essa prática, realizada sem qualquer tipo de planejamento técnico ou avaliação prévia, mostra-se ineficaz do ponto de vista geomorfológico, uma vez que o material removido é rapidamente redistribuído pela ação das marés, tendo efeito restrito, em geral, a um único ciclo de maré (Figura 8).

A atuação direta da maré sobre essas estruturas evidencia a baixa eficiência na dissipação da energia hidrodinâmica, além de promover alterações artificiais na morfologia praial e interferências na dinâmica sedimentar local. A diversidade, a sobreposição e a concentração das intervenções, especialmente em Peroba, indicam tentativas sucessivas de mitigação dos efeitos da erosão. Essas ações, frequentemente sem respaldo em planejamento territorial ou avaliação sistemática de eficácia, contribuem para a persistência e, em alguns casos, para o agravamento dos processos erosivos nos setores adjacentes.

DISCUSSÃO

A erosão no sistema praia–falésia de Picos e Peroba está associada ao baixo aporte sedimentar no município de Icapuí, fator essencial para o equilíbrio morfodinâmico costeiro. A redução de sedimentos limita a capacidade das praias de dissipar a energia hidrodinâmica, sobretudo a energia de maré, principal forçante local. Esse quadro é agravado por perfis praiais extensos, de baixa declividade, conectados diretamente à plataforma interna (LACERDA BARROS, 2018; LACERDA BARROS *et al*., 2024b).

Essa configuração favorece o recuo da linha de costa e intensifica a erosão, especialmente em áreas ocupadas próximas à praia. O padrão é semelhante ao observado em outros trechos do litoral nordestino, onde o baixo suprimento sedimentar, associado às forçantes hidrodinâmicas e à ação antrópica, resulta em erosão persistente e perdas de infraestrutura (MUEHE, 2006; BRASIL, 2018a).

O aumento dos danos ao patrimônio edificado evidencia a incompatibilidade entre o modelo de ocupação e a dinâmica do sistema praia–falésia. A desconsideração dos instrumentos de ordenamento territorial, como o Plano Diretor Municipal (ainda em elaboração) e os limites do Projeto Orla, expressa pela manutenção e expansão de edificações em áreas vulneráveis, amplia os impactos e mantém a dependência de intervenções emergenciais (DIEDERICHSEN *et al*., 2013; SILVA & FARIAS FILHO, 2015).

A recorrente edição de decretos municipais declarando situação de emergência nas áreas litorâneas de Icapuí em razão da erosão marinha evidencia o caráter crônico e persistente desse processo no município. Desde 2009, com o Decreto Municipal nº 16/2009, passando pelas sucessivas declarações e prorrogações de emergência em 2018 (Decretos nº 01/2018, nº 19/2018 e nº 41/2018), até os decretos mais recentes de 2022 (nº 14/2022 e nº 24/2022) e de 2024 (nº 11/2024), observa-se a manutenção de um quadro de anormalidade ambiental associado ao avanço intenso e recorrente das marés e à erosão costeira.

Esses atos normativos indicam a adoção recorrente de medidas emergenciais para mitigar danos ao patrimônio público e privado, mas também evidenciam a ausência de soluções estruturais e a fragilidade do ordenamento territorial frente à erosão costeira em Icapuí. A sucessão de Decretos de Emergência ao longo de mais de uma década confirma o caráter crônico do problema e revela a predominância de respostas institucionais reativas, com baixa capacidade de planejamento e antecipação.

A evolução temporal das medidas de contenção adotadas a partir de 2019 revela uma trajetória crescente de intervenção, típica de contextos em que a erosão avança mais rapidamente do que a implementação de políticas estruturantes. O uso inicial de sacos de areia e sedimentos locais caracteriza respostas de curto prazo, voltadas à proteção imediata de edificações ameaçadas. A posterior incorporação de paliçadas e, em seguida, de estruturas mais rígidas, como blocos rochosos,

indica tentativas sucessivas de reforço das soluções anteriores frente à sua eficácia limitada.

No caso específico das praias de Picos e Peroba, essas intervenções foram realizadas, em grande parte, por iniciativa própria dos moradores, como estratégia de autoproteção diante da ausência ou insuficiência de ações públicas estruturadas. Esse padrão de sobreposição de medidas sugere a inexistência de avaliação sistemática dos resultados das intervenções e reforça o caráter experimental, reativo e pouco planejado das estratégias locais de enfrentamento da erosão costeira.

A adoção de soluções combinadas, envolvendo mantas de proteção, sacos de areia e estacas de madeira, reforça essa lógica de adaptação progressiva à intensificação dos impactos erosivos. Embora tais combinações possam oferecer ganhos temporários de estabilidade, sua implementação isolada e sem integração a uma estratégia de gestão costeira mais ampla tende a gerar efeitos colaterais, como a redistribuição da energia das ondas e o agravamento da erosão em trechos adjacentes, fenômeno amplamente documentado em ambientes costeiros com intervenções pontuais e descontínuas.

As diferenças espaciais entre Picos e Peroba são centrais para entender as estratégias de enfrentamento da erosão. Em Picos, apenas oito estruturas pontuais indicam menor ocupação urbana e intervenções localizadas. Em Peroba, a presença quase contínua e diversificada de estruturas ao longo da costa reflete maior adensamento e erosão persistente. Nesse caso, a erosão deixou de ser episódica e passou a ter caráter estrutural, exigindo respostas cada vez mais intensas e recorrentes.

Paralelamente às intervenções emergenciais e às obras rígidas, associações locais propuseram projetos de requalificação costeira com estruturas longitudinais contínuas, predominantemente em madeira, associadas à reorganização da ocupação, controle de acessos e integração paisagística do sistema praia–falésia (Figura 9). Essas iniciativas representam uma resposta comunitária à intensificação da erosão e buscam soluções mais integradas que as intervenções pontuais anteriores, embora ainda careçam de avaliação técnica quanto à viabilidade, eficácia e compatibilidade com a dinâmica costeira local.



Figura 9 - Proposta de reestruturação da orla da praia da Peroba por meio da utilização de estrutura feita com madeira. Fonte: Associação Preserve Peroba e Picos (@associacaopreserve) – Instagram.

Esse tipo de abordagem indica uma tentativa de conciliar contenção física de menor impacto aparente, ordenamento territorial e adaptação à dinâmica natural, em contraste com as soluções fragmentadas efetivamente implementadas. Contudo, a não execução ou descontinuidade dessas propostas contribuiu para a manutenção do cenário de vulnerabilidade, reforçando a dependência de respostas improvisadas e sucessivas.

Após 2022, observa-se uma inflexão no perfil das respostas institucionais (Figura 10), com a retomada de intervenções formais de engenharia

costeira em escala estadual, materializadas pela implantação de um sistema de defesa costeira baseado em espigões, associado à previsão de monitoramento ambiental e aterramento da faixa praial, tendo um orçamento aproximado de quase R$ 6 milhões de reais a serem executados pela Secretaria de Obras Públicas (SOP) do Governo do Estado do Ceará.

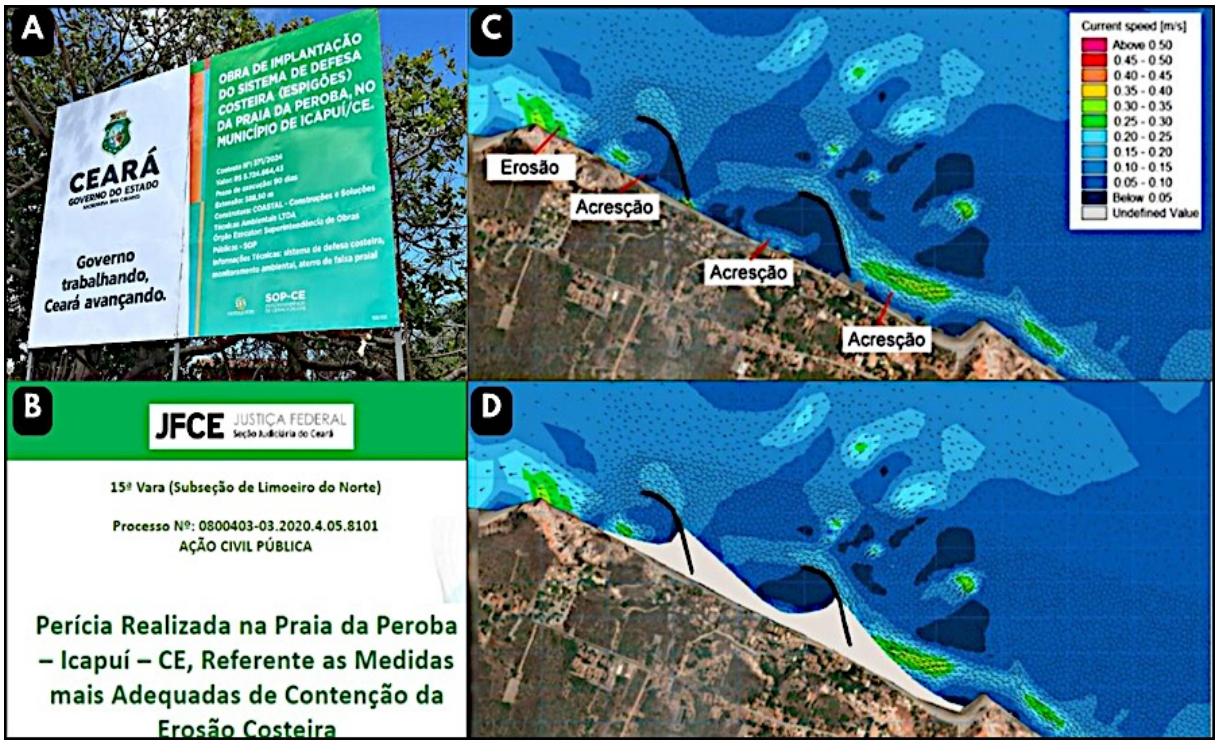


Figura10 - A) Placa simbolizando o início das intervenções na praia da Peroba. B) Perícia realizada na praia da Peroba referente às medidas de contenção. C) Projeção da instalação de espigões na praia da Peroba, evidenciando as áreas de acreção e erosão em função das estruturas. D) Projeção da praia da Peroba com a finalização das obras dos espigões e áreas com aterramento. Fonte: Perícia Realizada na Praia da Peroba – Icapuí -CE, referente às medidas mais adequadas de contenção da Erosão Costeira.

Essa iniciativa representa a transição de medidas predominantemente emergenciais e informais para uma solução estrutural rígida, centralizada e de maior porte, com intervenções iniciadas no início de 2025, indicando o reconhecimento oficial da gravidade e da persistência da erosão na praia da Peroba. Entretanto, os impactos sobre a dinâmica costeira passaram a ser observados logo após o início das obras, incluindo alterações na morfologia da faixa de praia, nos padrões de circulação hidrossedimentar e na distribuição dos sedimentos (RODRIGUES *et al*., 2025).

Em um sistema praia–falésia com baixo aporte sedimentar e transporte longitudinal ativo, obras rígidas alteram o balanço sedimentar e podem intensificar a erosão em áreas adjacentes. Os efeitos observados confirmam a sensibilidade dessas intervenções e reforçam a necessidade de monitoramento ambiental contínuo, já em andamento, para avaliar sua eficácia, identificar impactos e subsidiar ajustes técnicos e a articulação com o ordenamento territorial.

De modo geral, as medidas de contenção em Picos e, principalmente, em Peroba são emergenciais, fragmentadas e reativas, voltadas à proteção imediata do patrimônio, sem abordagem preventiva ou integrada. A ausência de planejamento territorial efetivo, monitoramento sistemático e avaliação das intervenções contribui para a manutenção do problema e, em alguns casos, para a intensificação da erosão em áreas adjacentes.

Além disso, os resultados apresentados no tópico anterior sugerem que a persistência das estratégias emergenciais tem limitado a capacidade de aprendizagem institucional e a incorporação de ajustes adaptativos fundamentados em evidências científicas. A ausência de critérios técnicos claros para a escolha, manutenção ou substituição das medidas de contenção dificulta a avaliação de seus efeitos

cumulativos sobre a dinâmica costeira e sobre o balanço sedimentar local.

Nesse cenário, as intervenções sucessivas tratam os sintomas da erosão, sem enfrentar suas causas estruturais, perpetuando ciclos de vulnerabilidade e dependência de soluções mais onerosas. A mitigação efetiva no sistema praia–falésia de Picos e Peroba exige a revisão das tipologias de contenção, o fortalecimento da governança costeira e a integração entre ciência, planejamento e decisão, com adoção de estratégias adaptativas de longo prazo compatíveis com a dinâmica e a resiliência do sistema costeiro. À luz das diretrizes nacionais para enfrentamento da erosão costeira, esse padrão de atuação local evidencia um distanciamento entre as práticas adotadas e os referenciais técnico-institucionais consolidados no país.

A análise preliminar do caso de Picos e Peroba indica que a gestão municipal tem operado à margem das diretrizes técnico-procedimentais consolidadas pelo Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira (BRASIL CIRM/GI-GERCO, 2018b), evidenciando baixa aderência aos princípios de planejamento prévio, avaliação sistêmica dos impactos, monitoramento contínuo e governança integrada recomendados em âmbito federal.

As intervenções realizadas, predominantemente emergenciais e pontuais, não demonstram fundamentação consistente em estudos de viabilidade técnico-ambiental, nem consideração explícita do balanço sedimentar e dos efeitos cumulativos ao longo da célula litorânea. Tal desconexão entre diretriz normativa e prática local compromete a efetividade das medidas adotadas, favorece a transferência espacial da erosão e limita a capacidade institucional de aprendizado adaptativo, perpetuando um modelo reativo de gestão incompatível com a dinâmica e a resiliência do sistema praia–falésia.

CONCLUSÕES

Os resultados evidenciam diferenças marcantes entre Picos e Peroba. Em Picos, predominam intervenções pontuais para proteção de edificações isoladas; em Peroba, observa-se um padrão quase contínuo de estruturas ao longo da linha de costa, indicando que a erosão assumiu caráter estrutural, associado ao baixo aporte sedimentar, à elevada energia de maré e à ocupação de áreas vulneráveis do sistema praia–falésia.

De modo geral, as medidas adotadas são emergenciais e reativas, baseadas em sacos de areia, estacas, mantas, enrocamentos e no uso de sedimentos removidos da própria faixa praial, frequentemente mobilizados com maquinário pesado. Sem planejamento técnico ou avaliação sistemática, essas intervenções mostram baixa eficiência geomorfológica, pois o material é rapidamente redistribuído pela dinâmica hidrossedimentar, alterando o balanço sedimentar e transferindo impactos para trechos adjacentes. A recorrência dessas ações, somada aos sucessivos decretos de emergência, evidencia a ausência de soluções estruturais de longo prazo.

A recente implantação de obras de engenharia costeira de maior porte na praia da Peroba, iniciada em 2025, demonstra o reconhecimento institucional da gravidade do problema, mas também impõe novos desafios. Em um ambiente de baixo aporte sedimentar e transporte longitudinal ativo, tais intervenções requerem monitoramento contínuo, avaliação de desempenho e articulação com o planejamento territorial, a fim de evitar a intensificação da erosão e promover estratégias adaptativas compatíveis com a dinâmica e a resiliência do sistema costeiro.

Em síntese, o mapeamento e a caracterização preliminar das medidas de contenção em Picos e Peroba evidenciam um padrão de resposta predominantemente reativo à erosão costeira. Os resultados reforçam a necessidade de integrar monitoramento morfodinâmico, avaliação técnica das estruturas e ordenamento territorial, de modo a subsidiar estratégias de adaptação costeira mais compatíveis com a dinâmica natural do sistema praia–falésia.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer aos projetos *"Evolução Costeira de Falésias Ativas no Litoral Semiárido do Nordeste do Brasil: Avaliação de*

Risco de Instabilidade Baseada em Vulnerabilidade e Mudanças Climáticas" e *"Desvendando a Evolução Costeira de Falésias Ativas no Litoral Semiárido do Nordeste do Brasil: Avaliação de Vulnerabilidade, Risco de Instabilidade e Impactos das Mudanças Climáticas"*, financiados pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pelo apoio na coleta de dados de campo, realizada em parceria com o Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica (LGCO/PROPGEO/UECE).

Agradecemos também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de pesquisa PQ 309102/2022-7 (PQ-DPP), e à FUNCAP pela Bolsa de Pesquisador Visitante PVS-0215-00011.01.00/23 (ELB). Reconhecemos o apoio adicional dos projetos FUNCAP UNI-0210-00736.01.00/23, PS1-0186-00333.01.00/21, e CNPq 420516/2022-0. Finalmente, estendemos nossa gratidão às comunidades das praias de Picos e Peroba, em Icapuí, pela calorosa acolhida e apoio inestimável durante os trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREW, N.L.; BRIGHT, P.; DE LA RUA, L.; TEOH, S.J. & VICKERS, M. 2019. Coastal proximity of populations in 22 Pacific Island Countries and Territories. *PLoS One,* 14(9):e0223249. (doi:10.1371/journal.pone.0223249)

BJERKNES, J. 1969. Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. *Monthly Weather Review*, 97(3):163-172. (doi:10.1175/1520-0493(1969)097<0163>2.3.CO;2)

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2018a. *Panorama da erosão costeira no Brasil*. 759p., MMA, Brasília, DF, Brasil. (ISBN-13: 978-85-7738-394-8).

BRASIL. GRUPO DE INTEGRAÇÃO DO GERENCIAMENTO COSTEIRO (GI-GERCO/CIRM). 2018b. *Guia de diretrizes de prevenção e proteção à erosão costeira*. 111p., GI-GERCO/CIRM, Brasília, DF, Brasil. (ISBN-13: 978-85-68813-13-3).

CARVALHO, A.M.; MAIA, L.P. & DOMINGUEZ, J.M.L. 2007. A deriva e o transporte litorâneo de sedimentos no trecho entre Cumbuco e Matões – costa noroeste do estado do Ceará. *Arquivos de Ciências do Mar*, 40(1):43-51.

CEARÁ. SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. 2016. Reestruturação e atualização do mapeamento do projeto Zoneamento Ecológico-Econômico do Ceará – zona costeira e unidades de conservação costeiras. SEMACE, Fortaleza, CE, Brasil.

CEARÁ. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. 2024. *Plano de ações de contingência para processos de erosão costeira (PCEC) no Estado do Ceará*. 126p., SEMA, Fortaleza, CE, Brasil.

CHACANZA, M.S.; ALMEIDA, N.M.; FREIRE, G.S.S.; SILVA NETO, C.A.; ABREU NETO, J.C. & JALANE, O.I. 2022. Análise da variação da linha de costa no trecho entre as praias de Peroba e Redonda, município de Icapuí, Ceará, Brasil, a partir de imagens de satélite aplicando o DSAS. *Geociências,* 41(4):377-396. (doi:10.5016/geociências.v41i04.16718)

CHACANZA, M.S.; ALMEIDA, N.M.; FREIRE, G.S.S.; SILVA NETO, C.A.; MEDEIROS, M.E.M. & ABREU NETO, J.C. 2023. Morphometric changes between Peroba and Redonda beaches (Ceará, Brazil) using high-resolution remotely piloted aircraft images from 2020 to 2021. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 24(4). (doi:10.20502/rbgeomorfologia.v24i4.2331)

CHACANZA, M.S.; ALMEIDA, N.M.; FREIRE, G.S.S.; SILVA NETO, C.A.; MEDEIROS, M.E.M.; FREIRES, E.V. & SILVA, M.T. 2024. Vulnerabilidade costeira no trecho entre as praias de Peroba e Redonda no município de Icapuí-Ceará, Brasil. *Revista de Geociências do Nordeste*, 10(1):414-425.

COOPER, A.; MASSELINK, G.; COCO, G.; SHORT, A.; CASTELLE, B.; ROGERS, K.; ANTHONY, E.; GREEN, A.; KELLEY, J. & PILKEY, O. 2020. Sandy beaches can survive sea-level rise. *Nature Climate Change*, 10:993-995. (doi:10.1038/s41558-020-00934-2)

DIEDERICHSEN, S.D.; GEMAEL, M.K.; OLIVEIRA HERNANDEZ, A.; OLIVEIRA, A.D.O.; PAQUETTE, M.L.; SCHMIDT, A.D; . SILVA , P.G. SILVA, M.S. & SCHERER, M.E.G. 2013. Gestão costeira no município de Florianópolis, SC, Brasil: um diagnóstico. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 13(4):499-512. (doi:10.5894/rgci425)

LACERDA BARROS, E. 2018. *Erosão costeira no litoral do município de Icapuí-CE na última década: causas, consequências e perspectivas futuras*. Tese de Doutoramento, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.

LACERDA BARROS, E.L.; MORAIS, J.O. & PINHEIRO, L.S. 2021a. Análise dos indicadores do processo erosivo no litoral do município de Icapuí, Ceará, nordeste do Brasil. REDE - *Revista Eletrônica do PRODEMA*, 14(1):69-86. (doi:10.22411/rede2020.1401.05)

LACERDA BARROS, E.L.; PAULA, D.P.; GUERRA, R.G.P. & SANTOS, J.O. 2021b. Erosion and coastal structures in Brazilian metropolises: the case of Fortaleza and its inequalities. In: SINGH, R.B.; CHATTERJEE, S.; MISHRA, M. & LUCENA, A.J. (Eds.). *Practices in Regional Science and Sustainable Regional Development*: 127.150. Springer, Singapura (doi:10.1007/978-981-16-2221-2_6)

LACERDA BARROS, E.; OLIVEIRA, M.M.N.; NETO, A.X.; GUERRA, R.G.P.; MOURA, F.J.M.; MOURA, F.M.; MORAIS, J.O. & PINHEIRO, L. 2024a. Padrões sedimentológicos do sistema praia–plataforma continental interna de Icapuí, CE (NE-Brasil). *Revista de Geociências do Nordeste*, 10(2):36-50. (doi:10.21680/2447-

3359.2024v10n2ID32257)

LACERDA BARROS, E.; PINHEIRO, L.S.; GUERRA, R.G.P.; MOURA, F.J.M.; PAULA, D.P.; NETO, A.R.X. & MORAIS, J.O. 2024b. Shoreline change and coastal erosion: an analysis of long- and short-term alterations and mitigation strategies on the coast of Icapuí, Northeast Brazil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 25(4). (doi:10.20502/rbg.v25i4.2604)

LACERDA BARROS, E.; PAULA, D.P.; NETO, A.R.X.; LEISNER, M.M.; VASCONCELOS, Y.G.; RODRIGUES, W.B.; BATISTA, M.A. & PRACIANO, R.C.C. 2026. Sedimentary dynamics and erosion on tide-modified mixed beaches in Northeast Brazil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 27(2). (doi:10.20502/rbg.v27i2.2790)

LEITE, L.H.J. & ALMEIDA, N.A. 2023. Análise espaço-temporal e modelagem preditiva da linha de costa do estado do Ceará. *Geociências*, 42(3):419-436. (doi:10.5016/geociencias.v42i3.17799)

LUIJENDIJK, A.; HAGENAARS, G.; RANASINGHE, R.; BAART, F.; DONCHYTS, G. & AARNINKHOF, S. 2018. The state of the world's beaches. *Scientific Reports*, 8:6641. (doi:10.1038/s41598-018-24630-6)

LV, Y.; LI, W.; WEN, J.; XU, H. & DU, S. 2021. Population pattern and exposure under sea level rise: low elevation coastal zone in the Yangtze River Delta, 1990–2100. *Climate Risk Management*, 33:100348. (doi:10.1016 j.crm.2021.100348)

MAIA, L.P. 1998. *Procesos costeros y balance sedimentario a lo largo de Fortaleza (NE-Brasil): implicaciones para una gestión adecuada de la zona litoral*. Tese de Doutoramento, Universitat de Barcelona, Barcelona, Espanha.

MARENGO, J.A.; ALVES, L.M.; ALVALA, R.; CUNHA, A.P.; BRITO, S. & MORAES, O.L. 2017. Climatic characteristics of the 2010–2016 drought in the semiarid Northeast Brazil region. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90:1973-1985. (doi:10.1590/0001-3765201720170206)

MCMICHAEL, C.; DASGUPTA, S.; AYEB-KARLSSON, S. & KELMAN, I. 2020. A review of estimating population exposure to sea-level rise and the relevance for migration. *Environmental Research Letters*, 15(12):123005. (doi:10.1088/1748-9326/abb398)

MEIRELES, A.J.A. 1991. *Mapeamento geológico/ geomorfológico da planície costeira de Icapuí, extremo leste do Estado do Ceará.* Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

MEIRELES, A.J.A. & SANTOS, A.M.F. 2011. Evolução geomorfológica da planície costeira de Icapuí, extremo leste do Ceará, Nordeste do Brasil. *Geografia*, 36(3):519-533.

MEIRELES, A.J.A.; LIMA, W.F. & SILVA, A.P. 2016. *Atlas socioambiental: cartografia social das comunidades de Icapuí.* Editora Fundação Brasil Cidadão, Fortaleza, CE, Brasil.

MORAIS, J.O. 1981. Evolução sedimentológica da enseada de Mucuripe (Fortaleza-Ceará–Brasil). *Arquivos de Ciências do Mar*, 21(1):19-46.

MORAIS, J.O.; FREIRE, G.S.S.; PINHEIRO, L.S.; SOUZA, M.J.N.; CARVALHO, A.M. & PESSOA, P.R.S. 2006. Ceará. In: MUEHE, D. (Ed.). *Erosão e progradação no litoral brasileiro,* v.1, pp.132-134, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, Brasil.

MORAIS, J.O.; PINHEIRO, L.S.; PESSOA, P.R.S.; FREIRE, G.S.S.; CARVALHO, A.M.; GUERRA, R.G.P.; BARROS, E.L. & MOURA, F.J.M. 2018. Ceará. In: MUEHE, D. (Rd.). *Panorama da erosão costeira no Brasil*, pp.261-289, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, Brasil.

MORAIS, J.O. & PINHEIRO, L.S. 2011. The effect of semi-aridity and damming on sedimentary dynamics in estuaries – Northeastern region of Brazil. *Journal of Coastal Research,* 64:805-808.

MOREIRA, T.F.; ALBUQUERQUE, M.G.; ESPINOZA, J.M.A.; PAULA, D.P.; LEAL ALVES, D.C.; BARROS, E.L. & CONCEIÇÃO, T.F. 2020. Estudo do comportamento da linha de costa na Praia do Icaraí (Caucaia, Ceará), a partir dos métodos Digital Shoreline Analysis System e do Polígono de Mudança. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13(7):3395-3411. (doi:10.26848/rbgf.v13.07.p3395-3411)

MUEHE, D. (Ed.). 2006. *Erosão e progradação no litoral brasileiro*. 476p., Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, Brasil. (ISBN-13: 85-7738-028-9).

NEUMANN, B.; VAFEIDIS, A.T.; ZIMMERMANN, J. & NICHOLLS, R.J. 2015. Future coastal population growth and exposure to sea-level rise and coastal flooding: a global assessment. *PLoS One*, 10(3):e0118571. (doi:10.1371/journal.pone.0118571)

PANG, T.; WANG, X.; NAWAZ, R.A.; KEEFE, G. & ADEKANMBI, T. 2023. Coastal erosion and climate change: a review on coastal-change process and modeling. *Ambio*, 52:2034-2052. (doi:10.1007/s13280-023-01901-9)

PAULA, D.P.; DIAS, J.M.A.; FERREIRA, Ó. & MORAIS, J.O. 2013. High-rise development of the sea-front at Fortaleza (Brazil): perspectives on its valuation and consequences. *Ocean & Coastal Management*, 77:14-23.

PAULA, D.P. 2015. Erosão costeira e estruturas de proteção no litoral da Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, Brasil): um contributo para artificialização do litoral. *REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA*, 9(1).

PINHEIRO, L.S.; MORAIS, J.O. & MAIA, L.P. 2016. The beaches of Ceará. In: SHORT, A.D. & KLEIN, A.H. (Eds.) *Brazilian Beach Systems*, pp.175-199, Springer International Publishing, Cham, Suíça. (doi:10.1007/978-3-319-30394-9)

RODRIGUES, W.B.; BARROS, E.L. & PAULA, D.P. 2025. Mudanças morfológicas iniciais em praia dissipativa sob intervenção com espigão a partir de MDE-ARP: estudo de caso em Peroba, Icapuí/CE. In: 30ª Semana Universitária da Universidade Estadual do Ceará. Anais da Semana Universitária, v.2.0.1, Fortaleza, CE, Brasil. (ISSN: 2236-5818).

SILVA, J.S. & FARIAS FILHO, M.S. 2015. Instrumentos legais de prevenção de impactos ambientais na zona costeira: estratégias integradas de gestão territorial. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 32(2):7-25. (doi:10.14295/remea.v32i2.4742)

SOARES, M.D.O.; CAMPOS, C.C.; CARNEIRO, P.B.M.; BARROSO, H.S.; MARINS, R.V.; TEIXEIRA, C.E.P. &

GARCIA, T.M. 2021. Challenges and perspectives for the Brazilian semi-arid coast under global environmental changes. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 19(3):267-278. (doi:10.1016/j.pecon.2021.06.001)

SMALL, C. & NICHOLLS, R.J. 2003. A global analysis of human settlement in coastal zones. *Journal of Coastal Research*, 19(3):584-599.

VOUSDOUKAS, M.I.; RANASINGHE, R. & MENTASCHI, L. et al. 2020. Sandy coastlines under threat of erosion. *Nature Climate Change*, 10:260-263. (doi:10.1038/s41558-020-0697-0)

WILLIAMS, A.T.; RANGEL-BUITRAGO, N.; PRANZINI, E. & ANFUSO, G. 2018. The management of coastal erosion. *Ocean & Coastal Management*, 156:4-20. (doi:10.1016/j.ocecoaman.2017.03.022)

XIMENES NETO, A.R.; BARROS, E.L.; LIMA FILHO, R.P.; SILVA BRINDEIRO, F.O.; PAULA, D.P.; MORAIS, J.O. & PINHEIRO, L. 2024. Late Holocene progradation in a mixed siliciclastic–carbonate beach ridges system, Northeast Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, 69:103295. (doi:10.1016/j.rsma.2023.103295)

Capítulo XIX

A INFLUÊNCIA DE CONDICIONANTES GEOGRÁFICAS NO MERCADO IMOBILIÁRIO DO LITORAL CEARÁ (NE, BRASIL)



A INFLUÊNCIA DE CONDICIONANTES GEOGRÁFICAS NO MERCADO IMOBILIÁRIO DO LITORAL DO CEARÁ (NE, BRASIL)

Weslyane Braga Rodrigues[1*], Davis Pereira de Paula[2], Eduardo Lacerda Barros[3], Samyra Costa de Freitas[4], Wallason Farias de Souza

[1, 2, 3, 4, 5] Programa de Pós -Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará, Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica, Av. Dr. Silas Munguba, 1700 - Itaperi, Fortaleza - CE, CEP 60714-903. weslyane.braga@aluno.uece.br (autora correspondente), davis.paula@uece.br, eduardolacerdab@gmail.com, samyra.freitas@aluno.uece.br, wallason.farias@uece.br

RESUMO

A ocupação intensa de áreas litorâneas no Ceará, impulsionada pelo turismo e pela especulação imobiliária, tem pressionado ecossistemas frágeis, como as falésias sedimentares da praia da Redonda, onde a busca por imóveis com alto valor paisagístico gera conflitos socioambientais. O presente estudo objetiva compreender as relações entre o valor dos imóveis e as condicionantes geográficas, naturais e associadas às infraestruturas urbanas, em falésias sedimentares da praia da Redonda, em Icapuí, Ceará. Os resultados indicaram variação nos valores dos imóveis de R$ 120.000,00 a R$ 1.200.000,00, ao longo de uma área linear de 1,5 km. Verificou-se que 84% dos imóveis mais caros apresentam relação com setores de maior declividade, especialmente na borda da falésia. Ainda nessa análise, ressalta-se que as residências mais distantes do mar se encontram no espaço que antecede a borda desse relevo, o que pode justificar os menores valores observados nesses trechos. Entretanto, essa dinâmica tem ampliado as áreas suscetíveis ao risco, com a construção de aterros para acrescer área útil edificável na borda das falésias, ressaltando a necessidade de práticas efetivas de gestão para promover moradia e turismo mais seguros.

Palavras-chave: Gestão Costeira, Turismo Costeiro, Mercado Imobiliário, Geotecnologia, Falésia.

The influence of geographic factors on the real estate market on the east coast of the state of Ceará, northeast Brazil

ABSTRACT

The intense development of coastal areas in Ceará, driven by tourism and real estate speculation, has placed pressure on fragile ecosystems, such as the sedimentary cliffs of Redonda Beach, where the demand for properties with high scenic value generates socio-environmental conflicts. This study aims to understand the relationships between property values and geographical, natural, and urban infrastructure-related factors on the sedimentary cliffs of Redonda Beach in Icapuí, Ceará. The results indicated a range in property values from R$ 120,000 to R$ 1,200,000.00 along a 1.5 km linear stretch. It was found that 84% of the most expensive properties are located in areas with steeper slopes, especially at the cliff's edge. Furthermore, this analysis highlights that residences farther from the sea are situated in the area preceding the edge of this terrain, which may explain the lower values observed in these sections. However, this trend has expanded the areas susceptible to risk, with the construction of landfills to increase buildable area at the cliff's edge, highlighting the need for effective management practices to promote safer housing and tourism.

Keywords: Coastal Management, Coastal Tourism, Real Estate Market, Geotechnology, Cliff.

INTRODUÇÃO

A zona costeira configura-se como uma faixa de elevada dinamicidade e complexidade, caracterizada por intensa ocupação humana, impulsionada pela oferta de recursos naturais e pela diversidade de oportunidades logísticas (DU *et al*., 2022; CHEN *et al*., 2025). No contexto contemporâneo, a pressão antrópica é intensificada pela atuação de diferentes atores socioeconômicos, com destaque para o setor turístico-imobiliário, que tem contribuído para a geração de conflitos sociais com comunidades costeiras tradicionais, além de promover a reconfiguração da paisagem natural como ativo de mercado (CASTRO, 2019).

Relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) projetam uma elevação do nível do mar entre aproximadamente 28 cm e 101 cm até 2100 (IPCC, 2023), delineando um cenário de crescente vulnerabilidade para zonas costeiras.

Esse processo impõe riscos tanto aos ecossistemas quanto às infraestruturas turísticas, em cenário brasileiro, o país possui duas cidades entre as mais expostas do mundo aos riscos de elevação do nível do mar, a exemplo do Rio de Janeiro e Niterói, onde a infraestrutura urbana e turística de alto padrão enfrenta ameaças crescentes de inundação e erosão severa. Nesse contexto, observa-se a intensificação da perda de habitats costeiros, como dunas e manguezais, agravada pela expansão de empreendimentos turísticos e residenciais de alto padrão em áreas ambientalmente sensíveis.

