Editores:
Davis Pereira de Paula
Emiliano Castro de Oliveira
João Alveirinho Dias
Luís Cancela da Fonseca
Maria Antonieta C. Rodrigues
Miguel da Guia Albuquerque
Monique Palma
Olegário Nelson Azevedo Pereira
Sergio Bergamaschi

Gestão das zonas costeiras: a influência continental na qualidade ambiental XII Tomo da Rede BRASPOR

FAPERJ
Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

9 786588 808764

Gestão das zonas costeiras: a influência continental na qualidade ambiental

XII Tomo da Rede BRASPOR

Editores:

Davis Pereira de Paula
Emiliano Castro de Oliveira
João Alveirinho Dias
Luís Cancela da Fonseca
Maria Antonieta C. Rodrigues
Miguel da Guia Albuquerque
Monique Palma
Olegário Nelson Azevedo Pereira
Sérgio Bergamaschi

Gestão das zonas costeiras: a influência continental na qualidade ambiental

Tomo XII da Rede BRASPOR

UERJ
Rio de Janeiro
2023

Gestão das zonas costeiras:a influência continental na qualidade ambiental - Tomo XII da Rede BRASPOR

Editores

Davis Pereira de Paula
Emiliano Castro de Oliveira
João Alveirinho Dias
Luís Cancela da Fonseca
Maria Antonieta C. Rodrigues
Miguel da Guia Albuquerque
Monique Palma
Olegário Nelson Azevedo Pereira
Sérgio Bergamaschi

Projeto Gráfico

Emiliano Castro de Oliveira

Imagens

Mapa: Estuário do Rio Paraíba
"Frederica Civitas". Joan Blaeu, 1647
(capa e contra-capa)
Fotografia de separação dos capítulos: Emiliano Castro de Oliveira

Impressão e Acabamento

UERJ

FICHA CATALOGRÁFICA

G393 Gestão das zonas costeiras: a influência continental na qualidade ambiental / Davis Pereira de Paula... [et al.]. – Rio de Janeiro: FGEL-UERJ, 2023. (Rede BRASPOR; tomo XII).
360 p.; il.

Bibliografia.
ISBN: 978-65-88808-76-4

1. Mares. 2. Homem – influência sobre a natureza. 3. Meio ambiente – Costa - Brasil. 4. Meio ambiente – Costa – Portugal. 5. Geologia - Quaternário. I. Paula, Davis Pereira de. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia. III. Série.

CDU 551.7

Bibliotecária responsável: Ingrid Pinheiro / CRB-7: 7048

SUMÁRIO

REVISORES CIENTÍFICOS 5
AGRADECIMENTOS 7
APRESENTAÇÃO 9
PREFÁCIO 11

CAPÍTULO I 13
José Alberto Carvalho dos Santos Claro; Adriana Valim Caires
AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DOS TRANSPORTES EM SANTOS, BRASIL, UMA ANÁLISE DE CONTEÚDO DAS ATAS MUNICIPAIS

CAPÍTULO II 31
Ana Luiza Epifanio de Souza; Jessyca Janyny de Oliveira Saraiva-Maia; Nadjacleia Vilar Almeida
INTENSIDADE DA EROSÃO COSTEIRA ATRAVÉS DE GEOINDICADORES NO LITORAL NORTE DA PARAÍBA - BRASIL

CAPÍTULO III 43
Carolina dos Santos Cardoso; Mário Luiz Gomes Soares
OS DIFERENTES USOS DOS ESPAÇOS E ELEMENTOS NATURAIS DA BAÍA DE GUANABARA E AS INFLUÊNCIAS NA DINÂMICA SOCIOAMBIENTAL

CAPÍTULO IV 57
Eduardo de Sousa Marques; Lidriana de Souza Pinheiro; Vanda de Claudino-Sales
ESTUDO DA CORRELAÇÃO DOS ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS COM A OCORRÊNCIADE EL NIÑO/LA NIÑA NA MUDANÇA DA ÁREA DO LAGO SECO EM CAMOCIM – CE

CAPÍTULO V 69
Marina Alice da Silva; Emiliano Castro de Oliveira
A EROSÃO COSTEIRA COMO UMA PROBLEMÁTICA: HISTÓRICO DA ENGORDA ARTIFICIAL DE PRAIAS DO BRASIL NOS ÚLTIMOS 30 ANOS

CAPÍTULO VI 81
Felipe Nóbrega Ferreira; José Vicente de Freitas; Rachel Hidalgo Munhoz; Gabriel Ferreira da Silva; Ramon Ribeiro Lucas
HISTÓRIAS DA LAMA: NARRATIVAS DE UM FENÔMENO COSTEIRO NA PRAIA DO CASSINO (RIO GRANDE/RS)

CAPÍTULO VII 95
Ianna Lucena Rocha de Oliveira, Mariana Vieira Turnell Suruagy, Maria Cristina Basilio Crispim da Silva, Jane Enisa Ribeiro Torelli de Souza, Jose Lucas Ferreira da Costa, Randolpho Savio de Araújo Marinho; Sérgio Costa de Mello
PROJETO PILOTO: CULTIVO EXPERIMENTAL DO CAMARÃO LITOPENAEUS VANNAMEI EM ÁGUA DOCE COM ADIÇÃO DE SAIS NA RAÇÃO, COMO ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM ESTUÁRIOS

CAPÍTULO VIII 107
Nilton Euripedes de Deus Filho; Jefferson da Costa Silva; Manoel Victor Vidal; Christianne Maria da Silva Moura
DESENVOLVIMENTO DE OBRAS DE PROTEÇÃO COSTEIRAS NO LITORAL PARAIBANO: UMA ANÁLISE DAS CONSEQUÊNCIAS DA DESREGULAÇÃO NA CONSECUÇÃO DESTAS OBRAS

CAPÍTULO IX 125
Josiane Cristina de Almeida Pascoal; José Alberto Carvalho dos Santos Claro
CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL COMO FATOR DE MUDANÇA NOS HÁBITOS DE USO DO PLÁSTICO EM ÁREAS COSTEIRAS AFETADAS PELA POLUIÇÃO PLÁSTICA

CAPÍTULO X 143
Karina Retzlaff Camargo; Alexandre Felipe Bruch
AVALIAÇÃO DE COMPORTAMENTO MECÂNICO E HIDRÁULICO DE ALTERNATIVA PARA USO COMO CCL OU SISTEMA COMPOSTO (CCL + GCL) NA PLANÍCIE COSTEIRA SUL DO RIO GRANDE DO SUL

CAPÍTULO XI 167
Leonor de Maria Rodrigues Melo; Davis Pereira de Paula; Carlos Pereira da Silva
MAPAS MENTAIS E TURISMO LITORÂNEO: UM OLHAR SOBRE A VILA DE JERICOACOARA-CE NA PERCEPÇÃO DE ESTUDANTES DA ESCOLA NOSSA SENHORA DA CONSOLAÇÃO

CAPÍTULO XII 183
Luís Cancela da Fonseca
O ECÓTONO MAR / CONTINENTE: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

CAPÍTULO XIII 199
Márcia Filipa Sousa Venâncio; José Carlos Antunes; Dimítri de Araújo Costa
CLADÍSTICA 3D: UMA NOVA PERSPETIVA PARA ANÁLISES FILOGENÉTICAS COMO FERRAMENTA PARA CONSERVAÇÃO COSTEIRA E CIÊNCIA CIDADÃS

CAPÍTULO XIV 215
Marco Antonio Saraiva da Silva; André Luiz Lopes de Faria
APLICAÇÃO DO NORMALIZED DIFFERENCE WATER INDEX (NDWI) PARA AVALIAR AS CONSEQUÊNCIAS DO IMPACTO DE TEMPESTADE DE GRANIZO EM MANGUES NO SUDESTE DO BRASIL

CAPÍTULO XV 229
Michael Scheffer Lopes
A COOPERAÇÃO INTERNACIONAL NO OCEANO ATLÂNTICO PARA A SEGURANÇA MARÍTIMA

CAPÍTULO XVI 239
Mariana Vieira Turnell Suruagy; Maria Cristina Crispim
DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO ICTIOFAUNÍSTICA DA BACIA DO RIO GRAMAME, PARAÍBA: UM RELATO DAS ESPÉCIES DE MAIOR RELEVÂNCIA AMBIENTAL, ECONÔMICA E SOCIAL

CAPÍTULO XVII 267
Veridiana Silva Herreira, Miguel da Guia Albuquerque, Tainã Costa Peres, Marine Jusiane Bastos da Silva, Breno Mello Pereira, Deivid Leal Alves; Gilberto Rech
USO DO SENSORIAMENTO REMOTO PARA CARACTERIZAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTOS EM SUSPENSOS PROVENIENTES DE SANGRADOUROS

CAPÍTULO XVIII 279
Nadja Cecília de Freitas Silva; Christianne Maria da Silva Moura; Jefferson da Costa Silva; Saulo Roberto de Oliveira Vital
TAXAS DE VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA NAS PRAIAS DO LITORAL NORTE DO ESTADO DA PARAÍBA

CAPÍTULO XIX 297
Olegário Nelson Azevedo Pereira; Maria Rosário Bastos; José Carlos Ferreira
A IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA PARA O CONHECIMENTO DO LITORAL: O EXEMPLO DO SIARL (SISTEMA DE ADMINISTRAÇÃO DO RECURSO LITORAL)

CAPÍTULO XX 311
TIAGO CANHOTA; OLEGÁRIO NELSON AZEVEDO PEREIRA; MARIA ROSÁRIO BASTOS
A TODO O VAPOR! DA INTRODUÇÃO À UTILIZAÇÃO DA ENERGIA A VAPOR NA NAVEGAÇÃO FLUVIAL E MARÍTIMA EM PORTUGAL ATÉ 1828

CAPÍTULO XXI 325
Vitória Gonçalves Souza; Miguel da Guia Albuquerque; Lauren Farias Cruz
APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DA MUDANÇA DALINHA DE COSTA PARA O BALNEÁRIO SÃO SIMÃO, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

CAPÍTULO XXII 339
João Luiz Nicolodi; Nilton Euripides de Deus Filho; Marinez Eymael Garcia Scherer; Jade Moreira; Lauren Farias Cruz; Karine Bastos Leal; Julia Dasso da Costa
A EROSÃO COSTEIRA NO CONTEXTO DA GESTÃO TERRITORIAL NO BRASIL: ANÁLISES E PERSPECTIVAS

REVISORES CIENTÍFICOS

Ana Catarina Garcia – Centro de Humanidades, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa (CHAM, FCSH-NL), Portugal

Ana Cristina Roque – Centro de História, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa (CH- FLUL), Portugal

Ana Ramos Pereira – Instituto de Geografia e Ordenamento do Território (IGOT) e Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa (CEG-UL), Portugal

Anabela Campos Oliveira – Instituto Hidrográfico, Lisboa, Portugal

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

Carlos Pereira da Silva – Departamento de Geografia e Planeamento Regional, Centro Interdisciplinar de Ciências Sociais (CICS), Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Cláudia Toriz Ramos – Universidade Fernando Pessoa e Centro de Estudos da População Economia e Sociedade (CEPESE), Porto, Portugal

Cristina Bernardes – Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, Portugal

David Hélio Miranda de Medeiros – Universidade Aberta do Brasil (UAB/UECE), Brasil

Davis Pereira de Paula - Universidade Estadual do Ceara, Brasil

Diana Mendes Boaventura – Escola Superior de Educação João de Deus e Centro de Ciências do Mar e do Ambiente (MARE), Laboratório Marítimo da Guia, Cascais, Portugal

Deivid Cristian Leal Alves – Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Brasil

Eduardo Barros Lacerda – Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira Oceânica, Universidade Estadual do Ceara, Brasil

Emiliano Castro de Oliveira - Universidade Federal de São Paulo, Brasil

Fábio Ferreira Ribeiro - Universidade Federal Fluminense, Brasil

Fátima Poças – Universidade Católica Portuguesa, Escola Superior de Biotecnologia, Portugal

Felipe Nóbrega - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Francisco Assis Aquino Bezerra – Secretaria Estadual de Educação do Ceará, Brasil

Francisco José Maciel de Moura – Instituto Federal do Ceará, Brasil

Helena Granja – Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR), Porto, Portugal

Hugo Silveira Pereira - Interuniversity Center for the History of Sciences and Technology (CIUHCT), NOVA School of Science and Technology, Portugal

Inês Alfaro Cardoso – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente (MARE), Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal

Janaína Melo Oliveira – Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, Brasil

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

Luís Ivens Portela – Núcleo de Estuários e Zonas Costeiras, Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Portugal

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

Manuel João Pinto - Departamentos de Biologia Vegetal (DBV) e de Geologia (DG), Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal

Maria Cristina Basílio Crispim da Silva – Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Maria da Conceição Freitas - Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e Instituto Don Luiz, Portugal

Miguel Da Guia Albuquerque – Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Olegário Nelson Azevedo Pereira – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente (MARE), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Orlando de Jesus Luís – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente (MARE), Laboratório Marítimo da Guia, Cascais, Portugal

Óscar Ferreira – Faculdade de Ciências e Tecnologia e Centro de Investigação Marinha e Ambiental (CIMA), Universidade do Algarve, Portugal

Paulo Pinto – Professor aposentado, Universidade de Évora, Portugal

Paulo Roberto Silva Pessoa – Universidade Estadual do Ceara, Brasil

Renan Gonçalves Pinheiro Guerra – Secretaria Municipal de Educação do Ceará

Rodrigo Guimarães de Carvalho – Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Brasil

Rui de Matos Taborda – Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa e IDL – Instituto Dom Luís, Portugal

Sílvio Roberto de Oliveira Filho – Universidade Federal Fluminense, Brasil

Tomaz Ponce Dentinho - Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, Portugal

Ulisses Miranda Azeiteiro - Universidade de Aveiro, Portugal

AGRADECIMENTOS

O XII Encontro da Rede BRASPOR, com o tema "Gestão das Zonas Costeiras: A Influência Continental na Qualidade Ambiental," sediado na cidade de João Pessoa, Paraiba -Brasil de 8 a 11 de Novembro de 2022, foi possível graças ao apoio e colaboração de várias pessoas e instituições, o que possibilitou a criação deste livro. Queremos expressar nossa gratidão sincera a todos que tornaram este evento possível.

Agradecemos profundamente a todos os participantes que compartilharam seu conhecimento e experiência durante o XII Encontro da Rede BRASPOR. Suas contribuições enriqueceram as discussões e a qualidade do evento, atualizando o conhecimento na área de gestão costeira.

Nosso sincero reconhecimento à Comissão Científica e editorial, que desempenharam um papel fundamental na seleção e revisão dos trabalhos apresentados, permitindo mais um lançamento de um volume/tomo da BRASPOR.