No Brasil, essa realidade é potencializada por um histórico de ocupação que evoluiu para um modelo que prioriza o uso recreativo e a segunda residência em detrimento da conservação ambiental. Conforme apontado por MORAES (2007), DI BERNARDI *et al*. (2021) e DIAS (2025) a gestão costeira brasileira enfrenta o desafio de conciliar a legislação ambiental com o mercado imobiliário, que frequentemente ignora as limitações físicas do terreno em busca de vistas privilegiadas.

No litoral do Nordeste brasileiro, as falésias marinhas sedimentares configuram-se como espaços emblemáticos do desordenamento costeiro, atuando simultaneamente como ícones paisagísticos e Áreas de Preservação Permanente (APP). O processo de intensa ocupação nessas zonas, impulsionado pelo turismo e pela especulação imobiliária, tem intensificado a pressão sobre tais ecossistemas, ignorando as restrições impostas pela legislação ambiental. Conforme o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012) e a Resolução CONAMA nº 303/2002, as bordas dos tabuleiros costeiros são protegidas em uma faixa mínima de 100 metros a partir da linha de ruptura do relevo (escarpa). Essa salvaguarda legal visa garantir a estabilidade geológica e a proteção da biodiversidade, funções que entram em conflito direto com o avanço das infraestruturas urbanas e de veraneio.

A costa do estado do Ceará apresenta uma extensa faixa com afloramentos de falésias ativas junto ao mar, destacando-se, do ponto de vista turístico-imobiliário, os municípios de Icapuí, Aracati e Beberibe. Nesse contexto, as falésias da praia da Redonda, em Icapuí, configuram um exemplo emblemático das tensões entre a valorização estética da paisagem e a dinâmica geomorfológica costeira.

A ocupação das bordas dessas falésias tem sido impulsionada pela busca por tranquilidade, exclusividade e alto valor cênico (RODRIGUES, 2025), frequentemente desconsiderando a natureza instável desses ambientes. Tal processo intensifica a exposição a riscos, uma vez que a proximidade com a borda ativa favorece a ocorrência de recuos erosivos e movimentos de massa. Como resultado, a pressão por empreendimentos em áreas vulneráveis não apenas acelera a degradação ambiental, mas também amplia a suscetibilidade a desastres.

Nesse sentido, torna-se evidente a necessidade de estratégias de gestão costeira integrada, capazes de articular ordenamento territorial, regulação do uso e ocupação e monitoramento contínuo da linha de costa. Conforme destaca MEIRELES (2011), a instabilidade intrínseca dessas formas de relevo converte o ideal de moradia à beira-mar em uma questão crítica de segurança pública e planejamento urbano, exigindo intervenções pautadas em critérios técnicos e preventivos. Nesse contexto, este estudo objetiva compreender como a dinâmica do setor imobiliário e as condicionantes geográficas locais interagem em um processo de geração e potencialização de riscos ambientais no trecho de falésias da Praia de Redonda.

ÁREA DE ESTUDO

Distando pouco mais de 200 km de Fortaleza (capital cearense), o acesso ao município de Icapuí e suas praias ocorre pelas rodovias CE-040, BR-304 e CE-261. Atualmente, o município conta com uma população de 21.433 habitantes (IBGE, 2022). A dinâmica econômica de Icapuí é multifacetada, fundamentada historicamente na pesca artesanal e industrial (sendo um expoente na exportação de lagosta no estado) e, mais recentemente, no setor de serviços. Este último, impulsionado pelo turismo de "sol e praia", é o que exerce a maior pressão sobre o mercado imobiliário local (IPECE, 2023).

O município de Icapuí está geologicamente inserido na Bacia Sedimentar Potiguar e do ponto de vista hidrológico, na sub-bacia do Baixo Jaguaribe (MEIRELES & SANTOS, 2012). Em relação à área experimental, foi selecionado um trecho de 1,5 km lineares, caracterizado por um adensamento de infraestruturas urbanas sobre a

falésia (Figura 1). O trecho da falésia estudada está localizado na praia da Redonda, município de Icapuí, extremo leste do estado do Ceará

A praia da Redonda é um espaço costeiro com urbanização crescente, especialmente no seu trecho sobre as falésias (SOUZA, 2016). Além disso, essa praia está inserida na Unidade de Conservação da Natureza Área de Proteção Ambiental Berçários da Vida Marinha, foi criada pelo Decreto Estadual nº 34.565, em 2022, e tem 3.230 ha de área total. A vida costeira e marinha é intensa nesta APA, berçário de espécies ameaçadas de extinção, como o peixe-boi, além de tartarugas marinhas e aves como o maçarico-do-papo vermelho.

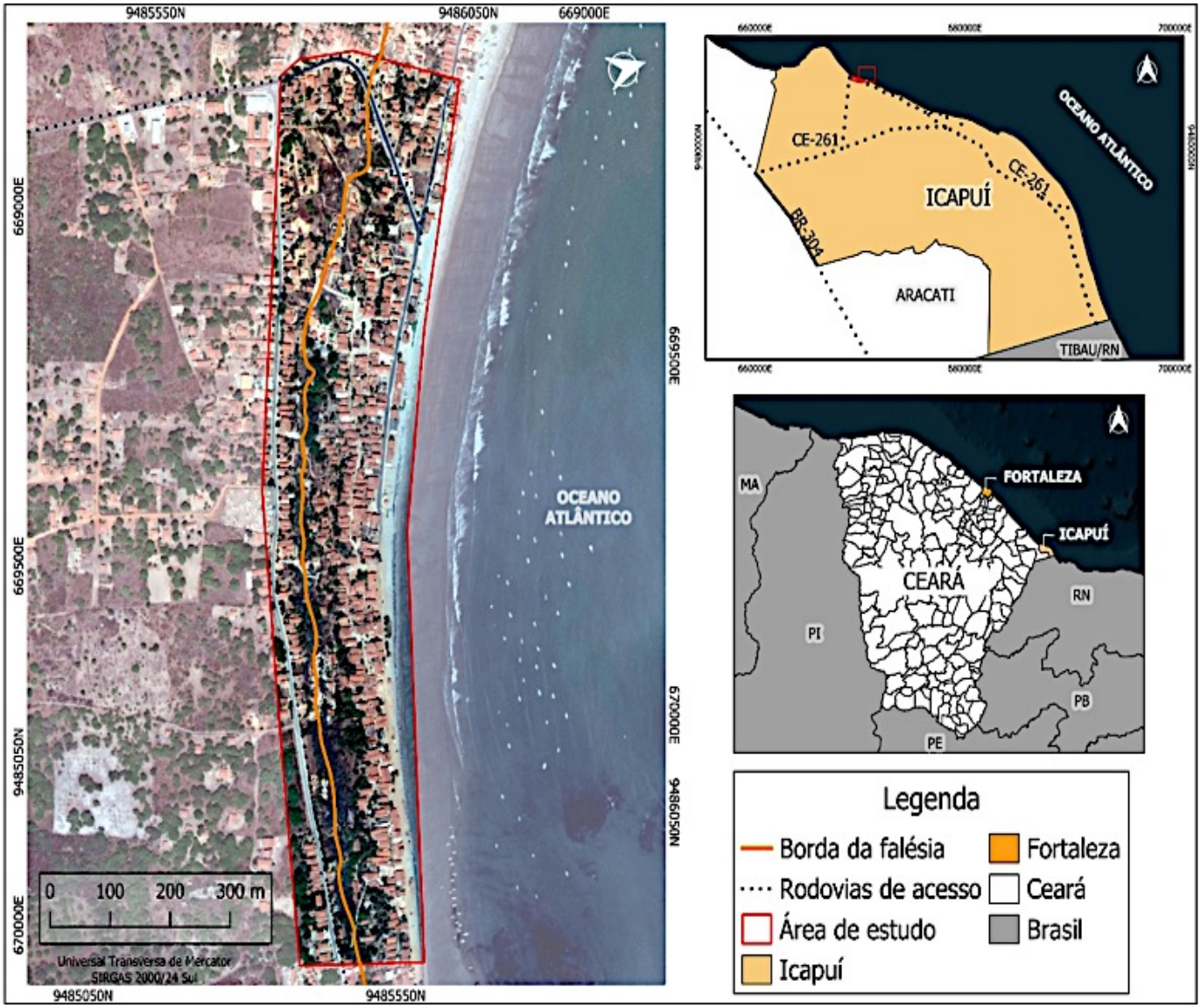


Figura 1 – Localização da praia da Redonda, Icapuí, CE (Fonte: Autoria própria).

O clima regional é do tipo Tropical Quente Semiárido Brando, com pluviosidade média de 949,2 mm/ano concentrada entre fevereiro e maio, período governado pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Na fase de estiagem (junho a dezembro), registram-se maiores velocidades de ventos, com predominância das direções SE, ESE e NE (IPECE, 2023; BARROS, 2018). No que tange à hidrodinâmica, as marés são semidiurnas em regime de mesomaré, com amplitudes variando entre 2 e 4 metros (MORAIS, 1996).

METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma pesquisa empírica, de abordagem mista, desenvolvida a partir de um estudo de caso na praia de Redonda, em Icapuí (CE). A escolha da praia da Redonda justifica-se pela intensa relação entre a ocupação imobiliária, o turismo e a presença de falésias sedimentares, que configuram uma área de forte valorização paisagística e, ao mesmo tempo, de

elevada fragilidade ambiental. Esse recorte permite observar, de forma integrada, como as condicionantes geomorfológicas influenciam a distribuição espacial dos imóveis, seus valores de mercado e a expansão de usos associados à hospedagem temporária. A metodologia integrou revisão bibliográfica, trabalho de campo, aerolevantamento com drone e análise espacial em SIG (Figura 2).

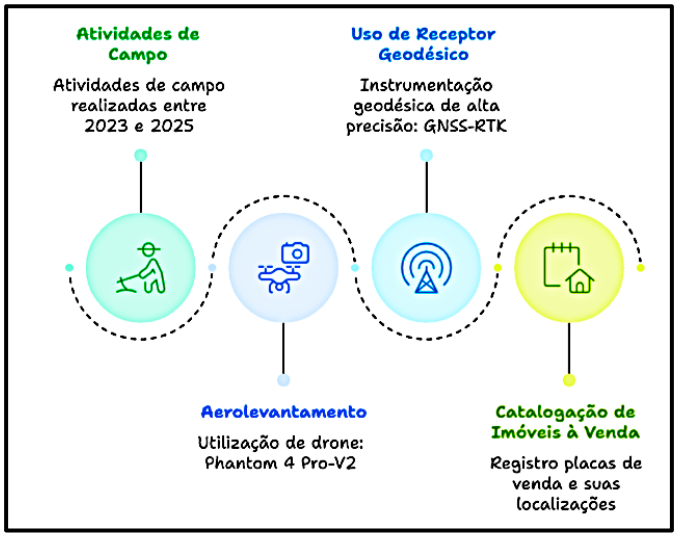


Figura 2 – Fluxograma metodológico.

Inicialmente, foram realizadas visitas exploratórias na praia da Redonda, com reconhecimento da área, identificação de compartimentos geomorfológicos e observação das dinâmicas de uso e ocupação. A partir de aquisições de imagens de alta resolução com drone, foi elaborado o mapeamento detalhado das falésias, complementado por aferições *in loco* para validação dos dados espaciais.

Para analisar o mercado imobiliário, realizou-se levantamento *in loco* ao longo do trecho das falésias, identificando imóveis disponíveis para venda, registrando localizações, características físicas e contatos. Diálogos com anfitriões dos imóveis foram realizados para obter valores de venda. As informações foram organizadas em base de dados estruturada, integrada ao ambiente SIG, permitindo análise espacial da ocupação e dos riscos nas bordas das falésias.

Atividades de campo

As expedições de campo tiveram como propósito realizar o aerolevantamento, sendo conduzidos entre 2023 e 2025 para reconhecimento de área, nesses trabalhos, executaram-se voos automatizados com drone e capturaram-se fotografias aéreas de alta resolução.

Na fase de campo, visitas exploratórias na praia da Redonda, foi possível a identificação dos principais compartimentos geomorfológicos e a observação das dinâmicas de uso e ocupação. Em seguida, procedeu-se ao aerolevantamento com o uso de drone, gerando imagens de alta resolução que serviram como base para a elaboração do mapeamento detalhado da área.

Aerolevantamento

Para a obtenção das imagens aéreas foi utilizada uma Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) (Figura 3). A ARP utilizada foi do tipo Phantom 4 Pro-V2 da DJI. A aeronave acopla uma pequena câmera digital (CMOS/F6310S) de 20 megapixel e para a visada a Nadir (90°) a câmera é fixada a um gimbal, suporte que garante estabilização dos efeitos de vibração durante o momento do voo. O planejamento do voo foi realizado na plataforma *Drone Deploy*, onde foi possível estabelecer os parâmetros de voo como altura, direção, ângulo, dimensão da área, quantidade de imagem e baterias a serem utilizadas.



Figura 3 – Aeronave Remotamente Pilotada em uso nos trabalhos de campo (Fonte: Autoria própria).

Georreferenciamento com uso de receptor geodésico

Para georreferenciamento e precisão dos produtos aerofotogramétricos, foram utilizados alvos móveis, de lona, fixados com ganchos ou seixos que possuem cores alaranjadas para melhor visualização na etapa de processamento das imagens. Os Pontos de Controle no Solo (PCs) são necessários para garantir acurácia posicional centimétrica no produto a ser gerado, desse modo, foram distribuídos ao longo de toda a área de estudo.

Os alvos foram mapeados com uso de instrumentação Geodésica com técnica de posicionamento e navegação GNSS (*Global Navigation Satellite System*) em modo de coleta RTK (*Real Time Kinematic*) (Figura 4), no qual possui uma precisão horizontal ±2.5mm e precisão vertical estática de ±5mm, o que garante elevada acurácia do bloco fotogramétrico da área, coletando coordenadas planialtimétricas (X, Y e Z).

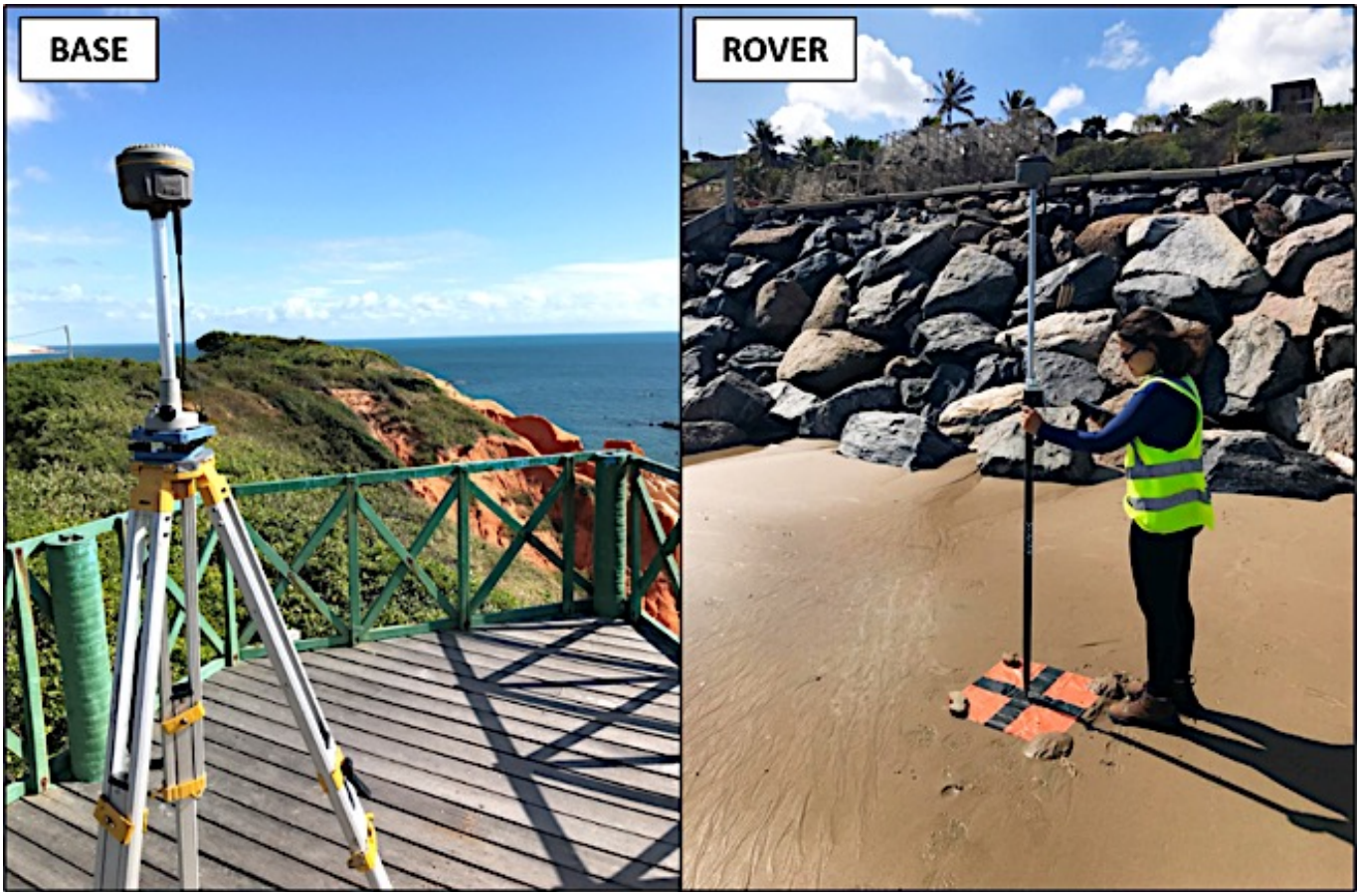


Figura 4 - GPS Geodésico – Base fixa e Rover móvel em coleta de pontos (Fonte: Autoria própria).

Os alvos foram mapeados com uso de instrumentação Geodésica com técnica de posicionamento e navegação GNSS (*Global Navigation Satellite System*) em modo de coleta RTK (*Real Time Kinematic*) (Figura 4), no qual possui uma precisão horizontal ±2.5mm e precisão vertical estática de ±5mm, o que garante elevada acurácia do bloco fotogramétrico da área, coletando coordenadas planialtimétricas (X, Y e Z).

As coordenadas coletadas foram carregadas na plataforma do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o pós-processamento dos dados topográficos que foram realizados com o método de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP/IBGE).

Catalogação dos imóveis à venda "in loco"

Para a identificação de infraestruturas com placas de casas à venda (Figura 5), foi realizado por caminhamento sobre a falésia a catalogação dessas placas, além da obtenção dos números para entrevistas semiestruturadas com anfitriões nos quais foi possível obter: valor total (R$), área construída (m²), tempo de anúncio e variações de preço.

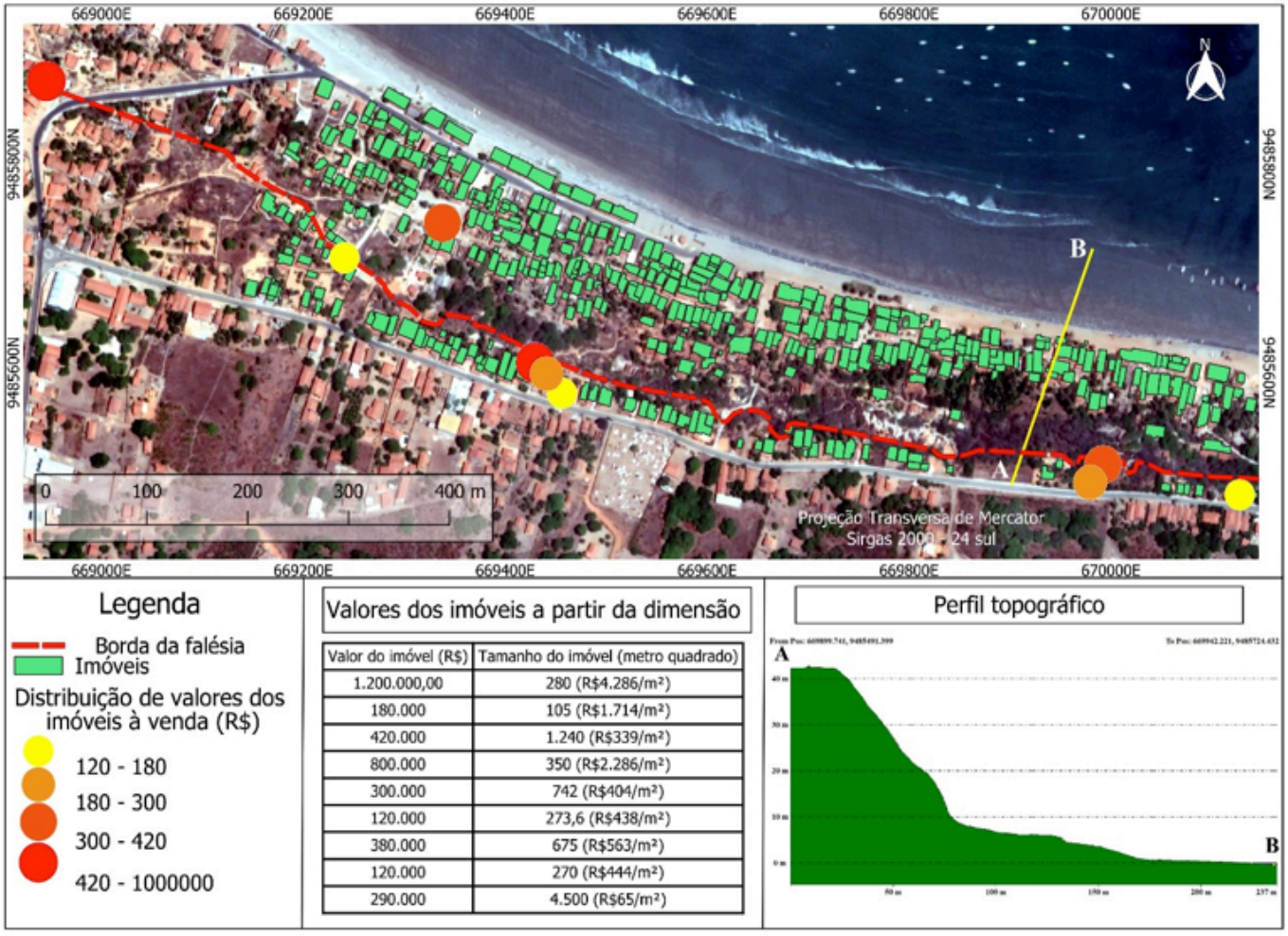


Figura 5 – Catalogação de placas de imóveis à venda em Redonda (Fonte: Autoria própria).

Aquisição de dados secundários

Para caracterizar os empreendimentos turísticos disponíveis na área de estudo e a tipologia repectiva, adotou-se a plataforma *online Airbnb* como fonte de dados. Realizou-se uma consulta sistemática, delimitando espacialmente as buscas por meio da ferramenta de mapa integrada à plataforma. Essa abordagem permitiu restringir a área, abrangendo exclusivamente a praia de Redonda, sem a imposição de restrições temporais (como datas de *check-in/out*). Assim, foi possível compilar um inventário de todos os imóveis disponíveis, facilitando a classificação tipológica (eg.: casas com piscinas, vista incrível).

A plataforma *Airbnb* foi empregada apenas como fonte secundária de apoio à interpretação espacial, contribuindo para evidenciar a atratividade turística e o processo de valorização do lugar, sem ser tratada como variável explicativa isolada dos preços imobiliários. Sua utilização permitiu confrontar os dados de mercado coletados em campo com um indicador indireto da demanda por hospedagem temporária, favorecendo uma análise integrada entre paisagem, turismo e dinâmica imobiliária.



Valor do imóvel (R$)	Tamanho do imóvel (metro quadrado)
1.200.000,00	280 (R$4.286/m²)
180.000	105 (R$1.714/m²)
420.000	1.240 (R$339/m²)
800.000	350 (R$2.286/m²)
300.000	742 (R$404/m²)
120.000	273,6 (R$438/m²)
380.000	675 (R$563/m²)
120.000	270 (R$444/m²)
290.000	4.500 (R$65/m²)

Figura 6 - Distribuição de valores dos imóveis à venda na falésia da praia da Redonda, Icapuí-CE (Fonte: Autoria própria).

RESULTADOS

A análise da ocupação na praia da Redonda revelou um cenário de intensa antropização sobre as falésias, totalizando 496 edificações distribuídas entre a base e o topo. Observa-se uma concentração de 113 casas situadas diretamente no topo do tabuleiro, área de maior vulnerabilidade a processos erosivos e movimentos de massa. No que tange à dinâmica do mercado imobiliário local, identificou-se que 8 imóveis estão à venda no topo da falésia e 1 está localizado na base, evidenciando a continuidade da oferta e da especulação em setores de alto risco geológico, porém de elevado valor paisagístico (Figura 6).

A espacialização dessas infraestruturas (Figura 6) permitiu identificar padrões de valor associados à compartimentação geomorfológica. O imóvel de maior valor de mercado identificado localiza-se na proximidade da via de acesso principal à Redonda, consistindo em uma estrutura de dois pavimentos com valor de oferta de R$ 1.200.000,00. No recorte temporal analisado, obteve-se um valor médio de R$ 1.174/m². Ressalta-se que este valor não representa a média geral da comunidade, mas restringe-se às unidades habitacionais em oferta situadas no topo e na base da falésia.

De acordo com o levantamento junto aos anfitriões, o crescimento da demanda turística nos últimos anos tem impulsionado a valorização imobiliária na área. Como evidência dessa volatilidade e pressão do mercado, registrou-se um empreendimento que apresentou um acréscimo de R$ 100.000,00 em seu valor de oferta em apenas uma semana, devido à alta procura. Em contrapartida, fatores de acessibilidade e localização em relação à borda da falésia também condicionam o preço: um imóvel situado após a via que delimita a escarpa apresentou maior resistência à comercialização, sofrendo uma redução de aproximadamente R$ 20.000,00 em relação ao valor inicial.

Com base nisso, verifica-se que a localização dos imóveis tende a influenciar sua valorização, juntamente com fatores como infraestrutura e acessibilidade. Para analisar esses fatores que podem interferir nos valores dos imóveis à venda na praia da Redonda, buscou-se comparar os valores do m² com condicionantes naturais do relevo em questão.

Na Figura 7, observa-se a relação entre a declividade, expressa em porcentagem, e o valor do metro quadrado de cada infraestrutura à venda. Os valores sugerem relação positiva com os setores de maior declividade, havendo exceção no caso do imóvel com o metro quadrado mais elevado, cuja valorização parece estar associada a outros fatores, como o fácil acesso a vias pavimentadas.

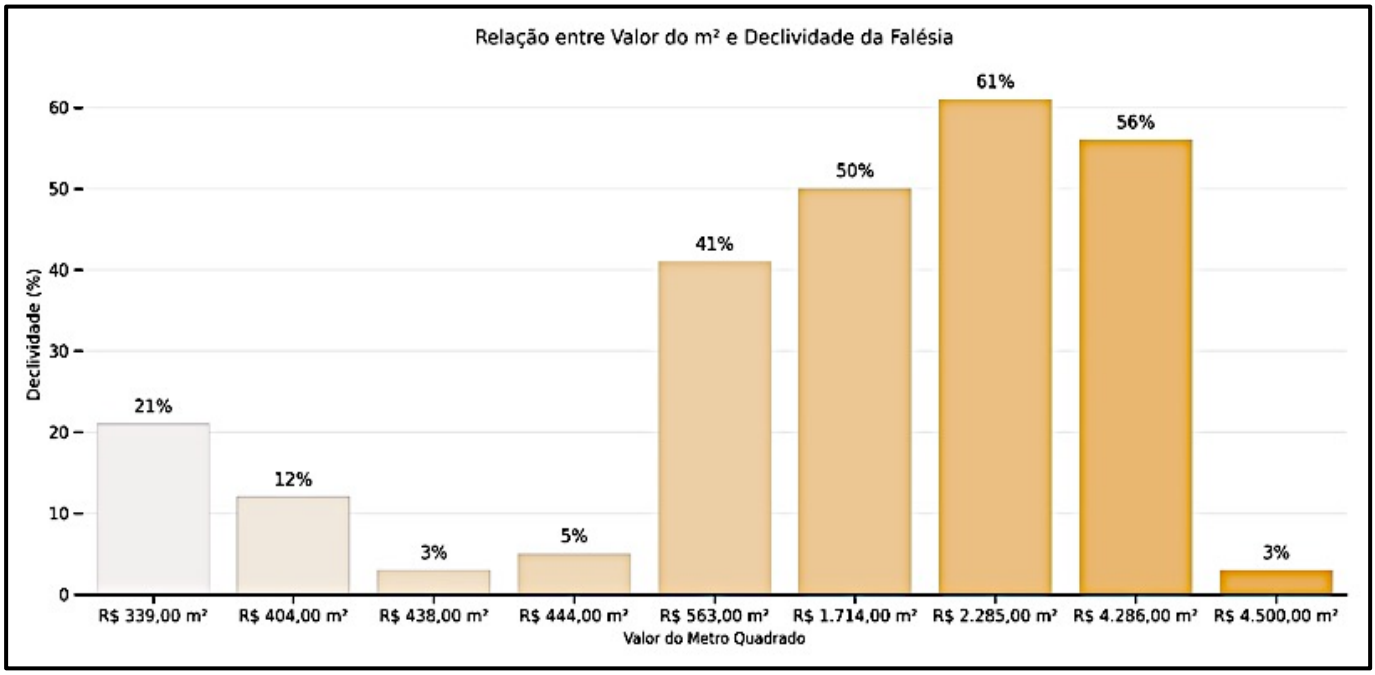


Figura 7 - Valores dos imóveis em comparação com a declividade da falésia (Fonte: Autoria própria).

A Figura 8 exemplifica a localização desses imóveis. Observa-se o adensamento no topo da falésia, superlotando o pequeno trecho entre a pista e a borda (destacado com linha pontilhada amarelo), além da construção de aterros para acrescer irregularmente esses espaços. Os imóveis localizados de forma irregular nesse trecho, por ficarem comprimidos, descem a declividade da falésia, adaptando-se para novas construções.



Figura 8 - Imóveis no topo da falésia e acrescidos na declividade da falésia (Fonte: Autoria própria).

De maneira análoga, a Figura 9 traz uma relação do m² desses mesmos imóveis em comparação à distância do mar. Verifica-se que não foi observado um padrão claro de valores mais elevados associado à maior proximidade do mar, tendo em vista que a presença da falésia torna seu topo mais atrativo, em razão do valor estético-paisagístico diferenciado, além da desvantagem visual provocada pela obra de contenção da erosão costeira presente na praia (Figura 10). Ainda dentro dessa análise, ressalta-se que as residências mais distantes se encontram no espaço que antecede a borda desse relevo, sendo a provável justificativa dos valores mais baixos nesses trechos.

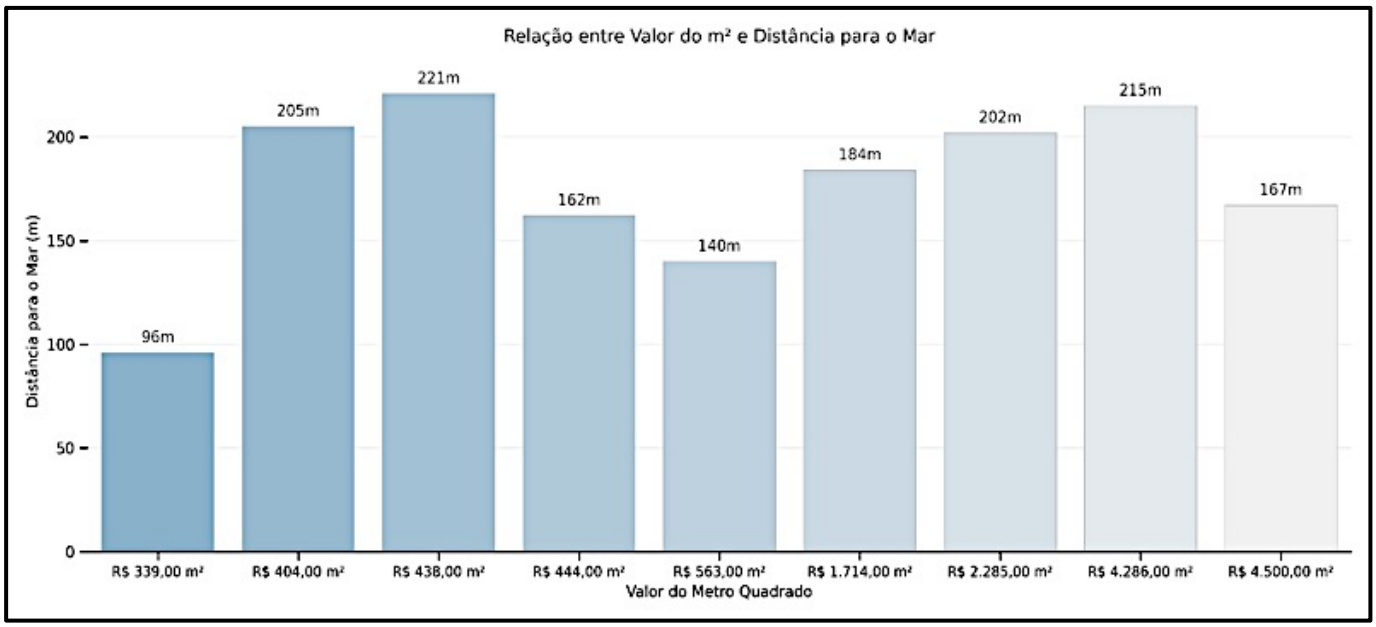


Figura 9 - Valores dos imóveis em comparação com a distância para o mar (Fonte: Autoria própria).

No trecho correspondente à base da falésia, a presença do enrocamento, associada à concentração da população local e às vilas de pescadores, onde se observam artefatos tradicionais de pesca, como destacado pelo círculo pontilhado amarelo na Figura 10, configura um espaço dinâmico de uso cotidiano

pela comunidade. Essa dinâmica integra as práticas locais ao ambiente costeiro, embora possa reduzir o apelo turístico em comparação ao topo da falésia, que oferece maior tranquilidade.



Figura 10 - Faixa de praia com a presença de obra de contenção à erosão do tipo enrocamento (Fonte: Autoria própria).

A valorização estética da paisagem tem levado a comunidade de Redonda a modificar seus aspectos econômicos, historicamente ligados à pesca, bem como características do seu espaço físico-natural. Esse processo reflete-se na alteração do uso do solo, onde áreas de fragilidade ambiental são convertidas em equipamentos de hospedagem compartilhada. Conforme levantamento realizado na plataforma *Airbnb*, identificou-se um total de 64 ofertas de hospedagem ativa, das quais 45% estão localizadas em áreas de influência direta da falésia. Essas infraestruturas dividem-se entre pousadas e residências de veraneio, evidenciando uma ocupação densa que se distribui entre a base e o topo das escarpas, intensificando a pressão sobre o relevo.

Na plataforma é possível selecionar algumas especificidades de modo a filtrar a busca, como por exemplo na categoria de "pousadas" resultou apenas 2 espaços e "piscinas incríveis" que apresentou 9 acomodações, "Em frente à praia" obteve-se 10 e para "vistas incríveis" resultou 14 (Figura 11). Diante disso, os dados sugerem que as estratégias de marketing e a oferta de hospedagem temporária reforçam uma imagem de cartão-postal, podendo contribuir para a atratividade local e cada vez mais desejado pelos turistas e, por conseguinte, também mais atrativo para investidores.

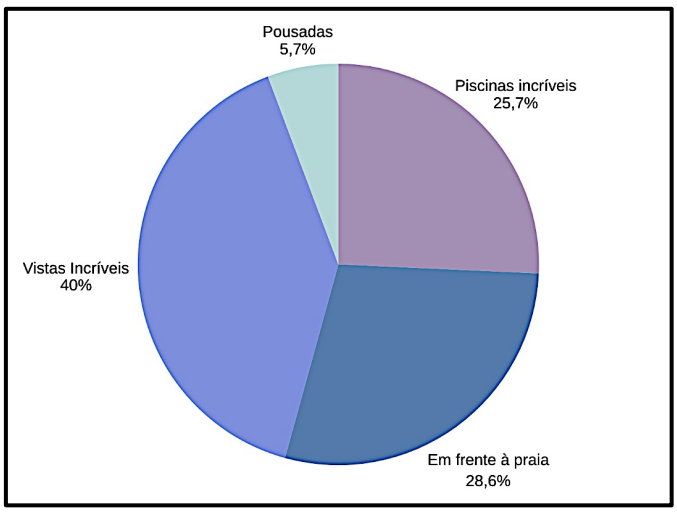


Figura 11 - Categorias selecionadas no *AirBnB* para hospedagem na praia da Redonda, em Icapuí-CE.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na praia da Redonda exemplificam como as condicionantes naturais modulam o mercado imobiliário costeiro, com preços

médios de R$1.174/m² no topo da falésia. Em escala regional, o litoral nordestino tem se destacado como território de expansão do chamado 'imobiliário-turístico', onde a articulação entre turismo, lazer e produção de imóveis intensifica a valorização de terrenos em áreas litorâneas com alta atratividade paisagística (SILVA & FERREIRA, 2011; SILVA, 2014; PEREIRA, 2025).

Nesse contexto, a praia da Redonda insere-se em um padrão de valorização que, embora de menor magnitude e escala que em regiões metropolitanas, se pauta pela procura por vistas panorâmicas, acesso à praia e infraestrutura turística básica, processos observados em outros trechos litorâneos do Nordeste que passam da atividade pesqueira para a produção de empreendimentos voltados ao lazer e às temporadas (CORIOLANO *et al*., 2010; SILVA, 2014). Exemplificando, no Porto das Dunas (CE), também marcado pela transição de comunidades pesqueiras para o turismo, BRITO *et a*l. (2021) registraram preço médio de R$5.559/ m² em 2021, um dos mais altos do Brasil, impulsionado por infraestrutura e valor paisagístico.

Com 84% dos imóveis mais caros proporcionalmente localizados em áreas de alto declive nas bordas da falésia de Redonda, ao contrário de contextos não litorâneos como Francisco Beltrão (PR), onde ANDRES *et al*. (2024) indicam menor peso de fatores geológicos. Essa preferência pelo topo das falésias decorre do elevado valor estético paisagístico, oferecendo vistas panorâmicas exclusivas, apesar dos riscos geomorfológicos inerentes, como erosão diferencial e instabilidade (MEIRELES, 2011). Além disso, a ausência de correlação direta com proximidade ao mar reflete a intervenção humana na paisagem, conforme analisado por CINELLI *et al*. (2021) que pontua especialmente as obras de contenção à erosão costeira, na qual reduzem a visibilidade da faixa litorânea e redistribuem o valor imobiliário para os topos da falésia.

A presença de acomodações na plataforma *Airbnb* pode ser interpretada como um indicador complementar da intensificação turística e da valorização paisagística, com 64 acomodações em um trecho da praia de Redonda priorizando "vistas incríveis" (14 opções), fomentando hospedagem compartilhada (Figura 08) e sugerindo a consolidação de usos turísticos associados ao mercado imobiliário local. SALDAÑA & ESTELA (2020) destacam como o uso do *Airbnb* beneficia a economia local ao atrair buscas por novas experiências. ANDRADE *et al*. (2022) apontam uma grande concentração de *Airbnb* em cidades litorâneas, gerando mudanças econômicas positivas, enquanto FONSECA *et al*. (2024) registram crescimento assertivo da plataforma em bairros litorâneos de Natal (Rio Grande do Norte), competindo com hospedagens tradicionais.

No entanto, essa expansão desregulada pode revelar um desequilíbrio quando comparada com o Cadastro de Prestadores de Serviços Turísticos (CADASTUR), sistema oficial do Ministério do Turismo do Brasil destinado ao registro e à formalização de empreendimentos turísticos (Lei nº 11.771/2008), que registra apenas 18 empreendimentos classificados como 'meios de hospedagem' em Icapuí. Esse número contrasta com a quantidade de acomodações oferecidas no *Airbnb*, que lista 268 acomodações no município e 90 casas em Redonda (toda a área), indicando a expansão de formas alternativas de hospedagem que, em parte, operam fora dos mecanismos tradicionais de regulação turística. Embora nem todos os imóveis anunciados nessas plataformas estejam sujeitos ao cadastro obrigatório, essa disparidade demonstra desafios na fiscalização e no ordenamento da atividade turística, podendo ampliar riscos socioambientais e pressões sobre o território.

A ferramenta online também pode trazer diferentes problemas para o ecossistema e no próprio setor imobiliário, como mencionado por SILVA & NASCIMENTO (2024), que destacam as divisões socioespaciais causadas pela financeirização dos espaços urbanos. Para o caso em questão, essa dinâmica artificializa paisagens, transformando comunidades pesqueiras em "cartões-postais" turísticos, intensificando a litoralização e a financeirização dos espaços, fenômeno já observado em outros distritos do Nordeste (CASTRO, 2019). Além disso, a ocupação irregular e desenfreada intensifica os processos erosivos da falésia potencializando os riscos para a comunidade local.

LUCENA *et al.* (2025) registraram aumento de 27% ao ano em áreas protegidas entre 2004 e 2024, com 80 construções ilegais ampliando riscos de colapso. Essas feições, com paredões de até 30 m, sofrem erosão natural agravada por aterros e residências na borda, conforme análises geoambientais que destacam a vulnerabilidade em praias como Picos (Icapuí). A praia da Redonda exemplifica de forma crítica a tensão entre o valor

estético-imobiliário e a dinâmica geomorfológica, sugerindo que a valorização do 'lugar-paisagem' se dá, em muitos casos, às custas da vulnerabilidade e dos riscos geomorfológicos para a população.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos evidenciam que a ocupação da área de estudo apresenta relação com a valorização imobiliária associada ao ambiente costeiro, especialmente em função do valor paisagístico da falésia. O levantamento realizado indicou um valor médio de R$1.174/m² para os imóveis analisados, além da presença de 64 registros na plataforma *Airbnb,* o que pode ser interpretado como um sinal complementar de intensificação turística e de valorização do lugar no recorte estudado.

Apesar disso, os dados demonstraram que não há um padrão claro de valorização associado exclusivamente à proximidade com o mar, indicando que outros fatores, como infraestrutura, acessibilidade e posição espacial em relação à falésia, também exercem influência relevante na definição dos preços. Dessa forma, a relação observada entre a declividade, localização e valor dos imóveis deve ser compreendida como uma tendência identificada no recorte analisado, e não como uma regra geral para toda área costeira estudada.

Do ponto de vista espacial, observa-se o adensamento de construções no topo da falésia, com ocupação intensa no trecho entre a via e a borda, além da presença de aterros destinados à ampliação irregular das áreas edificáveis. Tais intervenções contribuem para o aumento da suscetibilidade a riscos geomorfológicos, especialmente em áreas com maior declividade, evidenciando o conflito entre a valorização imobiliária, pressão turística e a fragilidade ambiental.

Nesse contexto, o crescimento da demanda imobiliária, articulado à expansão do turismo local, reforça a ocupação de áreas ambientalmente sensíveis e indica a necessidade de estratégias mais efetivas de gestão costeira e ordenamento territorial. Assim, os resultados apontam para a importância de um planejamento mais rigoroso, capaz de conciliar uso econômico, valorização paisagística e redução de riscos na zona costeira a fim de garantir um uso mais sustentável da zona costeira.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pela concessão de bolsas de Pós-Graduação, pelo apoio na coleta de dados de campo, realizada em parceria com o Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica (LGCO/PROPGEO/UECE). Reconhecemos o apoio adicional dos projetos FUNCAP UNI-0210-00736.01.00/23, PS1-0186-00333.01.00/21.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. N.; ARAUJO, C. P.; CRISTINO, C. T. 2022. Aluga-se: densidade da oferta do Airbnb e segundas residências no litoral pernambucano. *Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais*, 11(1):1-15. (https://doi.org/10.51359/2238-8052.2022.253150)

ANDRES, J.; HENDGES, E.R.; MARION, F.A. & MANOSSO, F.C. 2024. Condicionantes geográficas do valor dos imóveis residenciais na cidade de Francisco Beltrão – PR. *Caminhos de Geografia, Uberlândia*, 25(100): 145–157. (https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/70777).

BARROS, E.L. 2018. *Erosão costeira no litoral do município de Icapuí-Ce na última década: causas, consequências e perspectivas futuras*. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. 254p.

BRASIL. Ministério do Turismo. Cadastur: sou turista. Disponível em: https://cadastur.turismo.gov.br. (Acesso: 24 mar. 2026).

BRITO, F.L.S.; SOUSA, C.G.L.; PAULA, D.P. 2021. Especulação imobiliária em Porto das Dunas (Aquiraz–CE): Precificação do imóvel em relação à distância da praia. *Geopauta*, 5(4):1-23.

CASTRO, P.R.B. 2019. *A litoralização e a organização do território nos distritos costeiros de São Gonçalo do Amarante - CE*. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza,CE, Brasil. 122p.

CEARÁ. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). 2023. Perfil Municipal 2023: Icapuí. Fortaleza, CE, Brasil. (https://www.ipece.ce.gov.br).

CHEN, C.; LIANG, J. & ZHANG, W. 2025. Quantifying dynamics of ecosystem carbon storage under influence of land use and land cover change in coastal zone from remote sensing perspective. *Sustainable Horizons*, 14, p. 100146. (https://doi.org/10.1016/j.horiz.2025.100146)

CINELLI, I.; ANFUSO, G.; PRIVITERA, S. & PRANZINI, E. 2021. An overview on railway impacts on coastal environment and beach tourism in Sicily (Italy). *Sustainability*, 13(13), 7068. DOI:/10.3390/su13137068

CORIOLANO, L.N.M.T.; BARBOSA, L.M. & SAMPAIO, C. F. 2010. Veraneio, turismo e especulação imobiliária

no Porto das Dunas, litoral cearense. *Aportes y transferencias*, 14(1):43-58.

DI BERNARDI, J.C. 2021. *Legislação ambiental e urbanística brasileira: Conflitos ambientais nos grandes empreendimentos imobiliários em Florianópolis*. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. 297p.

DIAS, L.V. 2025. *Justiça ambiental e gestão costeira no Brasil: uma análise crítica da literatura e proposta para uma governança mais inclusiva*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual Paulista, São Vicente, SP, Brasil. 40p.

DU, P.; HOU, X. & XU, H. 2022. Dynamic expansion of urban land in China's coastal zone since 2000. *Remote Sensing*, 14(4): 916. DOI: 10.3390/rs14040916.

FONSECA, M.A.P.; COSTA, H.A.; ROCHA, R.R.N. & BARBOSA, M.H.S. 2024. A difusão da plataforma Airbnb e a nova geografia do turismo em Natal/RN. *Geo UERJ*, 46. DOI:10.12957/geouerj.2024.87056.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2021. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/.

LUCENA, R.P.; LIMA, J.A.G.; OLIVEIRA, L.M.M. & SILVA, I.G. 2025. Ocupação irregular em áreas legalmente protegidas no litoral cearense: estudo de caso na praia de Picos, Icapuí/CE. *Revista De Geografia*, *42*(3): 334–356. DOI: 10.51359/2238-6211.2025.266970.

MEIRELES, A.J.A. & SANTOS, A.M.F. 2012. *Atlas de Icapuí*. Fortaleza, CE: Fundação Brasil Cidadão.

MEIRELES, A.J.A. 2011. *Geomorfologia costeira: funções ambientais e sociais*. 494p., Edições UFC, Fortaleza, CE, Brasil.

PEREIRA, A.Q. 2025. As estratégias do setor imobiliário-turístico e a incorporação de medidas socioambientais no litoral do Brasil. *AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política*, *7*(1). DOI: 10.48075/amb.v7i1.32869.

PEREIRA, A.Q. & SILVA, M.N.F. 2014. O litoral nordestino e o imobiliário-turístico: Bahia, Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte. *GeoTextos*. 10(1): 59-82. (https://doi.org/10.9771/1984-5537geo.v10i1.9951)

SALDAÑA, R.R.F.; ESTELA, A.H.E. 2020. El turismo de los Millennials; Airbnb y la economía colaborativa. *Gestión en el tercer milenio*, 23(46):99-106. (https://doi.org/10.15381/gtm.v23i46.19158)

SILVA, A.F.C. & FERREIRA, A.L. 2011. O imobiliário-turístico e o Nordeste Brasileiro: dinâmicas econômicas e urbanas sobre o litoral. *Revista Geográfica de América Central*, *2*: 1-15. (https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=451744820248)

SOUZA, W.F. 2016. *Sensoriamento remoto e SIG aplicados à análise da evolução espaçotemporal da linha de costa do município de Icapuí, Ceará-Brasil.* Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. 135p.

Capítulo XX

AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE CONTAMINANTES NA ÁGUA VIA DADOS SATELITAIS: ESTUDO DE CASOS DO SISTEMA GUAÍBA



AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE CONTAMINANTES NA ÁGUA VIA DADOS SATELITAIS: ESTUDO DE CASOS DO SISTEMA GUAÍBA

Deivid Cristian Leal Alves[1], Jean Marcel de Almeida Espinoza[2], Miguel da Guia Albuquerque[3], Dinalva Aires de Sales[4], Fernando Comerlato Scottá[5], Bento Almeida Gonzaga[4]

[1]Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS. Av. Dom Antônio Barbosa, 4155. Campo Grande, MS, Brasil. dclealalves@gmail.com.
[2]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC. Campus Garopaba. Rua Maria Aparecida Barbosa, 153. Garopaba, SC, Brasil. jean.espinoza@ifsc.edu.br
[3]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS. Campus Rio Grande. Rua Eng. Alfredo Huch, 475. Rio Grande, RS, Brasil. migueldaguia@gmail.com
[4]Universidade Federal do Rio Grande - FURG. Av. Itália, Km 08, Campus Carreiros. Rio Grande, RS, Brasil. dinalvaires@gmail.com; profbentoag@gmail.com.
[5]Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande do Sul – SEMA. Av. Borges de Medeiros, 1501. Porto Alegre, RS, Brasil. scotta@sema.rs.gov.br
Autor correspondente: migueldaguia@gmail.com.

RESUMO

A gestão de mananciais naturais representa um desafio constante que exige o uso crescente de tecnologias, no entanto os altos custos operacionais muitas vezes inviabilizam o monitoramento ágil necessário para a proteção ambiental. Este estudo apresenta uma metodologia de baixo custo aplicada ao sistema Guaíba, situado no Rio Grande do Sul (Brasil), utilizando imagens multiespectrais do sensor MSI, a bordo dos satélites Sentinel-2, fundamentada nos princípios físicos da interação da radiação eletromagnética com a água. O estudo monitorou o período entre março e maio de 2019 e 2020, focando em dois índices principais: o Total de Sólidos em Suspensão (TSS) e a Matéria Orgânica Dissolvida (DOM-Chl). Os resultados indicaram uma baixa dispersão nos valores de TSS ($1{,}38 \leq \sigma \leq 3{,}26$), sendo que o ano de 2020 apresentou maior amplitude (~ 48,3 $mg.L^{-1}$) e desvio padrão em comparação a 2019. Foi observada, em 2020, uma pluma de TSS concentrada nas proximidades de Porto Alegre, fenômeno atribuído ao *deficit* hídrico sob influência da anomalia *La Niña*, que resultou em descargas inferiores ao regime histórico. Os dados de DOM-Chl mostraram pequena amplitude (0,28 – 0,80 $mg.L^{-1}$) com distribuição espacial semelhante à do TSS. Por fim, o mapeamento derivado de sensores satelitais constitui um recurso acessível e eficiente para a gestão de recursos hídricos, oferecendo uma abordagem viável para o monitoramento de sistemas hidrográficos extensos e sensíveis localizados em áreas de grande adensamento populacional.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, Índice Espectral, Saneamento, Qualidade da Água.

Evaluation of contaminant indicators in water via satellite data: case studies of the Guaíba system

ABSTRACT

The management of natural water sources represents a constant challenge that demands the increasing use of technologies, although high operational costs often make the agile monitoring necessary for environmental protection unfeasible. This study presents a low-cost methodology applied to the Guaíba system, located in Rio Grande do Sul (Brazil), using multispectral images from the MSI sensor aboard Sentinel-2 satellites, based on the physical principles of the interaction of electromagnetic radiation with water. The study monitored the period between March and May of 2019 and 2020, focusing on two main indices: Total Suspended Solids (TSS) and Dissolved Organic Matter (DOM-Chl). The results indicated low dispersion in TSS values ($1.38 \leq \sigma \leq 3.26$), with 2020 showing the greatest amplitude (~48.3 $mg.L^{-1}$) and standard deviation compared to 2019. In 2020, a TSS plume concentrated near Porto Alegre was observed, a phenomenon attributed to the water deficit under the influence of the *La Niña* anomaly, which resulted in discharges lower than the historical regime. DOM-Chl data showed a small amplitude (0.28 – 0.80 $mg.L^{-1}$) with a spatial distribution similar to that of TSS. Finally, mapping derived from satellite sensors constitutes an accessible and efficient resource for water resource management, offering a viable approach for monitoring extensive and sensitive hydrographic systems located in densely populated areas.

Keywords: Remote Sensing, Spectral Index, Sanitation, Water Quality.

INTRODUÇÃO

A geração de informação acerca dos ecossistemas aquáticos continentais é importante ao manejo ambiental e à gestão do uso da água. A descarga de efluentes domésticos e industriais, resíduos de defensivos agrícolas e fertilizantes se misturam ao fluxo hídrico, desaguando em rios e lagos, podendo levar a perda da biodiversidade e ainda comprometer o tratamento das águas destinadas ao abastecimento e ao consumo humano (TUCCI & MENDES, 2006). Segundo o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2016), tais processos podem ainda sofrer a influência de variações acentuadas nos padrões de precipitação, como estiagens prolongadas ou chuvas torrenciais.

O elevado custo de implantação e manutenção de uma rede de monitoramento hidrológico, somada a própria natureza das bacias hidrográficas principais (ampla dimensão espacial, elevada densidade de canais, sazonalidade na dinâmica de escoamento e recarga, dentre outras características) são fatores limitantes, quando não impeditivos, à obtenção e integração de dados. De forma alternativa, metodologias baseadas em Sensoriamento Remoto (SR) buscam complementar ou preencher a lacuna de dados sobre as condições dos ecossistemas através de imagens multiespectrais, especialmente aquelas adquiridas por sensores a bordo de plataformas orbitais (NOVO, 2019).

O emprego de sensores ópticos orbitais para o monitoramento das águas superficiais tem mostrado grande potencial para a avaliação e tomada de decisão. Dentre as metodologias de SR para a extração de parâmetros das águas superficiais, estão as estimativas de concentração de sólidos em suspensão e Clorofila-a, conforme estudos de CABALLERO *et al*. (2018), PEIXOTO *et al*. (2018), POTES *et al*. (2018), SUBIYANTO *et al*. (2018) e WANG *et al*. (2018), por exemplo. O presente artigo apresenta os resultados do monitoramento da superfície aquosa do sistema hidrográfico Guaíba, Rio Grande do Sul (Brasil), a partir de técnicas de SR, dados de concentração Total de Sólidos em Suspensão (TSS) e a concentração da Matéria Orgânica Dissolvida (DOM), derivado do índice de clorofila (DOM-Chl).

MATERIAIS E MÉTODOS

O recorte espacial de interesse compreende a superfície aquosa do sistema hidrográfico Guaíba (Rio Grande do Sul-Brasil), área com cerca de 496 km², situada a montante da Lagoa dos Patos, próximo a Porto Alegre (Figura 1). Para a determinação do TSS e DOM-Chl, derivado a partir do comportamento espectral mensurado para a clorofila-a, apresentado por JENSEN (2011), foi processado um conjunto de imagens dos anos de 2019 e 2020, adquiridas pelo sensor *MultiSpectral Instrument* (MSI) a bordo dos satélites Sentinel-2A e Sentinel-2B da Agência Espacial Europeia (ESA). O sensor MSI da missão Sentinel-2 (S2) adquire 13 bandas espectrais com resolução espacial de 10, 20 e 60 metros (ESA, 2015).

O pré-processamento incluiu a calibração radiométrica das bandas e a conversão da reflectância TOA para reflectância de superfície (BOA), utilizando os parâmetros dos metadados. Todas essas etapas foram executadas através do *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP), ferramenta disponível como complemento ao Sistema de Informação Geográfica de código aberto QGIS (v. 3.10), e que se destina ao processamento digital de imagens e álgebras de mapas (CONGEDO, 2021).

A etapa final de pré-processamento consistiu no ajuste de coordenadas de todas as cenas para o sistema SIRGAS 2000 (projeção UTM Zona 22 Sul), adotando este *datum* horizontal como referência para os produtos gerados. As etapas de pré-processamento, processamento e validação dos dados podem ser visualizadas através do fluxo de trabalho (Figura 2).

De forma geral, a extração de informações sobre as propriedades de uma determinada coluna d'água, empregando dados de sensoriamento remoto, deriva da chamada radiância volumétrica de superfície (Lv). Conforme JENSEN (2011), a Lv corresponde à radiância da radiação solar e atmosférica descendente, que efetivamente interage com os constituintes da coluna d'água, incluindo matéria orgânica e inorgânica em suspensão, e emerge dela sem atingir o fundo do corpo hídrico. Desse modo, os métodos de investigação das propriedades da coluna d'água buscam isolar a

variável Lv, conforme Equação 1 (JENSEN, 2011):

$$L_v = L_t - (L_p + L_s + L_b) \qquad \text{Eq. 1}$$

Em que L_t é a radiância total registrada pelo sensor; L_p é a contribuição da radiância resultante da radiação solar direta (E_{sun}) e indireta (E_{sky}); L_s é a porção da radiância da radiação solar e atmosférica que alcança a interface ar-água; L_b é a radiância da radiação solar e atmosférica que interage com o fundo.

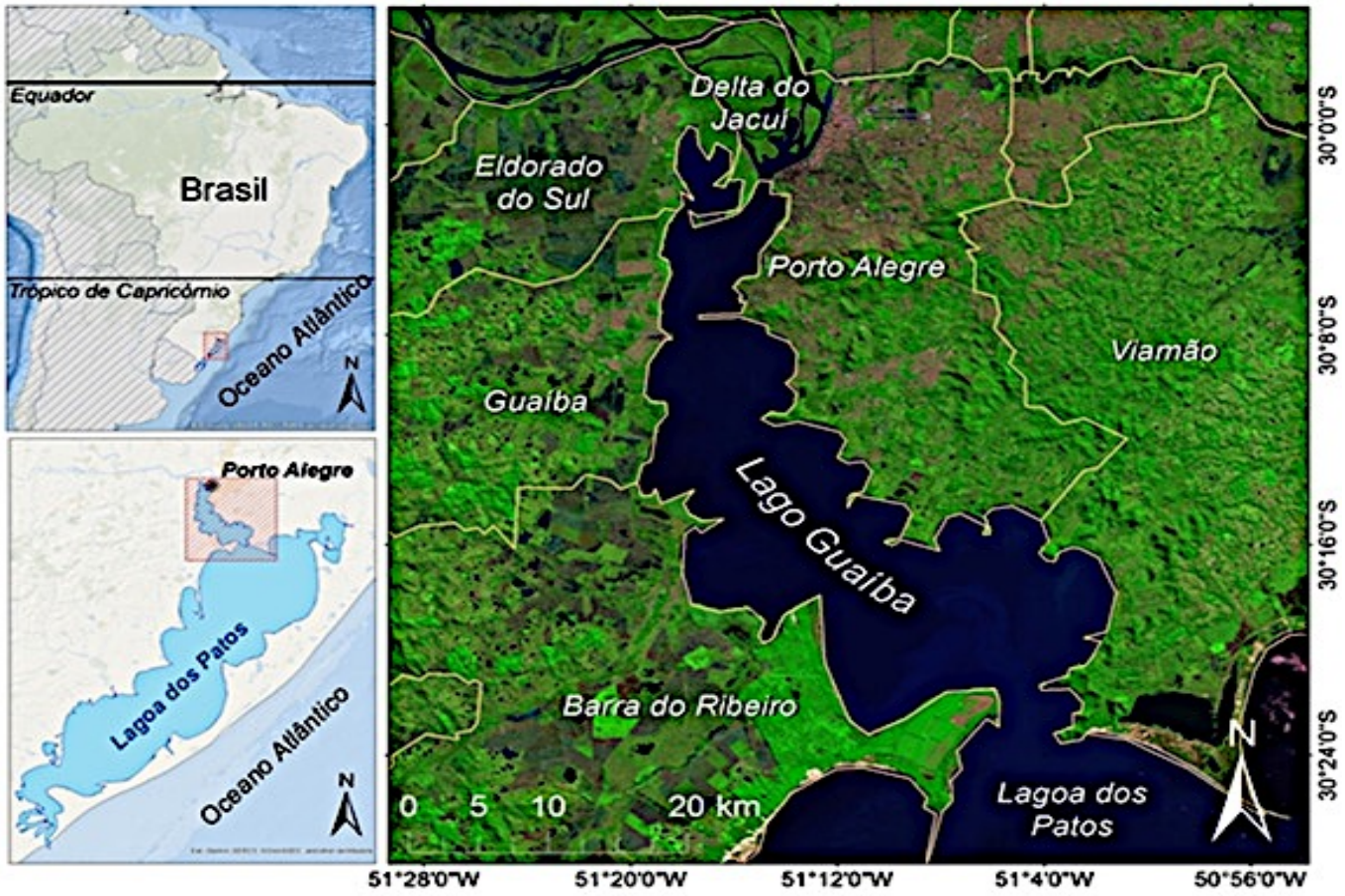


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo, sistema Guaíba, Rio Grande do Sul - Brasil.

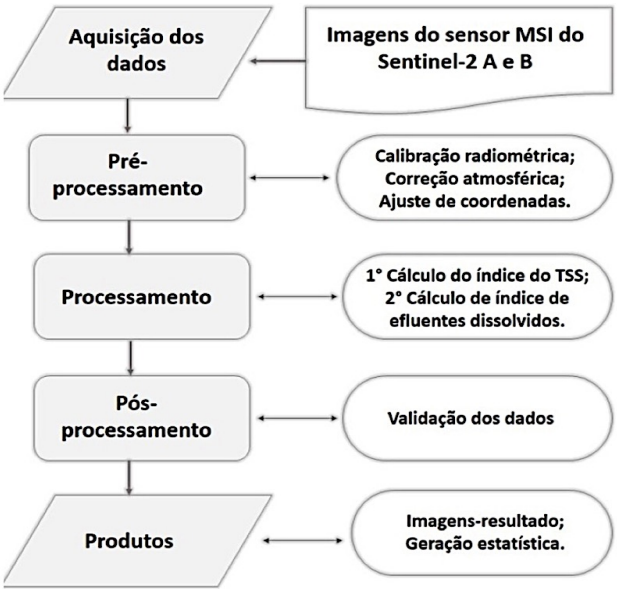


Figura 2 - Fluxo de trabalho das etapas de aquisição, pré-processamento, processamento, validação e geração de produtos cartográficos.

A radiância volumétrica que deixa a coluna d'água, sendo este fluxo ascendente um dos componentes registrados pelo sistema sensor, é uma função da concentração de água pura (w); do material inorgânico em suspensão (SM), como, por exemplo, partículas minerais; da Clorofila-a orgânica (Chl); da matéria orgânica colorida dissolvida (CDOM, do inglês *Colored Dissolved Organic Matter*); e da quantidade total de atenuação por absorção e espalhamento relacionado a cada um desses constituintes, $c_{(\lambda)}$, conforme Equação 2, apresentada por JENSEN (2011):

$$L_v = f\left[w_{c(\lambda)}, SM_{c(\lambda)}, Chl_{c(\lambda)}, CDOM_{c(\lambda)}\right] \qquad \text{Eq. 2.}$$

Nesse sentido, a reflectância espectral do Total de Sedimentos em Suspensão (TSS) é uma função da concentração e das características dos

particulados minerais na coluna d'água, como textura e composição do grão. Para as estimativas de TSS obtidas para este trabalho, foi utilizada a premissa proposta por JENSEN (2011) e validada pelos resultados apresentados por PEIXOTO *et al*. (2018), em que se considera a correlação não linear entre a reflectância da banda do vermelho (comprimentos de onda com interação altamente dependente do material suspenso na água) e o TSS, resultando, dessa forma, na Equação 3:

$$TSS = Abs\left[\frac{ln\left(\frac{B_5}{C_1}\right)}{C_2}\right] \qquad \text{Eq. 3.}$$

Em que B_5 (valor central de 0,705 μm) corresponde a banda espectral do vermelho próximo, com resolução espacial de 20 metros; C_1 e C_2 são constantes propostas por PEIXOTO *et al*. (2018) para saídas em $mg.L^{-1}$; ln é a função logaritmo natural; e Abs é a função Absoluto, assegurando que a imagem-resultado exibirá valores absolutos

Para a geração das estimativas da concentração de matéria orgânica dissolvida na coluna d'água, foi utilizado o DOM adaptado a partir do comportamento espectral da Clorofila, resultando em um índice de matéria orgânica dissolvida (DOM-Chl). A Clorofila é o principal pigmento fotossintético encontrado em microalgas aquáticas, sendo que a composição e profusão desses organismos estão diretamente associados à qualidade da água do reservatório, além da incidência do campo de luz subaquático e da carga de nutrientes disponíveis, em especial, nitrogênio e fósforo (BARBOSA, 2019). Assim, para a obtenção do DOM-Chl, foram seguidas as mesmas considerações acerca da interação da radiação eletromagnética (REM) com os corpos hídricos, detalhadas por JENSEN (2011), PAHLEVAN *et al*. (2017; 2019), POTES *et al*. (2018).

Portanto, considera-se a água pura (w) como um alvo com alta capacidade absorvente da REM nas faixas do visível e do infravermelho próximo e, com a presença de materiais dissolvidos na água, ocorre uma reflexão diferencial para cada banda espectral em questão. A presença de efluentes dissolvidos, por exemplo, leva a um aumento diferencial da reflexão espectral da REM incidente para as bandas do visível e infravermelho próximo. No caso específico da Clorofila-a, sua concentração na coluna d'água representa um decréscimo na quantidade relativa de energia refletida nas bandas azul e vermelha, enquanto a banda verde experimenta um acréscimo na reflectância (JENSEN, 2011).

A relação entre a reflectância de uma massa de água e a concentração de matéria orgânica dissolvida, presente nesse volume de água, é não linear e apresenta caráter exponencial. Para obtermos uma equação que relacione o comportamento espectral de uma massa água em função da concentração de matéria orgânica que esta apresenta, devemos partir de uma razão de bandas, idealmente as bandas de maior e menor resposta espectral. Com isso, realizamos a ajuste de uma curva de caráter exponencial para medidas de concentração de matéria orgânica vs. resposta espectral, obtendo os índices que melhor ajustam a curva aos dados. Seguindo essa metodologia, para as estimativas de DOM-Chl deste trabalho, foi empregada a Equação 4:

$$DOM\ Chl = K_1 e^{(K_2 \cdot \frac{B_3}{B_4})} \qquad \text{Eq. 4}$$

Em que, DOM-Chl indica a concentração do material orgânico dissolvido estimado (dado em $mg.L^{-1}$) para cada *pixel*, a partir do comportamento espectral da Clorofila-a; B_3 (valor central de 0,560 μm) e B_4 (valor central de 0,665 μm) são as bandas espectrais adquiridas pelo sensor MSI e correspondem ao verde e vermelho, respectivamente, sendo que ambas possuem resolução espacial de 10 metros; e K_1 e K_2 são constantes estimadas para os dados MSI-S2, com base em PAHLEVAN *et al*. (2017; 2019), POTES *et al*. (2018), derivado da resposta espectral de soluções com diferentes concentrações de Clorofila-a.

Como forma de avaliar a qualidade do modelo de estimativa de TSS, a partir de dados do sensor MSI-S2, foi aplicada uma análise estatística de regressão linear simples entre as estimativas obtidas pelo modelo aplicado sobre dados MSI-S2 e dados *in situ*. Foram utilizadas amostras sedimentológicas georreferenciadas, provenientes dos trabalhos de SCOTTÁ (2018) e SCOTTÁ *et al.* (2019), obtidos, para novembro/2016, 23 pontos validados, e, para janeiro/2017, 17 pontos validados, totalizando 40 pontos de validação para a área de estudo (Figura 3). Como forma prática de obtenção do modelo de regressão linear simples entre os dados *in situ* e as estimativas produzidas, foi empregada a ferramenta

basic fiting do *software* Matlab. Para tal, inicialmente foi organizada uma planilha contendo os dados das coletas *in situ* e os dados das estimativas, formando a matriz de entrada. Com essa matriz, a ferramenta *basic fiting* aplica o método dos mínimos-quadrados, determinando a curva que melhor se ajusta aos dados, minimizando o erro residual. Essa análise de regressão obteve um coeficiente de determinação (R^2) da ordem de 92,94 %, exibindo a capacidade do modelo em estimar consistentemente as concentrações de TSS (Figura 3).

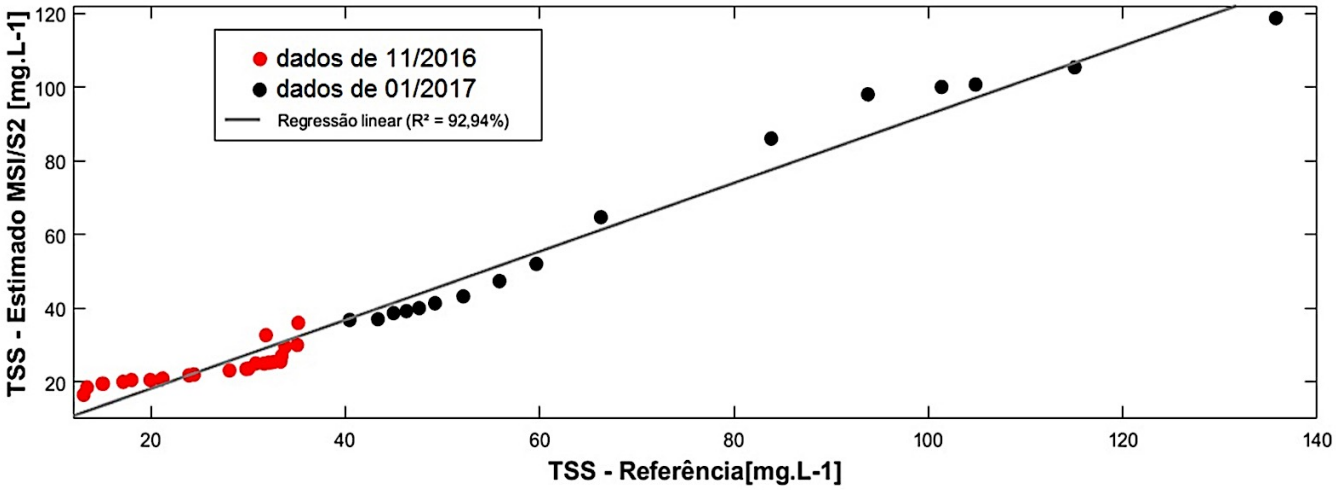


Figura 3 - Gráfico da validação da modelagem do TSS para o Guaíba. Valores estão em unidades de $mg.L^{-1}$.