Maria Cirstina Crispim
Universidade Federal da Paraíba
Coordenadora geral do XII Encontro da Rede BRASPOR



APRESENTAÇÃO

Nos anos de 2020 e 2021, os eventos da Rede BRASPOR foram realizados no formato remoto, por conta da Pandemia de Covid-19. Em 2022, na cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil, a Rede BRASPOR voltou a ter seu evento no formato presencial. Além de retornar ao seu formato tradicional, o evento da BRASPOR buscou seguir a tendência das plataformas digitais criadas durante à pandemia. Essas novas ferramentas possibilitaram ao evento assumir um caráter hibrido, ampliando seu público participante.

Independente das transformações ocorridas durante e após a pandemia, a Rede BRASPOR mantém sua tradição e traz aos leitores o seu Tomo XII. Criada por pesquisadores portugueses e brasileiros de diversas áreas de pesquisa, a Rede BRASPOR tem por objetivo discutir temáticas relacionadas com a gestão de zonas costeiras dos dois lados do Oceano Atlântico. Esse espaço de dialogo proporciona novas abordagens holísticas, com foco nas questões ambientais e no ser humano que explora e modifica o meio.

O Tomo XII apresenta 22 trabalhos, os quais estão distribuídos nas quatro grandes áreas temáticas da Rede: vulnerabilidade e riscos futuros na zona costeira brasileira e portuguesa; interações homem-meio nas zonas costeiras e nas bacias hidrográficas; serviços ecossistêmicos em áreas costeiras e marinhas; e evolução costeira e paleogeografia. Em nome da Comissão Organizadora do evento desejamos a todos uma ótima leitura.

Miguel da Guia Albuquerque
Instituto Federal do Rio Grande do Sul
(IFRS)
Coordenador brasileiro da Rede BRASPOR
(2021-2022)

PREFÁCIO

"Gestão das zonas costeiras: a influência continental na qualidade ambiental" foi à temática abordada pela Rede BRASPOR na sua décima segunda edição, a qual ocorreu no ano de 2022 na cidade de João Pessoa, Paraíba - Brasil. Em tempos onde os efeitos das alterações climáticas estão cada vez mais presentes nas zonas litorâneas, e após um hiato temporal de eventos científicos por conta da pandemia de Covid-19, à realização do evento em João Pessoa, cidade brasileira que abriga o ponto mais oriental do Brasil (a Ponta do Seixas), veio para trazer novos horizontes nas discussões sobre zonas costeiras. O tema escolhido dialoga com as atuais temáticas referentes ao litoral, especialmente aquelas ligadas ao elevado processo de ocupação das zonas litorâneas, com reflexos na qualidade ambiental das regiões adjacentes. Em consonância aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), e no âmbito das discussões dos ambientes costeiros tanto no Brasil quanto em Portugal, um olhar sobre a gestão, manejo e implementação de políticas públicas adequadas nas zonas costeiras, de forma sustentável, tem se tornado pauta frequente na comunidade de investigadores costeiros.

A complexidade dos fatores que interagem com essas temáticas como a cartografia histórica, eventos extremos, pesca, resiliência dos ambientes, educação ambiental, impactos ambientais, geotecnologias no estudo dos ambientes costeiros, descarte de materiais plásticos nas zonas costeiras, dentre outras temáticas, remetem a importância desse espaço de debate fomentado pela Rede BRASPOR. Por fim, as diferentes ideias discutidas ao longo desse Tomo XII refletem a importância e a preocupação com o fortalecimento desse olhar inter e multidisciplinar, que a comunidade de investigadores da Rede BRASPOR vem dando ao longo dos últimos anos.

Miguel da Guia Albuquerque
Instituto Federal do Rio Grande do Sul – IFRS, Brasil
Coordenador da Rede BRASPOR
(Gestão 2020-2022)

Capítulo I

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DOS TRANSPORTES EM SANTOS, BRASIL, UMA ANÁLISE DE CONTEÚDO DAS ATAS MUNICIPAIS



AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DOS TRANSPORTES EM SANTOS, BRASIL, UMA ANÁLISE DE CONTEÚDO DAS ATAS MUNICIPAIS

José Alberto Carvalho dos Santos Claro[1]; Adriana Valim Caires[2]

[1]Instituto do Mar, Campus Baixada Santista, Universidade Federal de São Paulo, Rua Carvalho de Mendonça, 144, Santos, São Paulo, CEP 11070100, alberto.claro@unifesp.br (autor correspondente)
[2]Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia do Mar da Universidade Federal de São Paulo, Rua Carvalho de Mendonça, 144, Santos, São Paulo, CEP 11070100, acaires@unifesp.br

RESUMO

A pesquisa teve o objetivo de avaliar a sustentabilidade da cidade de Santos por meio da verificação das discussões dos assuntos de transporte do município frente à evolução da meta do desenvolvimento sustentável 11.2 para o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis. O estudo foi exploratório com abordagem qualitativa por meio de um estudo de caso único na cidade de Santos. Os dados utilizados foram atas de reuniões da Comissão Municipal de Transportes de Santos (CMTS) para verificar a relação dos assuntos das pautas com a meta 11.2, a correlação com os planos de mobilidade urbana e os desafios da cidade. Na análise do conteúdo foi possível identificar a presença de registros envolvendo a meta do ODS 11 como acessibilidade, segurança viária, sustentabilidade e transporte público. O plano de mobilidade da cidade foi discutido e avaliado pela Comissão, evidenciado nas 'falas' nas atas das reuniões. Os resultados também evidenciaram ausência de registros de assuntos do segmento de transporte de carga, não envolveram ações para a evolução do desenvolvimento sustentável dos demais ODS, e, as dimensões ambiental e econômica não foram identificadas. Como recomendações, entende-se que seria importante verificar o que motivou a descontinuidade dos registros das atas e analisar a possibilidade do envolvimento de atores que pudessem agregar nas discussões econômicas e ambientais do transporte da cidade.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável, Transporte, SDG 11, Ações Municipais

ABSTRACT

The research had the objective of evaluating the sustainability of the city of Santos by verifying the discussions of the city's transport issues in view of the evolution of the sustainable development goal 11.2 to the Sustainable Development Goal 11 – Sustainable Cities and Communities. The study was exploratory with a qualitative approach through a single case study in the city of Santos. The data used were minutes of meetings of the Municipal Commission of Transport of Santos (CMTS) to verify the relationship of the subjects of the guidelines with the goal 11.2, the correlation with the urban mobility plans and the challenges of the city. In the content analysis, it was possible to identify the presence of records involving the goal of SDG 11 such as accessibility, road safety, sustainability and public transport. The city's mobility plan was discussed and evaluated by the Commission, evidenced in the 'speeches' in the minutes of the meetings. The results also showed the absence of records of subjects in the cargo transport segment, did not involve actions for the evolution of the sustainable development of the other SDGs, and the environmental and economic dimensions were not identified. As recommendations, it is understood that it would be important to verify what motivated the discontinuity of the records of the minutes and to analyze the possibility of the involvement of actors who could add to the economic and environmental discussions of the city's transport.

Keywords: Sustainable Development, Transport, SDG 11, Municipal Actions

INTRODUÇÃO

O desafio de Santos em termos de mobilidade tem origem no contexto econômico da Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), em que a cidade adota a característica de uma capital pelas oportunidades promovendo deslocamento diário de veículos e pessoas, gerando questões desafiadoras para manutenção de uma mobilidade urbana sustentável. Exemplos desses desafios são o fluxo da entrada da cidade que sofre com congestionamentos constantes e o crescimento da frota de veículos na cidade que tem sido acentuado, o que desafia o poder público na manutenção de índices controlados e aceitáveis para o trânsito na cidade (PEDROSA; SILVA; OLIVEIRA, 2021).

Santos tem uma ocupação verticalizada nas áreas próximas ao mar ocasionada pelo crescimento imobiliário e também é impactada pelo fenômeno do veranismo, em que a população pode triplicar resultando em efeitos de desequilíbrios para

infraestrutura, entre eles a mobilidade. Diariamente, grande parte da população se desloca para RMBS ou entre os municípios da RMBS por causa da alta pendularidade em função do deslocamento em busca do trabalho, pois as oportunidades são escassas em muitos municípios. (CARRIÇO; PINHO, 2021).

Para viabilização das atividades e a mobilidade das pessoas da região costeira, a infraestrutura de transporte se torna peça fundamental na conexão do continente com a costa. A ausência de um sistema de transporte público mais integrado e padrões de ocupação do território potencializam problemas de mobilidade, podendo ser observado nas desigualdades raciais no espaço urbano em que pobres, negros e moradores dos bairros periféricos e mais distantes são submetidos a um aumento no custo dos deslocamentos desencadeando a baixa qualidade no transporte em direção ao trabalho e serviços urbanos (CARVALHO, 2020).

Os planos envolvendo o tema de transportes deveriam incluir o monitoramento das ações e no mínimo cinco objetivos, dentre eles garantir o acesso ao transporte para todos os habitantes, reduzir impacto na segurança, em particular dos mais vulneráveis, reduzir a poluição atmosférica e as emissões sonoras, melhorar a eficiência e custo-benefício do transporte e contribuir para a melhoria da atratividade e qualidade do ambiente urbano (WOLFRAM, 2004).

O assunto mobilidade urbana tomou maior espaço nas discussões políticas com a implementação em janeiro de 2012 da Lei 12.587, que instrumentalizou a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) com o objetivo de integrar os modos de transportes e melhorar a acessibilidade e a mobilidade de pessoas e cargas. Dentre as diretrizes para o planejamento e gestão dos sistemas de mobilidade urbana, ficou estabelecido um prazo para que os municípios elaborassem e aprovassem seus Planos Municipais de Mobilidade Urbana (PMMU). Para municípios com até 250.000 habitantes o prazo foi 12 de abril de 2022 e para municípios com mais de 250.000 habitantes, o prazo foi 12 de abril de 2023 (BRASIL, 2012).

Santos tem 419.400 habitantes e seu plano foi aprovado em 30 de dezembro de 2019 pela Lei Complementar 1.087 para atendimento da Lei Federal nº 12.587 com a denominação Plano Municipal de Mobilidade e Acessibilidade Urbanas de Santos (PlanMob-Santos). Na região da baixada santista está em andamento a confecção Plano Regional de Mobilidade Sustentável e Logística da Baixada Santista (PRMSL-BS), que tem como objetivo criar soluções para os problemas de mobilidade na região para os próximos 20 anos, contando com a parceria da União Europeia em função do projeto ter sido selecionado pelo Programa Euroclima e acompanhamento da Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM BS) (IBGE, 2010b; MOBILIDADE URBANA, 2022; SANTOS, 2019).

A Agenda 2030 elaborada em 2015 com os 17 objetivos denominados ODS pode ser aplicada nos diversos níveis: nacional, regional e local, também pode nortear o planejamento de ações para o desenvolvimento sustentável. Dentre os 17 objetivos da Agenda 2030, o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis (ODS 11) pode evidenciar o quanto ações no nível municipal podem gerar respostas para a ausência do atingimento das metas do mesmo ODS 11, que relaciona questões de habitação, mobilidade urbana, urbanização sustentável, planejamento e gestão urbana e ambiental. A meta 11.2 tem como objetivo proporcionar o acesso aos sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, através de melhorias na segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, priorizando as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos (IPEA, 2019).

A partir das ações esperadas para que uma cidade seja sustentável, a presente pesquisa partiu do pressuposto de pesquisa de que as discussões sobre transporte no município de Santos estão fundamentadas no conceito do desenvolvimento sustentável, com seus programas, projetos ou ações para infraestrutura urbana incluindo a otimização dos diversos modos de transporte público na busca da mobilidade urbana sustentável (CONTEÚDO

BÁSICO DO PLANO URBANO INTEGRADO - CIDADES SUSTENTÁVEIS, 2022).

Mesmo com a estruturação no nível nacional para a implementação da Agenda 2030, as ações municipais das grandes cidades envolvendo o setor privado, sociedade civil como ONGs, universidades e fundações são fundamentais para a implementação dos objetivos de desenvolvimento sustentável (WISSENBACH; BICEV, 2019).

Diante do cenário em que a participação da gestão pública no direcionamento das discussões fomenta o desenvolvimento sustentável por meio de instrumentos legais e políticas públicas, e, que os ODS podem oferecer o direcionamento para o alcance do desenvolvimento sustentável baseado do tripé da sustentabilidade da preservação ambiental, desenvolvimento social e econômico, essa pesquisa partiu do questionamento: Como as discussões de transporte de Santos podem contribuir para o desenvolvimento sustentável do município pela ODS 11?

Deste modo, o objetivo geral da pesquisa foi avaliar o nível do foco em sustentabilidade de Santos através da verificação das discussões dos assuntos de transporte no município frente à evolução da meta do desenvolvimento sustentável 11.2 para o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis. Os objetivos específicos buscaram verificar se os assuntos de transporte discutidos na CMTS estão relacionados à meta 11.2 do ODS 11, indicando que as discussões envolvem temas fundamentados no desenvolvimento sustentável; avaliar a relação dos temas com a meta 11.2 conforme proposta de análise da matriz do Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), que correlaciona os ODS e políticas públicas sustentáveis, e, identificar se há desafios sendo enfrentados pelo município de Santos para o alcance da meta 11.2 do ODS 11.

O presente estudo possibilitou avaliar a sustentabilidade do transporte na cidade de Santos-SP a partir da análise de conteúdo das atas municipais baseada nos aspectos da meta 11.2 do ODS 11. Diante disto, a análise dos resultados foi estruturada conforme as categorias acessibilidade, segurança viária, sustentabilidade, transportes e plano de mobilidade.

Este capítulo está estruturado a partir da introdução, contendo fundamentos teóricos, descrição do problema, pergunta de pesquisa e os objetivos. Após, na seção material e métodos foram descritos os materiais utilizados e o método utilizado. Em resultados, podemos ver na seção as informações encontradas para os temas acessibilidade, segurança viária, sustentabilidade, transportes, e, plano de mobilidade e a meta 11.2 do ODS 11. Na seção discussão temos os resultados relevantes para os objetivos da pesquisa. Por fim, a seção conclusões fechando o cenário encontrado para a mobilidade urbana sustentável.

MATERIAL E MÉTODOS

Identificou-se que a organização CMTS seria utilizada na coleta de documentos no site da prefeitura de Santos por estar relacionada diretamente ao tema transportes. Com base nas informações disponíveis, foi realizado um recorte temporal dos últimos cinco anos para os documentos encontrados, no período de 2018 a 2022, totalizando 26 atas, que foram analisadas conforme análise de conteúdo (BARDIN, 1995). A partir do mês de janeiro de 2020 não foram encontradas atas da CMTS no *site* e em contato com a comissão na busca do motivo não se obteve devolutiva.