A aplicação do método de validação permitiu testar a consistência das estimativas, determinando uma assertividade do modelo empregado em relação às amostras *in situ*. Essa análise exibiu uma leve tendência do modelo aplicado em superestimar os valores de TSS em comparação com os dados *in situ*, apresentando, em média, valores 7,06% maiores do que os observados em campo. Devido à ausência de amostras *in situ* das concentrações de Clorofila-a ou de efluentes diluídos para o corpo aquoso do Guaíba, com distribuição e datas adequadas, não foram realizadas testagens para os resultados do modelo DOM-Chl.

De forma a auxiliar na interpretação e análise das imagens-resultado derivadas do SR, foram consultados os dados do Relatório da qualidade de água superficial do estado do Rio Grande do Sul, elaborado pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM, 2020), a partir da rede de monitoramento de bacias das três regiões hidrográficas que compõem o Rio Grande do Sul. No documento, são descritos os Índices de Qualidade de Água (IQA) através de cinco parâmetros físico-químicos e biológicos, a saber: Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total (P_t), *Escherichia coli* (E. coli) e Nitrogênio Amoniacal (N-NH3). Para o correto georreferenciamento dos dados brutos, foram utilizadas as coordenadas de coleta *in situ*, obtidas via solicitação à Divisão de Planejamento (DIPLAN) da FEPAM-RS, com especial interesse para a região hidrográfica do Guaíba.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A imagem de TSS, de março de 2019, apresenta menor amplitude se comparada com a imagem de 2020 (Figura 4). No entanto, os valores médios de concentração de sólidos são semelhantes, de 32,14 $mg.L^{-1}$ para 2019 e 31,38 $mg.L^{-1}$ para 2020. Isso é explicado pelo arranjo espacial do TSS a cada ano. A imagem de março/2019 apresenta certa homogeneidade na distribuição dos sólidos em suspensão, preenchendo a maior parte do Guaíba com valores próximos da média amostral. Por sua vez, a imagem de março/2020 possui significativa concentração de sólidos na porção nordeste do Guaíba, próximo ao Delta do Jacuí e jusante do Rio Gravataí, seguido de um abrupto decaimento do volume de TSS entre o médio e o baixo curso. Os valores de alto teor da imagem de março/2020 (entre 38 e 42 $mg.L^{-1}$) formam uma pluma alongada, que se estende de norte para sul através da margem esquerda do Guaíba, orla do município de Porto Alegre. Essa maior variabilidade da TSS na imagem de março/2020 também está evidenciada no desvio

padrão. Ambas as imagens apresentaram baixa concentração (< 30 mg.L^{-1}) no extremo norte do Guaíba, próximo ao município de Eldorado do Sul.

A distribuição espacial da TSS de abril demonstrou significativa diferença para cada ano, apresentando uma distribuição mais uniforme dos valores, com as maiores concentrações localizadas na margem direita, especificamente próximo ao município da Barra do Ribeiro, porção sudoeste do sistema Guaíba. Já a imagem de abril/2020 apresentou, no geral, baixa concentração de sólidos em suspensão, com valor médio de 28,45 mg.L^{-1}. Assim como a imagem de março/2020, o resultado de abril/2020 mostra uma pluma de alto teor oriunda da descarga do Delta do Jacuí, com valores em torno de 35 mg.L^{-1}. Contudo, os maiores valores de TSS (máximo de 50 mg.L^{-1}, o mais elevado da série analisada) foram identificados na porção norte, margem direita, próximo ao limite entre os municípios de Eldorado do Sul e Guaíba.

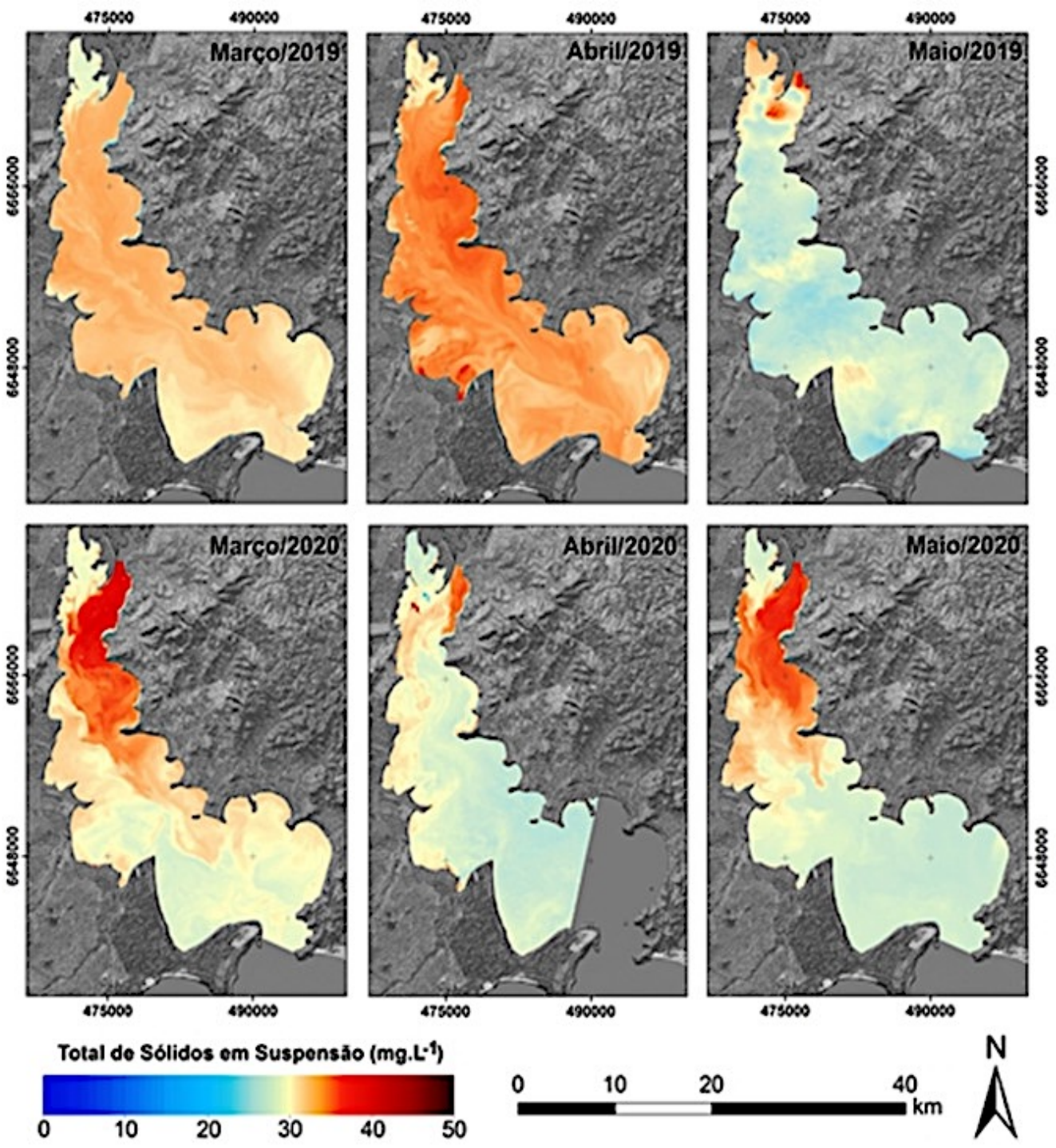


Figura 4 - Distribuição do volume de TSS no sistema Guaíba para os meses de março, abril e maio de 2019 e 2020.

O mês de maio resultou nas menores médias de TSS para os dois anos avaliados, com 27,49 mg.L^{-1} para 2019 e 29,71 mg.L^{-1} para 2020. Os resultados de maio/2019 demonstram baixa concentração de sólidos na maior parte do Guaíba, com exceção do extremo norte, próximo ao município de Eldorado do Sul, e de forma descontínua nas adjacências do Delta do Jacuí (Figura 4). Concentrações acima de 30 mg.L^{-1}, com o aspecto de um bolsão circular, também foram identificadas na margem direita do Guaíba, orla do município da Barra do Ribeiro. Em contrapartida, a imagem de maio/2020 demonstrou grande variabilidade na distribuição espacial da TSS, com o maior desvio padrão da série. Semelhante às imagens de março e abril de 2020, o mês de maio também exibiu uma pluma contínua de alto teor (TSS > 37 mg.L^{-1}), que abrange a maior parte do alto curso (Figura 4), com exceção do extremo norte da área de estudo.

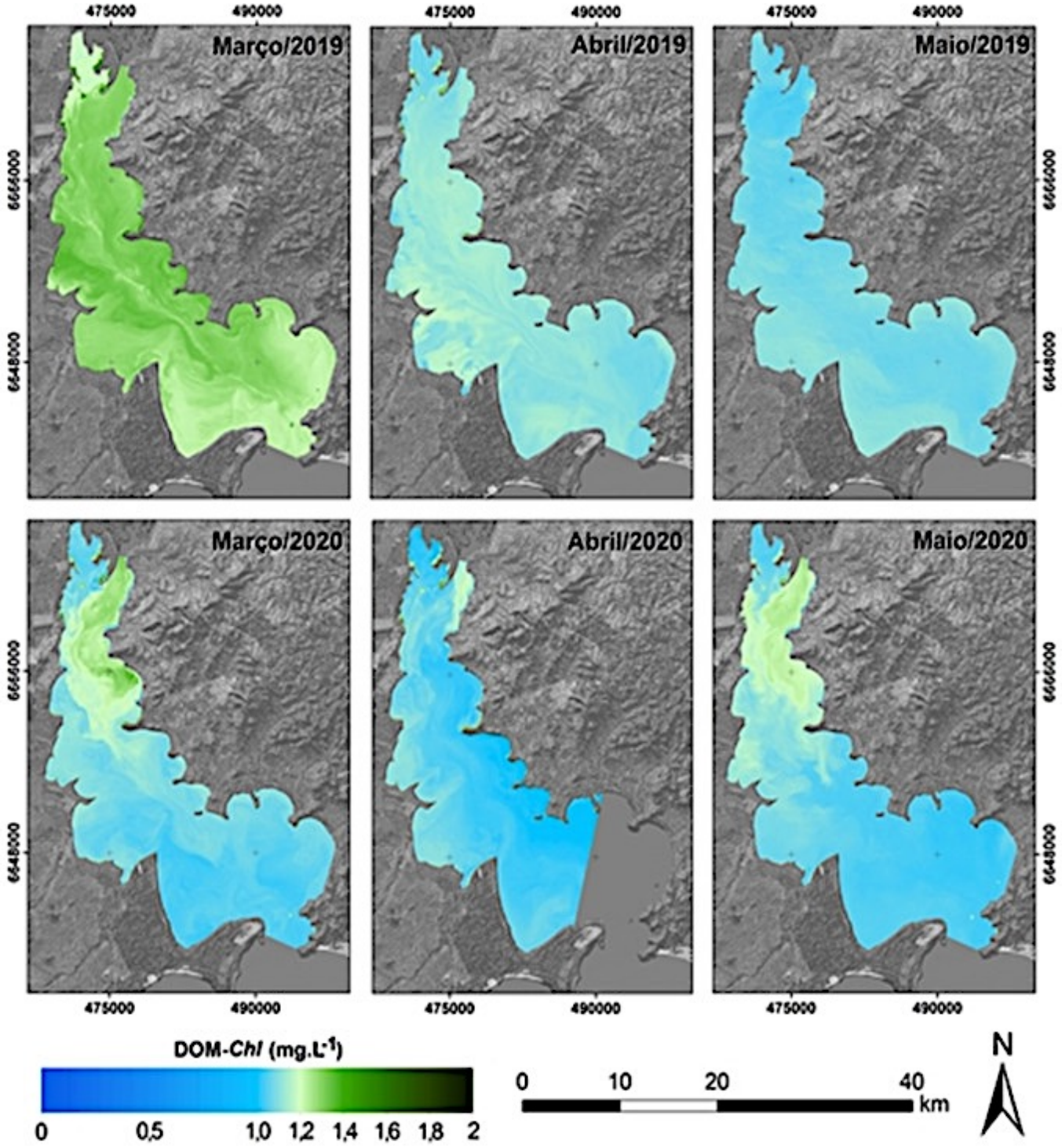


Figura 5 - Distribuição do volume de DOM-Chl no sistema Guaíba para os meses de março, abril e maio de 2019 e 2020.

De forma geral, os resultados da série mensal 2019-2020 apresentaram pequena amplitude para o DOM-Chl, com variação entre 0,28 a 0,80 $mg.L^{-1}$. Os dados derivados da concentração de clorofila não apresentam uma grande diferença entre os meses analisados, mantendo-se, assim, constantes (em torno 1,12 $mg.L^{-1}$). O mês de março/2019 é aquele com a maior divergência na distribuição se comparado aos outros resultados mensais (Figura 5), apresentando valores próximos à média de 1,28 $mg.L^{-1}$ na maior parte da área de estudo, com exceção do extremo norte. Baixas concentrações de DOM-Chl nessa porção do Guaíba foram identificadas em toda a série de dados, inclusive para a maior parte dos resultados de TSS. A imagem de março/2020 exibe concentrações acima de 1,25 $mg.L^{-1}$ na forma de pluma, com origem no Delta do Jacuí e Rio Gravataí, ficando restrita ao alto curso do Guaíba. A oscilação na frequência/*pixel* e a distribuição dos valores da cena de março/2020 resultou no maior desvio padrão para o DOM-Chl identificado neste estudo.

O mês de abril apresentou baixa amplitude nas concentrações de DOM-Chl, com resultados muito próximos nas cenas 2019/2020 (Figura 5). Enquanto a imagem de abril/2019 demonstra uma distribuição distal com valores baixos nos segmentos norte e sul (entrada e saída primária do sistema hidrográfico, respectivamente), a porção central do Guaíba registrou concentrações acima de 1,12 $mg.L^{-1}$, valor médio da cena. Por sua vez, a imagem de abril/2020 tem altos teores com origem no Delta do Jacuí e Rio Gravataí, que são distribuídos de forma regular ao longo da orla urbanizada do município de Porto Alegre. A imagem de abril/2020 apresentou a menor média da série de dados, com baixas concentrações entre a porção central (talvegue) e margem esquerda do sistema Guaíba (Figura 5).

Com a menor variação da série, a imagem de maio/2019 apresentou 0,28 $mg.L^{-1}$ de amplitude no volume do DOM-Chl. Com distribuição relativamente uniforme por toda a extensão da área de estudo, a imagem de maio/2019 ainda registra algumas manchas esparsas com concentrações em torno de 1,13 $mg.L^{-1}$, especialmente ao longo da margem direita do Guaíba. Assim como a imagem de março/2020, a cena de maio/2020 volta a apresentar as maiores concentrações (de até 1,77 $mg.L^{-1}$) na forma de pluma, com origem no Delta do Jacuí e Rio Gravataí, prolongando-se pela margem esquerda do Guaíba, orla do município de Porto Alegre. A imagem de maio/2020 também registrou o máximo de DOM-Chl da série analisada, bem como a maior amplitude daquela.

O monitoramento ambiental de um corpo hídrico da magnitude do sistema Guaíba apresenta vários desafios em termos de captação de informação. A amostragem é um fator decisivo da análise ambiental, e pela extensão territorial, uma coleta tradicional para um laboratório de análises, muitas vezes, não consegue unir a dimensionalidade espacial com a dimensionalidade temporal. O custo envolvido nessa escala de monitoramento também se revela proibitivo, especialmente para instituições públicas. Essas instituições, muitas vezes, restringem seus objetivos ao mínimo necessário e deixam de colher informações vitais, a partir da ciência de grandes dados, como o impacto de eventos climáticos extremos, sazonais, de curta ou longa duração.

De forma complementar, a grande potencialidade de um trabalho multidisciplinar de geoquímica da água, através das imagens de sensores satelitais e sua validação *in situ*, é de grande valia para monitoramento ambiental em escala regional. Nesse sentido, a metodologia apresentada aqui é importante para utilizar os dados de satélites no auxílio do monitoramento ambiental, pois possui a capacidade de restringir pontos de vulnerabilidade atemporais e de grandes áreas.

Excetuadas as condições particulares da hidrodinâmica do Guaíba, conforme relação entre precipitação, vazão e vento/ondas (não contempladas nesta modelagem), ao comparar os valores de TSS estimados neste estudo com aqueles obtidos por SCOTTÁ (2018), verificou-se baixa dispersão nos valores de concentração. No entanto, os valores mínimos estimados neste estudo, e consequentemente suas médias, apresentaram levemente superestimadas se comparada aos valores *in situ* empregados na validação (cerca de 7% superiores). De forma geral, os valores de TSS determinados pela modelagem, para os meses de março, abril e maio de 2020, apresentaram maior amplitude e desvio padrão em comparação com os

resultados de 2019. O intervalo 2020 também demonstrou uma pluma de sólidos em suspensão característica, concentrada na porção centro-norte e nordeste da área de estudo, tangenciando a margem esquerda/leste (orla do município de Porto Alegre). Percebe-se que o deslocamento está no sentido predominante da corrente, de norte para sul, conforme a dinâmica fluvial do Guaíba.

Parte desse comportamento pode ser explicado pelas condições de precipitação e vazão na região hidrográfica do Guaíba, nos dias que antecederam a tomada das imagens MSI-S2 empregadas neste estudo. Ao analisar a série histórica de vazão entre os anos de 1987-2017, SCOTTÁ (2018) identificou o valor médio anual de 1534 m^3s^{-1} para a descarga líquida no Guaíba, resultado da contribuição dos quatro principais tributários do sistema hidrográfico (Jacuí, Taquari, Caí e Sinos). No ano de 2019, conforme as mesmas estações de monitoramento, o valor médio anual de vazão no Guaíba se comportou levemente acima do valor histórico (1,7%, aproximadamente). No entanto, ao verificar os 10 dias que antecederam a data dos imageamentos MSI-S2, duas das três imagens 2019 apresentaram descarga abaixo da média. Constatou-se que a descarga líquida para a imagem março/2019 estava cerca de 50% abaixo da média, no entanto, as vazões nos três dias anteriores à tomada da cena apresentavam rápido incremento. Condição semelhante antecedeu a tomada da cena de abril/2019, com *deficit* de 44% na média dos 10 dias, mas com elevação da descarga líquida nos três dias que antecederam o imageamento. De forma distinta, a imagem de maio de 2019 apresentou descarga líquida cerca de 18% acima da média histórica, com volumes ultrapassando 2000 m^3s^{-1} cinco dias antes da tomada da imagem.

Nesse sentido, ao se observar a Figura 4, é possível afirmar que a distribuição da TSS no Guaíba, para os meses de março, abril e maio de 2019, teve forte conexão com a vazão, não só com a intensidade (m^3s^{-1}), mas com o tempo de residência das águas. Nos 10 dias anteriores à tomada das imagens de março e abril de 2019 existia uma condição de baixa descarga no Guaíba (valor médio), mas com nítido incremento próximo à data do imageamento. Isso resultou em certa homogeneidade na distribuição dos valores, com desvio padrão de 1,38 e 1,52 $mg.L^{-1}$, respectivamente, os menores valores da série. Já a imagem de maio de 2019 demonstra comportamento contrastante, reflexo da descarga líquida superior à média anual nos 10 dias que antecederam o imageamento, resultando na menor concentração de sólidos da série analisada neste trabalho (média de 27,49 $mg.L^{-1}$). Comportamento semelhante foi identificado por SCOTTÁ (2018) para imagens OLI/Landsat-8 dos dias 25/02/2015 e 22/06/2017.

O ano de 2020 apresenta condições atípicas de vazão na região hidrográfica do Guaíba, provavelmente influenciadas pelo *deficit* hídrico que se estabeleceu nas regiões sul e centro-oeste do país, especialmente no primeiro semestre (INMET, s.d.). Após um evento moderado de *La-Niña*, entre 2017-2018 (CPTEC, 2020), a precipitação, ao longo de 2019 e início de 2020, manteve-se irregular no Rio Grande do Sul (CPTEC, 2020). Os valores de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) para o Oceano Pacífico Equatorial indicam valores negativos entre Março/Abril do corrente ano, com intensificação e estabelecimento de condições de *La-Niña* a partir de Maio/Junho (NOAA, 2020). Embora o fenômeno *La-Niña*, e sua contraparte quente *El-Niño*, não expliquem por completo a variabilidade de seca e alta precipitação no Brasil (visto que há forte influência do deslocamento de massas oceânicas e continentais, especialmente na zona climática subtropical), segundo PRESTES *et al*. (2018) e SILVA (2019), quando na ocorrência de TSM negativa e prolongada no Pacífico Equatorial, existe comprovada teleconexão com as estiagens no sul do país, muitas vezes comprometendo a recarga dos sistemas hidrográficos (VALENTE, 2018), inclusive daqueles de natureza lagunar/estuarina (MÖLLER & FERNANDES, 2010).

A baixa precipitação do primeiro semestre teve reflexo direto no cômputo parcial de descarga líquida no Guaíba. Entre janeiro e junho de 2020, foram registrados valores médios de vazão cerca de 77% menores que o mesmo período do ano anterior e 80% inferiores a série histórica. Analisando os 10 dias anteriores aos imageamentos de 2020, as três imagens apresentaram *deficit*, se comparadas a média histórica, com valores de descarga líquida

entre 85% e 90% abaixo do esperado. Cabe destacar que o total pluviométrico do segundo semestre no sul do Brasil tende a ser superior ao primeiro, conforme se estabelece a dinâmica sazonal de instabilidade provocada pelas frentes frias e úmidas oriundas do quadrante sul, nos meses de inverno (SILVA, 2019). Descargas semelhantes foram identificadas por SCOTTÁ (2018), mas resultaram em comportamento da pluma diferente daqueles obtidos neste trabalho. Isso leva a crer que outras variáveis, não cobertas nesta modelagem, podem ter maior influência no comportamento da pluma dentro do período analisado.

Dados fornecidos pela FEPAM indicam, para o ano de 2019 (com relação aos meses de fevereiro e maio), a boa qualidade do sistema Guaíba. Infelizmente, os dados relatados se referem apenas a uma estação de coleta (8744200) situada ao norte do lago. Com relação ao OD, o relatório indica 3,96 $mg.L^{-1}$ e 7,83 96 $mg.L^{-1}$ (fevereiro/2019 e maio /2019, respectivamente), sendo que essa oscilação de valores pode ser típica da localização da estação, justamente rodeada por área industrial e próxima do Delta do Jacuí. A mesma variação foi encontrada em um estudo de longo termo (2000 a 2009) para as águas da região (ANDRADE & GIROLDO, 2014).

O OD é um dos parâmetros mais significativos para expressar a qualidade de um ambiente aquático. Geralmente, a alta disponibilidade de OD indica um baixo teor de matéria orgânica. Já os parâmetros DBO e DQO são utilizados para indicar a presença de matéria orgânica na água. A concentração média da DBO para indicação de presença de esgotos domésticos é da ordem de 300 $mg.L^{-1}$. A partir de dados fornecidos pela FEPAM, verificou-se a baixa concentração de DBO, 2 $mg.L^{-1}$ e 1 $mg.L^{-1}$ (fevereiro/2019 e maio/2019, respectivamente), indicando baixa concentração de contaminantes nas águas.

Os demais parâmetros, como Fósforo e Nitrogênio total, reforçam os dados encontrados para DOM-Chl, indicando águas de classe 1. Porém, a presença de plumas ocasionais evidenciando maior concentração nas imagens pode não ter sido captada pelas estações de coleta. A localização da plumas de maior concentração ao longo das margens com concentração urbana é esperada. Entretanto, é necessária uma avaliação de longo prazo, com mais pontos de coleta, para indicar a origem da flutuação das concentrações.

CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou uma análise espaço-temporal da dinâmica de TSS e do índice DOM-Chl derivado da Clorofila, para o sistema Guaíba (Rio Grande do Sul-Brasil). Os mapas de TSS e DOM-Chl, derivados de SR, são produtos valiosos para monitoramento ambiental, pois cobrem grandes áreas com ciclos de revisitadas inferiores a uma semana, fornecendo um importante suporte aos órgãos de regulação e fiscalização da legislação ambiental. Para tanto, foram empregadas imagens do sensor MSI/Sentinel-2, adquiridas durante os meses de março a maio dos anos de 2019 e 2020. A metodologia permitiu cobrir toda a extensão do sistema hidrográfico, um importante componente hidrológico, sanitário e paisagístico da região metropolitana de Porto Alegre.

O modelo de TSS foi validado através de dados *in situ*, enquanto os valores de DOM-Chl foram confrontados com valores de IQA monitorados pela FEPAM-RS. No geral, foi possível identificar uma baixa dispersão nos valores de concentração de TSS para o período analisado, mesmo que a validação tenha sido levemente superestimada se comparada aos valores de referência (> +7%), assim como quando comparados a resultados de trabalhos anteriores executados para área do Guaíba. Os valores de TSS para 2020 apresentaram maior amplitude e desvio padrão se comparados aos resultados de 2019. O intervalo 2020 também demonstrou uma pluma de sólidos em suspensão característica, concentrada na porção centro-norte e nordeste da área de estudo, próximos a área central do município de Porto Alegre. Devido à grande área de recarga da região hidrográfica do Guaíba, existe uma forte relação entre a componente sazonal de precipitação e os maiores volumes de descarga hidrossedimentar. Contudo, entre janeiro e junho de 2020 foram registrados valores médios de vazão cerca de 77% menores que o mesmo período de 2019 e 80%

inferiores à série histórica, muito provavelmente por efeito do fenômeno *La-Niña*.

De forma geral, os resultados da série mensal 2019-2020 apresentaram pequena amplitude para valores da concentração de DOM-Chl, com variação entre 0,28 a 0,80 mg L^{-1}, com geomorfologia similar ao encontrado para TSS na forma de pluma com origem no Delta do Jacuí e Rio Gravataí. Ao comparar os dados fornecidos pela FEPAM de uma estação de coleta, ao norte do lago, verificou-se uma baixa concentração de DBO, indicando baixa concentração de contaminantes nas águas. As plumas ocasionais vistas nas imagens de DOM-Chl podem não terem sido captadas pelas estações de coleta da FEPAM, entretanto, as flutuações dessas concentrações se mostram de acordo com outros trabalhos. Assim, uma avaliação de longo prazo, com mais pontos de coleta para indicar a origem da flutuabilidade de concentrações, faz-se necessária.

É possível perceber que a pluma vista nos mapas de TSS e DOM-Chl mudou no período, entretanto, como o sistema Guaíba possui uma complexidade dinâmica e estamos passando pelo fenômeno *La Niña*, esses resultados precisam ser tomados com ressalvas, pois podem existir outras razões físico-ambientais para esse comportamento. Portanto, é importante ressaltar que, para confirmar essa tendência, faz-se necessário um estudo com uma série temporal maior, simulação hidrodinâmica, análise *in situ* e informações socioeconômicas que ampliem o contexto das informações observadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Geólogo Rafael Midugno, ao Engenheiro Geólogo Rafael Fernandes e Silva, da Divisão de Planejamento e ao Departamento de Qualidade Ambiental da Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Rio Grande do Sul (FEPAM-RS), e ao bolsista da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Leonardo Wink, pelo tratamento e acesso aos dados georreferenciados da qualidade de água do Guaíba. Os autores também agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R.R. & GIROLDO, D. 2014. Limnological characterisation and phytoplankton seasonal variation in a subtropical shallow lake (Guaíba Lake, Brazil): a long-term study. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 26(4): 442-456. DOI: 10.1590/S2179-975X2014000400011.

BARBOSA, C.C.F. 2019. Princípios físicos do Sensoriamento Remoto aquático. *In*: BARBOSA, C.C.F.; NOVO, E.M.L.M. & MARTINS, V.S. (Eds). *Introdução ao Sensoriamento Remoto de sistemas aquáticos: princípios e aplicações*, pp. 23-54, Ed. INPE, São José dos Campos, São Paulo. (ISBN: 978-85-17-00095-9).

CABALLERO, I.; STEINMETZ, F. & NAVARRO, G. 2018. Evaluation of the First Year of Operational Sentinel-2A Data for Retrieval of Suspended Solids in Medium-to High-Turbidity Waters. *Remote Sensing*, 10(7): 982. DOI:.10.3390/rs10070982.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC. Evolução Mensal e Sazonal das Chuvas. http://clima1.cptec.inpe.br/evolucao/pt. Acesso em: 02 de outubro de 2020.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC. Ocorrência do *La Niña*. http://enos.cptec.inpe.br/~renos/misc/lanina.html. Acesso em: 07 de outubro de 2020.

CONGEDO, L. 2021. Semi-Automatic Classification Plugin: a python tool for the download and processing of remote sensing images in QGIS. *Journal of Open Source Software*, 6(64): 3172. DOI: 10.21105/joss.03172.

ESA, 2015. Sentinel-2 user handbook. ESA Standard document. Issue 1. https://sentinels.copernicus.eu/documents/247904/685211/Sentinel-2_User_Handbook.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL – FEPAM. 2020. Relatório da qualidade da água superficial do Estado do Rio Grande do Sul. FEPAM/RS: Porto Alegre, 87p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Boletim climatológico para o Rio Grande do Sul. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/?r=clima/boletimRioGrandeDoSul. Acesso em: 08/10/2020.

JENSEN, J.R. 2011. *Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em Recursos Terrestres*. 598p., Ed. Parênteses, São José dos Campos, São Paulo. (ISBN: 978-85-60-50706-1).

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. 2006. *Caderno da região hidrográfica Atlântico Sul*. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos,128 p.

MÖLLER, O. & FERNANDES, E. 2010. Hidrologia e Hidrodinâmica. In: SEELIGER, U. & ODEBRECHT, C. (Eds.). *O Estuário da Lagoa dos Patos: um Século de Transformações*, pp. 17-27, Ed. FURG, Rio Grande, Rio Grande do Sul. (ISBN: 978-85-75-66144-4).

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION – NOAA. Multivariate ENSO

Index Version 2 (MEI.v2) – Physical Sciences Laboratory. Disponível em: <https://psl.noaa.gov/enso/mei/>. Acesso em: 09 de outubro de 2020.

NOVO, E.M.L.M. 2019. Sistemas aquáticos continentais: definição e características. *In*: BARBOSA, C.C.F.; NOVO, E.M.L.M. & MARTINS, V.S. (Eds). *Introdução ao Sensoriamento Remoto de sistemas aquáticos: princípios e aplicações*, pp. 9-22, Ed. INPE, São José dos Campos, São Paulo. (ISBN: 978-85-17-00095-9).

PAHLEVAN, N.; CHITTIMALLI, S.K.; BALASUBRAMANIAN, S.V. & VELLUCCI, V. 2019. Sentinel-2/Landsat-8 product consistency and implications for monitoring aquatic systems. *Remote Sensing of Environment*, 220: 19-29. DOI:10.1016/j.rse.2018.10.027.

PAHLEVAN, N.; SARKAR, S.; FRANZ, B.A.; BALASUBRAMANIAN, S.V. & HE, J. 2017. Sentinel-2 MultiSpectral Instrument (MSI) data processing for aquatic science applications: Demonstrations and validations. *Remote Sensing of Environment*, 201: 47-56. DOI:10.1016/j.rse.2017.08.033.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS – PBMC. 2016. *Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas*. Rio de Janeiro, 184 p.

PEIXOTO, D.W.B.; GUASSELLI, L.A. & PEREIRA FILHO, W. 2018. Estimativa de concentração de sedimentos em suspensão a partir de imagens Landsat 8 em PCHS no Rio Ivaí-RS. *Geociências-UNESP*, 37(1): 147-154. DOI:10.5016/geociencias.v37i1.11491.

POTES, M.; RODRIGUES, G.; PENHA, A.M.; NOVAIS, M.H.; COSTA, M.J.; SALGADO, R. & MORAIS, M.M. 2018. Use of Sentinel 2 – MSI for water quality monitoring at Alqueva reservoir, Portugal. *In*: *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences (PIAHS)*, 380: 73-79.

PRESTES, A.; KLAUSNER, V.; ROJAHN, I.; OJEDA-GONZÁLEZ, A. & LORENSI, C. 2018. Araucaria growth response to solar and climate variability in South Brazil. *Annales Geophysicae – EGU*, 36: 717-729. DOI:10.5194/angeo-36-717-2018.

SCOTTÁ, F.C. 2018. *A hidrodinâmica e sedimentologia do Rio Guaíba analisados por sensores geoacústicos e orbitais*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. 127 p.

SCOTTÁ, F.C.; ANDRADE, M.M.; SILVA JUNIOR, V.O.; OLIVEIRA, N.; WESCHENFELDER, J.; BORTOLIN, E. & NUNES, J.C. 2019. Geoacoustic patterns of the Guaíba river bottom and sub-bottom and their relationship with sedimentary and hydrodynamic processes. *Brazilian Journal of Geophysics*, 37(1): 1-16. DOI:10.22564/rbgf.v37i1.1991.

SILVA, T.R. 2019. *Precipitação em Rio Grande – RS (1913-2016): Análise descritiva e da variabilidade*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rio Grande, RS, Brasil. 90 p.

SUBIYANTO, S.; RAMADHANIS, Z. & BAKTIAR, A.H. 2018. Integration of Remote Sensing technology using Sentinel-2A satellite images for fertilization and water pollution analysis in estuaries inlet of Semarang Eastern flood canal. *In*: *The 2nd International Conference on Energy, Environmental and Information System (ICENIS 2017)*, 31: 12008.

TUCCI, C.E.M. & MENDES, C.A. 2006. *Avaliação ambiental integrada de Bacia Hidrográfica*. Brasília: Ministério do Meio ambiente, 302 p.

VALENTE, P.T. 2018. *Eventos extremos de precipitação no Rio Grande do Sul no Século XX a partir de dados de reanálise e registros históricos*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil. 100p.

WANG, C.; LI, W.; CHEN, S.; LI, D.; WANG, D. & LIU, J. 2018. The spatial and temporal variation of total suspended solid concentration in Pearl River Estuary during 1987-2015 based on remote sensing. *Science of the Total Environment*, 618(15): 1125-1138. DOI:10.1016/j.scitotenv.2017.09.196.

Capítulo XXI

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO ESTUÁRIO DO RIO SANHAUÁ, JOÃO PESSOA, PB



AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO ESTUÁRIO DO RIO SANHAUÁ, JOÃO PESSOA, PB

Rodolpho Ítalo Coutinho Trigueiro[1]; Maria Eduarda da Silva Santos[2]; Victor Leandro Arruda Ramalho das Chagas[2]; Jane Enisa Ribeiro Torelli de Souza[3]; Maria Cristina Basílio Crispim da Silva[3]; Sérgio Costa de Mello[4]; Gabriel de Barros Moreira Beltrão[4]

[1] Universidade Federal da Paraíba, autor – rodolpho.italo@academico.ufpb.br;
[2] Universidade Federal da Paraíba, coautores – maria.eduarda.silva.santos@academico.ufpb.br; victor.ramalho@academico.ufpb.br;
[3] Universidade Federal da Paraíba, orientadores – janetorelli@gmail.com; ccrispim@hotmail.com;
[4] Universidade Federal da Paraíba, colaboradores – ser1biologo@gmail.com; gabrielbeltraoictio@gmail.com

RESUMO

Os ecossistemas aquáticos abrigam uma rica biodiversidade, cujo equilíbrio ambiental é constantemente ameaçado por ações antrópicas. Nesse contexto, o Rio Sanhauá, que integra o Estuário do Rio Paraíba e está situado na capital João Pessoa, PB, vem sofrendo continuamente intervenção humana, pelo uso e ocupação desordenada das suas margens e a entrada de efluentes orgânicos oriundos de esgotos não tratados, o que prejudica o uso do rio para subsistência das comunidades adjacentes e a preservação da biodiversidade. O presente estudo tem como objetivo avaliar as condições ambientais e a qualidade da água do Estuário do Rio Sanhauá, a partir de variáveis físicas e químicas da água, com a finalidade de prever riscos ambientais sobre a biodiversidade, e, desse modo, auxiliar no fornecimento de dados para as políticas públicas de conservação. As atividades foram realizadas nos meses de dezembro de 2025 e janeiro, abril, maio e junho de 2026, nos quais foram selecionados três pontos de amostragem na margem direita do rio, no município de João Pessoa, PB, sendo o ponto P1 situado no Dique do Porto do Capim (coordenadas -7.109748, -34.890313), o ponto P2 próximo a uma galeria de entrada de efluentes de águas pluviais (coordenadas -7.120860, -34.893594) adjacente à Ponte do Baralho (limite João Pessoa e o município de Bayeux, PB), e o P3 localiza-se sob a ponte nova de Bayeux-João Pessoa (coordenadas -7.122139, -34.901961). Foram verificados *in loco* os parâmetros temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD) e salinidade, e foram feitas coletas de água do estuário para verificação das concentrações de amônia, nitrato, nitrito e ortofosfato, transportadas sob refrigeração para o Laboratório de Ecologia Aquática do Departamento de Sistemática e Ecologia da UFPB para análises laboratoriais. Os resultados obtidos apontaram que as concentrações médias de amônia (variação de 0,899±0,097mg.L^{-1} a 4,365±0,387mg.L^{-1}), de nitrato (1,217±0,743mg.L^{-1} a 8,586±0,484mg.L^{-1}), de nitrito (0,942±0,174mg.L^{-1} a 2,734±0,149mg.L^{-1}), e de ortofosfato (0,238±0,033mg.L^{-1} a 1,014±0,237mg.L^{-1}), foram superiores aos valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA N°357/2005 para águas salobras, Classe 1, indicando um aporte contínuo de efluentes poluentes no rio. Além disso, o oxigênio dissolvido apresentou concentrações extremamente baixas. Já o pH esteve predominantemente dentro dos padrões permitidos, e quando excedeu-se, manteve-se muito próximo ao limite. Considerando os resultados obtidos no presente estudo, o Estuário do Rio Sanhauá encontra-se com suas condições ambientais em processo de degradação, por receber variadas fontes de poluentes orgânicos.

Palavras-chave: Qualidade de Água; Ambiente Aquático; Estuário do Rio Paraíba.

Assessment of water quality and environmental conditions of the Sanhauá River, João Pessoa, PB

ABSTRACT

The aquatic ecosystems harbor a rich biodiversity, whose equilibrium is constantly threatened by anthropogenic activities. In this context, the Sanhauá River — part of the Paraíba River Estuary and located in the capital city of João Pessoa, PB — suffers continually with human intervention, this includes the disorderly use and occupation of its banks and the discharge of organic effluents from untreated sewage, compromising both the river's use for the subsistence of adjacent communities and the preservation of its biodiversity. The present study aims to evaluate the environmental conditions and water quality of the Sanhauá River based on physical and chemical water variables. The goal is to predict environmental risks to biodiversity and, thereby, assist in providing data for public conservation policies. The fieldwork was conducted in December 2025 and January, Febra 2026. Two sampling sites were selected on the river's right bank within the municipality of João Pessoa, PB: point P1, located at the Porto do Capim Dike (coordinates -7.109748, -34.890313), and point P2, located near a stormwater effluent discharge gallery (coordinates -7.120860, -34.893594) adjacent to the

Baralho Bridge (on the border between João Pessoa and the municipality of Bayeux, PB), and the P3 is located under the new bridge across Bayeux-João Pessoa (coordinates -7.122139, -34.901961). . The parameters temperature, hydrogen potential (pH), dissolved oxygen (DO), and salinity were measured *in situ*. Additionally, water samples were collected to determine the concentrations of ammonia, nitrate, nitrite, and orthophosphate; these samples were transported to the LABEA (Aquatic Ecology Laboratory) of the Department of Systematics and Ecology at UFPB for laboratory analysis. The results indicated that the medium concentration of ammonia (variation of 0,899±0,097mg.L^{-1} to 4,365±0,387mg.L^{-1}), nitrate (1,217±0,743mg.L^{-1} to 8,586±0,484mg.L^{-1}), nitrite (0,942±0,174mg.L^{-1} to 2,734±0,149mg.L^{-1}), and P-orthophoosphate (0,238±0,033mg.L^{-1} to 1,014±0,237mg.L^{-1}) exceeded the maximum permissible limits by CONAMA Resolution N°357/2005, indicating a continuous input of polluting effluents into the river. Furthermore, dissolved oxygen showed very low concentrations. The pH was mostly agreeing with the permissible range, and when it exceeded, it was close to the limit. Considering the results obtained in this study, the environmental conditions of the Sanhauá River are undergoing a process of degradation due to the intake of various sources of organic pollutants.

Keywords: Water Quality; Aquatic Environment; Paraíba River Estuary.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos abrigam uma rica biodiversidade, cujo equilíbrio é de modo constante ameaçado por ações antrópicas, principalmente pela urbanização desordenada que se instala no Brasil desde o século passado, e sua consequente demanda pelos recursos naturais em direção ao abastecimento de água e ocupação da terra pelas indústrias, as quais degradam sistematicamente os ambientes naturais, sobretudo zonas costeiras, fluviais e estuarinas (PINHO & CARRIÇO*,* 2021).

Nesse contexto, os rios fornecem importantes serviços ecossistêmicos, como recreativos, turísticos, meio de subsistência, a aquicultura e a dessedentação de animais, além de proteção da biodiversidade aquática e terrestre (GOPAL & WETZEL, 1995). Além disso, os rios são componentes essenciais de ecossistemas únicos, como os estuários. Para CAMERON & PRITCHARD (1963), o estuário é um corpo hídrico semifechado que tem conexão livre com o mar aberto e dentro do qual a água do mar é minuciosamente diluída com a água doce derivada da drenagem continental. Por esta mistura, o ecossistema carrega em si características de ambos os ambientes, mas também exclusivas. Pelas variadas fontes de nutrientes, vindos tanto dos sedimentos do fluxo limnético quanto dos sedimentos detríticos marinhos, além daqueles resultantes da atividade biológica, são ambientes com alta produtividade por unidade de área (FONTES, 2006; DAY *et al.,* 2013). Devido a esta produtividade elevada, os estuários servem de área de berçário, alimentação, crescimento, reprodução e proteção para uma grande diversidade de espécies (BASÍLIO *et al.,* 2009). A produtividade e o equilíbrio dos estuários e dos ecossistemas costeiros dependem dos rios, e se os rios estiverem poluídos, podem ocasionar zonas mortas localizadas e perda de diversidade biológica nos estuários (CAIN *et al.,* 2018).

Diante desse cenário, o Rio Sanhauá está inserido na região do baixo curso da Bacia do Rio Paraíba, em sua porção final, estuarina. Com 8 quilômetros de extensão, o Rio Sanhauá banha parte do município de João Pessoa, capital da Paraíba, e todo o município de Bayeux, e é margeado pela fitofisionomia de mangue. Segundo a PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA (2025), mediante o Código de Meio Ambiente do Município de João Pessoa, em seu Art.109, o Vale do Rio Sanhauá está inscrito em uma Zona Especial de Proteção Ambiental (ZEPA), definida na Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS) como zonas de *"especial interesse para a proteção da paisagem e a preservação do ambiente natural, da fauna e da flora nativas"* (João Pessoa (PB), Art.25, 2024). Oficialmente, conforme a definição pelo Conselho de Proteção Ambiental (COPAM) e Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA, 1988), o Rio Sanhauá está inserido na classificação de corpos hídricos de água doce, Classe 3. Diferentemente, ATHAYDE JÚNIOR *et al.* (2008) afirma que o Rio Sanhauá, por sua importância econômica e social, com usos preponderantes para recreação, navegação, pesca, captura e coleta de mariscos e crustáceos, como também pela salinidade do Rio Sanhauá estar próxima das águas estuarinas, deve ser enquadrado como corpo hídrico de água

salobra, Classe 1 (CONAMA, 2005).

Decerto, as ações antrópicas ameaçam a estabilidade do ecossistema não só fluvial, mas também estuarino e costeiro, que recebem as águas do Rio Sanhauá. No mesmo estudo que aponta os usos preponderantes do Rio Sanhauá, ATHAYDE JÚNIOR *et al.* (2008) observaram junto à Comunidade Ribeirinha Porto do Capim (município de João Pessoa, PB), que 93,12% da população não tinha acesso ao saneamento básico de esgoto e descartam seus resíduos domésticos diretamente no curso do rio.

Outra historicamente grande fonte poluente da região é o Lixão do Róger, que, mesmo estando desativado há mais de 20 anos, sua influência sobre a qualidade da água do Estuário do Rio Sanhauá não deve ser ignorada. COSTA (2009), mediante pontos de amostragem também no Rio Sanhauá, indica que este sofre ainda influência do antigo Lixão do Róger; num monitoramento de 2 anos, constatou que a água do rio apresentou parâmetros físicos e químicos fora dos padrões permitidos pela Resolução CONAMA N°357/2005, concluindo que o antigo Lixão do Róger, mesmo após o sua desativação, é considerado um grande poluidor do Rio Sanhauá pelo escoamento superficial de compostos químicos lixiviados para o manguezal no rio. O autor apontou também outras fontes de poluição, como escoamento de esgoto sanitário, despejo e queima de lixo no curso do rio, bem como uma intensa degradação e descaracterização do mangue que o margeia. Estes estudos demonstram que é longínqua a constatação de que o Rio Sanhauá recebe fontes variadas de poluição. Mais recentemente, a Prefeitura Municipal de João Pessoa, em 2022, através de um decreto técnico, registrou a situação do antigo Lixão do Róger em pontos do Rio Sanhauá a montante e a jusante, e verificou concentrações de amônia e fosfato acima do Valor Máximo Permitido (VMP) para águas salobras Classe 1, de acordo com a Resolução CONAMA N°357/2005, onde as concentrações de amônia ficaram em 78mg.L^{-1} (VMP = 0,4mg.L^{-1}) e de fosfato em 5,4mg.L^{-1} (VMP = 0,062mg.L^{-1}), indicando uma poluição recente. Ainda relativo ao relatório da Prefeitura, RAMALHO (2025) verificou que: *"os resultados indicam significativa degradação ambiental, causada pela liberação de lixiviados do antigo Lixão do Róger e a falta de infraestrutura sanitária adequada"*.

Atualmente, esse cenário de poluição e contaminação dos recursos naturais do Rio Sanhauá ainda perdura. Sobre isso, RAMALHO (2025) identificou os contaminantes emergentes bisfenol-A, lidocaína, ractopamina, venlafaxina, paracetamol, ibuprofeno, diazinona, cafeína, histamina e piocianina, além de densidades elevadas de coliformes termotolerantes não só no Rio Sanhauá, mas em todos os afluentes do Rio Paraíba, indicando que a poluição constatada por ATHAYDE JÚNIOR *et al.* (2008) e COSTA (2009) permanece na atualidade em estado crítico e é primordialmente de esgoto doméstico.

Além das fontes de poluição já citadas, outras coexistem e acentuam o cenário. Por técnicas de sensoriamento remoto e mapeamento sistemático, OLIVEIRA (2025) ressaltou a presença de empreendimentos próximos ao curso do rio com alto risco de contaminação pelo lançamento de efluentes líquidos, resíduos sólidos e partículas em suspensão sem tratamento adequado. Ainda segundo o autor, *"essa proximidade reflete um cenário crítico de vulnerabilidade ambiental e sanitária, onde usos industriais e residenciais coexistem de forma desordenada, sobrecarregando os serviços ecossistêmicos do rio."*

Assim, justifica-se o presente estudo, por se considerar o Estuário do Rio Sanhauá um ecossistema de grande relevância para a preservação da paisagem e do meio ambiente, além de sua utilização como meio turístico e de subsistência para a comunidade ribeirinha do Porto do Capim, malgrado a degradação do mangue e o despejo de efluentes domésticos, e mesmo com a existência do antigo Lixão do Róger por mais de 40 anos (já desativado), que, até então, ainda afeta a qualidade de suas águas pelo escoamento de lixiviados.

Desse modo, o presente estudo tem como objetivo avaliar a qualidade da água e as condições ambientais do Rio Sanhauá, a partir de variáveis físicas e químicas, podendo auxiliar políticas de conservação e prevenção de riscos ambientais sobre a biodiversidade.

METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido no Rio Sanhauá, município de João Pessoa, PB, nos meses de dezembro de 2025, janeiro, abril, maio e junho de 2026, sendo estabelecidos três estações de amostragem, subindo o curso do Rio Sanhauá e

distanciando-se do estuário, para as coletas na superfície da água do rio, contemplando diferentes situações de maré e pluviosidade.

A primeira estação de amostragem (P1) situa-se no dique da comunidade ribeirinha do Porto do Capim (coordenadas: -7.109748, -34.890313). Esta estação foi escolhida por ter grande influência do estuário, e por estar próximo à comunidade, muito utilizado para recreação primária e pesca. Outra estação (P2) situa-se junto à antiga ponte do município de Bayeux, conhecida popularmente como Ponte do Baralho (coordenadas: -7.120860, -34.893594). O P2 localiza-se mais a montante do estuário que o P1 e está próximo a uma galeria de efluentes de águas pluviais, a qual também recebe resíduos domésticos da região. A última estação, P3, distancia-se mais do estuário e localiza-se sob a ponte nova de Bayeux-João Pessoa (coordenadas -7.122139, -34.901961). As distâncias linearmente entre os pontos são: P1-P2=935,48m, P2-P3=1284,89m. (Figura 1).



Figura 1 – Localização dos pontos de amostragem via geoprocessamento remoto. O ponto P1, situado no dique da comunidade ribeirinha do Porto do Capim, João Pessoa, PB; o ponto P2, ao lado da Ponte do Baralho, entre os municípios de João Pessoa e Bayeux, PB; e o ponto P3, localizado sob a nova ponte que conecta Bayeux-João Pessoa. Fonte: *Google Earth*, versão 10.109.81.5, imagens aéreas de 25/01/2013–02/12/2025. Fotografias do acervo pessoal do autor.

Posteriormente, foram determinadas as variáveis físicas e químicas a partir de análises da qualidade da água realizadas no Laboratório de Ecologia Aquática (LABEA) do Departamento de Sistemática e Ecologia da Universidade Federal da Paraíba.

In loco, foram aferidos os valores dos parâmetros: potencial hidrogeniônico (pH), com pHmetro (Hanna, modelo Hi98107), oxigênio dissolvido e temperatura, com oxímetro (Lutron, modelo DO-5510) e salinidade, com refratômetro salinômetro (RZ, modelo 118 Contec).

Em seguida, foram feitas coletas de água em triplicatas de cada ponto de amostragem, as quais se mantiveram sob refrigeração em caixa térmica com gelo e transportadas para o Laboratório de Ecologia Aquática (LABEA) do Departamento de Sistemática e Ecologia da UFPB, onde foram verificadas as concentrações médias de amônia, nitrato, nitrito e P-ortofosfato, quantificadas pelo espectrofotômetro colorimétrico *Spectrumlab* SP-22.

Todos os procedimentos de coleta, armazenamento da água e verificação das variáveis

físico-químicas foram feitos conforme a metodologia descrita por APHA (1998).

Os parâmetros analisados foram interpretados descritivamente e comparados com os limites estabelecidos na legislação vigente para águas superficiais salobras, Classe 1 (CONAMA, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros avaliados (físicos e químicos) da água do Estuário do Rio Sanhauá apresentaram valores distintos nos três pontos (P1, P2 e P3). Ao longo da amostragem, diferentes situações de pluviosidade e dinâmica de marés foram contempladas no plano amostral. A temperatura registrada manteve-se estável, com uma amplitude menor que 2°C entre os pontos e meses, e a salinidade acompanhou as marés; assim, quando fora maré alta, a salinidade esteve acima de 0psu, e quando fora maré baixa, a salinidade se manteve em 0psu.

As variáveis nitrogenadas (amônia, nitrato, nitrito), o P-ortofosfato, o pH e o oxigênio dissolvido exibiram concentrações médias fora dos padrões permitidos pela Resolução CONAMA N°357/2005.

Concentrações das variáveis nitrogenadas

As concentrações médias de amônia verificadas nos pontos de amostragem variaram de 0,899±0,097mg.L^{-1} a 4,365±0,387mg.L^{-1}, e, em todas as amostragens, estiveram muito acima do Valor Máximo Permitido (VMP = 0,4mg.L^{-1}) para nitrogênio amoniacal (Figura 2), descrito na Resolução CONAMA N°357/2005, o que converge com o cenário descrito por ATHAYDE JÚNIOR *et al.* (2008), COSTA (2009) e PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA (2022), demonstrando que o problema de poluição por esgotos continua. Quando as concentrações de amônia excedem os limites de tolerância para animais, podem afetar a respiração, metabolismo, imunidade, regulação osmótica, excreção e o crescimento (MIRANDA, 2024). Esta toxicidade se intensifica com o aumento da alcalinidade do meio, que torna a forma da amônia tóxica (NH_3) mais prevalente na água (ROJAS *et al.,* 2023). O fato de ter concentrações mais elevadas de amônia no P1 revela maior aporte de poluição orgânica.

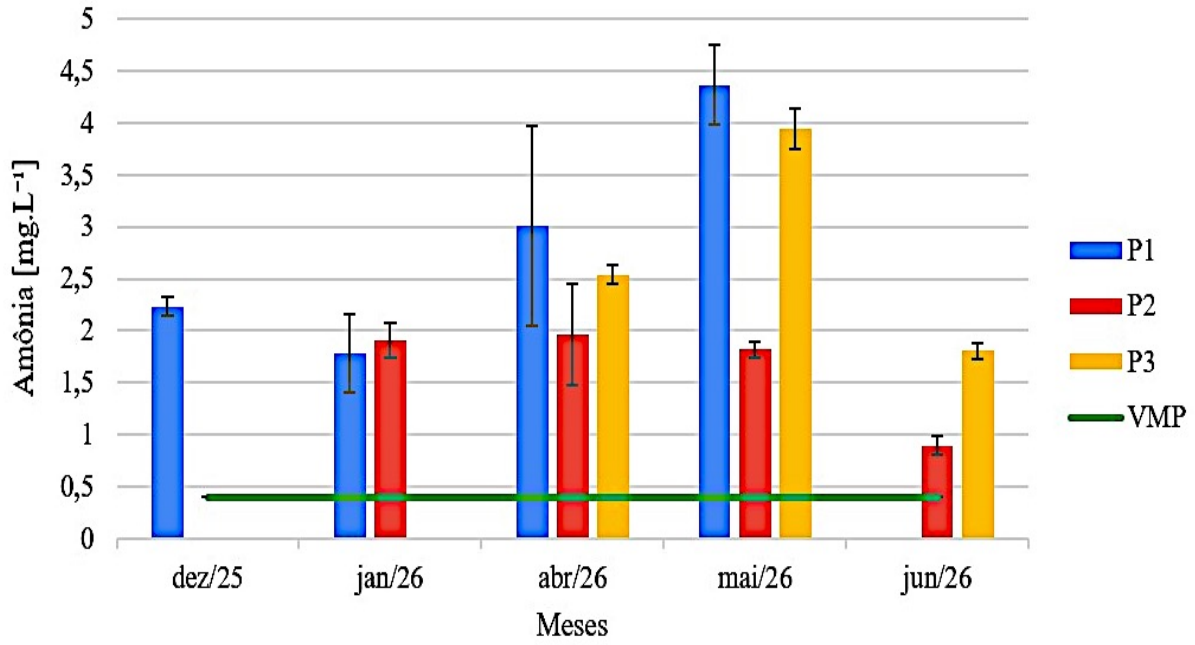


Figura 2 – Níveis de concentrações de amônia verificados nos Ponto de amostragem P1, P2 e P3 do Rio Sanhauá, João Pessoa, PB, com os Valores Máximos Permitidos (VMP) pela Resolução CONAMA N°357/2005 para águas salobras, Classe 1.

Sobre as concentrações médias de nitrato, houve uma variação de 1,217±0,743mg.L^{-1} a 8,586±0,484mg.L^{-1}, acima do Valor Máximo Permitido (VMP = 0,4mg.L^{-1}) para nitrato (Figura 3), o que corrobora com o registrado por ATHAYDE JÚNIOR *et al.* (2008) e COSTA (2009) para as águas do mesmo estuário de estudo. Isto revela que, mesmo com os alertas de problemas de poluição desde 2008, nada foi feito para melhorar a situação.

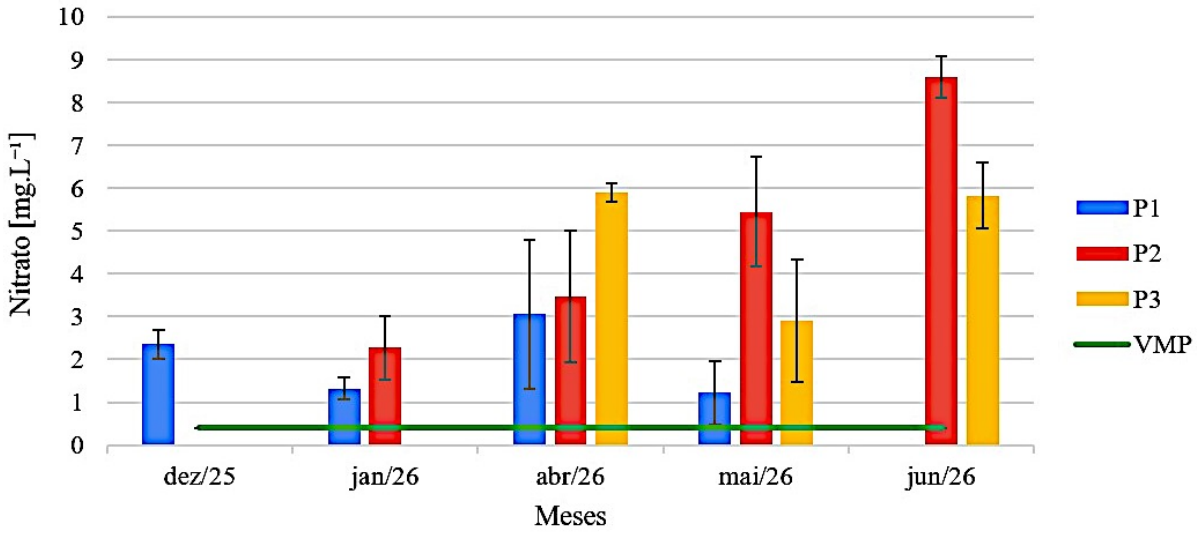


Figura 3 – Níveis de concentrações de nitrato verificados nos Ponto de amostragem P1, P2 e P3 do Rio Sanhauá, João Pessoa, PB, com os Valores Máximos Permitidos (VMP) pela Resolução CONAMA N°357/2005 para águas salobras, Classe 1.

A amônia apresentou-se mais elevada no P1, o inverso registrado para o nitrato, que apresentou valores mais elevados historicamente no P2. É possível que tenha mais oxigênio para a Demanda Bioquímica de Oxigênio no P2, apesar de ter menos oxigênio dissolvido na água e os valores de amônia serem mais elevados, mas estarem se transformando em nitrato.

No Estuário do Rio Paraíba, desde as proximidades do P1 desta pesquisa até à foz, AMORIM LEITE (2020) registrou valores de amônia de 0,5mg.L^{-1}, com exceção dos pontos perto da urbanização em Cabedelo, PB, em que amônia no período de estiagem chegou a 2,0mg.L^{-1}, um valor significativamente maior na mesma região estuarina. Isso revela que, onde tem urbanização, as concentrações de amônia aumentam, por conta do recebimento de esgotos não tratados pelos corpos hídricos.

De acordo com VON SPERLING (2007), o nitrogênio pode aparecer na forma de nitrogênio amoniacal caso a poluição seja recente, e pode também aparecer como nitratos caso a poluição seja antiga, quando o processo de nitrificação já ocorreu de forma expressiva. No caso do ambiente de estudo, por ambas as concentrações, tanto de amônia quanto de nitrato, estarem elevadas, é evidente que existe um aporte de poluentes contínuo e longínquo no fluxo do rio e estuário, análogo ao afirmado por OLIVEIRA (2025) e RAMALHO (2025).

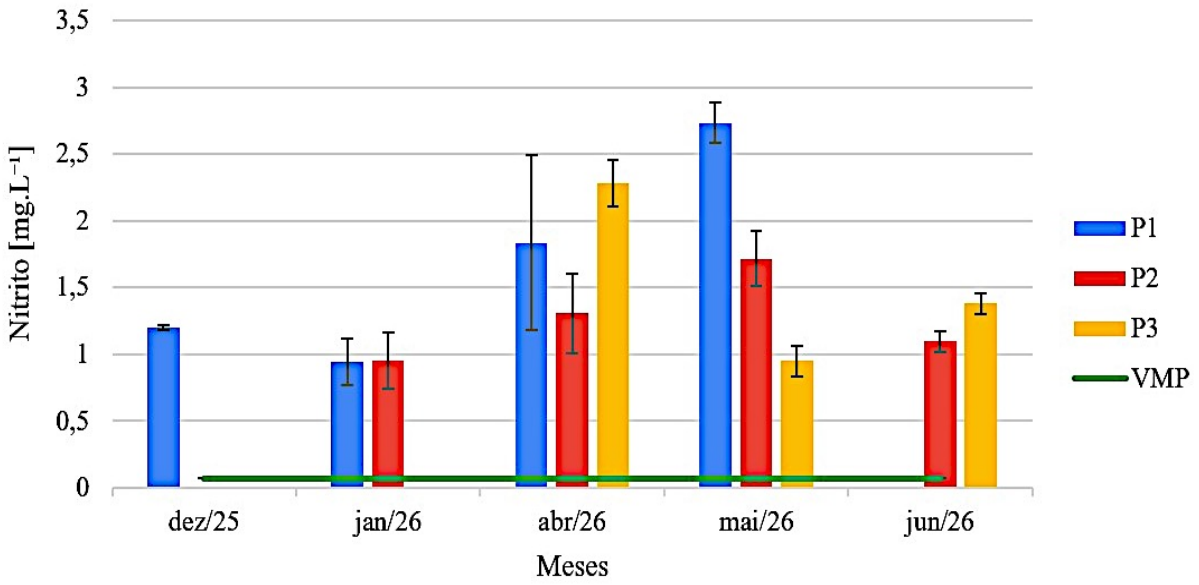


Figura 4 – Níveis de concentrações de nitrito verificados nos Ponto de amostragem P1, P2 e P3 do Rio Sanhauá, João Pessoa, PB, com os Valores Máximos Permitidos (VMP) pela Resolução CONAMA N°357/2005 para águas salobras, Classe 1.

Também, as concentrações médias de nitrito nos pontos variaram de 0,942±0,174mg.L^{-1} a 2,734±0,149mg.L^{-1}, o que é acima do Valor Máximo Permitido (VMP = 0,07mg.L^{-1}; Figura 4).

Segundo YANG & CHENG (2007), a maior e mais conhecida questão de saúde pública associado ao nitrito pela literatura científica é a metemoglobinemia, a conhecida síndrome do bebê-azul, que surge quando o nitrito combina-se a hemoglobina do sangue em metemoglobina, podendo comprometer o transporte de oxigênio sistêmico dos organismos.

Concentrações de ortofosfato-P

Segundo a CETESB (2014), o excesso de fósforo na água é um dos principais nutrientes que estão associados ao processo de eutrofização das águas naturais, e, dentre as suas fontes, destaca-se a matéria orgânica fecal. Os resultados obtidos no presente estudo das concentrações médias de fósforo na forma de ortofosfato apresentaram valores variando de 0,238±0,033mg.L^{-1} a 1,014±0,237mg.L^{-1}, estando acima do Valor Máximo Permitido (VMP = 0,062mg.L^{-1}; Figura 5). Como o Estuário do Rio Sanhauá recebe uma grande carga de matéria orgânica de esgotos não tratados, isso justifica os valores elevados deste composto.

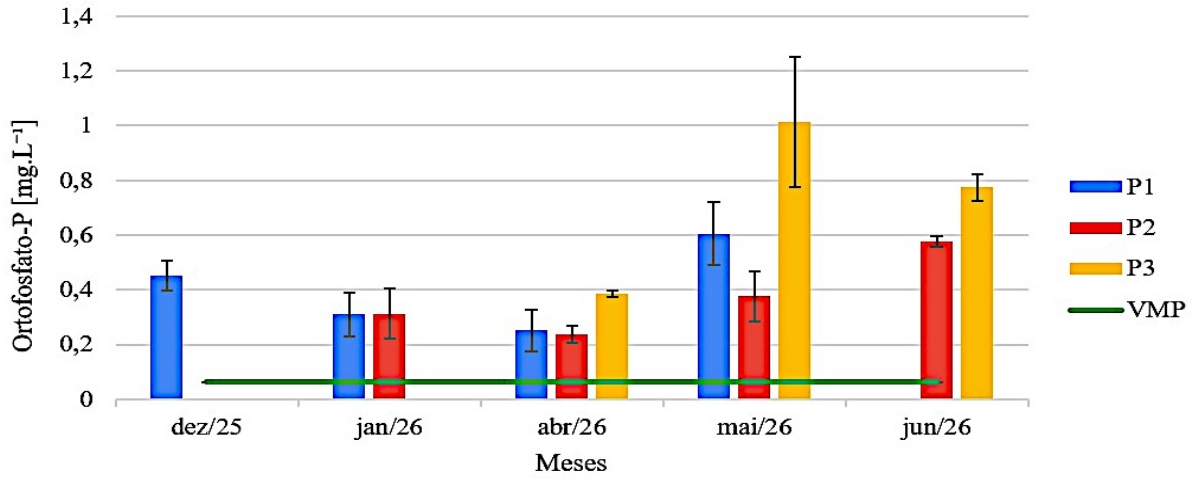


Figura 5 – Níveis de concentrações de ortofosfato-P verificados nos Ponto de amostragem P1, P2 e P3 do Rio Sanhauá, João Pessoa, PB, com os Valores Máximos Permitidos (VMP) pela Resolução CONAMA N°357/2005 para águas salobras, Classe 1.

PONTO 1				
	dez/25	jan/26	abr/26	maio/26
pH	7	7,7	7,79	7,7
Oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹)	6,8	3	2,3	
Salinidade (PSU)	15	15	0	0
Temperatura (°C)	30,0	29,3	30	

PONTO 2				
	jan/26	abr/26	maio/26	junho/26
pH	8,6	7,83	7,43	8,28
Oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹)	3,9	2,5		2,5
Salinidade (PSU)	5,0	0	0	0
Temperatura (°C)	30,7	30,3		28

PONTO 3			
	abr/26	maio/26	junho/26
pH	7,96	7,9	7,94
Oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹)	2,7		1,6
Salinidade (PSU)	0	0	0
Temperatura (°C)	30		28,2

Figura 6 – Quadro com as variáveis físicas e químicas de pH, oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), salinidade (psu) e temperatura (°C), verificadas *in loco* nos pontos de coletas P1, P2 e P3 no Rio Sanhauá, João Pessoa, PB..

Valores de pH, temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido

O pH esteve dentro dos parâmetros permitidos em quase todas as amostragens (entre 6,5 e 8,5; CONAMA, 2005), apenas em uma apresentou-se alcalino, com 8,6, mas muito próximo do permitido (Figura 6). Com isso, a amônia, que já está com suas concentrações elevadas, apresenta uma toxicidade ainda maior e um risco à fauna presente no Rio (ROJAS *et al.,* 2023).

Em quase todas as amostragens as concentrações de oxigênio dissolvido estiveram abaixo do permitido pela Resolução CONAMA N°357/2005 (valor mínimo de 5mg.L^{-1}; Figura 6), com apenas o P1, em dezembro de 2026, dentro desse intervalo permitido, 6,8mg.L^{-1}. Quando as concentrações de oxigênio dissolvido são inferiores ao valor permitido, é mais um indício que as águas naturais estejam poluídas (CETESB, 2014). Porém, já é conhecido que na região sul do Estuário do Rio Paraíba, onde o Rio Sanhauá se encontra, o oxigênio dissolvido tende a estar abaixo do permitido pela propensão das águas serem estagnadas (SILVA, 2019).

A temperatura manteve-se estável, com uma amplitude menor que 2°C (Figura 6), sem valores anormais (CONAMA, 2005). A salinidade acompanhou a dinâmica de marés, estando igual a 0psu nas amostragens em maré baixa (as de abril, maio e junho), e diferente de 0psu nas duas amostragens em maré alta, 15psu no P1 em dezembro e janeiro, e 5psu no P2 em janeiro, uma vez que o fator determinante da circulação hidrodinâmica no Rio Sanhauá é a força da maré (SILVA, 2019). A diferença de salinidade verificada entre as duas estações deu-se pela maior proximidade do P1 ao estuário, o que permite uma maior intrusão salina condicionada pela maré alta, além de o P2 estar mais distante do estuário, estando, com isso, mais sujeito à afluência que o P1 e o consequente aporte de águas doces.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo revelam um cenário de condições ambientais preocupante ao qual o ecossistema do Estuário do Rio Sanhauá está sujeito, considerando que as concentrações de amônia, nitrito, nitrato e ortofosfato apresentados estiveram acima do limite permitido pela Resolução CONAMA N°357/2005 (águas salobras, Classe 1), enquanto a concentração de oxigênio dissolvido esteve em valores baixos.