A pesquisa partiu de categorias pré-estabelecidas, seguindo o estudo realizado para identificação da intensidade associada à meta 11.2 do ODS 11 conforme níveis de intensidade atribuídos pelo IBAM para os ODS (LOCATELLI; BERNARDINIS; MORAES, 2020; LOPES, 2016).

Para categorização das informações, seguiu-se a proposta da matriz de correlação com os direcionadores da meta 11.2 do ODS 11, atribuindo-se as categorias: acessibilidade, segurança viária, sustentabilidade e transporte público ao conteúdo, seguida da verificação da recorrência com que a CMTS tratou os assuntos em suas reuniões (LOCATELLI; BERNARDINIS; MORAES, 2020; LOPES, 2016).

As outras nove metas do ODS 11 não foram consideradas na análise dessa pesquisa. Também foi verificada a presença do tema mobilidade urbana no *corpus* para as categorias identificadas, atribuindo-se os níveis de enumeração por

intensidade: muito melhor, ainda melhor, melhor ou nada às mesmas categorias levantadas nas 26 atas.

Para que os níveis atribuídos às dimensões seguissem parâmetros pré-estabelecidos de importância e exequibilidade no Plano de Mobilidade foram adotados os critérios conforme Quadro I em que temos a materialidade das 'falas' dos registros em seus diferentes níveis.

RESULTADOS

O *corpus* possibilitou a extração de 576 trechos de textos resultando na distribuição entre as quatro unidades de registro pré-estabelecidas, sendo: acessibilidade com 161 unidades de contexto; segurança viária com 120 unidades de contexto; sustentabilidade com 107 unidades de contexto e transporte público com 188 unidades de contexto. No Quadro II constam unidades de contexto extraídos do *corpus* que representam como foram definidas as unidades de registros para cada categoria e conforme Gráfico 1 temos a visão consolidada das categorias do ODS 11.2 mencionadas nas atas das reuniões da CMTS desde 11.01.2018 a 16.01.2020.

No decorrer da fase da leitura dos documentos foram observados alguns eixos temáticos para cada uma das categorias, conforme Quadro III. Na priorização da escolha da categoria, o tema acessibilidade prevaleceu dentre a atribuição das demais categorias, ao se identificar o envolvimento de mais de uma categoria em que a unidade de contexto envolvia também discussão de acessibilidade. O conceito de acessibilidade seguiu a definição do PlanMob-Santos em oferecer condição de transporte para qualquer tipo de necessidade por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida aos espaços (SANTOS, 2019).

Acessibilidade

Para acessibilidade os assuntos mais discutidos foram o atendimento dos critérios de acessibilidade, envolvendo estruturas e vias como sinalização de semáforos, adequação da rodoviária da cidade, VLT, piso podotátil, sinalizações sonoras com botoeira, possibilidade de uso de tecnologia por meio de aplicativos para inclusão dos portadores de deficiência e empresas ligadas ao tema de transportes como EMTU, CET, Disk Táxi, Executive Táxi, Viação Piracicabana, além de organizações da cidades de Santos para apoio aos portadores de necessidades especiais como o Lar das Moças Cegas.

Os meses em que o atendimento aos critérios de acessibilidade esteve mais presente no decorrer das reuniões foram os de dezembro do ano de 2018 com 26 trechos levantados na ata e no mês de janeiro de 2019 com 41 trechos identificados na ata. Em 40 deles esteve presente o atendimento dos critérios conforme o Plano de Mobilidade Urbana (PMU), o que pode ter ocasionado a intensificação da presença da categoria pela análise da CMTS do que deveria constar no plano.

No Gráfico 2 foi demonstrada a distribuição dos assuntos relacionados à categoria acessibilidade ao longo do período das atas analisadas e no Gráfico 3 a consolidação dos eixos temáticos.

Segurança Viária

Para a categoria segurança viária, as 120 unidades de contexto do *corpus* foram agrupadas em três eixos temáticos. O eixo mais debatido foi monitoramento dos riscos nas vias, mencionado 90 vezes nas atas do período. O Plano de mobilidade urbana apareceu em 23 momentos nas discussões, seguido de sete unidades de contexto para orientação sobre o trânsito. Nas pautas estiveram presentes temas envolvendo dispositivos de controle, cumprimento de medidas a partir de parâmetros definidos na legislação, obstruções e alterações nas vias que pudessem oferecer o aumento de risco e consequentemente a ocorrência de acidentes para a população de um modo geral.

No mês de janeiro de 2019 foram discutidos assuntos de transportes para segurança viária envolvendo o PMU, na preparação da grelha de análise o eixo temático foi chamado plano de mobilidade urbana com a discussão do plano pelos participantes da reunião para o fluxo nas travessias e inclusão de questões importantes no plano, como por exemplo, detalhamento de sinalização para plano peatonal. No mês de novembro de 2019, foi o mês em que o eixo monitoramento de risco nas vias foi mais mencionado. Os assuntos foram falta de cumprimento às normas de sinalização das vias por

parte dos usuários e a necessidade de fiscalização pela CET.

O eixo temático orientação sobre o trânsito apareceu numa menor proporção nos registros das atas, apenas 7 trechos no *corpus* e abordou temas como a necessidade de campanhas de conscientização para um trânsito mais seguro, necessidade da CET para orientar e pedir colaboração, enfatizando a importância da educação no trânsito.

No Gráfico 4 foi demonstrada a distribuição dos assuntos relacionados à categoria segurança viária ao longo do período das atas analisadas e no Gráfico 5 a consolidação dos eixos temáticos.

Sustentabilidade

A codificação sustentabilidade foi a categoria que apresentou a maior quantidade de eixos temáticos envolvidos, foram seis eixos e trouxe uma questão associada à dimensão social do ODS que foi pessoas em situação de vulnerabilidade. A categoria teve maior discussão em 08.11.2018, em que os 15 trechos extraídos do contexto diziam respeito às pessoas em situação de vulnerabilidade, focados na questão da gratuidade do transporte público, credenciamento de estacionamento para os vulneráveis e regras para o uso dos benefícios. O motivo da concentração foi uma reclamação de direito direcionada por *email* e que foi direcionada para a CMTS questionado o direito à gratuidade para pessoas com deficiência. O eixo temático teve 40 trechos extraídos do *corpus* todo.

Os demais assuntos ao longo do período analisado estiveram direcionados para as questões como troca de materiais recicláveis por passagens de ônibus, vagas para idosos, a carência econômica como fator de migração do transporte público coletivo para alternativas de deslocamento a pé ou de bicicleta, subsídio de custo de transporte público. Na discussão do PMU no mês de janeiro de 2019 foi mencionada a necessidade de acrescentar o Conselho Municipal do Idoso no plano.

A mobilidade sustentável trouxe assuntos envolvendo disponibilização de novo bicicletário, renovação de contrato para o projeto Bike Santos com o patrocínio da UNIMED e a custo zero para a CET. Enquanto a mobilidade urbana como reflexo da qualidade de vida, o plano de mobilidade contempla a definição do Plano de Transportes, transporte por aplicativos, uso de bicicletas e patinetes. O envolvimento no PMU se deu pela própria discussão do plano para tratar o Plano de Mobilidade Urbana de Santos com a participação da CMTS no grupo de trabalho técnico para a criação do plano na comunhão de ideias da minuta do Projeto de Lei Complementar.

O próprio plano de mobilidade da cidade mencionou: ‘serão realizadas cinco oficinas participativas, onde serão compiladas as propostas apresentadas, seguidas com respostas e justificativas, se não puderem incluir tecnicamente na minuta, por serem derivadas de outras leis, sendo assim na audiência devolutiva expõe as devidas alterações e o porquê. Posteriormente a minuta é encaminhada ao Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano e após passar pelo executivo é enviada à câmara.’.

No Gráfico 6 foi demonstrada a distribuição dos assuntos relacionados à categoria sustentabilidade ao longo do período das atas analisadas e no Gráfico 7 a consolidação dos eixos temáticos.

Quadro I – Materialidade das ‘falas’ nos registros em seus diferentes níveis do Plano de Mobilidade atribuído às categorias das dimensões da meta 11.2

Nível de intensidade atribuído às categorias das dimensões da meta 11.2 do ODS 11 com o envolvimento no Plano de Mobilidade

Muito melhor	Indica descrição do resultado no plano de mobilidade
Ainda melhor	Indica cobrança e retorno no plano de mobilidade
Melhor	Indica proposição de ação no plano de mobilidade
Nada	Indica mera menção no plano de mobilidade

Fonte: dados da pesquisa.

Quadro II - Exemplos de unidades de contexto para as categorias

nº da ata	data	Unidade de registro (codificação)	Unidade de contexto
1	11.01.2018	Acessibilidade	questionou, ainda, sobre o preparo dos funcionários do VLT com os cuidados aos portadores de necessidades especiais e perguntou as providências sobre este assunto
13	04.01.2019	Acessibilidade	§1o. A implantação de novas ciclovias e ciclofaixas, assim como a manutenção das já existentes deve garantir nos cruzamentos, dispositivos de segurança e sinalização para a passagem de pedestres, inclusive mecanismos que respeitem a acessibilidade comunicacional.
11	08.11.2018	Segurança viária	explicou sobre a grande falta de educação de motoristas e pedestres, que dificultam atravessar a rua, em qualquer lugar.
17	10.04.2019	Segurança viária	ressaltou que a sinalização existe e está com boa visibilidade, tanto a horizontal como a vertical, porém os usos e costumes atrapalham.
13	04.01.2019	Sustentabilidade	A implantação de novas ciclovias, ciclofaixas e ciclorrotas será sempre definida em consonância com a infraestrutura do sistema municipal de mobilidade urbana, e articulada ao sistema de transporte coletivo público e programas de incentivo ao uso de bicicletas como meio de transporte urbano.
22	05.09.2019	Sustentabilidade	colocou outro assunto pertinente para discussão e que ainda está recente, pedindo a opinião dos conselheiros sobre a questão dos patinetes que estão chegando na cidade, se é uma opção interessante para a mobilidade, ou se existe algo a se melhorar.
22	05.09.2019	Transporte público	comentou o exemplo de algumas rodoviárias em São Paulo, como Tietê e Barra Funda, onde existe restrição de acesso nas plataformas, com a permissão de entrada, somente se portar a passagem.
26	16.01.2020	Transporte público	apresentou uma planilha comparativa dos anos anteriores e explicou que essa diminuição se dá devido à crise financeira que ocorreu de 2014 a 2016, e de 2016 a 2019 e com a chegada e crescimento de usuários do transporte particular por aplicativos

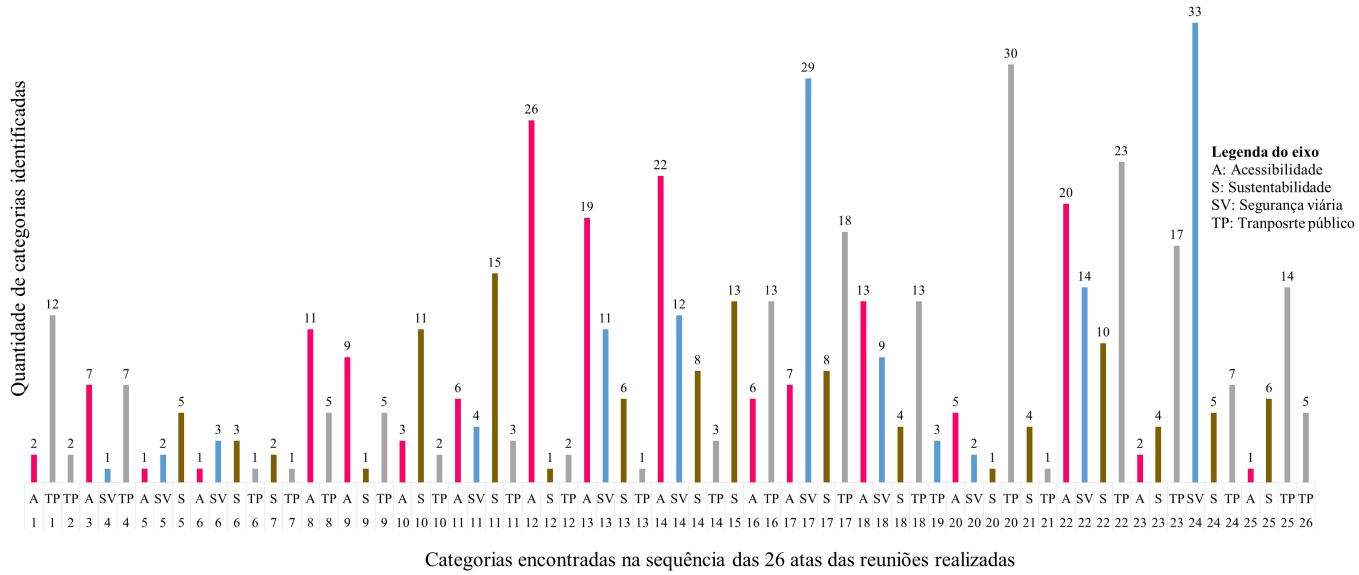
Fonte: dados da pesquisa.

Quadro III - Eixos temáticos encontrados na análise semântica das unidades de contexto

Categorias	Eixos temáticos					
Acessibilidade	Atendimento aos critérios de acessibilidade	Plano de mobilidade da cidade	Atendimento aos critérios de acessibilidade no plano de mobilidade			
Segurança Viária	Monitoramento de risco na vias	Orientação sobre o trânsito	Plano de mobilidade urbana			
Sustentabilidade	Mobilidade sustentável	Mobilidade urbana	Pessoas em situação de vulnerabilidade	Plano de mobilidade da cidade	Mobilidade urbana no plano de mobilidade	Pessoas em situação de vulnerabilidade no plano de mobilidade
Transporte público	Controle de tarifação	Qualidade na oferta no plano de mobilidade	Qualidade na oferta	Segurança na operação		

Fonte: dados da pesquisa.