Por conseguinte, o Estuário do Rio Sanhauá encontra-se com baixa qualidade de suas águas e com intensa degradação dos recursos naturais, sujeito a variadas fontes de poluentes orgânicos originados principalmente de esgotos não tratados. Fazem-se necessários estudos mais específicos, como um monitoramento contínuo acerca dos impactos sobre o ecossistema, ações socioeconômicas voltadas às comunidades que dele dependem, como também aplicação de políticas de conservação à fauna afetada.

Além de estudos e monitoramento contínuo, necessita-se de ações diretas voltadas à restauração do ecossistema e tratamento dos efluentes despejados no curso do estuário. Uma solução com implementações na Grande João Pessoa que exibem resultados expressivos em mitigar a contaminação por esgotos sem gerar efluentes, promovendo a melhoria na composição paisagística local e com produção de alimentos é a instalação de fossas ecológicas, que reduzem a quantidade de esgoto que chega no ambiente aquático de forma direta ou por galerias pluviais.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Paraíba, pelo apoio institucional e pela infraestrutura fornecida. À Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPESQ/UFPB) pelo estímulo à iniciação à pesquisa científica. À equipe do Laboratório de Ecologia Aquática (LABEA/DSE) por todo o suporte logístico, funcional e científico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM LEITE, A. 2020. *Condições ambientais do Estuário do Rio Paraíba e qualidade de vida: contribuições para gestão pública.* Dissertação de Doutoramento, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil. 161p.

APHA. 1998. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20ª ed.. 1345p., APHA / AWWA / WEF, Washington DC, USA. (ISBN-13: 978-0875532356)

ATHAYDE JÚNIOR, G.B.; NÓBREGA, C.C.; GADELHA, C.L.M.; SANTANA, N.C.B. & COSTA, M.D. 2008.

Principais usos da água do rio Sanhauá na área de influência do antigo lixão do Roger: proposta de revisão de enquadramento do rio. *Revista Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 3(1):128-142. (doi:10.4136/ambi-agua.67).

BASÍLIO, T.H.; GODINHO, W.O.; ARAÚJO, M.E.; FURTADO NETO, M.A.A. & FARIA, V.V. 2009. Ictiofauna do Estuário do Rio Curu, Ceará, Brasil. *Arquivo de Ciências do Mar*, 42(2):81-88. (doi:10.32360/acmar.v42i2.6030).

CAIN, M.L.; BOWMAN, W.D. & HACKER, S.D. (Eds.) 2018. *Ecologia*. 3ª ed.. 720p., Artmed, Porto Alegre, RS, Brasil. (ISBN-13: 978-85-8271-469-0).

CAMERON, W.M. & PRITCHARD, D. 1963. Estuaries. *In:* HILL, M.N. (Ed.). *The Sea v. 2,*:306–324, John Wiley and Sons, New York, NY, USA. (ISBN-13: 978-0470396186).

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). 2014. Apêndice D - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade. *In:* CETESB. *Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo.* Apêndice em CD-ROM, CETESB, São Paulo, SP, Brasil. (disponível em: https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/items/e2145747-f947-4a2c-a8cb-cc701a6d307f/full).

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). 2005. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, pp.58-63, Brasília, DF, Brasil. (disponível em: http://www.mma.gov.br/).

COSTA, M.D. 2009. *Qualidade da água do estuário do Rio Sanhauá na Paraíba e conflitos de usos existentes na área de influência do antigo lixão do Roger.* Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil. 104p.

DAY JR, J.W.; CRUMP, B.C.; KEMP, W.M. & YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. 2012. *Estuarine ecology*, 2ª ed.. 568p., Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ, USA. (ISBN-13: 978-0-471-75567-8).

FONTES, A.L. 2011. Estuários e Planícies de Maré. *In:* FONTES, A.L. (Ed.) *Geomorfologia Costeira*:97-113. Universidade Federal de Sergipe / CESAD, São Cristóvão, SE, Brasil. (disponível em https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalago/15492216022012Geomofologia_Costeira_6.pdf).

GOPAL, B. & WETZEL, R.G. 1995. *Limnology in developing countries,* 1ªed.. 230p., International Scientific Publications, New Delhi, India. (ISBN-13: 978-8186047149).

MIRANDA, E.K.S. 2024. *Efeitos tóxicos da amônia sobre a sobrevivência, morfologia das brânquias e resposta imune do pitu Macrobrachium acanthurus (Caridea: Palaemonidae).* Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, Brasil. 61p.

OLIVEIRA, T.E.A. 2025. *Análise socioambiental e espacial do rio Sanhauá com base em indicadores e geoprocessamento*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil. 59p.

PINHO, R.M.L. & CARRIÇO, J.M. 2021. A urbanização na zona costeira e os impactos ambientais – o caso da RMBS no Estado de São Paulo. *Leopoldianum: Revista de Estudos e Comunicações da Universidade Católica de Santos,* 47(131):21-40. (doi:10.58422/releo2021.e1117).

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA (PB). 2022. Investigação de campo e Avaliação da atual situação do Lixão do Roger. Relatório técnico. 268p. Terra Meio Ambiente - PROMON Engenharia e Ambiente LTD / Secretaria de Gestão Governamental, João Pessoa, PB, Brasil. (disponível em: https://jpsustentavel.joaopessoa.pb.gov.br/).

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA (PB). 2024. Lei Complementar N°166, de 29 de abril de 2024. Dispõe sobre o Zoneamento e o Uso e Ocupação do Solo do Município de João Pessoa/PB – LUOS, e dá outras providências. Diário Oficial da Prefeitura de João Pessoa, pp.08-31, João Pessoa, PB, Brasil. (disponível em https://www.joaopessoa.pb.gov.br/doe-jp/edicao-600-2024/).

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA (PB). 2025. Lei Complementar N°170, de 08 de janeiro de 2025. Institui o Código de Meio Ambiente do Município de João Pessoa e dispõe sobre a Política Municipal de Meio Ambiente - PMMA. Diário Oficial da Prefeitura de João Pessoa, pp.02-18, João Pessoa, PB, Brasil. (disponível em https://www.joaopessoa.pb.gov.br/doe-jp/edicao-693-2025/).

RAMALHO, R.T.E. 2025. *Análise da qualidade da água e identificação de contaminantes emergentes no estuário do Rio Paraíba-PB.* Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil. 106p.

ROJAS, E.M.S.; MAGALHÃES, J.S.; OLIVEIRA, T.M.; ARAÚJO, Z.N.Q. & SOTERO, M.P. 2023. Avaliação da qualidade da água na piscicultura, fatores químicos (pH, alcalinidade, dureza, amônia e nitrito). *Práticas em Medicina Veterinária,* 1(1):95-97. (doi:10.36229/978-65-5866-323-2.CAP.18)

SILVA, L.M.D. 2019. *Análises de circulação hidrodinâmica e de qualidade de água no sistema estuarino do Rio Paraíba do Norte, PB.* Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 132p.

SUPERINTENDÊNCIA ADMINISTRATIVA DO MEIO AMBIENTE (SUDEMA). 1988. Diretriz DZS 205: Enquadramento dos corpos d'água da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba. 7p., COPAM / SUDEMA, João Pessoa, PB, Brasil. (disponível em http://www.aesa.pb.gov.br/enquadramento/diretrizes/DZS_205_Enquadramento_dos_Corpos_Dagua_da_Bacia_Hidrografica_do_Rio_Paraíba.pdf)

VON SPERLING, M. 2007. *Biological wastewater treatment series*. 761p., IWA Publishing, Alliance House, 12 Caxton Street, London SW1H 0QS, UK.

YANG, H. & CHENG, H. 2007. Controlling nitrite level in drinking water by chlorination and chloramination. *Separation and Purification Technology,* 56(3):392-396. (doi:10.1016/j.seppur.2007.05.036.).

Capítulo XXII

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE UM SISTEMA DE BIORREMEDIAÇÃO NA QUALIDADE DA ÁGUA DA LAGOA DO PARQUE SÓLON DE LUCENA, JOÃO PESSOA (PB)



AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE UM SISTEMA DE BIORREMEDIAÇÃO NA QUALIDADE DA ÁGUA DA LAGOA DO PARQUE SÓLON DE LUCENA, JOÃO PESSOA (PB)

Luana Marques Souza Farias[1], Maria Cristina Basílio Crispim da Silva[2]

[1,2] Universidade Federal da Paraíba, [1]luanamarques.sf@hotmail.com; [2]ccrispim@hotmail.com.

RESUMO

A eutrofização de ambientes aquáticos urbanos constitui um dos problemas ambientais mais recorrentes nas grandes cidades brasileiras, sobretudo em ambientes lênticos, como lagoas, sujeitos à entrada contínua de efluentes e ao escoamento superficial carregado de nutrientes. Este artigo reporta um estudo que teve como objetivo avaliar a eficácia de um sistema de biorremediação implementado na Lagoa do Parque Sólon de Lucena, em João Pessoa, Paraíba. Os valores dos indicadores físicos, químicos e biológicos monitorados foram comparados antes e após a implementação de biorremediação por bioestimulação, através da inserção de módulos de substratos artificiais destinados ao aumento do biofilme. Foram analisados temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade, transparência, amônia, nitrito, nitrato, ortofosfato, clorofila-*a*, comunidade zooplanctônica e índices de biodiversidade. Os resultados indicaram aumento significativo da transparência da água, redução significativa da temperatura e da condutividade e diminuição significativa das concentrações de amônia, nitrito, nitrato, fósforo total e ortofosfato no período seco, subsequente à implantação dos módulos. Observou-se a melhoria gradual nos índices de biodiversidade do zooplâncton, embora a comunidade permanecesse dominada por grupos associados a ambientes eutrofizados, especialmente rotíferos do gênero *Brachionus* e formas juvenis de Copepoda (náuplios). A abundância da clorofila-*a* oscilou ao longo do monitoramento e o índice de estado trófico, apesar de uma pequena redução, permaneceu na faixa hipereutrófica. A biorremediação, ao fornecer suporte para formação de biofilme aquático nativo, foi eficaz para promover a melhoria da qualidade de água, mesmo considerando o aporte de contínuo da entrada de esgoto *in natura* que ainda se verifica na lagoa.

Palavras-chave: Lagoa Urbana; Biofilme; Bioindicadores; Soluções Baseadas na Natureza.

Evaluation of the effectiveness of a bioremediation system on the water quality of the Sólon de Lucena park lagoon, João Pessoa (PB)

ABSTRACT

Eutrophication of urban aquatic environments is one of the most recurring environmental problems in large Brazilian cities, especially in lentic habitats such as city ponds, subjected to the continuous input of nutrient rich effluents and surface runoff. This article reports a study aimed to evaluate the effectiveness of a bioremediation system implemented in the Lagoon of Parque Sólon de Lucena, in João Pessoa, Paraíba.Physical, chemical, and biological indicators were monitored before and after the implementation of bioremediation by stimulating biofilm attachment and growth, through the insertion of artificial substrate modules. Temperature, pH, dissolved oxygen, conductivity, transparency, ammonia, nitrite, nitrate, orthophosphate, chlorophyll-*a*, zooplankton community, biodiversity indices were analyzed. The results indicated a significant increase in water transparency, a reduction in temperature and conductivity, and a significant decrease in the concentrations of ammonia, nitrite, nitrate, and orthophosphate in the dry period following the implementation of the modules. A gradual improvement in zooplankton biodiversity indices was also observed, although the community remained dominated by groups associated with eutrophic environments, especially rotifers of the genus *Brachionus* and juvenile Copepoda. Chlorophyll-*a* fluctuated throughout the monitoring period, and the trophic state index remained in the hypereutrophic range. Bioremediation with biofilm stimulation was effective in improving water quality, even considering the daily influx of raw sewage into the lagoon.

Keywords: Urban Lagoon; Biofilm, Bioindicators; Based In Nature Solutions.

INTRODUÇÃO

A preocupação com a degradação dos *habitats* aquáticos urbanos intensificou-se nas últimas décadas à medida que a urbanização expandiu áreas impermeabilizadas, ampliou pressões sobre sistemas de drenagem e manteve déficits históricos de coleta e tratamento de esgoto. Em ambientes aquáticos inseridos na malha urbana, a combinação

entre drenagem pluvial contaminada, lançamento de efluentes e ocupação intensa do entorno tende a produzir quadros persistentes de perda de qualidade da água e simplificação biológica (TUCCI, 2008).

Entre os sistemas mais vulneráveis a esse processo estão os ambientes lênticos, como lagoas, lagos e massas de água de pouca profundidade. Sua menor renovação hídrica favorece a cumulação de nutrientes e de matéria orgânica, intensificando a eutrofização e reduzindo a capacidade natural do sistema para se recuperar. Conforme VEIGA (2010), o enriquecimento por fósforo e nitrogênio altera a estrutura física e química da água, interfere na transparência, favorece florações de algas e compromete o equilíbrio trófico do ecossistema.

No caso das lagoas urbanas, os efeitos da eutrofização extrapolam a dimensão ecológica. A redução do oxigênio dissolvido, a recorrência de odores desagradáveis, o risco de mortandade de peixes, a degradação do aspecto paisagístico e o comprometimento do uso recreativo do espaço público tornam o problema também sanitário, social e urbano. CHRISTOFOLETTI (2008) destacou que ambientes lênticos contaminados concentram múltiplos efeitos adversos justamente pela baixa circulação da água, o que dificulta a diluição de poluentes e a recomposição da qualidade ambiental.

A Lagoa do Parque Sólon de Lucena, localizada na região central de João Pessoa, constitui um exemplo emblemático dessa problemática. Além de ser um marco paisagístico e histórico da cidade, o sistema recebe interferências diretas do seu entorno urbano. O diagnóstico inicial realizado por FARIAS *et al*. (2024) demonstrou concentrações elevadas de nutrientes, baixa transparência e composição zooplanctônica compatível com um ambiente eutrofizado, especialmente nos pontos mais influenciados pela entrada de efluentes urbanos. Em seu estudo, FARIAS *et al*. (2024) propuseram alternativas de recuperação, entre estas, destacaram a utilização de biorremediação por bioestimulação através do estímulo, através da implantação de substrato artificial, ao aumento do biofilme, solução baseada no próprio microbiota nativo do sistema. Esta pesquisa seguiu a sugestão dos autores e aplicou o sistema de biorremediação proposto e avaliou a sua eficácia.

A biorremediação, em sentido amplo, corresponde ao uso de organismos vivos ou de seus processos metabólicos para remover, transformar ou imobilizar contaminantes presentes no ambiente. Quando aplicada a corpos de água, ela pode ocorrer por diferentes vias, incluindo o uso de comunidades microbianas, perifíton ou biofilme e macrófitas (neste último caso fitorremediação). SOUZA & ARRUDA (2020) ressaltaram que esta técnica se destaca por demandar menor agressividade ambiental em comparação com intervenções químicas ou obras hidráulicas pesadas.

Estudos anteriores já aplicaram esta metodologia em rios urbanos, com sucesso, tendo aumentado a oxigenação da água, reduzido compostos nitrogenados e fosfatados (OLIVEIRA, 2020; SOUZA, 2020); as comunidades ribeirinhas relataram menos maus odores e maior transparência na água (SOUZA *et al*., 2024).

A relevância científica deste estudo reside em três dimensões complementares. A primeira é experimental, por testar um sistema de biorremediação em escala real, em uma lagoa urbana com histórico de hipereutrofização. A segunda é analítica, por combinar parâmetros físicos, químicos e com biomonitoramento zooplanctônico e índices de estado trófico. A terceira é aplicada, por oferecer subsídios concretos, e de baixo custo, para o manejo ambiental de ecossistemas aquáticos e para o debate sobre Soluções Baseadas na Natureza em contextos urbanos.

Assim, este artigo tem por objetivo avaliar a eficácia de um sistema de biorremediação implantado na Lagoa do Parque Sólon de Lucena, em João Pessoa, Paraíba, comparando a condição ambiental antes e após a implementação dos módulos que promovem a fixação de biofilme e discute os limites e potencialidades dessa estratégia frente à persistência da continuidade de entrada de fontes externas de poluição. Testa-se a hipótese de que o sistema de biorremediação é eficaz na redução de nutrientes em ambientes eutrofizados, melhorando a qualidade da água.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo corresponde à Lagoa do Parque Sólon de Lucena, situada no centro de João Pessoa, Paraíba. Trata-se de um ambiente lêntico urbano de alta visibilidade social, cercado por

intenso fluxo de veículos, serviços e comércio. A lagoa ocupa posição estratégica na malha urbana e, por isso, sofre de forma direta os efeitos da drenagem do entorno, do aporte difuso de poluentes e da entrada de efluentes urbanos não tratados, principalmente oriundos do Mercado Central de João Pessoa.

O elevado estado trófico, devido à entrada permanente de esgoto não tratado em um ambiente lêntico levou à mortandade de toneladas de peixes (tilápias) em Janeiro de 2021 (Figura 1) em virtude da falta de oxigênio noturna. Isso motivou esta pesquisa, que tentou aplicar um biotratamento de baixo custo, para evitar novas mortandades de peixe, através da melhoria da qualidade de água por sistemas de biorremediação por bioestimulação.

A implantação do sistema de biorremediação foi realizada com 18 módulos de substratos artificiais, estruturas flutuantes compostas por molduras de PVC e cortinas de plástico cristal posicionadas verticalmente na coluna de água para favorecer a adesão de biofilme. Os módulos foram instalados progressivamente entre janeiro e março de 2022. A construção utilizou canos de PVC, cordas de diferentes espessuras, plástico cristal e pequenas pedras para garantir a flutuação adequada e a manutenção dos plásticos na posição vertical (FARIAS, 2024).



Figura 1 - Peixes mortos na lagoa do Parque Sólon de Lucena João Pessoa, PB em 2021. Fonte: G1.



Figura 2 - Módulos de substratos artificiais para adesão do biofilme instalados na lagoa do Parque Sólon de Lucena. Fonte: Acervo dos autores.

Cada módulo foi composto por uma estrutura retangular de canos de pvc de 50 mm, com 3 m de comprimento por 1,5 m de largura. Cada módulo tinha 5 cortinas de plástico com 1,5 m de largura por 1 m de profundidade, totalizando uma área de substrato artificial de 15 m^2 de nova área para adesão do biofilme, considerando-se os dois lados da cortina. As cortinas eram presas aos canos flutuantes por cordões de 200 mm (Figura 2). Os 18 módulos contaram com 270 m^2 de substrato artificial. Estes foram presos em cordas (de seda de 8 mm) com pedras nas pontas, para que ficassem fixos no fundo da lagoa, permitindo que os mesmos circulassem num raio de cerca de 4 m do ponto fixo, a depender da direção do vento, aumentando a área de influência do sistema. A

instalação dos módulos beneficiou de apoio logístico da prefeitura do município de João Pessoa, principalmente através da disponibilização de embarcação (Figura 3). O caráter aplicado do estudo é um dos seus principais diferenciais, pois o sistema foi implantado em ambiente real, *in situ* e não em experimento de bancada ou mesocosmo.



Figura 3 - Instalação dos módulos de biorremediação na lagoa. Fonte: Acervo dos autores.

O monitoramento foi realizado em três pontos amostrais da lagoa, denominados P1, P2 e P3, com três réplicas em cada ponto. O monitoramento compreendeu coletas entre dezembro de 2021 e março de 2023. Para a comparação estatística do antes e depois, foram agrupados os meses de dezembro de 2021 e janeiro de 2022 como período pré-biorremediação e dezembro de 2022 e janeiro de 2023 como período pós-biorremediação, comparando apenas no período seco, para evitar o efeito da sazonalidade pluviométrica (FARIAS, 2024).

Os parâmetros físicos e químicos avaliados foram temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade (medidos com sondas) transparência (aferida com disco de Secchi), amônia, nitrito, nitrato e ortofosfato (Tabela 1). As análises laboratoriais de nutrientes e clorofila-*a* seguiram os procedimentos do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (BAIRD, EATON, & RICE, 2017), com leituras em um espectrofotômetro 22PC.

A comunidade zooplanctônica foi coletada através da filtragem de 40 L de água, por uma rede planctônica com malha de 45 µm, e o material biológico foi fixado em formol (a cerca de 4%). Foram retiradas 3 réplicas de cada ponto amostral. As contagens e identificações foram efetuadas em microscópio óptico com câmara de *Sedgwick-Rafter*, contabilizando-se o mínimo de 100 indivíduos por réplica. As densidades apresentadas correspondem à média das três réplicas por ponto amostral. Como indicadores biológicos complementares, foi calculado o índice de diversidade de *Shannon-Wiener* para a comunidade zooplanctônica.

Tabela I - Parâmetros analisados e métodos utilizados (Fonte: elaborado pelos autores).

Parâmetro	Método
Temperatura (ºC)	Sonda multiparamétrica HORIBA
Oxigênio dissolvido (mg/L)	Sonda multiparamétrica HORIBA
pH	Sonda multiparamétrica HORIBA
Condutividade (µS)	Sonda multiparamétrica HORIBA
Transparência (m)	Disco de Secchi
Amônia ($mg.L^{-1}$)	Método do indofenol (BAIRD; EATON; RICE, 2017)
Nitrito ($mg.L^{-1}$)	Método N-(1-naftil)-etilenodiamina (BAIRD; EATON; RICE, 2017)
Nitrato ($mg.L^{-1}$)	Método N-(1-naftil)-etilenodiamina (BAIRD; EATON; RICE, 2017)
Ortofosfato ($mg.L^{-1}$)	Método Azul de Molibdênio (BAIRD; EATON; RICE, 2017)
Clorofila-*a*	Determinação espectrofotométrica (BAIRD; EATON; RICE, 2017)

Os dados foram analisados estatisticamente por aplicação inicial do teste de *Shapiro-Wilk* para verificação da normalidade de distribuição (SHAPIRO & WILK, 1965). De modo a comparar os valores de variáveis em análise, no período seco antes e depois da instalação dos módulos, foi utilizado o Teste t pareado para variáveis com distribuição normal e para as demais, o teste de *Wilcoxon* (FIELD, 2018).

A localização dos módulos foi distribuída de forma a cobrir diferentes setores da lagoa (Figura 4) próximos aos pontos amostrais P1, P2 e P3, principalmente em áreas que têm aporte de esgoto (P2 e P3). A disposição espacial procurou maximizar o efeito do biofilme sem comprometer o uso visual do espelho de água, o que era importante por se tratar de um cartão-postal urbano (FARIAS, 2024).

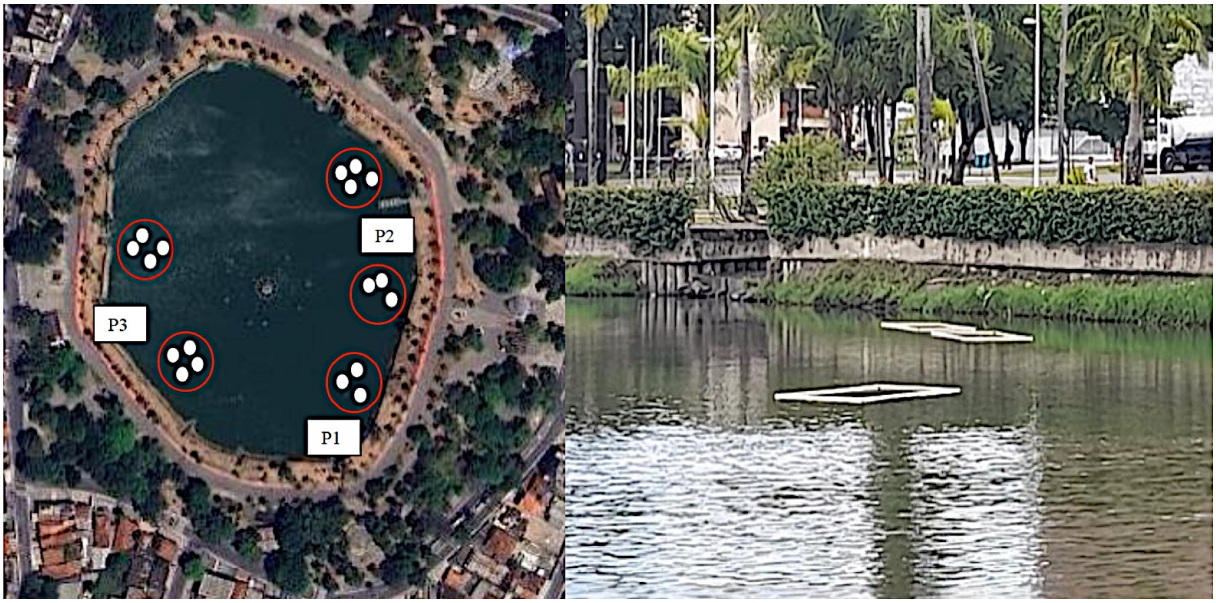


Figura 4 - Localização e aspecto dos módulos de biorremediação instalados na Lagoa do Parque Sólon de Lucena, João Pessoa, PB. Fonte: adaptado de https://filipeia.joaopessoa.pb.gov.br/sigweb/ esquerda, foto à direita Crispim (2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diagnóstico inicial (FARIAS *et al*., 2024) indicava reduzida qualidade da água, maior concentração de nutrientes e menor oxigenação nos pontos 2 e 3, justamente os mais influenciados pela entrada de efluentes urbanos. O mesmo estudo mostrou transparência muito baixa, inferior a 0,30 m em todos os pontos amostrados e composição zooplanctônica dominada por *taxa* tolerantes à eutrofização.

No presente estudo, a transparência inicial variou aproximadamente entre 0,24 m e 0,27 m, valores muito inferiores aos recomendados para boa qualidade em sistemas usados para produção aquícola e muito abaixo do esperado para um corpo de água urbano, voltado para o paisagismo e recreação. Essa baixa transparência é resultado de grande quantidade de partículas em suspensão e alta biomassa fitoplanctônica, elementos coerentes com o estado eutrófico (hipereutrófico) descrito no diagnóstico (FARIAS *et al*., 2024).

A leitura conjunta dos nutrientes sugere que a lagoa apresentava elevada disponibilidade de nitrogênio e fósforo antes da biorremediação. FARIAS *et al*. (2024) interpretaram as altas concentrações como resultado da baixa oxigenação e do aporte contínuo de matéria orgânica, especialmente porque o oxigênio dissolvido é condição essencial para o avanço da nitrificação, processo no qual a amônia é oxidada a nitrato tendo o nitrito como composto intermediário.

Houve aumento significativo da transparência ($p \leq 0{,}001$) e redução significativa da temperatura ($p < 0{,}05$) no período pós-biorremediação. Esses dois resultados são ambientalmente relevantes, pois menor turbidez tende a reduzir a retenção de calor e a melhorar as condições para a manutenção de oxigênio na coluna de água, visto que em águas mais quentes há maior perda de oxigênio da água para a atmosfera, por este tornar-se mais insolúvel (ESTEVES, 1998). Isso, além de melhorar a

oxigenação para os organismos aeróbios, favorece as reações redox, que reduzem compostos tóxicos como a amônia e sulfeto respectivamente a nitrato e sulfato, não tóxicos (ESTEVES, 1998).

As séries de temperatura do ar dos meses de dezembro/2021 e janeiro/2022 (período anterior à instalação do sistema) e de dezembro/2022 e janeiro/2023 (período posterior) demonstram comportamento bastante semelhante, com temperaturas máximas diárias predominantemente entre 30 °C e 32 °C e pequenas oscilações pontuais (Figura 5). Embora sejam observadas variações diárias naturais, não há evidências visuais de mudanças expressivas no padrão da temperatura atmosférica entre os anos comparados. Dessa forma, a redução significativa da temperatura da água observada após a implantação da biorremediação não pode ser atribuída a alterações relevantes da temperatura do ar durante os períodos analisados. Esse resultado reforça a interpretação de que a diminuição da temperatura da água está associada às modificações promovidas pelo sistema de biorremediação, como o aumento da transparência da água, mudanças na dinâmica térmica da coluna de água e na circulação local, e não a diferenças climáticas entre os períodos de monitoramento.

A condutividade apresentou valores entre 50 $\mu S.cm^{-1}$ e 450 $\mu S.cm^{-1}$. Estes valores são considerados elevados, e geralmente quando são superiores a 100 $\mu S.cm^{-1}$ indicam poluição por esgotos (CETESB, 2009). A condutividade também apresentou redução significativa ($p<0,001$), sugerindo menor concentração de íons dissolvidos e, portanto, atenuação parcial da carga de nutrientes e sais na água. Isso revela que os íons dissolvidos que antes estavam mais disponíveis na coluna de água, contribuindo com o aumento do estado trófico, passaram a ser metabolizados pelo aumento da produção primária, aumentada pela presença do biofilme.

Embora o pH tenha aumentado significativamente após a instalação do sistema de biorremediação, isso pode ser um reflexo da manutenção de intensa atividade fotossintética por microalgas, que continuam removendo CO_2 da água e elevando o pH.

Todos os indicadores de qualidade de água sofreram alteração significativa após a instalação da biorremediação, com exceção da clorofila-*a* (Figuras 6 e 7).

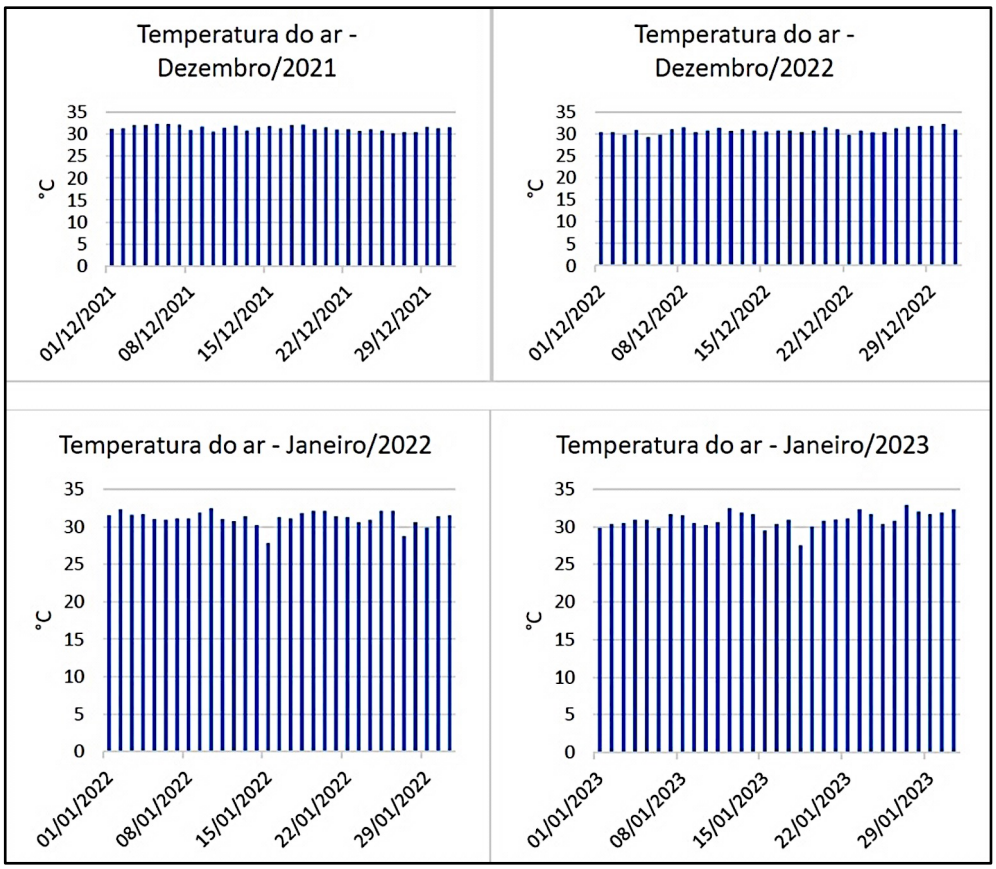


Figura 5 - Temperatura do ar nos períodos monitorados. Fonte: Adaptado de INMET (https://bdmep.inmet.gov.br/).