Gráfico 1 - Categorias do ODS11.2 mencionadas nas atas das reuniões da CMTS



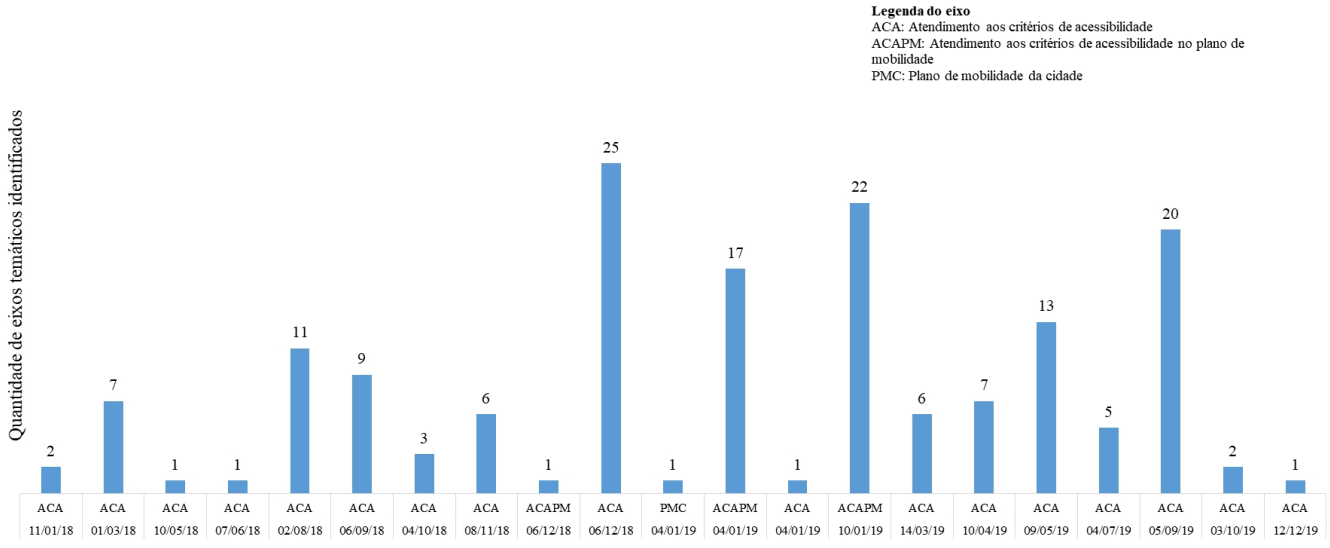
Fonte: dados da pesquisa.

Transporte Público

Conforme observado, embora tenha existido uma tendência de regularidade na proporção entre as unidades de contexto para as quatro categorias, a categoria transporte público foi a mais mencionada, conforme Gráfico 10 em que são consolidados os trechos identificados para cada uma das categorias.

Na categoria transporte público, foram destacados quatro eixos temáticos: controle de tarifação, qualidade na oferta no Plano de Mobilidade, qualidade na oferta e segurança na operação. O controle na tarifação foi o eixo que mais teve unidades extraídas e envolveu esclarecimentos no cálculo da tarifa, apontando a demanda como parâmetro mais decisivo no custo, que sua queda influencia no aumento do custo da tarifa do transporte público e tarifa de táxi, com discussões de controle da cobrança do serviço e possibilidade de irregularidades e abusos na cobrança.

Gráfico 2 - Eixos temáticos mencionados para a categoria Acessibilidade nas 26 atas analisadas



Fonte: dados da pesquisa.

Para segurança na operação, os assuntos foram a ausência de controle no uso dos patinetes, ocasionando risco para o uso, horários de risco para embarques e desembarques de cargas no comércio, assim como de transporte escolares, irregularidades no estacionamento, insegurança no terminal rodoviário.

No que se refere a qualidade da oferta, surgiram temas sobre a qualidade dos veículos utilizados no transporte público: 'anunciou que na sexta-feira passada a cidade recebeu mais vinte ônibus novos convencionais e que até meados de outubro vão receber mais sete micros, todos zero quilômetro, com ar condicionado, *Wi Fi*, com isto a idade média da nossa frota passa a ser de quatro anos e com certeza, uma das frotas mais novas do Brasil.', venda de passes nos pontos de ônibus, possibilidade de se implantar ônibus de turismo, boas práticas do uso do transporte público como a retirada de mochilas das costas, disponibilização de monitores nos ônibus, vagas de táxis em hospitais, transporte alternativo nos morros feitos por vans de lotação, necessidade de organizar a situação atual e combater o transporte clandestino, também prolongamento da plataforma de embarque e desembarque, com alargamento da calçada interna e nova cobertura.

Para o eixo qualidade na oferta no Plano de Mobilidade foi discutida a regulamentação do transporte com uso de aplicativos no município. No Gráfico 8 foi demonstrada a distribuição dos assuntos relacionados à categoria transporte público ao longo do período das atas analisadas e no Gráfico 9 a consolidação dos eixos temáticos.

Plano de Mobilidade e a meta 11.2 do ODS 11

Os temas discutidos seguiram a frequência de apontamento nas atas conforme Tabela I em que os eixos de temáticos de cada categorias foram mencionados no *corpus*.

Quanto à interação do ODS 11 às políticas públicas, é apontado na matriz de análise do IBAM as correlações dos ODS com as políticas nacionais vigentes, em que a mobilidade urbana tem correlação e afeta o tema da sustentabilidade urbana (LOPES, 2016). No *corpus* das atas da CMTS, foram identificadas discussões sobre mobilidade urbana em todas as categorias.

Os trechos totalizaram 87 unidades de contextos representando a 'fala' dos participantes das reuniões da comissão e foram distribuídos conforme materialidade das ações registradas nas atas a partir das discussões dos assuntos das reuniões sobre o Plano de Mobilidade, cada uma das categorias apresentou níveis de correlação com o plano de mobilidade, conforme Tabela II. A categoria acessibilidade foi a que apresentou maior quantidade de trechos registrados envolvendo o Plano de Mobilidade, foram 41 no total dos 87.

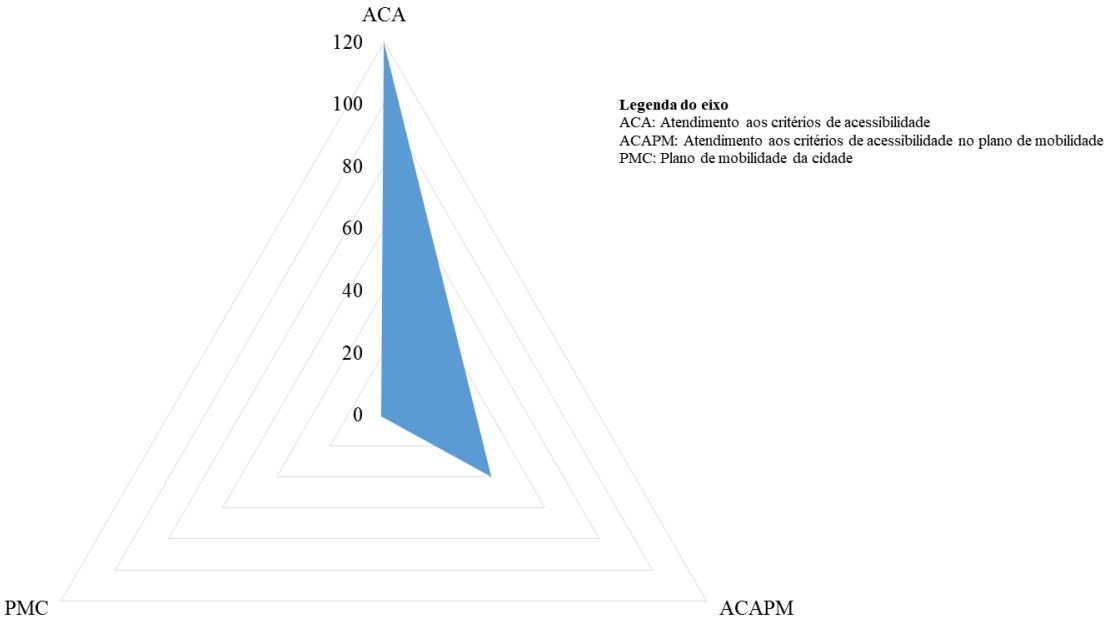
DISCUSSÃO

A partir da análise do *corpus* elaborado com as atas da CMTS, pode-se verificar num primeiro momento que os temas abordados envolveram o segmento de transporte de pessoas, entretanto o de cargas não foi mencionado nas atas. A CMTS é focada na parte urbana, restringindo as pautas verificadas nos eixos temáticos focados na mobilidade urbana da cidade e não incluiu sua conexão com as vias de integração para modais de transporte de mercadorias. Tal fato também pode ter ocorrido em função da entrada do porto estar antes da cidade e a carga não entrar na cidade.

O Gráfico 1 mostra que as quatro categorias estiveram presentes nos assuntos mencionados nas pautas das reuniões mensais da CMTS, o que pode caracterizar a discussão de questões envolvendo a meta 11.2 do ODS 11. Embora transporte público tenha sido o mais representativo detendo 33% do total dos trechos extraídos conforme o Gráfico 10, observou-se uma proporção distribuída de forma aproximada nas categorias acessibilidade, segurança viária, sustentabilidade e transporte público, o menor foi sustentabilidade com 18%. Ao se encontrar as quatro categorias pré-estabelecidas é possível mencionar que todos os aspectos envolvendo a meta 11.2 foram discutidos no decorrer do tempo em que as atas foram analisadas.

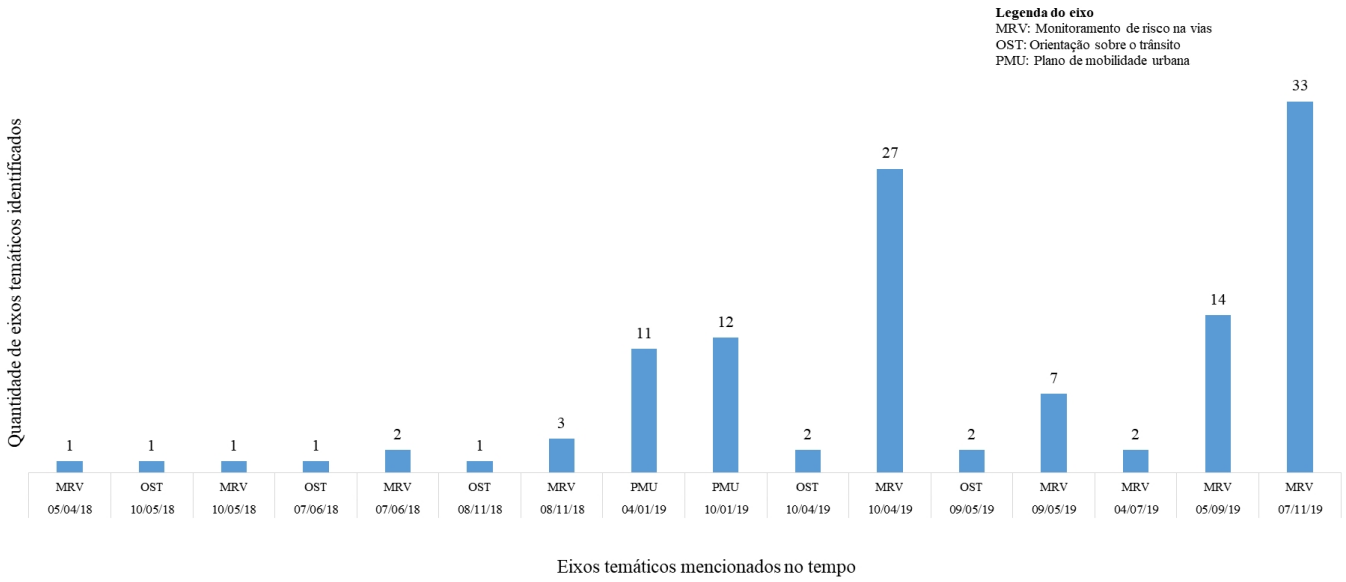
Assuntos como controle de tarifação, qualidade na oferta e segurança na operação estiveram nas discussões envolvendo o transporte público, como pode ser notado no Gráfico 9. Esse cenário mostra a mobilização para evidenciar problemas envolvendo as necessidades da

Gráfico 3 - Eixos temáticos consolidados para a categoria Acessibilidade nas 26 atas analisadas



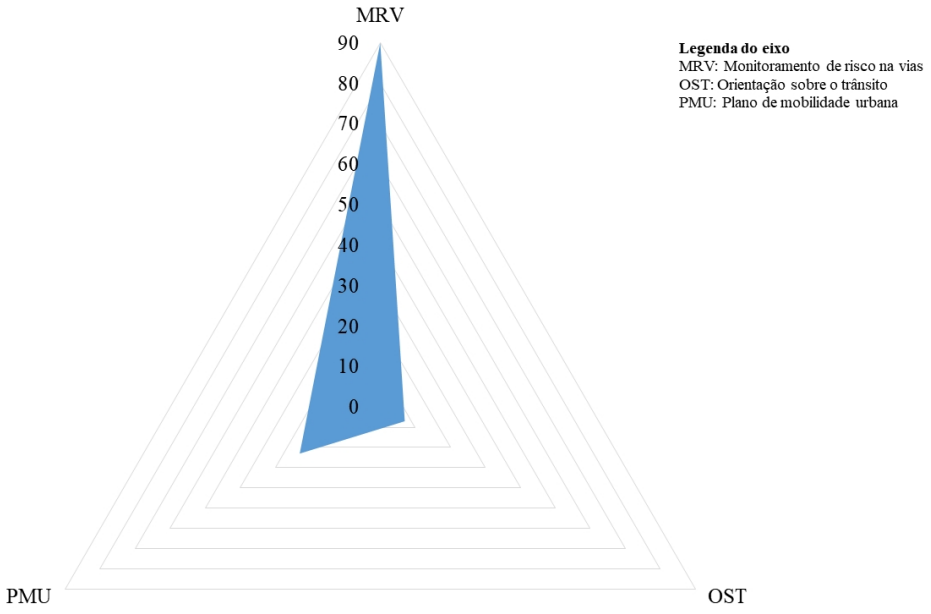
Fonte: dados da pesquisa.

Gráfico 4 - Eixos temáticos mencionados para a categoria Segurança Viária nas 26 atas analisadas



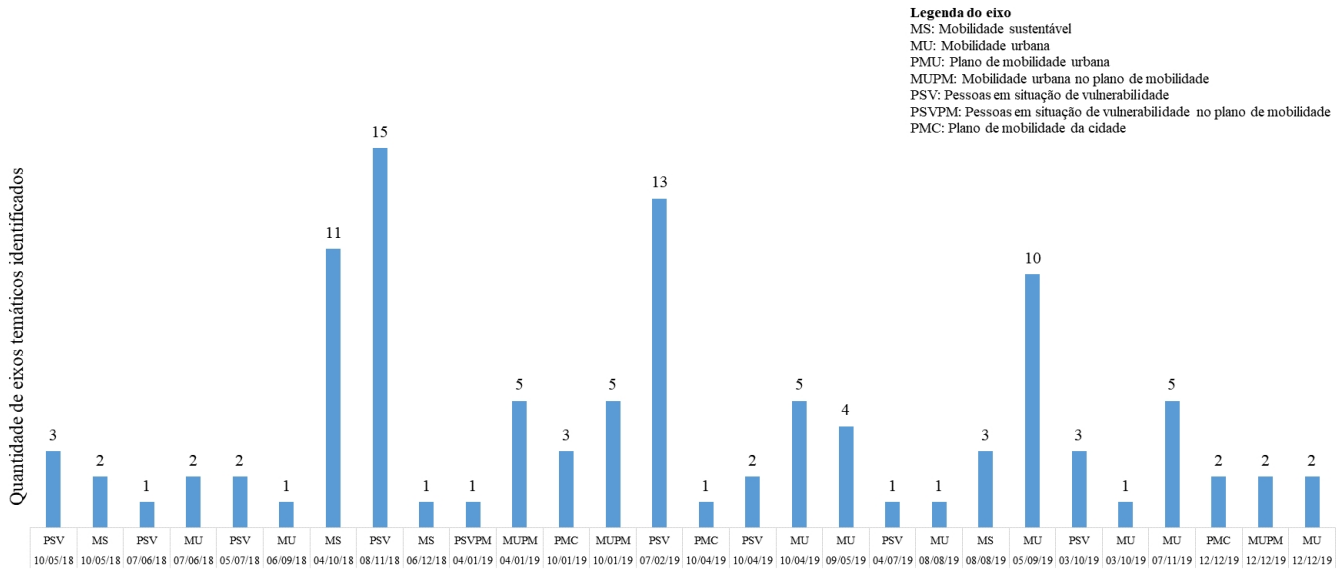
Fonte: dados da pesquisa.

Gráfico 5 - Eixos temáticos consolidados para a categoria Segurança Viária nas 26 atas analisadas



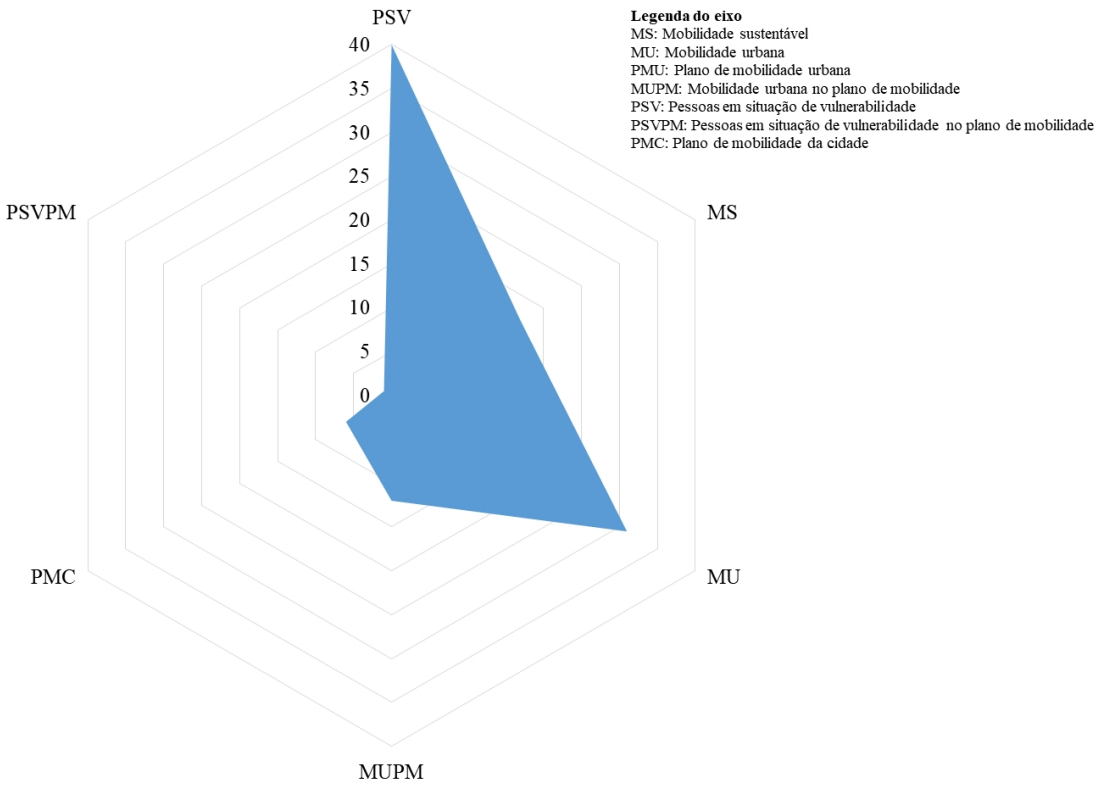
Fonte: dados da pesquisa.

Gráfico 6 - Eixos temáticos mencionados para a categoria Sustentabilidade nas 26 atas analisadas



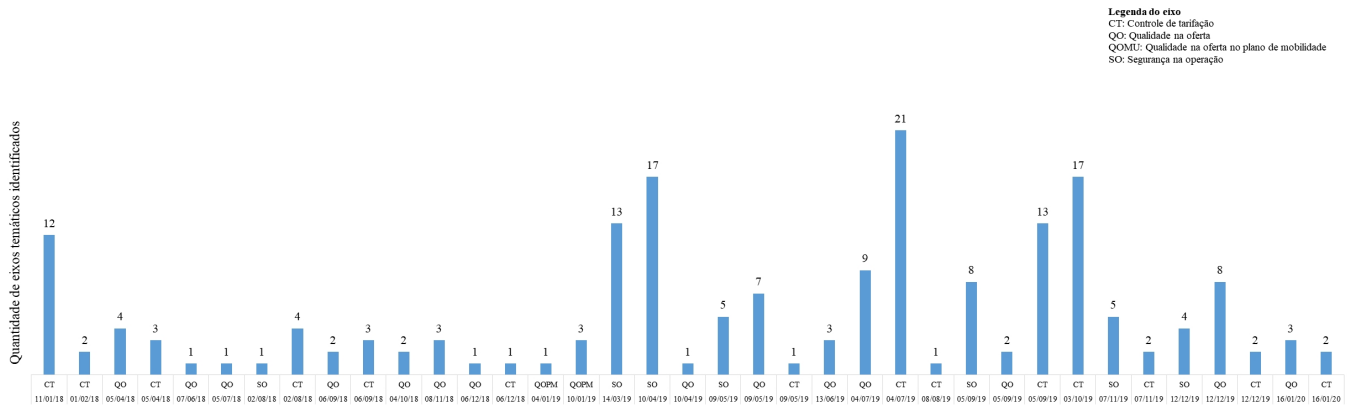
Fonte: dados da pesquisa.

Gráfico 7 - Eixos temáticos consolidados para a categoria Sustentabilidade nas 26 atas analisadas



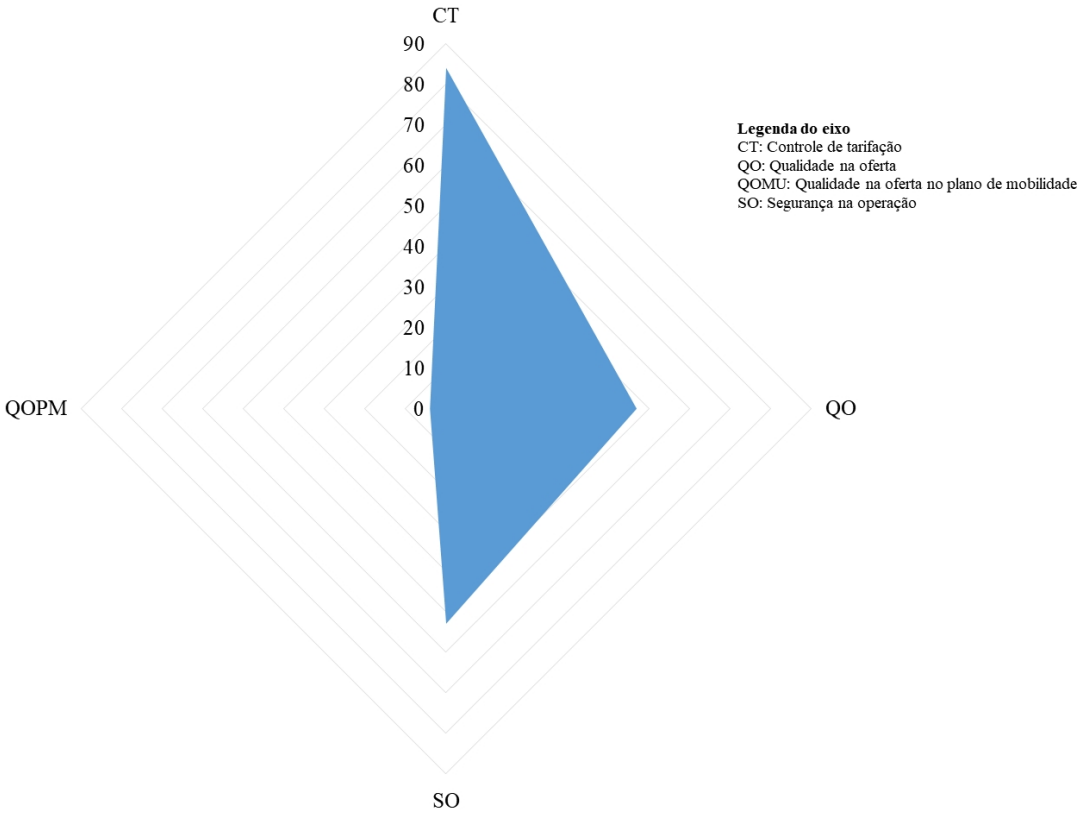
Fonte: dados da pesquisa.

Gráfico 8 - Eixos temáticos mencionados para a categoria Transporte Público nas 26 atas analisadas



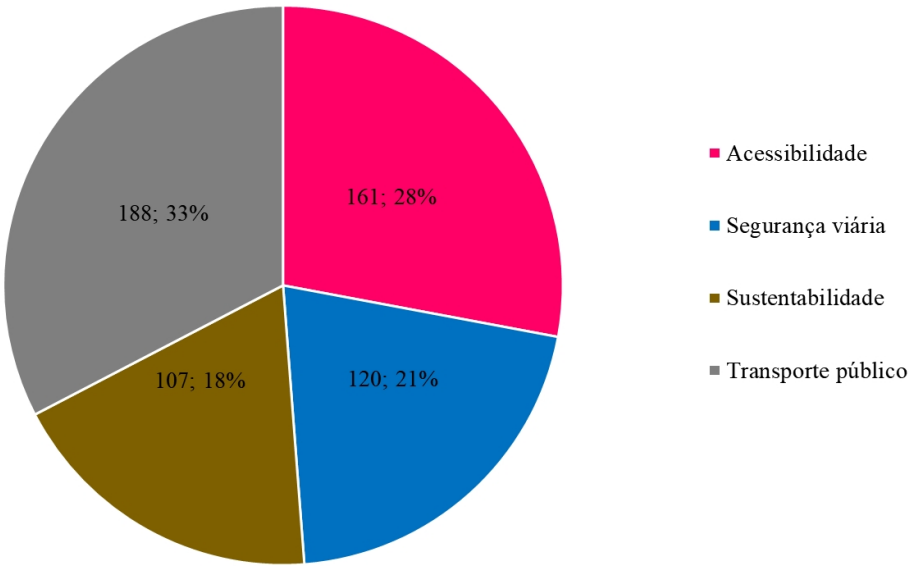
Fonte: dados da pesquisa.

Gráfico 9 - Eixos temáticos consolidados para a categoria Transporte Público nas 26 atas analisadas



Fonte: dados da pesquisa.

Gráfico 10 - Quantidade de vezes que as categorias foram mencionadas nas 26 Atas



Fonte: dados da pesquisa.

Tabela I - Alusão dos eixos temáticos nas atas das reuniões na proporção das categorias

Categoria	Eixo temático	Frequência discutida	Percentual
Acessibilidade		161	28%
	Atendimento aos critérios de acessibilidade	120	21%
	Atendimento aos critérios de acessibilidade no plano de mobilidade	40	7%
	Plano de mobilidade da cidade	1	0%
Segurança viária		120	21%
	Monitoramento de risco na vias	90	16%
	Orientação sobre o trânsito	7	1%
	Plano de mobilidade urbana	23	4%
Sustentabilidade		107	19%
	Mobilidade sustentável	17	3%
	Mobilidade urbana	31	5%
	Pessoas em situação de vulnerabilidade	40	7%
	Mobilidade urbana no plano de mobilidade	6	1%
	Plano de mobilidade da cidade	12	2%
	Pessoas em situação de vulnerabilidade no plano de mobilidade	1	0%
Transporte público		188	33%
	Controle de tarifação	84	15%
	Qualidade na oferta	47	8%
	Segurança na operação	53	9%
	Qualidade na oferta no plano de mobilidade	4	1%
	Totais	576	100%

Fonte: dados da pesquisa.

Tabela II – Quantidade de ‘falas’ identificadas na correlação das categorias com o tema mobilidade urbana pelo nível de intensidade

Intensidade	Acessibilidade	Segurança viária	Sustentabilidade	Transporte público	Total
muito melhor	8	2	2	1	13
ainda melhor	4	0	1	0	5
Melhor	16	9	9	1	35
Nada	13	12	7	2	34
Total Geral	41	23	19	4	87

Fonte: dados da pesquisa.

população, fortalecendo a importância do transporte público nas questões sociais da mobilidade urbana, que demandam políticas públicas para a construção de cidades mais justas e democráticas no nosso país (CARVALHO, 2020).

Como boa prática para os planos de transportes, reduzir a poluição atmosférica e as emissões sonoras contribuem para a melhoria da atratividade e qualidade do ambiente urbano (WOLFRAM, 2004). Ao se observar os resultados evidenciados nos assuntos discutidos na CMTS, o Gráfico 6 mostra nos eixos temáticos os objetivos esperados para sustentabilidade com exceção de medidas de descarbonização e das emissões sonoras, dando a indicação de que a comissão não discutiu assuntos ambientais relacionados ao transporte.

Na implementação da Agenda 2030, as ações municipais das grandes cidades com o setor privado, sociedade civil como ONGs, universidades e fundações são fundamentais para a implementação dos objetivos de sustentabilidade (WISSENBACH; BICEV, 2019). Ao se verificar a matriz de análise consolidada na Tabela II e a discussão do PMU pela CMTS nos eixos temáticos das quatro categorias, entende-se um alto nível na

correlação da meta 11.2 com as políticas nacionais vigentes no atendimento da lei para instituição do PNMU por meio da elaboração do PMU e o envolvimento da CMTS na validação do conteúdo, o que valida essa expectativa no papel da prefeitura na transformação dos objetivos locais da cidade de Santos. A categoria com mais trechos associados nas discussões do plano de mobilidade foi acessibilidade, em que os conteúdos encontrados nos 16 trechos foram ponto de partida para planos de ação. A categoria transporte público teve a menor quantidade de registros relacionados às discussões no plano, foram 4 dentre os 87.

Conforme PMDE-BS 2014-2030 (2014), a Baixada Santista apresenta dez demandas no eixo temático mobilidade e acessos. Dessas demandas foram observadas as discussões nas atas sobre ciclovias, a integração do VLT, PMU, e, além da ausência de transporte de cargas mencionada no parágrafo inicial desta discussão, também não foi identificada a discussão da sazonalidade de cargas e turistas, investimentos, transporte hidroviário ou opções de transposição rodoviária.