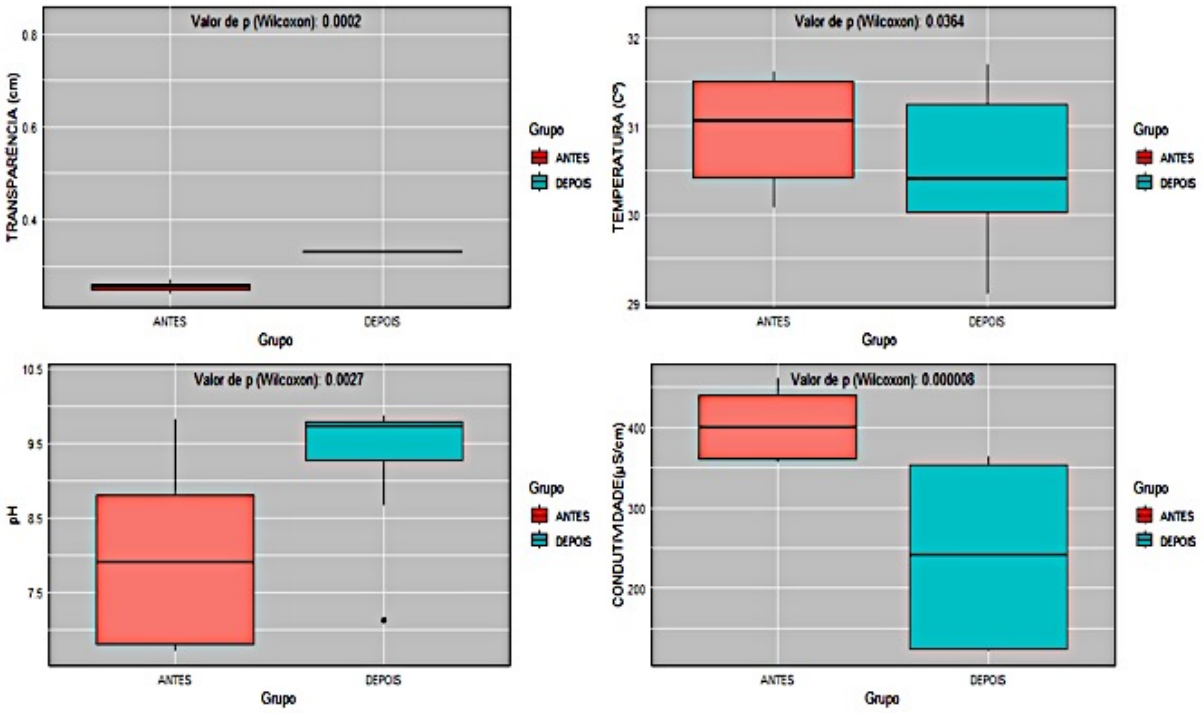


Figura 6 - Variação média dos parâmetros ambientais medidos antes e após a instalação do sistema de biorremediação. Estatística de *Wilcoxon*. Fonte: elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

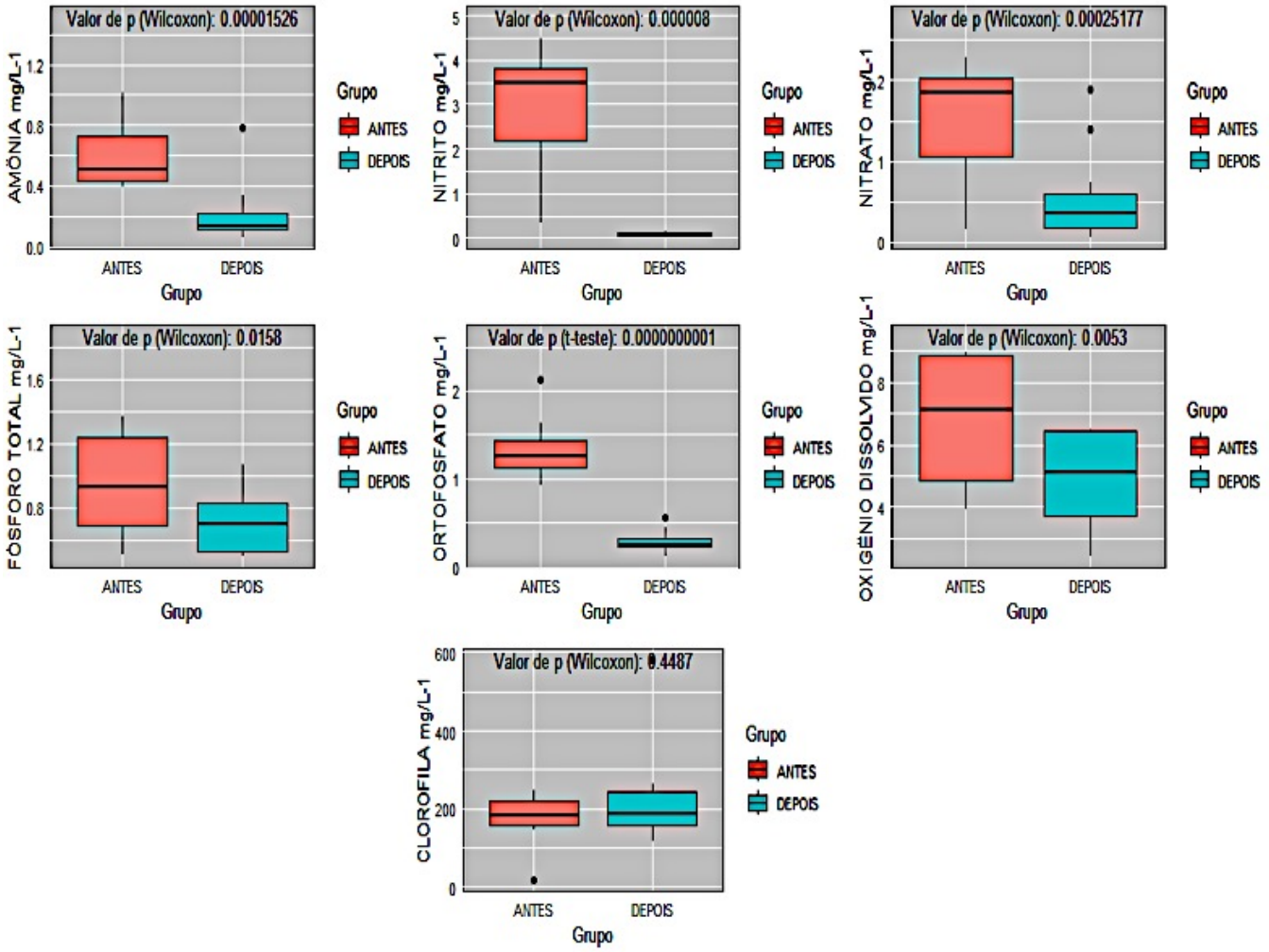


Figura 7 - Valores de nutrientes inorgânicos e clorofila-*a* antes e após a instalação da biorremediação na lagoa do Parque Sólon de Lucena. * valores *outliers*. Fonte: elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

Verificou-se redução significativa das concentrações de amônia, nitrito, nitrato, fósforo total e ortofosfato; a concentração de oxigênio dissolvido reduziu significativamente e o teor de clorofila-*a* manteve-se inalterado (Figura 7).

Essa tendência corrobora a hipótese central da pesquisa, segundo a qual o aumento da área disponível para colonização do biofilme favoreceria a remoção biológica de nutrientes. É importante destacar, contudo, que a melhora não foi linear ao longo de todas as campanhas. Com a chegada das chuvas em março, as concentrações voltaram a se elevar, sobretudo no ponto 2, área mais influenciada pelo esgoto proveniente do Mercado Central. Isso mostra que a biorremediação atuou sobre o metalismo do sistema, mas não anulou o carregamento externo contínuo. Para isso há a necessidade de tratar esse esgoto, mesmo que seja com sistemas de tratamento de esgoto locais, como proposto por SILVA (2024), com o uso de Pequenas Centrais de Tratamento de Esgoto, as *TEWetland,* que podem fazer o tratamento no local, e ainda geram um efluente de qualidade que poderia estar sendo direcionado para a lagoa do Parque Sólon de Lucena, contribuindo com o aumento de água nos períodos de estiagem, ao invés de inserir esgoto *in natura*.

No caso da clorofila-a, o comportamento temporal foi oscilante, variando entre 100 e 250 ug.L^{-1}, o que caracteriza um estado hipereutrófico. As concentrações permaneceram elevadas ao longo de praticamente todo o monitoramento, com apenas um forte decréscimo em agosto de 2022, final do período chuvoso (FARIAS, 2024) (Figura 8). A clorofila-*a* é proporcional à biomassa fitoplanctônica, sua persistência em concentrações elevadas reforça a leitura de que a lagoa ainda mantinha disponibilidade suficiente de nutrientes para sustentar elevadas densidades algais, mesmo após a redução estatística da maioria dos compostos dissolvidos.

Como a lagoa tem grande quantidade de tilápias (registrado no evento de mortandade de 2021), isso contribui com o aumento do estado trófico, pela eliminação de excretas que se acumulam no ambiente, ricas em compostos nitrogenados e fosfatados, para além da entrada de esgoto *in natura.* Dessa forma, as microalgas ainda tinham disponíveis nutrientes em quantidade suficiente para a manutenção de elevadas densidades. O inverso se verificou com as concentrações de oxigênio, que reduziram significativamente, o que é explicado pela assembleia de peixes, que só faz aumentar ao longo do tempo, sendo uma fonte de consumo constante e crescente de oxigênio. No entanto, é importante citar que como a entrada de nutrientes por esgoto *in natura* é constante, estes resultados poderiam ter sido bem melhores se não tivesse essa entrada de esgoto.

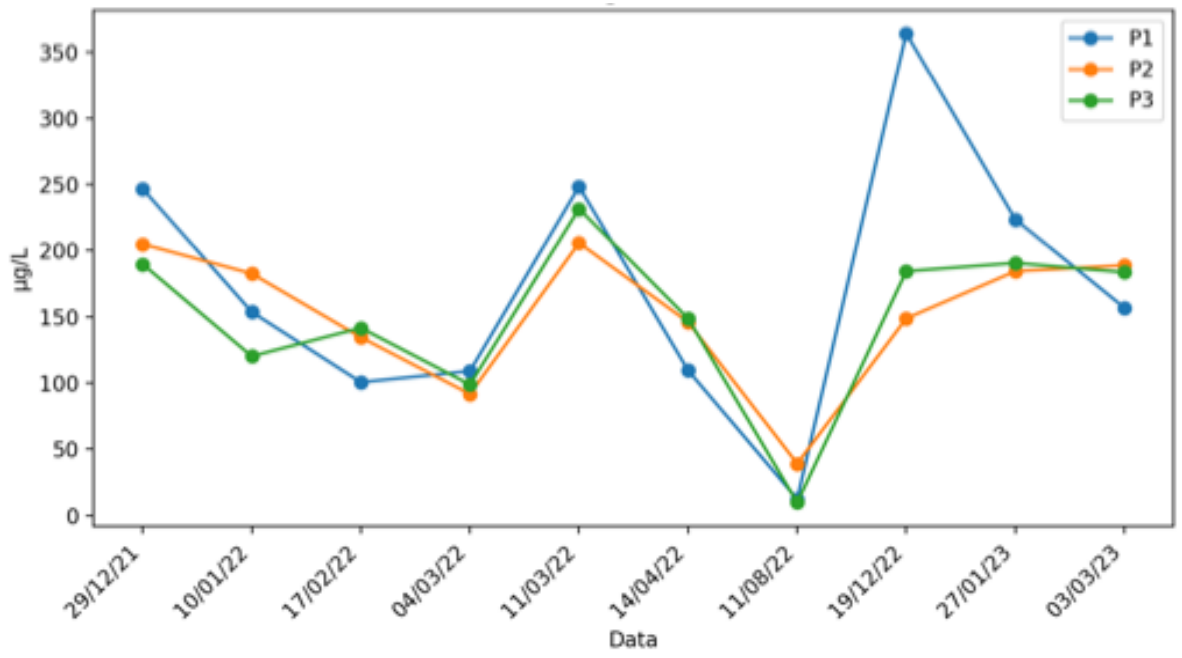


Figura 8 - Densidades de Clorofila-*a* ao longo do monitoramento na Lagoa do Parque Sólon de Lucena. Fonte: elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

Os pontos P1 e P3 concentraram as concentrações mais elevadas de clorofila-*a* em diferentes momentos do monitoramento. A maior densidade algal nesses pontos também ajuda a explicar por que as densidades zooplanctônicas neles tenderam a ser mais elevadas, ainda que dominadas por organismos tolerantes à eutrofização. Apesar da maior entrada de nutrientes ser no ponto P2, o vento vai em direção do P2 para o P3 e por ser lagoa, o fluxo da água segue em direção ao P1. Isso pode explicar essas maiores concentrações de clorofila-*a* nesses dois pontos da lagoa.

Comunidade zooplanctônica

Antes da inserção do sistema de biorremediação foram registradas 36 espécies na comunidade zooplanctônica de quatro grupos (Rotifera, Copepoda, Cladocera e Diptera), sendo a maior diversidade (66,67%) pertencente ao grupo Rotifera, e o grupo Bdeloidea foi o mais abundante, dentro deste, com densidades de até cerca de 42 ind.L^{-1} no dia 4 de janeiro de 2022, no P1 (FARIAS *et al*., 2024).

A comunidade zooplanctônica revelou baixa densidade de organismos, sendo os náuplios de Copepoda os mais abundantes, com uma densidade de 55 ind.L^{-1} no P3, seguido pelo Rotifera, *Brachionus calyciflorus* com 27 ind.L^{-1} no P1. *Trichocerca* sp também foi registrado com densidade de 8,5 ind.L^{-1}, no P1 no dia 10/01/2022, mas presente nos outros pontos e amostragens em densidades menores. Apenas duas espécies de Cladocera foram registradas, *Diaphanosoma sp.* e *Moina minuta,* em baixas densidades (<1,0 ind.L^{-1}) (FARIAS *et al*., 2024).

Os Copepoda estiveram mais representados pelas formas naupliares com densidade máxima de 217,3 Ind.L^{-1}, em 10/01/2022, revelando o período com maior estado trófico antes da inserção da biorremediação. As três Ordens de Copepoda de vida livre, Calanoida, Ciclopoida e Harpacticoida estiveram presentes nas formas de copepoditos e adultos, mas os Ciclopoida foram os mais abundantes, tanto em formas de juvenis copepoditos quanto de adultos, revelando mais uma vez o elevado estado trófico do ambiente (FARIAS *et al.*, 2024).

As baixas densidades de microcrustáceos (Cladocera e Copepoda) podem ser o resultado da presença de grande quantidade de tilápias (*Oreochronis niloticus*) que são peixes planctívoros e se alimentam de zooplâncton (VICENTE & FONSECA-ALVES, 2013), por predação visual, visto que as condições ambientais permitiriam maiores densidades de zooplâncton, por ser um ambiente bastante produtivo, o que pode ser comprovado pelas elevadas concentrações de nitrato e fosfato.

PERBICHE-NEVES *et al*. (2016) afirmaram que rotíferos como bioindicadores devem ser usados com cuidado, devido aos resultados contrastantes que podem ser encontrados na literatura. Conforme COELHO & BOTELHO (2003), a predominância de rotíferos é constantemente relacionada com um elevado estado trófico, no entanto, na maioria dos ambientes aquáticos do Brasil, como lagos, por exemplo, a dominância de rotíferos é frequente, independentemente do estado trófico. Da SILVA *et al*. (2019), por sua vez, afirmaram que tal predominância, pode ser relacionada com a presença de impactos antrópicos, estando ambientes com maiores concentrações de nutrientes mais sujeitos a apresentar uma maior densidade de rotíferos.

De acordo com PERBICHE-NEVES *et al*. (2016), dentre os rotíferos, apenas a elevada riqueza de Brachionidae pode ser apontada como indicador de condições eutróficas. Essa afirmação pode ser corroborada pelo estudo de DE ARAÚJO & NOGUEIRA (2016), que afirmaram que o gênero *Brachionus* é utilizado como indicador de ambientes eutrofizados. *Brachionus calyciflorus* foi o rotífero mais abundante, no P1, no dia 29/12/2021, e no P3 foi o rotífero *Brachionus urceolaris*, enquanto no P1 o grupo de Roifera Bdeloide foi o mais abundante, com 42 ind.L^{-1}, no dia 04/01/2022 revelando o elevado estado trófico, não apenas pelas concentrações elevadas de nutrientes, mas também por bioindicação (FARIAS *et al.*, 2024).

Para De-CARLI *et al*. (2018), o rotífero *Trichocerca* também tem preferência por ambientes eutrofizados, e já com relação aos copépodes, conforme estes autores, a alta abundância de estágios iniciais, como o náuplius e copepoditos de ciclopoides, trata-se de uma estratégia adaptativa para compensar a alta mortalidade antes de alcançarem a fase adulta. No entanto, a abundância dessas espécies em estágio naupliar nas amostras da Lagoa do Parque

Sólon de Lucena corrobora que o ambiente se encontra em elevado estado trófico.

Após a implantação do sistema de biorremediação, outras espécies de Rotifera apareceram entre as espécies mais abundantes, como *Brachionus angularis, Brachionus caudatus, Brachionus falcatus* e *Polyarthra dolichoptera*, mantendo-se o *B. calyciflorus* e Bdeloidea (este grupo com menores densidades). No entanto, todas são espécies do gênero *Brachionus*, comuns em ambientes com elecado estado trófico (PERBICHE-NEVES *et al*., 2016).

Os Cladocera passaram a ser representados por duas espécies, sendo a mesma *Diaphanosoma sp.* presente antes, e a *M. minuta* foi substituída por *Alonella* sp. *M. minuta* está mais presente em ambientes mais produtivos, o fato de não ter sido observada após a biorremediação deve estar mais associado à predação pelas tilápias que com o estado trófico, visto que não se verificou alteração significativa nas densidades de clorofila-*a*.

Copépodos continuaram dominando a comunidade zooplanctônica com a presença em maior abundância de náuplios, mas as maiores densidades foram menores, não superando 182 ind.L^{-1}, enquanto antes atingiram 217 ind.L^{-1}. No entanto, alcançaram o máximo de 92% de abundância relativa na comunidade, em 27/01/2023, semelhante ao de antes, de 93%, no P2, em 04/01/2022.

Diversidade do Zooplâncton

Analisando a diversidade da comunidade zooplanctônica baseada no Índice de Diversidade de S*hannon-Wiener* pode-se verificar que a diversidade aumentou no período após a inserção do sistema de biorremediação por bioestimulação da comunidade do biofilme, a partir do aumento de substrato artificial. Verifica-se que os índices de diversidade foram sempre inferiores a 0,8, antes da biorremediação e passaram a ser superiores a 1,0 após o biotramento (Figura 9), revelando um efeito muito positivo na diversidade zooplanctônica.

Apesar de ser registrada uma maior biodiversidade na comunidade zooplanctônica após a biorremediação, os valores de diversidade são baixos, abaixo de 1,5, e é considerada uma comunidade com alta diversidade se tiver valores do Índice de *Shannon-Wiener* acima de 3,0. No entanto, antes da biorremediação era considerado baixo (abaixo de 1,0) e após a biorremediação valor médio (entre 1 e 3).

Os valores do Índice de diversidade de *Shannon-Wiener* foram sempre mais baixos no P2, revelando que este é o ponto da lagoa que apresenta mais impacto (Figura 9), tanto antes da aplicação da biorremediação quanto após, demonstrando o impacto negativo da entrada de esgoto *in natura* do Mercado Central de João Pessoa.

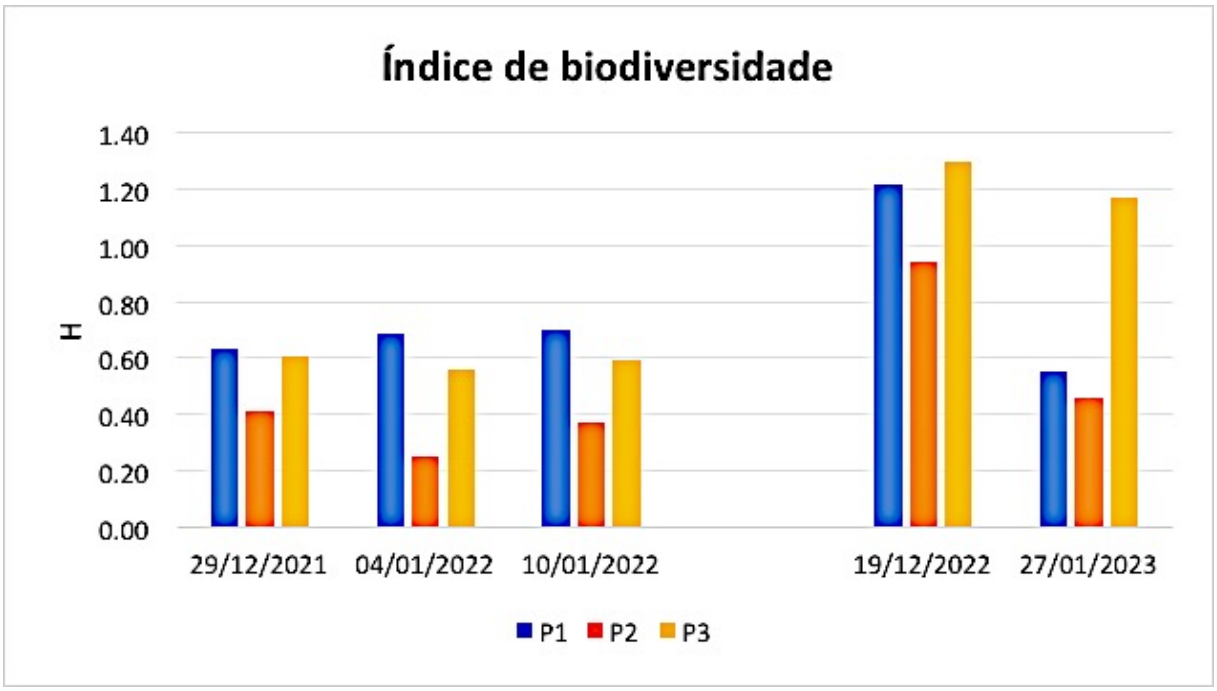


Figura 9 - Índices de biodiversidade antes e após a instalação do sistema de biorremediação, na Lagoa do Parque de Sólon de Lucena, João Pessoa. Fonte: elaborado pelos autores.

Baseado também no valor do Índice de *Shannon-Wiener*, pode-se afirmar que dos 3 pontos analisados, o P2 é o mais impactado, apresentando valores mais baixos em todas as análises, seja antes ou após a instalação do sistema de biorremediação. Este é o ponto que recebe diretamente o esgoto não tratado do Mercado Central de João Pessoa.

Baseado nos valores do mesmo índice, pode-se confirmar que o ponto mais equilibrado, na lagoa do Parque Sólon de Lucena é o P3, após a biorremediação, quando antes era o P1. O fato de cerca de 9 módulos de biorremediação estarem a jusante (considerando a direção do vento) da galeria de lançamento de esgoto do Mercado Central na lagoa pode ter melhorado essa água, que ao ser direcionada para o P3, já chegou na outra margem com melhor qualidade.

A interpretação biológica dos resultados reforça a natureza parcial, mas real, da resposta ambiental ao sistema de biorremediação. Antes da instalação dos módulos, o zooplâncton era formado por 36 espécies distribuídas em quatro grupos, com predomínio do grupo Rotifera e destaque para *Brachionus calyciflorus*, Bdelloidea e *Trichocerca* sp. Após a implantação, foram identificadas 32 espécies, ainda com predominância de *Brachionus*, mas com melhoria gradual dos índices de biodiversidade ao longo do monitoramento. Como o número de espécies diminuiu mas a biodiversidade aumentou isso revela que houve menor dominância por parte de algumas espécies, o que indica melhor qualidade ambiental.

A dominância de rotíferos em sistemas eutrofizados é amplamente discutida na literatura. PERBICHE-NEVES *et al*. (2013) alertam que a interpretação deve ser feita com cautela, porque rotíferos podem dominar diversos tipos de sistemas tropicais; ainda assim, a elevada riqueza de Brachionidae e a abundância de formas associadas a águas enriquecidas por nutrientes constituem indício robusto de eutrofização. FARIAS *et al*. (2024) utilizaram exatamente essa lógica ao interpretar a presença de *Brachionus* e *Trichocerca* como evidência biológica de água eutrofizada.

Além dos rotíferos, a abundância de náuplios e copepoditos de Cyclopoida também foi tratada como indicadora de maior estado trófico. No diagnóstico inicial, os náuplios foram os organismos mais abundantes em vários momentos, especialmente nos pontos mais impactados.

Os valores do índice de *Shannon-Wiener* aumentou ao longo do monitoramento em todos os pontos, o que sugere ampliação da heterogeneidade biológica e menor simplificação extrema da comunidade. Esse resultado é coerente com a redução de compostos nitrogenados tóxicos, especialmente amônia e nitrito, cuja presença em altas concentrações compromete a sobrevivência de vários organismos aquáticos (CAMPOS *et al*., 2012). Desse modo, os compostos nitrogenados tóxicos reduziram significativamente e essa redução de alguma forma favoreceu a biota, apesar de não ter conseguido reduzir as concentrações de clorofila-*a*.

Do ponto de vista funcional, a eficácia do sistema parece ter ocorrido principalmente pelo fortalecimento da capacidade de processamento interno de nutrientes. Ao ampliar a superfície disponível para o biofilme, os substratos artificiais favoreceram a assimilação microbiana, a transformação de compostos nitrogenados e a retenção de material particulado. Esse mecanismo já havia sido sugerido por estudos sobre biotratamento em ambientes aquáticos (OLIVEIRA, 2020, SOUZA, 2020) e foi reforçada pelos dados obtidos por esta pesquisa, também para ambientes lênticos, mesmo que submetido a entrada constante de nutrientes.

A persistência da clorofila-*a* em valores elevados sinaliza uma limitação clássica de estratégias de remediação aplicadas sem controle simultâneo da fonte poluidora. BEZERRA *et al.* (2022), em seu estudo, observaram situação semelhante em um reservatório tropical hipereutrófico, mesmo com tratamento por *Phoslock*, o retorno a um estado trófico menor não foi obtido devido à entrada contínua de nutrientes externos. Nesta pesquisa, apenas as concentrações de clorofila-a e de oxigênio não apresentaram melhores valores.

Além disso, a população crescente de tilápias pode reduzir a pressão de herbivoria do zooplâncton sobre o fitoplâncton, uma vez que peixes planctívoros consomem organismos zooplanctônicos, sobretudo os de maior porte. VICENTE & FONSECA-ALVES (2013) mostram que *Oreochromis niloticus* exerce impactos relevantes em ecossistemas aquáticos não nativos; no caso da lagoa, a presença abundante dessa espécie pode ter contribuído para manter o sistema em estado altamente produtivo, pela predação direta sobre os predadores do fitoplâncton.

Assim, o estudo aponta que a recuperação de uma lagoa urbana eutrofizada depende de abordagem integrada. A biorremediação com biofilme mostrou-se tecnicamente viável, ambientalmente menos agressiva e ecologicamente coerente com a lógica de Soluções Baseadas na Natureza. Porém, isoladamente, sua eficácia fica restrita quando há continuidade do aporte de esgoto e quando a comunidade biológica já está reorganizada em torno de um alto estado trófico.

Essa constatação não diminui o valor do sistema testado; ao contrário, reforça sua utilidade como componente de uma estratégia mais ampla de manejo. Nesse sentido, duas frentes podem ser complementares: aumentar o número de módulos de biorremediação e reduzir a população de peixes por meio de pesca ou introdução de predadores. Além disso, o diagnóstico inicial já havia sugerido que o tratamento ecológico descentralizado do esgoto, por meio de *TEWetlands*, seria essencial para interromper a chegada de cargas elevadas de nutrientes à lagoa (FARIAS *et al.*, 2024).

Em síntese, os resultados indicam que houve melhora da qualidade da água, mas não restauração plena do ecossistema. Houve resposta positiva em indicadores-chave, sobretudo transparência, condutividade, amônia, nitrito, nitrato, fósforo total, ortofosfato e diversidade zooplanctônica; por outro lado, a clorofila-a permaneceu alta no período analisado.

VIEIRA (2018) conseguiu em sua pesquisa em viveiros de tilapicultura reduzir o nitrato e a amônia em mais de 50%, nesta pesquisa as reduções desses compostos foi semelhante, no entanto, registrou-se também elevada redução de ortofosfato e de nitrito. O fato do sistema na piscicultura ter permanecido por 4 meses e nesta pesquisa por 12 meses pode ter sido o indutor dessa diferença, visto que em ambos os ecossistemas tinha presença de peixes e entrada de nutrientes em um ambiente lêntico.

Em geral, em casos de ambientes aquáticos contaminados, a água é bombeada ou direcionada para sistemas externos de biotratamento, como em *Wetlands* ou Jardins Filtrantes, como no caso da pesquisa de MERLI *et al*. (2008), que conseguiram reduzir alguns compostos contaminantes originados de pesticidas, em até 90%, no entanto, aplicar o próprio sistema de biorremediação no ambiente a ser tratado é menos oneroso e traz vantagens diretas para a biota presente nesses locais. VIEIRA (2018) e SAMPAIO *et al*. (2024) usaram a biorremediação com a promoção do crescimento do biofilme em sistemas de produção animal, como tilapicultura e carcinicultura, respectivamente, e obtiveram além de melhor qualidade de água, também maior crescimento nos peixes e camarões, e nestes últimos ainda promoveu melhor saúde animal.

CONCLUSÕES

A instalação de 18 módulos de substratos artificiais para estímulo ao crescimento do biofilme na Lagoa do Parque Sólon de Lucena representou uma intervenção inovadora em escala real, aplicada a um ambiente urbano lêntico, com histórico de eutrofização e entrada pontual de efluentes, incluindo esgoto urbano não tratado. A estratégia adotada baseou-se na promoção da atividade microbiana nativa e na ampliação da capacidade de autodepuração do sistema por processos biológicos.

Os resultados demonstraram que a biorremediação é eficaz para melhorar a qualidade da água a nível de transparência, redução significativa da temperatura, condutividade, amônia, nitrito, nitrato, fósforo total e ortofosfato, após a instalação da estrutura de substrato artificial para a adesão de biofilme e promoção da biorremediação.

Observou-se também melhoria gradual na diversidade da comunidade zooplanctônica, baseada no Índice de *Shannon-Wiener*.

Apesar disso, a lagoa permaneceu com a comunidade biológica marcada pela dominância de *taxa* associados a ambientes enriquecidos por nutrientes. A manutenção de elevadas concentrações de clorofila-*a* em vários momentos do monitoramento evidenciam que o sistema ainda opera sob forte pressão trófica.

O sistema implementado de biorremediação na água da lagoa apresentou eficácia parcial e promissora. No entanto, devido a ausência de controle concomitante das fontes externas de poluição, houve manutenção do elevado estado trófico. A adoção de medidas complementares, como aumento do número de módulos,

interceptação e tratamento do esgoto afluente e manejo da ictiofauna (redução de peixes planctívoros), é condição necessária para ampliar a efetividade da intervenção e buscar, em médio prazo, a redução do estado trófico da lagoa.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por financiar bolsa de pesquisa à primeira autora, à Universidade Federal da Paraíba (UFPB) por financiar a pesquisa através do projeto PVA 15188-2022, e à Prefeitura Municipal de João Pessoa-PB por contribuir com a troca dos plásticos anualmente, assim como pela disponibilização do barco para a instalação e manutenção dos módulos de biorremediação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAIRD, R.; RICE, E. & EATON, A. 2017. Standard methods for the examination of water and wastewaters. *Water Environment Federation, Chair Eugene W. Rice, American Public Health Association Andrew D. Eaton, American Water Works Association*, 541 p.

BEZERRA, M.P; VIANA, E.A.P.; BRANDAO, L.P.M.; MCGINNIS, D.F.; BEZERRA-NETO, J.F. & BARBOSA, F.A.R. 2022. Water quality evaluation and dissolved organic matter characterization of a tropical hypereutrophic reservoir and its streams treated with Phoslock® and microbial bioremediation Enzilimp®. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(1):1375-1390.

CAMPOS, B.R.; MIRANDA FILHO, K.; D'INCAO, F.; POERSCH, L. & WASIELESKY, W. 2012. Toxicidade aguda da amônia, nitrito e nitrato sobre os juvenis de camarão rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) (Crustacea: Decapoda). *Atlântica*, 34**:**75-81.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE S. PAULO. 2009. Variáveis de qualidade de água. Disponível em: https://www.cetesb.sp.gov.br/cetesb.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. 2007. Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo. 2006. São Paulo: CETESB.

CHRISTOFOLETTI, C.A. 2008. *Avaliação dos potenciais citotóxico, genotóxico e mutagênico das águas de um ambiente lêntico*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas - Biologia Celular e Molecular. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. ESTEVES, F.A. 1998. *Fundamentos de limnologia*. Interciência. Rio de Janeiro. 226 p.

FARIAS, L.M.S. 2024. *Biorremediação para a melhoria da qualidade da água em ambiente aquático lêntico urbano.* Tese de Doutorado Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente- PRODEMA. Universidade Federal da Paraíba. 122 p.

FARIAS, L.M.S.; CRISPIM, M.C.; TEIXEIRA ADLOFF, C. & MARINHO, R.S.A. 2024. Análise da qualidade da água em uma lagoa urbana na cidade de João Pessoa PB: diagnóstico e propostas de melhoria. *OKARA: Geografia em Debate*, 18(3):903–928. https://doi.org/10.22478/ufpb.1982-3878.2024v18n3.70858

FIELD, A. 2018. *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. 5. ed. London: SAGE Publications.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP. Brasília, DF. Disponível em: https://bdmep.inmet.gov.br/.

MERLI, A.; TREVISAN, M.; FAIT, G. & CAPRI, E. 2008. A technology to mitigate the pesticide contamination into the water. *Anais do "The third intenational meeting on environmental biotechnology and engineering*". 21 a 25 de Setembro de 2008. Palma de Mallorca, Espanha.

OLIVEIRA, F.M.F. 2020. *Biorremediação: uma forma de despoluição de ecossistema lótico com a utilização de biofilme e macrófitas*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA. Universidade Federal da Paraíba. 251 p.

PERBICHE-NEVES, G.; FILETO, C.; LAÇO-PORTINHO, J.; TROGUER, A. & SERAFIM-JÚNIOR, M. 2013. Relations among planktonic rotifers, cyclopoid copepods, and water quality in two Brazilian reservoirs. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(1):138-149.

SAMPAIO, J.A.A.; CRISPIM, M.C. & SILVA, G.R. 2024. Efeito da biorremediação na saúde e crescimento do camarão *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931, em berçários de carcinicultura. *Revista Brasileira de Gestao Ambiental e Sustentabilidade*, 11(27):277-304.

SHAPIRO, S.S. & Wilk, M.B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3-4);591-611.

SILVA, G.R. 2024. *Tratamento ecológico de esgoto doméstico: TEWetland um sistema inovador com benefícios sociais e ambientais, com produção de água para reuso*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA. Universidade Federal da Paraíba. 91p.

SOUZA, A.H.F.F. 2020. *Avaliação da eficiência da biorremediação por perifíton em rio urbano.* Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA. Universidade Federal da Paraíba. 198 p.

SOUZA, A.H.F.F.; CRISPIM, M.C.; MARINHO, R.S. & ANTÃO-GERALDES, A. 2024. Percepção da população ribeirinha sobre a despoluição de rio urbano usando biorremediação. In: PAULA, D.P; OLIVEIRA, E.C.; DIAS, J.A.; CANCELA DA FONSECA, L.; RODRIGUES, M.A.C.; BASTOS, M.R.; ALBUQUERQUE, M.G.; PALMA, M.; PEREIRA, O.A. & BERGAMASCHI, S. (Eds.), *A linha de costa como espaço de interface e identidade: Contributos interdisciplinares das humanidades azuis - Tomo XIII da Rede BRASPOR*:199–210. FGEL-UERJ. (ISBN: 978-65-995971-9-0)

SOUZA, L.H.N. & ARRUDA, R.D.O.M. 2020. Revitalização de corpos d'água com o uso da biorremediação. *Revista Engenharia e Tecnologia Aplicada-UNG-Ser*, 4(1), 37-45.

TUCCI, C.E. 2008. Águas urbanas: estudos avançados. *Revista Dossiê Águas*, 22(63):1-16.

VEIGA, B.V. 2010. *Fatores intervenientes na dinâmica do fósforo em ambientes lênticos: investigação sobre o reservatório de Alagados no estado do Paraná*. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 114 p.

VICENTE, I.S. & FONSECA-ALVES, C.E. 2013. Impact of introduced Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on non-native aquatic ecosystems. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 16(3):121-126.

VIEIRA. D.M. 2018. *Aquicultura familiar: contribuições para a sustentabilidade***.** Tese de doutorado. Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB. 225 p.