Os aspectos de segurança viária não mencionaram planos para mitigar a dificuldade de transposição nas rodovias, o tema segurança viária abordou questões das vias urbanas como dispositivos de controle, cumprimento de medidas a partir de parâmetros definidos na legislação, obstruções e alterações nas vias que pudessem oferecer o aumento de risco e consequentemente a ocorrência de acidentes para a população de um modo geral. Esse resultado indicou que embora os assuntos estivessem relacionados ao desenvolvimento sustentável para transportes pela meta 11.2 do ODS 11, não estavam focando também em todas as demandas indicadas no PMDE-BS 2014-2030.

A questão do veranismo em Santos em que a população pode triplicar e a pendularidade que piora a qualidade de vida da população e a implementação do VLT entre os municípios de Santos e São Vicente foi um exemplo de opção sustentável para a mobilidade para proporcionar melhoria na mobilidade urbana (CARRIÇO; PINHO, 2021). Esse tópico não foi discutido pelos participantes da CMTS.

O município apresenta desafios como o fluxo da entrada da cidade que sofre com congestionamentos grandes e constantes e o crescimento da frota de veículos na cidade que tem sido acentuado, o que desafia o poder público na manutenção de índices controlados e aceitáveis para o trânsito na cidade (PEDROSA; SILVA; OLIVEIRA, 2021). Esses assuntos não foram identificados no *corpus*.

O tema sustentabilidade foi o discutido com menor frequência nos trechos extraídos em relação aos demais e o ponto intensidade do fluxo pelo crescimento da frota não apareceu nas discussões, a mobilidade urbana e a mobilidade sustentável envolveu a disponibilização de novo bicicletário, renovação de contrato para o projeto Bike Santos, o Plano de Mobilidade contemplou a definição do Plano de Transportes, transporte por aplicativos, uso de bicicletas e patinetes. Embora a categoria transporte público tenha sido a mais mencionada, o eixo temático mais abordado foi o controle de tarifação, não apresentando registros relacionados à temática de incentivo ao uso do transporte público para contenção do aumento do fluxo do tráfego, como observado no Gráfico 9.

Mesmo que o controle da tarifa do transporte público tenha feito parte das discussões, assim como a dimensão ambiental, a questão econômica envolvendo os deslocamentos de mercadorias não foi mencionada, podendo indicar que as dimensões econômicas e ambientais são oportunidades a serem verificadas nas reuniões realizadas pela CMTS.

CONCLUSÕES

Parte-se da premissa teórica de que o desenvolvimento sustentável pode ser alcançado pela busca no atendimento das dimensões econômica, social e ambiental presentes na base dos ODS e que para o ODS 11 os aspectos envolvendo acessibilidade, sustentabilidade, segurança viária e transporte público direcionam as metas do município para o desenvolvimento sustentável no transporte.

O resultado do trabalho evidenciou que a mobilidade urbana sustentável pode ser atingida por meios alternativos de transporte como o patinete e a bicicleta, mas que o seu uso impacta no sistema

com a alteração da demanda para as demais alternativas. O foco nas dimensões em que os ODS estão conectados, envolve a atenção a todos eles uma vez que a ausência do equilíbrio pode ocasionar uma tendência de concentração em partes das dimensões e dificultar o atingimento do desenvolvimento sustentável. No resultado do estudo os eixos temáticos estiveram associados à dimensão social e as demandas de transporte para aspectos econômicos e ambientais do município não foram identificadas. A meta 11.2 do ODS 11 explicita a situação da vulnerabilidade no acesso a sistemas de transportes impactando a qualidade de vida da população de um município e pode evidenciar necessidades de atendimento de acessibilidade para pessoas com algum tipo de deficiência.

Na prática foram identificadas a importância do papel da sociedade no plano de mobilidade urbana para que os assuntos sejam discutidos pelos envolvidos com a finalidade de atingir as demandas necessárias do município, como o desenvolvimento sustentável de um município pode ser alcançado por meio das ações de locais e como as discussões de transporte de um município podem se relacionar aos aspectos da meta 11.2 do ODS 11.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1995. (ISBN: 972-44-0898-1).

BRASIL. LEI No 12.587 DE 3 DE JANEIRO DE 2012. Regulamenta a Lei no 12.587, de 03 de janeiro de 2012, que institui o Plano Nacional de Mobilidade Urbana - PNMU, dispõe sobre o instrumento da política de desenvolvimento urbano de que tratam o inciso XX do art. 21 e o art. 182 da Constituição Federal. [S. l.: s. n.], 2012. (disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm)

CARRIÇO, J. M.; PINHO, R. M. L. A URBANIZAÇÃO NA ZONA COSTEIRA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS – O CASO DA RMBS NO ESTADO DE SÃO PAULO. LEOPOLDIANUM, Santos, v. 47, n. 131, p. 20–20, 2021.

CARVALHO, I. M. M. de. DESIGUALDADES RACIAIS NO ESPAÇO URBANO. Cadernos do CEAS: Revista crítica de humanidades, Salvador, v. 45, n. 249, p. 137–166, 2020. (https://doi.org/10.25247/2447-861X.2020.N249.P137-166)

CONTEÚDO BÁSICO DO PLANO URBANO INTEGRADO - CIDADES SUSTENTÁVEIS. (s/d), 2022. In: https://www.cidadessustentaveis.org.br/institucional/planejamento-integrado_conteudo-basico. (acesso: Abril 2022).

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). (s/d), 2010. In: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/santos/panorama (acesso: Setembro 2021).

IPEA (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA). Brasília, (s/d) 2019. In: https://www.ipea.gov.br/ods/publicacoes.html (acesso: Setembro 2021).

LOCATELLI, I. P. V.; BERNARDINIS, M. de A. P.; MORAES, M. do A. Uma aproximação entre as políticas públicas de mobilidade urbana e os objetivos de desenvolvimento sustentável em Curitiba-PR. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, Curitiba, v. 9, n. 1, p. e16850, 2020. (https://doi.org/10.5585/geas.v9i1.16850).

LOPES, A. Políticas públicas para cidades sustentáveis : Integração intersetorial, federativa e territorial. Rio de Janeiro, 2016. https://repositorio.iica.int/handle/11324/3063

MOBILIDADE URBANA. Santos, (s/d) 2022. https://www.santos.sp.gov.br/static/files_www/files/portal_files/SEDURB/1628169471452_mobilidade_urbana.pdf

PEDROSA, R. A.; SILVA, G.; OLIVEIRA, E. de J. Transporte público, Mobilidade urbana e a percepção dos usuários em Santos (SP). HUMANIDADES E TECNOLOGIA(FINOM), Paracatu, v. 29, n. 1, p. 01–17, 2021. (disponível em: http://revistas.icesp.br/index.php/FINOM_Humanidade_Tecnologia/article/view/1596)

PLANO METROPOLITANO DE DESENVOLVIMENTO ESTRATÉGICO DA BAIXADA SANTISTA 2014-2030. São Paulo: (s/d), 2014. In: www.geobrasilis.com.br (acesso: Setembro 2022).

SANTOS. LEI COMPLEMENTAR No 1.087 DE 30 DE DEZEMBRO DE 2019. Institui o Plano Municipal de Urbanas de Santos, e dá outras providências mobilidade e acessibilidade. (s/d), 2019. In: https://egov.santos.sp.gov.br/legis/

documents/7938#:~:text=INSTITUI O PLANO MUNICIPAL DE,de 31%2F12%2F19 (acesso: Setembro 2022).
WISSENBACH, T.; BICEV, J. Nota técnica: Metodologia de Padronização dos Indicadores do Programa Cidades Sustentáveis com as ODS. 2019. (disponível em: https://www.cidadessustentaveis.org.br/arquivos/link/pcs-ods-technical-note-04-08.pdf)
WOLFRAM, M. União Europeia - Trafficlab. Cologne, 2004. In: https://trafficlab.eu/documenti-e-downloads/normative/sicurezza-stradale/6-2-5-•-unione-europea/ (acesso: Setembro 2022).

Capítulo II

INTENSIDADE DA EROSÃO COSTEIRA ATRAVÉS DE GEOINDICADORES NO LITORAL NORTE DA PARAÍBA - BRASIL



INTENSIDADE DA EROSÃO COSTEIRA ATRAVÉS DE GEOINDICADORES NO LITORAL NORTE DA PARAÍBA - BRASIL

Ana Luiza Epifanio de Souza [1]; Jessyca Janyny de Oliveira Saraiva-Maia[2]; Nadjacleia Vilar Almeida[3]

[1,2] Graduação em Ecologia da Universidade Federal da Paraíba, Av. Santa Elizabete, s/n, Rio Tinto, Paraíba, CEP 58297-000, [1]ana.epifanio@academico.ufpb.br (autora correspondente), [2]janyny43@gmail.com
[3] Centro de Ciências Aplicadas e Educação, Universidade Federal da Paraíba, Av. Santa Elizabete, s/n, Rio Tinto, Paraíba, CEP 58297-000, nadjacleia@ccae.ufpb.br

RESUMO

A erosão costeira é um processo natural que foi e é responsável por modelar a paisagem costeira, porém esse processo é intensificado pelas ações antrópicas, destacando-se nesse trabalho o impacto do avanço da urbanização, problema observado no trecho urbano do município de Baía da Traição, litoral norte da Paraíba, Brasil. O objetivo desta pesquisa foi analisar a intensidade da erosão na linha de costa do trecho urbano do município de Baía da Traição-PB, por meio de geoindicadores. A determinação dos geoindicadores partiu da adaptação dos indicadores de erosão propostos por Souza (2009) e também dos geoindicadores propostos nos trabalhos de Reis (2019) e Pereira (2020). A intensidade de erosão foi analisada num trecho de 3 quilômetros que foi subdividido em três trechos de 1 quilômetro. Para identificação dos geoindicadores foi realizada a fotointerpretação através das imagens do software *Google Earth* e levantamentos realizados in situ através de observações e registros de imagens durante o campo. Feito isso, foram encontrados na área de estudo 13 geoindicadores, dos quais 6 estavam concentrados no trecho B, caracterizando-o como o trecho que apresenta maior intensidade erosiva. Em paralelo à presença dos geoindicadores, podemos observar a influência positiva da barreira natural (recife arenítico) presente na região, evidenciando a importância da proteção exercida pelos elementos da paisagem na mitigação aos processos erosivos no litoral em geral, incluindo na região costeira deste trabalho. Por fim, esse trabalho só reforça a necessidade da gestão das áreas costeiras, além de um planejamento urbano-ambiental em locais que apresentam atividades erosivas, a fim de minimizar os impactos à população humana residente neste ambiente.

Palavras-chave: Impactos Ambientais; Paisagem Costeira; Gestão costeira; Planejamento Urbano-ambiental.

ABSTRACT

Coastal erosion is a natural process that was and is responsible for shaping the coastal landscape, but this process is intensified by anthropic actions, highlighting in this work the impact of the advance of urbanization, a problem observed in the urban stretch of the municipality of Baía da Traição , north coast of Paraíba, Brazil. The objective of this research was to analyze the intensity of erosion on the coastline of the urban stretch of the municipality of Baía da Traição-PB, using geoindicators. The determination of the geoindicators was based on the adaptation of the erosion indicators proposed by Souza (2009) and also the geoindicators proposed in the works of Reis (2019) and Pereira (2020). Erosion intensity was analyzed in a 3-kilometer stretch that was subdivided into three 1-kilometer stretches. In order to identify the geoindicators, photointerpretation was performed using images from the Google Earth software and surveys carried out in situ through observations and image recordings during the field. After that, 13 geoindicators were found in the study area, of which 6 were concentrated in stretch B, characterizing it as the stretch with the highest erosion intensity. In parallel to the presence of geoindicators, we can observe the positive influence of the natural barrier (sandstone reef) present in the region, evidencing the importance of the protection exercised by the landscape elements in mitigating erosion processes on the coast in general, including the coastal region of this work. Finally, this work only reinforces the need for management of coastal areas, in addition to urban-environmental planning in places that present erosive activities, in order to minimize the impacts on the human population residing in this environment.

Keywords: Environmental Impacts; Coastal Landscape; Coastal Management; Urban-environmental planning.

INTRODUÇÃO

A região costeira é uma zona de transição e de interações, onde há o encontro entre a terra e o mar, além do encontro e interação desses dois ambientes com a atmosfera (BIRD, 2008). Vinculado a característica dinâmica da região costeira, podemos encontrar algumas problemáticas, como a erosão costeira, que segundo NICOLODI (2008), é um processo natural que foi e é responsável por modelar a paisagem costeira, porém, hoje esse processo é intensificado pelas ações antrópicas.

A ocupação desordenada do território, que ocorre desde a colonização do Brasil, vem contribuindo significativamente para o processo erosivo em áreas urbanas costeiras, tendo em vista que a ocupação humana sem um planejamento, acaba interferindo na dinâmica natural do ambiente e consequentemente alterando suas paisagens (SANTOS, 2012). Essa ocupação desordenada somada aos riscos a que essas áreas estão sujeitas, fazem com que os impactos das atividades erosivas atinjam as pessoas de forma heterogênea (SILVEIRA et al., 2009)

Para além da ocupação desordenada do território, um agravante ao processo erosivo na região costeira, derivado das mudanças climáticas, é o aumento do nível médio do mar, que em conjunto com a dinâmica da região, os processos de equilíbrio sedimentar e as ações antrópicas, fazem com que essa área se torne uma região de alta vulnerabilidade, o que representa risco para os habitantes dessa região. Para SANTOS (2015) os ambientes urbanos atingidos por impactos ambientais, sejam de causas naturais ou não, são vistos como áreas de risco para a população.

BELÉM (2007) em seu estudo sobre risco de inundação de zonas costeiras estima que o nível médio do mar, na região costeira brasileira, aumentará 0,5m nos próximos 50-100 anos. Nessa perspectiva, estudos antecipatórios sobre a intensidade da erosão costeira nessas regiões, devem acontecer, visto que, existem pessoas residindo nesses locais e em muitos dos casos, essa ocupação é desordenada e em território inapropriado, ou seja, de risco. Assim, com os estudos antecipatórios, pode-se prevenir desastres relacionados à erosão e ao aumento do nível médio do mar.

Dito isto, uma das formas de analisar a intensidade da erosão costeira, em áreas que apresentam histórico erosivo, é a utilização dos geoindicadores, que conforme BUSH et al. (1999) vem sendo uma alternativa que facilita prever desastres, além de ser uma ferramenta que ajuda a analisar a dinâmica erosiva da região costeira. Os geoindicadores referem-se às características físicas dos locais, em que a partir da identificação e observação, pode-se fazer uma interpretação e categorizar os processos erosivos de acordo com a sua intensidade.

Para a realização deste trabalho, foram considerados os indicadores de erosão propostos no trabalho de SOUZA (2009), no qual os indicadores estão relacionados à paisagem característica das regiões costeiras que sofrem com o processo erosivo. Os indicadores encontrados nos trabalhos de SOUZA (2009) podem ser aplicados e adaptados para avaliar a erosão costeira do litoral brasiliero como um todo, pois muitas características bióticas e abióticas apresentam semelhança na extensão costeira.

Para além da adaptação dos indicadores de erosão de SOUZA (2009), foram adaptados os geoindicadores presentes nos trabalhos de REIS (2019) e PEREIRA (2020) sobre o litoral do estado da Paraíba.

Portanto, esta pesquisa tem como objetivo analisar a intensidade da erosão na linha de costa do trecho urbano do município de Baía da Traição, Litoral Norte da Paraíba, por meio de geoindicadores, visando auxiliar no fornecimento de dados e subsídios à ações de planejamento e gestão na zona costeira do município.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da Área de Estudo

O estado da Paraíba, localizado na região Nordeste do Brasil, possui uma costa com extensão aproximada de 138 quilômetros, no qual é dividida entre litoral sul, ao sul da capital do estado - João Pessoa, e litoral norte, ao norte da capital paraibana (ARAÚJO, 2013). Segundo NEVES et al. (2016), ao longo da região costeira do estado encontram-se 13 municípios, nos quais estima-se que a população residente seja de aproximadamente um milhão.

A área de estudo desta pesquisa está inserida no município de Baía da Traição, localizado no litoral norte do estado da Paraíba, inserido no território indigena da etnia Potiguara (SILVA E ALMEIDA, 2017).

Situado no bioma Mata Atlântica (IBGE, 2019), o município possui uma extensão de praia de cerca de 15 quilômetros e uma população aproximada de 9.224 habitantes, tendendo ao

aumento em períodos de alta estação ou datas comemorativas como o carnaval (população flutuante) (IBGE, 2022).

Nessa extensão encontramos imóveis residenciais tanto dos moradores locais, como também de veranistas que possuem casa na cidade. Além disso, podemos nos deparar com alguns estabelecimentos comerciais, como bares e depósitos de materiais para construção.

Segundo a classificação realizada por CARVALHO (1982), o município de Baía da Traição está incluído na formação geológica Barreiras e na unidade morfoestrutural de Tabuleiros litorâneos. Dito isto, na região costeira do município de Baía da Traição, podemos observar feições geomorfológicas como recifes areníticos, que percorrem paralelamente quase toda a linha de costa do município na direção NNW-SSE, atuando como barreira natural da linha de costa na qual ela encontra-se em paralelo (BELTRÃO, 2015). Para além dos recifes, podemos encontrar o município, dunas e falésias. Essas feições geomorfológicas da paisagem atuam como agente abiótico na formação e dinâmica da paisagem local, além de serem atrativos turísticos nesta região.

Portanto, a área de estudo desta pesquisa, compreende um trecho da linha de costa em área urbana no município de Baía da Traição - litoral norte da Paraíba, com extensão aproximada de 3 quilômetros, localizada entre a praia das Trincheiras e a praia do Forte (Figura 1).

Procedimentos Metodológicos

Visando a delimitação da linha de costa, considerou-se que a costa é a zona entre a borda da água na maré baixa e o limite superior da ação efetiva das ondas, geralmente estendendo-se até a base da falésia (BIRD, 2008).

Para melhor detalhar os processos erosivos que ocorrem, o trecho de 3 quilômetros foi compartimentado em três trechos de 1 quilômetro, sendo eles de SE para NW: Trecho A, Trecho B e Trecho C.

A determinação dos geoindicadores partiu da adaptação dos indicadores de erosão propostos por SOUZA (2009) e dos geoindicadores propostos

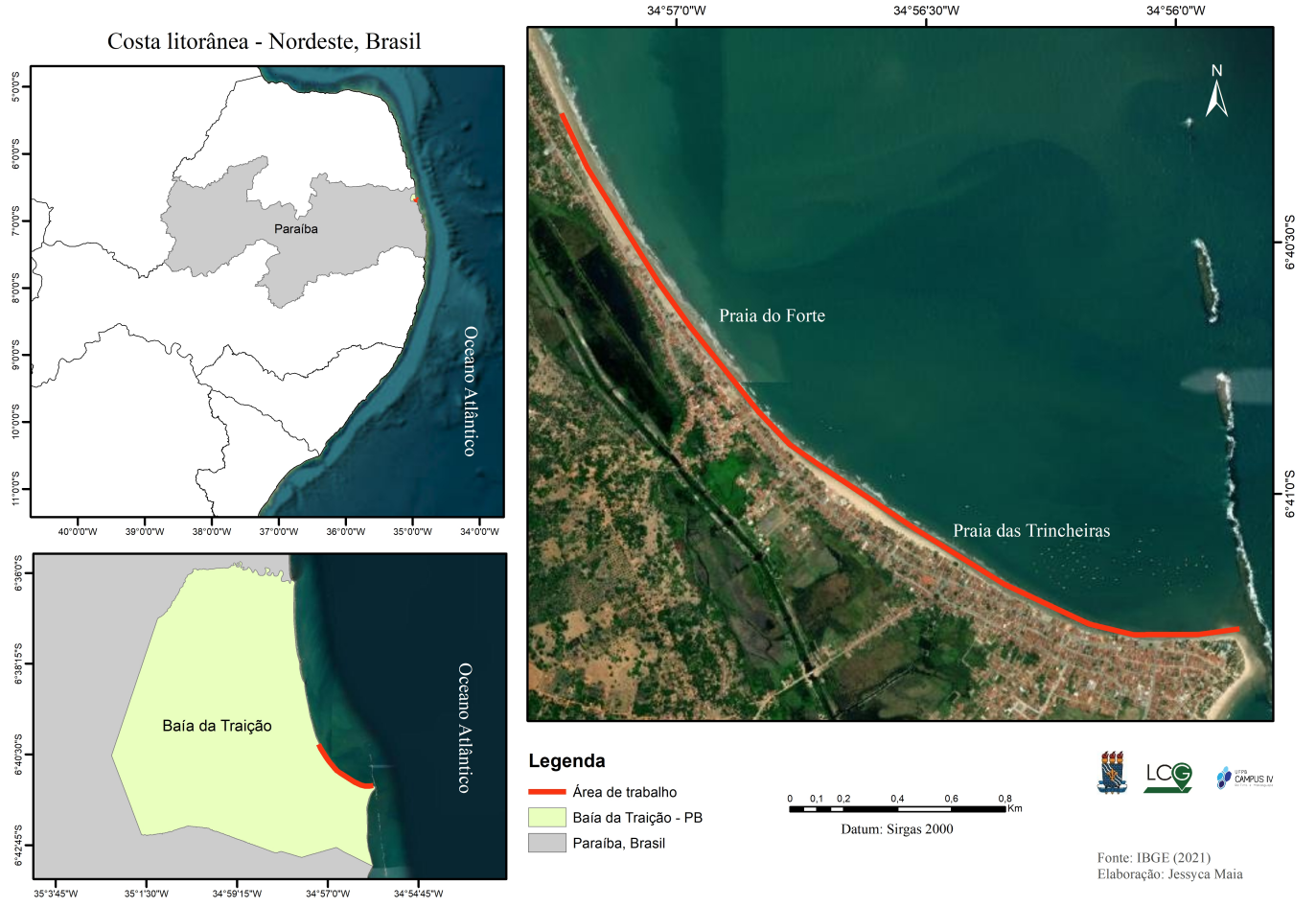


Figura 1. Localização da área de estudo, Baía da Traição - Paraíba, Brasil.

nos trabalhos de REIS (2019) e PEREIRA (2020) (Tabela 1).

No sentido de determinar quais são as áreas que possuem uma alta intensidade erosiva, considerou-se a frequência de ocorrência dos geoindicadores ao longo do trecho estudado e os seus respectivos pesos, que somados indicam a intensidade da erosão do trecho.

Para identificação dos geoindicadores foi realizada a fotointerpretação através das imagens do software *Google Earth* e levantamentos realizados *in situ* por meio de observações e registros de imagens durante o campo. Assim, foi possível a classificação de intensidade de erosão de cada trecho estudado - trechos A, B e C.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise do trecho urbano evidenciou alta intensidade erosiva. Dentre os trechos divididos ao longo dos 3 quilômetros, o que apresentou maior intensidade de erosão foi o trecho B, no qual somado os pesos dos geoindicadores encontrados chega-se ao total de intensidade 12, seguido do trecho C com o total para a intensidade de 8 e o trecho A com 7 (Figura 2 e Tabela 2).

Ao longo dos 3 quilômetros, registrou-se a presença de habitações residenciais, hotéis, pousadas, locais de lazer e sociabilidade, como praças e empreendimentos comerciais, os quais vêm sendo atingidos de forma direta ou indireta

Tabela I: Tabela de Classe e seus respectivos geoindicadores. Adaptada por autores, com base em Souza (2009), Reis (2019) e Pereira (2020) .

Classe		Geoindicador	Peso
I.	Intensidade Nula	Não apresenta geoindicador	**0**
II.	Intensidade Baixa	Vegetação rasteira de duna ou restinga com raízes expostas e escarpa erosiva nas dunas.	**1**
III.	Intensidade Moderada	Árvores na face de praia com raízes expostas; marcas de erosão na base de muros residenciais; pós-praia estreito ou inexistente.	**2**
IV.	Intensidade Alta	Obras estruturais de proteção costeira; infraestrutura da orla danificada por processos erosivos.	**3**

pelo processo de erosão costeira que atinge a região, pois, por se tratar de uma área urbana, os impactos da erosão ficam ainda mais evidentes tanto pelos moradores quanto pelos turistas.

Segundo SOUZA E GALVÃO (2011), um dos processos responsáveis por modelar a linha de costa da Baía da Traição são as ondas e as marés. Dito isto, sobre a área de estudo dessa pesquisa, a partir da tábua de maré PORTO DE CABEDELO (2023), verificou-se que a amplitude de maré, tende a variar ao longo do ano entre 0.0 e 2.8 (existem casos excepcionais, no caso de ressacas, em que a amplitude máxima pode ser superior a 2.8). Os processos acima, em associação ou não, geram processos erosivos ou dispositivos (deposição de sedimento na linha de costa).

Pela extensão dos 3 quilômetros da área de estudo, mesmo que exista uma proximidade entres os trechos de praia, ambos apresentam suas particularidades, principalmente em relação ao tipo de sedimento encontrado em cada um dos trechos, em que a granulometria dos grãos de areia pode variar de fino a grosso. A característica dos sedimentos encontrados na linha de costa está

ligada à dinâmica encontrada na região e também na relação entre a linha de costa e a proteção exercida pelo recife arenítico. Em locais com proteção, ou seja, locais que em paralelo a linha de costa apresentam o recife, encontramos sedimentos mais finos e locais com pouco ou nenhuma proteção apresentam sedimentos mais grossos.

Assim, feita a análise dos geoindicadores observou-se que dentre os três trechos (A, B e C) o que apresentou maior intensidade de erosão foi o trecho B, com um total de 6 geoindicadores, sendo eles: 2 geoindicadores de intensidade baixa (Restinga com raízes expostas e Escarpa erosiva nas dunas), 2 de intensidade moderada (Árvores na face de praia com raízes expostas e Marcas de erosão na base de muros residenciais) e 2 geoindicadores de intensidade alta (Obras estruturais de proteção costeira e Infraestrutura da orla danificada por processos erosivos), totalizando o valor 12 para intensidade de erosão.

No trecho B, podemos fazer uma análise relacionando a quantidade de geoindicadores de erosão com a presença do recife de arenito que atua como barreira natural, amenizando os efeitos abrasivos das ondas do mar nas praias locais. Neste caso, como não há tanta proteção dessa barreira, pois à medida que nos direcionamos para o norte do município de Baía da Traição, encontramos pouca ou nenhuma presença desse elemento de proteção (Figura 2). A linha de costa é muito mais afetada pelo choque mecânico das ondas, visto que, com a ausência ou pouca presença da barreira natural, não ocorre a diminuição da energia das ondas, o que facilita o processo erosivo nesta região.

Quanto ao tipo de sedimento depositado no trecho B, observou-se em campo, que o trecho B possui grãos com maior granulometria, porém não maior que a granulometria dos grãos de areia encontrados no trecho C. Isto nos mostra a influência das marés, que possuem amplitudes que variam ao longo do dia e dos meses, o que significa que maiores amplitudes conseguem atingir um nível maior da linha de costa e assim transportar ou retirar sedimento da faixa de praia, além da influência das ondas sobre a características dos sedimentos e também no processo erosivo. O



Figura 2. Intensidade de erosão nos trechos A, B e C, em área urbana do município de Baía da Traição-PB, Brasil.

Tabela II: Resultado de análise dos geoindicadores.

Trecho	Geoindicadores Presentes	Classe de Intensidade	Total
Trecho A	● Árvores na face de praia com raízes expostas; ● Marcas de erosão na base de muros residenciais; ● Obras estruturais de proteção costeira.	● **Moderada** ● **Moderada** ● **Alta**	**7**
Trecho B	● Restinga ou com raízes expostas ● Escarpa erosiva nas dunas; ● Árvores na face de praia com raízes expostas; ● Marcas de erosão na base de muros residenciais; ● Obras estruturais de proteção costeira; ● Infraestrutura da orla danificada por processos erosivos.	● **Baixa** ● **Baixa** ● **Moderada** ● **Moderada** ● **Alta** ● **Alta**	**12**
Trecho C	● Escarpa erosiva nas dunas; ● Marcas de erosão na base de muros residenciais; ● Pós-praia estreito ou inexistente; ● Obras estruturais de proteção costeira;	● **Baixa** ● **Moderada** ● **Moderada** ● **Alta**	**8**

produto desse processo costeiro erosivo é a formação de "degraus" ou escarpas erosivas nas dunas (Figura 3).

Ademais, nesse trecho encontramos uma maior linha de costa, coincidindo com os locais de maior ocupação humana na região costeira de Baía da Traição, Paraíba (LIMA, 2002).

Já no trecho C, foram identificados 4 geoindicadores de erosão, sendo: 1 de intensidade baixa (Escarpa erosiva nas dunas), 2 de intensidade moderada (Marcas de erosão na base de muros residenciais e Pós-praia estreita ou inexistente) e 1 de intensidade alta (Obras estruturais de proteção costeira), somando um total de 8 para a intensidade de erosão.

Seguindo a análise que foi realizada para o trecho B, o trecho C não está sob o efeito de proteção da barreira natural (Figura 2), isso pode ser observado no tipo de sedimento encontrado na praia, que possui granulometria superior ao trecho B. Para além dessa característica, nota-se que esse trecho é um dos que vem sofrendo com os efeitos abrasivos do processo erosivo.