Capítulo XXIII

FOSSAS ECOLÓGICAS COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL DE SANEAMENTO: PERCEPÇÃO AMBIENTAL E ACEITAÇÃO



FOSSAS ECOLÓGICAS COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL DE SANEAMENTO: PERCEPÇÃO AMBIENTAL E ACEITAÇÃO

Fructuoso Asumu Etoho Mangue[1], Karen Vitória de Souza Silva Sá[2], Maria Cristina Crispim[3]

[1]Graduando de Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba. E-mail: fructuosoasumuetoho@gmail.com
[2] Graduanda de Engenharia Ambiental da Universidade Federal da Paraíba. E-mail: Karen.vitoria@academico.ufpb.br
[3] Professora do Departamento de Sistemática e Ecologia da Universidade Federal da Paraíba. E-Mail: ccrispim@dse.ufpb.br

RESUMO

Os ecossistemas aquáticos sofrem bastantes impactos negativos pela entrada de efluentes líquidos (esgotos) não tratados adequadamente, principalmente os urbanos, ou cujos rios atravessam urbanizações. O acesso ao saneamento básico ainda representa um desafio em diversas comunidades, especialmente em áreas onde a rede convencional de esgotamento sanitário é inexistente ou insuficiente. Nesse contexto, tecnologias alternativas, como as fossas ecológicas, surgem como estratégias sustentáveis para o tratamento de efluentes domésticos, contribuindo para a melhoria das condições sanitárias e ambientais. O presente trabalho teve como objetivo analisar a percepção ambiental e a aceitação do uso de fossas ecológicas por moradores de residências localizadas nas comunidades da Penha e de Jacarapé, no município de João Pessoa, Estado da Paraíba, Brasil. A pesquisa caracterizou-se como um estudo de natureza aplicada, com abordagem quali-quantitativa e caráter descritivo. A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de questionários semiestruturados junto aos moradores das residências que possuíam fossas ecológicas implantadas por meio de projetos de extensão universitária desenvolvidos na região. Ao todo, participaram da pesquisa 20 moradores, sendo 19 da comunidade de Jacarapé e 1 da Penha. Os dados obtidos foram analisados por meio de estatística descritiva simples, utilizando frequências e percentuais, além de análise qualitativa das respostas abertas. De modo geral, os resultados indicaram uma percepção positiva dos moradores em relação ao uso das fossas ecológicas, destacando-se benefícios associados à melhoria das condições sanitárias, à redução de impactos ambientais e à maior conscientização sobre a importância do tratamento adequado de esgoto. Dessa forma, os resultados reforçam a relevância de iniciativas que promovam soluções sustentáveis de saneamento em comunidades com acesso limitado a sistemas convencionais de tratamento de esgoto.

Palavras-chave: Saneamento Básico; Fossas Ecológicas; Saneamento Sustentável.

Ecological septic tanks as a sustainable sanitation alternative: environmental perception and acceptance

ABSTRACT

Aquatic ecosystems suffer significant negative impacts from the influx of inadequately treated liquid effluents (sewage), especially urban effluents or those whose rivers cross urban areas. Access to basic sanitation remains a challenge in many communities, particularly in areas where the conventional sewage system is nonexistent or insufficient. In this context, alternative technologies, such as ecological septic tanks, emerge as sustainable strategies for the treatment of domestic wastewater, contributing to the improvement of sanitary and environmental conditions. This study aimed to analyze the environmental perception, and acceptance of the use of ecological septic tanks by residents of homes located in the communities of Penha and Jacarapé, in the municipality of João Pessoa, State of Paraíba, Brazil. The research was characterized as an applied study, with a qualitative-quantitative approach and descriptive character. Data collection was carried out through the application of semi-structured questionnaires to residents of homes that had ecological septic tanks implemented through university extension projects developed in the region. In total, 20 residents participated in the research, 19 from the Jacarapé community and 1 from Penha. The data obtained were analyzed using simple descriptive statistics, employing frequencies and percentages, in addition to qualitative analysis of open-ended responses. Overall, the results indicated a positive perception among residents regarding the use of ecological septic tanks, highlighting benefits associated with improved sanitation conditions, reduced environmental impacts, and greater awareness of the importance of proper sewage treatment. Thus, the results reinforce the relevance of initiatives that promote sustainable sanitation solutions in communities with limited access to conventional sewage treatment systems.

Keywords: Basic Sanitation; Ecological Septic Systems; Sustainable Sanitation.

INTRODUÇÃO

O saneamento básico é reconhecido como um dos principais determinantes da saúde pública e da qualidade de vida, especialmente em contextos socioambientais vulneráveis no Brasil, estando diretamente relacionado com a preservação ambiental. A ausência ou precariedade de sistemas de coleta e tratamento de esgoto está diretamente associada à poluição de corpos hídricos, à contaminação do solo e à disseminação de doenças de veiculação hídrica, além de intensificar desigualdades socioambientais em comunidades periféricas e rurais (BRASIL, 2007; RIBEIRO & ROOKE, 2010).

No Brasil, apesar dos avanços nas políticas públicas, ainda existem déficits significativos na cobertura de esgotamento sanitário, especialmente em áreas periféricas e comunidades vulneráveis (BRASIL, 2007; IBGE, 2011). Esse cenário evidencia a necessidade de soluções que ampliem o acesso ao saneamento de forma eficiente e sustentável.

O tratamento de esgoto doméstico é fundamental para a redução dos impactos ambientais e sanitários causados pelo descarte inadequado de efluentes. Sistemas convencionais, pouco eficientes, muitas vezes não atendem comunidades isoladas ou com infraestrutura limitada, o que demanda a adoção de soluções descentralizadas (Von SPERLING, 1996).

Tecnologias alternativas vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de atender essas demandas, destacando-se pela simplicidade operacional, baixo custo e eficiência no tratamento de efluentes (GALBIATI, 2009; COSTA, 2014). Esses sistemas permitem o tratamento local do esgoto, reduzindo a necessidade de grandes estruturas de saneamento.

Propostas de descentralização no tratamento de esgoto doméstico através de Pequenas Centrais de Tratamento de Esgoto por *TEWetlands* trazem muitas vantagens, desde a não necessidade de grandes sistemas coletores e de transporte de esgoto, à não necessidade de Estações Elevatórias, e o tratamento no local, com estes sistemas que podem ser unidomiciliares ou coletivos e ainda geram um efluente de ótima qualidade para reuso ou devolução ao ambiente (SILVA, 2024).

Esses sistemas podem ser associados ao cultivo de plantas, como a bananeira, contribuindo para o aproveitamento de nutrientes e produção de alimentos (BORGES; SOUZA, 2004). Além disso, o sistema *TEWetland*, integra diferentes plantas, como as *Canna indica* e outras que poderão dar uma beleza paisagística aos sistemas de tratamento de esgoto, podendo ser incorporados em jardins, ou mesmo ser transformados em hortas comunitárias, por realizarem processos naturais, permitindo o tratamento eficiente do esgoto doméstico e o reaproveitamento da água tratada (SILVA, 2024).

No município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba (PB), Brasil, observa-se que determinadas comunidades ainda apresentam limitações no acesso a sistemas adequados de esgotamento sanitário, o que evidencia a necessidade de adoção de tecnologias alternativas, de baixo custo e menor impacto ambiental.

Nesse contexto, as fossas ecológicas destacam-se como uma alternativa sustentável de saneamento, caracterizando-se pela simplicidade construtiva, baixo custo de implementação e utilização de processos naturais no tratamento de efluentes domésticos.

Entre as principais tecnologias usadas em fossas ecológicas destacam-se as Bacias de Evapotranspiração (BET ou *TEvap*) e os sistemas de zonas de raízes (*Wetlands* Construídos, WC), que promovem o tratamento por meio de processos físicos, químicos e biológicos (BENJAMIN, 2013; ARSEGO & FAUST, 2014), ou ainda a junção dos dois tipos em tratamentos mistos como os *TEWetland* (SILVA, 2024), que tratam águas escuras e cinzas junto e geram água para reuso.

Estudos apontam que essas tecnologias de tratamento de esgoto ecológicas, além de sua eficiência técnica, também desempenham papel relevante como ferramentas de intervenção socioambiental em territórios vulneráveis (PAES *et al.*, 2014). Paralelamente, o conceito de percepção ambiental, entendido como a forma pela qual os indivíduos interpretam e atribuem significado às questões ambientais em seu entorno, tem sido amplamente discutido no campo das pesquisas ambientais. A educação ambiental, nesse sentido, atua como um importante instrumento para o fortalecimento da consciência crítica e da participação social em práticas sustentáveis (ESPÍNOLA *et al.*, 2015).

Dessa forma, compreende-se que a aceitação

de tecnologias socioambientais não depende exclusivamente de suas características técnicas, mas também da forma como são percebidas e apropriadas pela população beneficiada. Estudos evidenciam que a percepção ambiental dos moradores influencia diretamente o sucesso de intervenções em saneamento, favorecendo o engajamento comunitário e a adoção de práticas sustentáveis (EVARISTO *et al.*, 2016), dessa forma, é importante entender qual a percepção dos moradores que instalaram fossas ecológicas do tipo *TEWetland* Flex e *TEvap*, para entender a sua aceitação e possibilidade real de disseminação destas ecofossas.

No contexto das ações de extensão universitária, destaca-se a atuação da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) na implementação de tecnologias de saneamento ecológico (tratamento de esgoto) em comunidades com infraestrutura limitada, promovendo a integração entre conhecimento científico e saberes locais, trazendo sustentabilidade local, além de incentivar práticas de educação ambiental. Do ponto de vista ambiental, essas tecnologias estão alinhadas com as diretrizes estabelecidas por legislações brasileiras, como as Resoluções CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011, que tratam da qualidade das águas e do lançamento de efluentes (CONAMA, 2005; CONAMA, 2011).

Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo analisar a percepção ambiental e o grau de aceitação das fossas ecológicas do tipo *TEWetland Flex* implantadas em comunidades do município de João Pessoa – PB, com foco nas comunidades de Jacarapé e Penha.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

A pesquisa foi realizada no município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba (PB), localizado na região Nordeste do Brasil. O estudo foi desenvolvido em comunidades da zona litorânea do município, especificamente nas localidades da Penha e de Jacarapé.

Essas comunidades apresentam características socioambientais marcadas pela presença de residências unifamiliares e, em alguns casos, limitações relacionadas com o acesso a serviços adequados de saneamento básico, especialmente no que se refere ao tratamento de esgoto doméstico. Diante desse contexto, iniciativas voltadas para a implantação de tecnologias alternativas de saneamento, como fossas ecológicas, têm sido desenvolvidas por meio de projetos de extensão universitária na região, desenvolvidos pelo Laboratório de Ecologia Aquática, da Universidade Federal da Paraíba.

Procedimentos metodológicos

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem quali-quantitativa e caráter descritivo. A investigação teve como objetivo analisar a percepção ambiental e a aceitação do uso de fossas ecológicas por moradores de residências localizadas nas comunidades estudadas.

Esse sistema foi denominado de *TEWetland Flex*, por ser flexível e poder ser instalado em áreas em que outros sistemas de tratamento de esgoto não poderiam e foram instalados 19 na Praia de Jacarapé, e um na Penha, João Pessoa, PB (Figura 1). Esta pesquisa analisou a percepção dos moradores sobre as fossas instaladas há mais de 24 meses na comunidade de Jacarapé e mais de 6 meses na Penha e a sua aceitação.

A implantação das fossas ecológicas nas comunidades da Penha e de Jacarapé ocorreu previamente por meio de diferentes projetos de extensão universitária, desenvolvidos com o objetivo de promover alternativas sustentáveis para o tratamento de efluentes domésticos em áreas com acesso limitado a sistemas convencionais de esgotamento sanitário, e, no caso de Jacarapé, por estar a comunidade em uma Área de Preservação Permanente.

Para a coleta de dados foi elaborado um questionário semiestruturado, composto por 18 questões, incluindo perguntas fechadas e abertas, com o objetivo de avaliar a percepção ambiental, o nível de aceitação e a satisfação dos moradores em relação às fossas ecológicas instaladas em suas residências.

A aplicação dos questionários ocorreu de forma presencial, com o auxílio do presidente da Associação de Moradores (ASPAMJA) junto aos moradores das residências beneficiadas, após um período de 6 a mais de 24 meses de utilização dos sistemas de tratamento, de forma a dar tempo de

surgirem problemas, se fosse o caso. Foram entrevistados os responsáveis pelos domicílios.

Participaram da pesquisa 19 moradores da comunidade de Jacarapé e 1 morador da Penha, totalizando 20 participantes. A diferença no número de participantes entre as comunidades ocorreu em função da disponibilidade de residências com fossas ecológicas implantadas.

Os dados obtidos por meio das perguntas fechadas foram organizados e analisados por meio de estatística descritiva simples, utilizando-se frequências e percentuais para representar as respostas obtidas. Os resultados foram posteriormente apresentados por meio de gráficos e tabelas, de forma a facilitar a visualização das informações coletadas.

As respostas provenientes das perguntas abertas foram analisadas qualitativamente, permitindo identificar percepções, opiniões e experiências relatadas pelos participantes em relação ao uso das fossas ecológicas em suas residências.

Não foram coletadas informações que permitissem a identificação dos participantes, tampouco dados sensíveis. Dessa forma, a pesquisa enquadra-se como pesquisa de opinião pública com participantes não identificados, conforme previsto no Art. 1º, parágrafo único, inciso I da Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, não sendo, portanto, passível de registro e avaliação pelo sistema CEP/CONEP.



Figura 1 - Ecofossas do tipo *TEWetland Flex* instaladas na Praia de Jacarapé e na Penha, João Pessoa, PB. Fotos Cristina Crispim (2025).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sistemas propostos pela legislação - NBR 17076 - para tratamento de esgoto doméstico, como as fossas sépticas e sumidouros (ABNT, 2024), são ainda sistemas que contaminam solos e águas subterrâneas e superficiais. Apesar da NBR 17076 já propor tratamentos ecológicos, a mesma ainda permite as fossas sépticas e sumidouros, o que atrasa a implantação em maior escala de fossas ecológicas.

As fossas ecológicas instaladas foram *TEWetland Flex* na sua grande maioria, estas saem mais baratas e são mais rápidas de instalar, por não ter serviço de alvenaria, porque são instaladas em caixas de água, *Tevap* e Círculos de Bananeiras, em menor número (Figura 1). Algumas pesquisas já implantam e propõem as fossas ecológicas como forma de tratamento adequado de esgoto doméstico principalmente as ecofossas Tanques de Evapotranspiração, para tratamento de águas sanitárias, propostas pela permacultura (PAES *et al*., 2014). No entanto, SILVA (2024) propôs a evolução dessas ecofossas, com o *TEWetland,* sistema desenvolvido pela Universidade Federal da Paraíba, através do Laboratório de Ecologia Aquática, que trata águas sanitárias (águas escuras) e servidas (cinzas) em simultâneo, sem a necessidade de separação, e ainda gera um efluente de muito boa qualidade, melhor que os efluentes de Estações de Tratamento por Lodo

Ativado, os mais eficientes até o momento, mas que têm um elevado custo de implantação e operação (SILVA, 2024). No entanto, foi necessário haver uma adaptação para locais em que não é permitido a construção em alvenaria como praias, proximidade de mangues, palafitas ou casas barco e a solução foi instalar os *TEWetland* em caixas de água, o que foi denominado de *TEWetland Flex*.

Pesquisas anteriores, como a de BAY & SILVA (2011) realizadas em Parnamirim (RN) demonstraram que as comunidades reconhecem os problemas causados pelo não tratamento adequado de esgoto e vêm a coleta e tratamento destes como algo positivo que melhora a qualidade de vida humana e ambiental. No entanto, na maior parte das vezes, por falta de apoio institucional e por ser principalmente adotadas soluções convencionais de coleta, transporte e tratamento de esgoto em Estações de Tratamento de Esgoto convencionais (muitas vezes altamente ineficientes, como as de lagoas de decantação), os problemas em áreas periféricas só aumentam. Dessa forma, soluções alternativas são necessárias, mas é importante avaliar a percepção de moradores que aderiram a essas soluções, com fossas ecológicas do tipo *TEWetland Flex*, para poder demonstrar a sua eficácia e agir na disseminação destas biotecnologias.

A partir da aplicação dos questionários nas comunidades de Penha e Jacarapé, foi possível analisar a percepção dos moradores beneficiados com a implantação de fossas ecológicas, bem como avaliar o funcionamento desses sistemas e seus impactos nas condições sanitárias das residências.

Durante a coleta de dados, foram identificados diferentes tipos de sistemas de fossas ecológicas nas residências beneficiadas. Entre os sistemas observados estão o Círculo de Bananeiras, o *TEvap* e o *TEWetland Flex* (Figura 2), tecnologias baseadas em princípios de saneamento ecológico que utilizam processos naturais para o tratamento do esgoto doméstico.

Os *Tevap* e *TEWetland* utilizam mecanismos ecológicos como biodigestão, biorremediação, filtragem ascendente, fitorremediação e evapotranspiração, contribuindo para a redução da carga orgânica presente no esgoto antes da saída de seu efluente, que poderá ser reusado, para diversos fins, ou descartado no ambiente (SILVA, 2024).

A predominância de *TEWetland Flex* na comunidade de Jacarapé está relacionada com a limitação para a construção de alvenaria, tanto por estarem em Área de Preservação Permanente, como por o lençol freático ser pouco profundo, dando água com cerca de 0,8 m de profundidade impossibilitando o uso de alvenaria, além de serem fossas que têm muito menor custo de implantação.

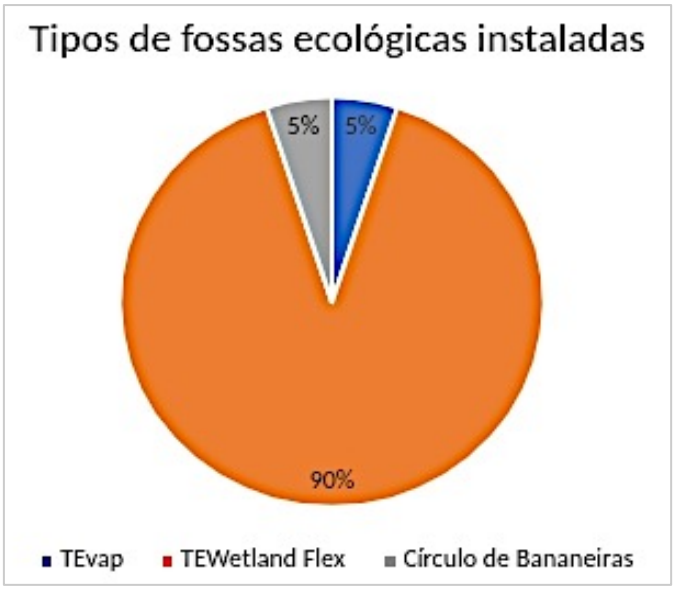


Figura 2 - Tipos de fossas ecológicas identificadas nas residências entrevistadas, que têm fossas ecológicas em Jacarapé, João Pessoa, Paraíba, Brasil. Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

Em relação ao número de moradores por residência, observou-se predominância de famílias compostas por três a quatro pessoas, seguidas por residências com uma a duas pessoas (Figura 3). Também foram identificadas residências com cinco ou mais moradores, o que demonstra a diversidade na composição familiar das comunidades estudadas.

Esse aspecto é importante, pois o dimensionamento adequado das fossas ecológicas está diretamente relacionado com a quantidade de pessoas que utilizam o sistema. Residências com maior número de moradores geram maior volume de efluentes domésticos, exigindo sistemas com maior capacidade de tratamento.

75 % das residências apresenta de um a quatro moradores, o que contribui para o funcionamento adequado dos sistemas de tratamento de esgoto instalados.

Em relação à avaliação do funcionamento das fossas ecológicas, a maioria dos entrevistados

classificou o sistema como muito bom ou bom (Figura 4), demonstrando que a tecnologia tem atendido às necessidades das famílias beneficiadas.

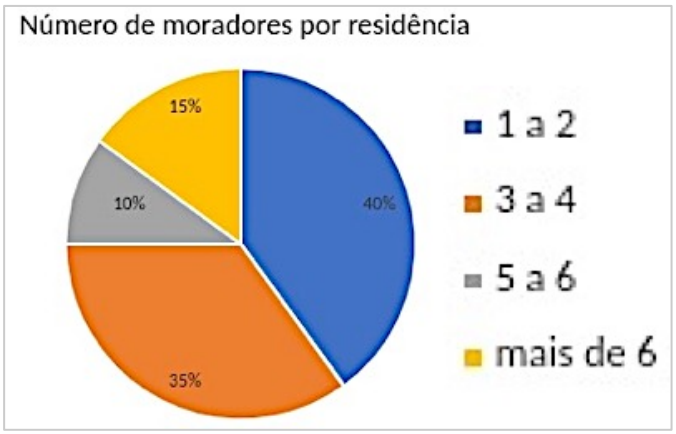


Figura 3 - Distribuição do número de moradores por residência nas comunidades estudadas, sobre a presença de fossas ecológicas em Jacarapé, João Pessoa, Paraíba, Brasil. Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

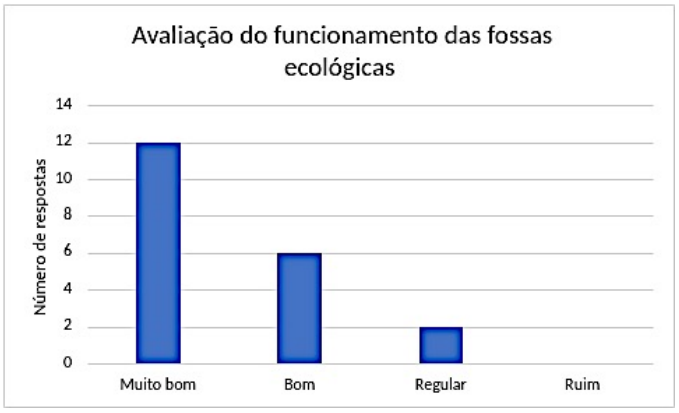


Figura 4 - Avaliação do funcionamento das fossas ecológicas segundo os moradores entrevistados. Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

Esses resultados indicam que os sistemas instalados apresentam bom desempenho no tratamento dos efluentes domésticos, contribuindo para a melhoria das condições sanitárias das residências.

A predominância de avaliações positivas reforça a viabilidade do uso de fossas ecológicas como alternativa de saneamento em comunidades que não possuem acesso à rede pública de esgotamento sanitário e motivando a disseminação por outras comunidades e residências, de forma a levar tratamento de esgoto de forma universal para áreas vulneráveis.

Outro aspecto investigado no questionário foi a percepção dos moradores em relação à presença de odores ou outros problemas associados ao esgoto doméstico após a implantação das fossas ecológicas. A maior parte dos entrevistados relatou redução ou ausência de odores (Figura 5), indicando que os sistemas instalados têm contribuído para minimizar problemas anteriormente associados ao descarte inadequado de esgoto.

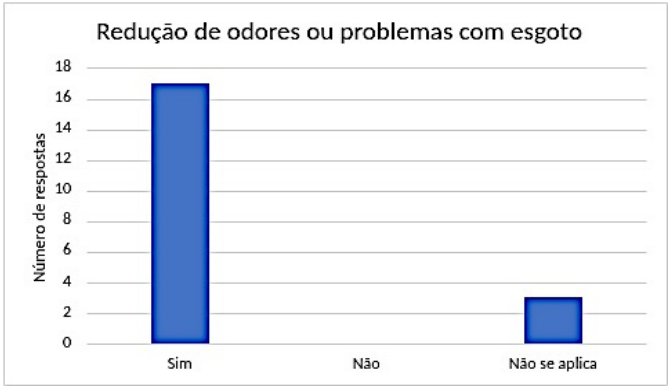


Figura 5 - Percepção dos moradores de Jacarapé e Penha sobre a redução de odores após a implantação das fossas ecológicas. Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

Os maus odores em águas residuárias estão associadas à ausência de reações químicas de oxirredução, como por exemplo a transformação do sulfeto, que gera maus odores e é tóxico, para sulfato que não gera e não é tóxico (Von SPERLING, 2005). Dessa forma, não apenas o mal estar pela presença de maus odores desapareceu, como também a insalubridade pela presença de toxinas no ar desapareceu.

Antes da implantação das fossas ecológicas, todos os moradores entrevistados (100%) afirmaram considerar o saneamento básico um problema em sua comunidade. Isso demonstra a percepção ambiental e social da falta de tratamento adequada de esgoto pelos moradores, antes da implantação dos *TEWetlad Flex*. Após a instalação do sistema, também foi observado que 100% dos participantes relataram perceber melhorias nas condições sanitárias de suas residências. Esses resultados evidenciam que a implantação das fossas ecológicas contribuiu significativamente para a melhoria das condições de saneamento na comunidade estudada, e que isso foi amplamente percebido pelos moradores.

Quando questionados se o sistema de fossa ecológica atendeu às expectativas da família, a maioria dos entrevistados respondeu positivamente (Figura 6), destacando benefícios como maior

conforto, melhoria das condições de higiene e diminuição de problemas relacionados com o esgoto.



Figura 6 - Avaliação dos moradores de Jacarapé e Penha, quanto ao atendimento das expectativas em relação às fossas ecológicas. Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

A elevada satisfação observada entre os moradores evidencia a aceitação social da tecnologia e sua contribuição para a melhoria da qualidade de vida nas comunidades analisadas.

Outro aspecto relevante observado na pesquisa foi a percepção ambiental dos entrevistados. Seis moradores afirmaram que passaram a se preocupar mais com questões ambientais após a implantação das fossas ecológicas (Figura 7), especialmente no que se refere ao destino adequado do esgoto doméstico e à proteção do solo e dos recursos hídricos.

Apesar da maior parte dos moradores já ter uma preocupação ambiental em relação ao destino de seu esgoto domiciliar, o resto das famílias passou a ter essa preocupação também, estando atualmente todos os moradores com maior sensibilização ambiental. Além disso, todos os entrevistados afirmaram considerar importante receber mais informações sobre saneamento básico e meio ambiente, demonstrando interesse em ampliar seus conhecimentos sobre práticas sustentáveis.

Esses resultados reforçam a importância da associação entre a implantação de tecnologias de saneamento ecológico e ações de educação ambiental voltadas para as comunidades beneficiadas, haja visto que são elas as mais necessitadas, revelando a importância de projetos de extensão das universidades, que podem contribuir diretamente com a melhor qualidade de vida humana e ambiental, se os conhecimentos forem efetivamente levados da academia para a sociedade.

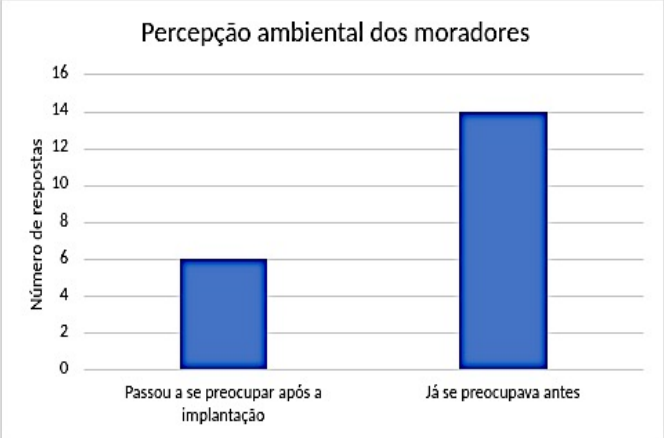


Figura 7 - Mudança na preocupação ambiental dos moradores que têm fossas ecológicas como sistema de tratamento de esgoto. Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

Em relação à aceitação da tecnologia, observou-se que 100% dos entrevistados afirmaram que recomendariam a implantação da fossa ecológica para outras residências de outras comunidades. Esse resultado indica um elevado nível de satisfação e confiança dos moradores em relação ao funcionamento do sistema, demonstrando a aceitação social da tecnologia como alternativa sustentável para o tratamento de esgoto doméstico, mesmo após sua instalação na maior parte das residências há mais de 24 meses.

Isso demonstra que não tem mais fossas ecológicas desse tipo instaladas, pela falta de conhecimento ou divulgação desses sistemas de tratamento ecológico de esgoto flexíveis e que sai muito mais barato a sua instalação que fossas convencionais (fossa séptica em alvenaria com sumidouro).

Quando questionados sobre possíveis dificuldades após a implantação das fossas ecológicas, observou-se que a maioria dos moradores (75%) afirmou não ter enfrentado dificuldades relacionadas ao funcionamento do sistema. Entretanto, 20% relataram dificuldades relacionadas à manutenção da fossa ecológica e 5% mencionaram dificuldades em compreender o funcionamento do sistema (Figura 8). Esses resultados indicam que, embora a tecnologia apresente boa aceitação e funcionamento satisfatório na comunidade, ações de orientação e acompanhamento podem contribuir para melhorar ainda mais o uso adequado do sistema.



Figura 8 - Dificuldades relatadas pelos moradores após a implantação das fossas ecológicas. Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

Dessa forma, avalia-se como positiva a instalação dos *TEWetland Flex* nas Praias de Jacarapé e Penha (João Pessoa – PB), em virtude da falta de esgotamento sanitário em parte da cidade de João Pessoa que conta com 80% de coleta pela Companhia de Saneamento, mas apenas trata 40% (TRATA BRASIL, 2025). Ou seja, 60% do esgoto da cidade ainda são lançados no ambiente, isso significa que há a necessidade de maior divulgação deste tipo de fossas ecológicas e que políticas públicas induzindo a construção destas, pelo menos em novas residências, apesar da legislação ambiental ainda permitir fossas sépticas com sumidouro. As legislações locais podem ser mais restritivas que as nacionais, e isso poderia ser aplicado nas legislações locais, demonstrando que a cidade que mais cresce no Brasil, assim como uma das que mais recebe turistas, se preocupa com o bem estar social e ambiental no estado.

Iniciativas pontuais já são registradas em João Pessoa. A Universidade Federal da Paraíba tem projetos de extensão Probex e UFPB no município que divulgam, capacitam e auxiliam na instalação de fossas ecológicas (Ex: PJ 1345-2025 "Saneamento básico ecológico como forma de redução de impactos e melhoria da qualidade de vida humana e ambiental" e PJ 296-2025 "Ecofossas como forma de saneamento básico onde este é precário", coordenados pela Professora Maria Cristina Crispim, objetivando levar o conhecimento destas fossas ao maior número possível de pessoas.

A extensão é relevante porque leva informações e conhecimento para a comunidade, saindo dos muros da universidade para quem pode aplicar essas tecnologias. Esses projetos de extensão no período da pandemia abriram um *Instagram*, e conseguiram auxiliar diversas pessoas em outros estados do país a construírem suas fossas ecológicas, no entanto, outros esforços no sentido de divulgação destas biotecnologias são fundamentais. Segundo SILVA *et al*. (2022), o *Instagram* serviu como forma de praticar a Educação Ambiental não formal, e até a data da publicação dessa pesquisa, o uso dessa ferramenta permitiu a construção de 10 ecofossas com a assistência dos envolvidos nos projetos de extensão da época, nos seguintes locais: Areia-PB, Praia do Jacarapé-PB, Conde-PB, Ribeirópolis-SE, Belo Horizonte-MG e Florianópolis-SC. Isso revela a extensão e as possibilidades criadas pelas redes sociais.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste estudo, foi possível verificar que a implantação de fossas ecológicas nas comunidades de Penha e Jacarapé representa uma alternativa eficiente para o tratamento do esgoto doméstico em áreas que não possuem acesso à rede pública de esgotamento sanitário.

Os dados obtidos por meio da aplicação dos questionários demonstraram que a maioria dos moradores está satisfeita com o funcionamento do sistema, destacando principalmente a redução de odores, a melhoria das condições sanitárias das residências e a diminuição do contato direto com o esgoto.

Além dos benefícios sanitários, observou-se também um aumento na conscientização ambiental dos moradores, que passaram a reconhecer a importância do tratamento adequado do esgoto doméstico e seus impactos sobre o meio ambiente.

A análise realizada nas duas comunidades indicou total aceitação da tecnologia, evidenciando que as fossas ecológicas podem ser aplicadas com sucesso em diferentes contextos comunitários.

Dessa forma, conclui-se que os sistemas de fossas ecológicas constituem uma alternativa sustentável, de baixo custo e adequada para o tratamento de efluentes domésticos em comunidades que não dispõem de infraestrutura convencional de tratamento de esgoto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verifica-se que o que mais influencia na baixa difusão destas biotecnologias de tratamento de

esgoto é a falta de conhecimento, assim recomenda-se a ampliação de projetos voltados para a implantação de tecnologias de saneamento ecológico, bem como a realização de ações educativas que promovam a divulgação, o incentivo, a capacitação e uso adequado e a manutenção desses sistemas, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população e para a preservação do meio ambiente.

Políticas públicas que indiquem fossas ecológicas como formas de tratamento domiciliar de esgoto são necessárias, mesmo que isso seja mais restritivo que leis nacionais que ainda permitem a construção de fossas sépticas com sumidouros, que ainda poluem os solos e as águas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à PROEX da UFPB pela aprovação dos projetos e disponibilização de bolsas aos alunos envolvidos e à Comunidade de Jacarapé por ter escolhido as ecofossas *TEWetland* Flex como soluções mais viáveis para o tratamento de esgoto doméstico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT 2024. NBR 17076. *Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte*. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro. 92p.

ARSEGO, N.R. & FAUST, D. 2014. *Avaliação da eficiência do tratamento de esgoto por estação de zonas de raízes.* Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão.

BAY, A.M.C. & SILVA, V.P. 2011. Percepção Ambiental de Moradores do Bairro de Liberdade de Parnamirim/RN sobre a Implantação do Esgotamento Sanitário. *Revista Holos*. 3: 97-112.

BENJAMIN, A.M. 2013. *Bacia de evapotranspiração: tratamento de efluentes domésticos e produção de alimentos*. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BORGES, A. & SOUZA, L.S. 2004. *O cultivo da bananeira*. Cruz das Almas: EMBRAPA.

BRASIL. 1988. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil.* Brasília, DF: Senado Federal.

BRASIL. 2007. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, DF.

CONAMA 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente Resolução nº 357, de 17 de março. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água. Brasília, 2005.

CONAMA 2011. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília.

COSTA, A.P. 2014. *Estudo de tecnologias sociais visando o tratamento do esgoto doméstico de unidade familiar*. 2014. Monografia. Graduação em Engenharia Ambiental – Universidade de São Paulo, São Carlos.

ESPÍNOLA, A.L.Q.; CRISPIM, M.C. & COSTA LIMA, G.F. 2015. Percepção e proposta de educação ambiental como instrumentos para a gestão ambiental no município de Taperuá. *Gaia Scientia*, João Pessoa, v. 9, n., 1, p. 210-219.

EVARISTO, G.V.; CORDEIRO, J.; ALVARENGA, C.A.; OPORTO, L.T.; QUINTÃO, P.L.; CALAZANS, G.M. & CORDEIRO, J.L. 2017 Saneamento básico e percepção ambiental: um estudo realizado na comunidade Candidópolis em Itabira, Minas Gerais. *Research, Society and development*, 4(1): 45-61. (DOI:10.17648/rsd-v4i1.28).

GALBIATI, A.F. 2009. *Tecnologias em tratamento de esgotos domésticos*. 2009. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.

IBGE 2011. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Atlas de saneamento* 2011. Rio de Janeiro.

PAES, W.M.; CRISPIM, M.C. & FURTADO, G.D. 2014. Uso de tecnologias ecológicas de saneamento básico para solução de conflitos socioambientais. *Gaia Scientia*, João Pessoa, v. 8, p. 226–247.

RIBEIRO,J.W. & ROOKE, J.M.S. 2010. Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. Trabalho de conclusão de curso Especialização em Análise Ambiental. Universidade Federal de juíz de fora,. 36 p.

SILVA, G.R. 2024. *Tratamento ecológico de esgoto doméstico: TEWetland – um sistema inovador com benefícios sociais e ambientais, com produção de água para reuso*. 2024. Dissertação. Programa de Pós Gradução em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

TRATA BRASIL. 2025 *Ranking do saneamento* 2025. https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2025/.

Von SPERLING, M. 2005. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG.

Impressão e Acabamento: UAb - Universidade Aberta – Delegação do Porto
Setembro de 2026