Esse processo é acentuado com o regime de marés de sizígia, na qual a amplitude da maré atinge o seu máximo, e consequentemente atinge os limites em que encontram-se essas residências, estabelecimentos e instalações públicas. Segundo BELTRÃO (2015) esse processo vem evoluindo exponencialmente e causando danos a pelo menos 20 anos. Assim, esse trecho apresenta um quantitativo menor de residências e estabelecimentos, pois devido ao processo erosivo atuante no trecho, ocorreu o processo de desocupação desses espaços à medida que o mar foi "avançando" e derrubando casas além de instalações públicas, como praças (Figuras 4 e 5).

Por fim, o trecho que apresentou menor quantidade de geoindicadores e menor valor de intensidade (valor 7) foi o trecho A, com: 2 geoindicadores de intensidade moderada e 1 de intensidade alta - tabela 2. Isso pode ser explicado pela maior proximidade da barreira natural (recife arenítico) que protege o trecho A contra a ação das ondas (Figura 2). Essa correlação entre o processo erosivo e a barreira natural foi vista por SILVA E ALMEIDA (2017) no seu trabalho sobre a

Dinâmica da paisagem costeira da cidade da Baía da Traição, Paraíba, no mesmo trecho indicado.

O efeito dessa proteção pode ser observada no tipo de sedimento quartzoso que é depositado nesse trecho de praia, sendo ele, quando comparado aos outros dois trechos (B e C), com partículas quartzosas de característica mais finas, pois sedimentos mais finos, conseguem ultrapassar a barreira natural com muita mais facilidade, visto que a força das ondas ao encontrar o fundo é capaz de agitar e transportar sedimentos leves (areia fina) para a superfície (LIMA, 2011). Assim esse sedimento acaba sendo depositado nas áreas de praia desse trecho.

Por mais que o trecho A apresente menor número de geoindicadores, quando comparado aos demais, os geoindicadores presentes nesse trecho são de caráter moderado a alto. O geoindicador de "Obras estruturais de proteção costeira" (Figura 6), nos mostram a presença das ações antrópicas atuantes sobre o trecho, além de estarem presentes em vários trechos da linha de costa do município da Baía da Traição - Paraíba. Através do levantamento em campo dos geoindicadores, foi verificado intervenções humanas para contenção da erosão.

Apesar dos problemas causados pelo processo erosivo, nota-se uma resistência dos moradores a saírem de suas residências, o que pode ou não estar atrelada a situação socioeconômica das pessoas. A carência de programas de desocupação e realocação por parte dos órgãos municipais ou estaduais, é uma grande problemática quando tratamos da vulnerabilidade social atrelada a processos e fenômenos naturais que podem vir a atingir a população local.

A compartimentação do trecho, ajudou na interpretação da paisagem e dos geoindicadores, pois segundo LIMA (2002) as praias da cidade da Baía da Traição, por mais que sejam próximas umas às outras elas possuem características que as diferenciam. Como exemplo dessa diferença, podemos encontrar locais de deposição de sedimentos (trecho A), e em contrapartida, existem trechos de transporte de sedimentos de praia de um local para outro (trecho B e C). Essas características evidenciam a ação das ondas , uma vez que a mesma consegue transportar ou depositar

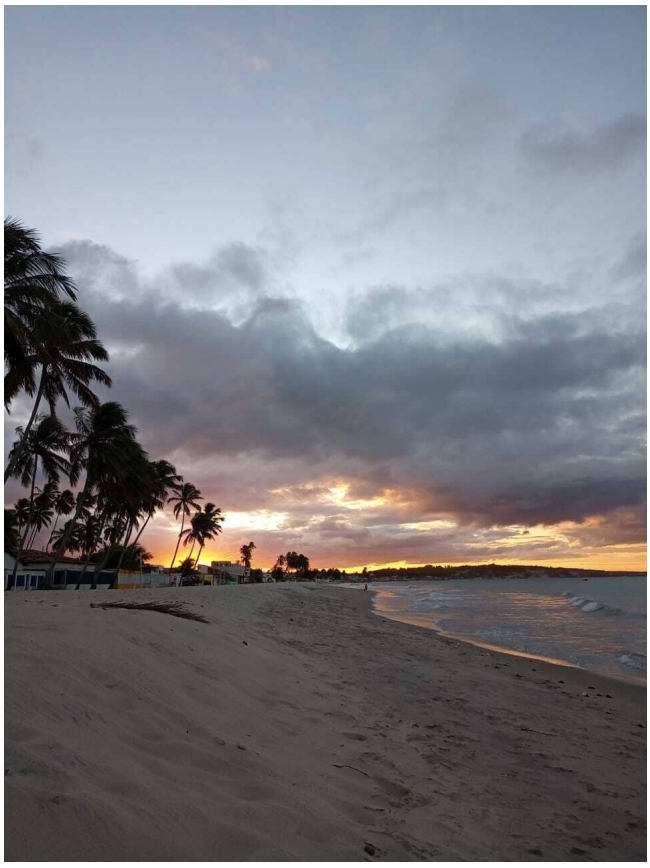


Figura 3. Ao lado esquerdo da fotografia escarpa causada por processo erosivo. Foto: Ana L. E. de Souza. (2021).

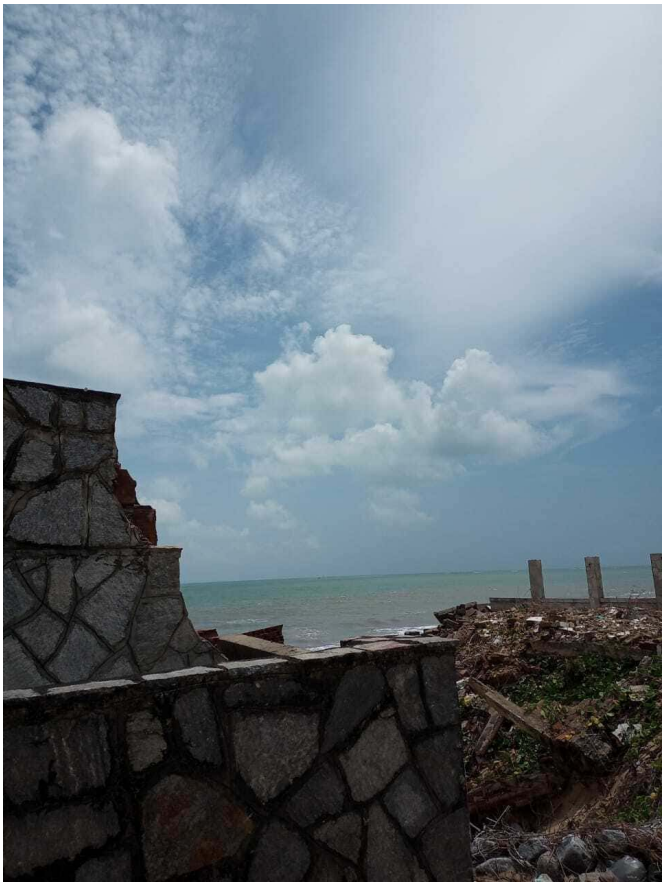


Figura 4. Entulhos de residência que sobraram depois de desabamento causado pelo processo erosivo. Foto: Ana L. E. Souza (2021).

sedimento na linha de costa a depender do regime das marés e também da força que a onda exerce e também a proteção atuante da barreira natural, recifes areníticos, que atuam na proteção de áreas costeiras contra o processo erosivo (COOPER, 1991).

NEVES et al. (2006) ao analisar a erosão e progradação do litoral da Paraíba, no qual o trecho urbano analisado está inserido, constatou que o trecho entre a Praia das Trincheiras e a Praia do Forte já encontrava-se em processo erosivo. Nessa perspectiva, os indícios aqui encontrados sugerem que a erosão se agravou consideravelmente ao longo de um período de 16 anos desde a análise realizada por NEVES et al. (2016).

Para além disso, a utilização dos geoindicadores é uma proposta barata às autoridades e aos gestores locais, nos quais devem estar sempre atentos às mudanças ocorridas na linha de costa no perímetro urbano no município de Baía da Traição, Paraíba.

CONCLUSÃO

Assim, a partir da análise dos geoindicadores foi possível categorizar a intensidade do processo erosivo no trecho urbano do município de Baía da Traição - litoral norte da Paraíba, resultando em 13 geoindicadores, com maior expressividade no trecho B, caracterizando-o como o trecho que apresenta maior intensidade erosiva.

Além de evidenciar o processo erosivo, foi vista a diferença de intensidade erosiva em cada um dos trechos, em proximidades relativamente curtas. Ou seja, comprovando que os trechos analisados possuem particularidades, dinâmicas e características específicas.

A identificação dos geoindicadores e a confecção do mapa que caracteriza os graus de intensidade de erosão em cada trecho, pode servir de subsídio ao planejamento urbano e ambiental para os gestores públicos quanto à previsão de desastres como desabamentos de residências e vias públicas e também aos riscos que essa região representa para moradores e veranistas.

Para além dos geoindicadores encontrados, destaca-se a importância da barreira natural na

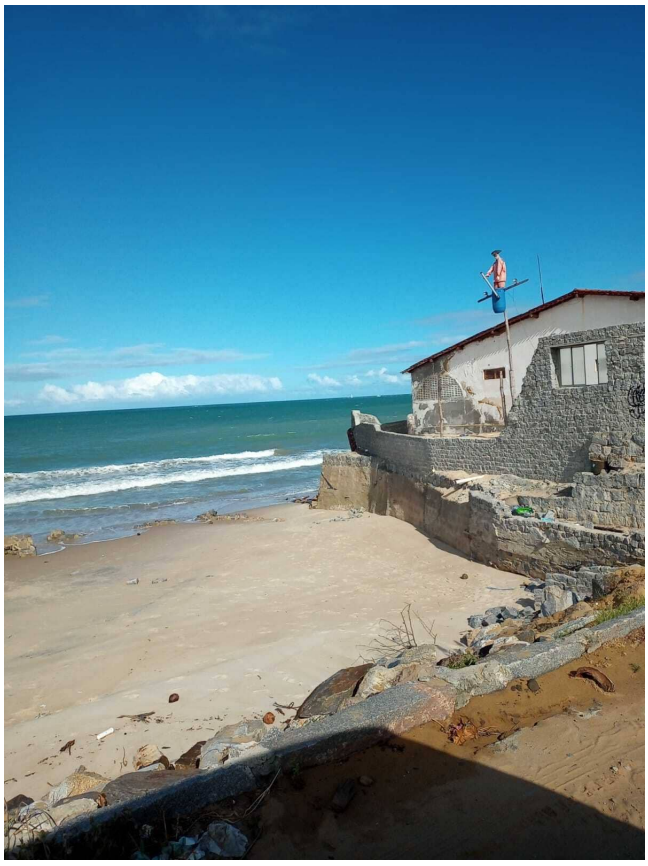


Figura 5. Obra realizada em residência para diminuir os impactos do processo erosivo que atinge a área. Foto. Ana L. E. Souza (2022).



Figura 6. Obras estruturais de proteção costeira. Foto: Ana L. E. de Souza (2021).

contenção da erosão nos trechos, principalmente no trecho A, que fica mais protegido e mais próximo a esse elemento natural e apresenta baixa intensidade de erosão. Essa configuração nos mostra a necessidade de conservação dos elementos abióticos que compõem a paisagem costeira e que garantem a proteção da linha de costa e o balanço sedimentar.

Por fim, esse trabalho só reforça a necessidade de gestão das áreas costeiras, além de corroborar com pesquisas que venham a analisar o processo erosivo nessa região com outro aspecto, como o socioeconômico, tendo em vista que o processo erosivo em regiões urbanas apresentam riscos e demandam ações de contenção e mitigação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal da Paraíba, o Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento (LCG) e ao Laboratório de Análises Geoambientais (LAGeo), além da contribuição e ensinamentos da Professora Doutora Nadjacleia Vilar Almeida.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, P. G. 2013. Avaliação do potencial invasor de Kappaphycus alvarezii (Rhodophyta, Gigartinales) no litoral da Paraíba, Brasil. Dissertação de Doutoramento em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, PE, Brasil. 92p.

BELÉM , A. L. 2007. Impactos Das Mudanças Climáticas Globais no Risco de Inundações Em Zonas Costeiras. Jornadas Internacionales sobre Gestión del Riesgo de Inundaciones y Deslizamientos de Laderas, Brasil, pp. 1-13. (disponível em https://research.fit.edu/media/site-specific/researchfitedu/coast-climate-adaptation-library/latin-america-and-caribbean/brazil/Belem.--2007.--Brazil-CC--Flood-Risk.--[POR].pdf) .

BELTRÃO, B, A; SANTOS, F.G. 2015. Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM). Ação emergencial para reconhecimento de área de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes. Baía da Traição. Relatório Técnico.

BIRD, E. C. F. 2008. Coastal Geomorphology: An Introduction.448p. Wiley, Chichester, Inglaterra. (ISBN-13: 978-0470517307)

BRASIL. IBGE. 2019. Meio Ambiente. (https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/baia-da-traicao/panorama). Brasil.

BRASIL. IBGE. 2022. População. (https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/baia-da-traicao/panorama). Brasil.

BUSH, D. M.; NEAL, W. J.; YOUNG, R. S.; PILKEY, O. H. 1999.Utilization of geoindicators for rapid assessment of coastal- hazard risk and mitigation. Ocean and Coastal Management, v. 42, n. 8.(doi.org/10.1016/S0964-5691(99)00027-7)

CARAPUÇO, M.M.; TABORDA, R.; SILVEIRA, T.M.; PSUTY, N.P.; ANDRADE, C. & FREITAS, M.C. 2016. Coastal geoindicators: towards the establishment of a common framework for sandy coastal environments. Earth Science Reviews, pp.154, 183-190. DOI:10.1016/j.earscirev.2016.01.002

CARVALHO, M. G. R. S. 1983. Estado da Paraíba: classificação geomorfológica. Editora da UFPB, 69 p. Paraíba, Brasil.

Cooper, J. A. G. 1991. Beachrock formation in low latitudes: implications for coastal evolutionary models. Marine Geology, 98(1), 145-154. (https://doi.org/10.1016/0025-3227(91)90042-3)

LIMA, J. D. M. 2002. Morfogênese da dinâmica costeira entre os estuários dos rios Mamanguape e Camaratuba. Dissertação de Graduação em Geografia, Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil. 56 p.

MARTINS, K. A.; DE SOUZA PEREIRA, P.; PEREIRA LINO, A.; MIKOSZ GONÇALVES, R. 2016. Determinação Da Erosão Costeira No Estado De Pernambuco Através De Geoindicadores. Revista Brasileira de Geomorfologia. (doi.org/10.20502/rbg.v17i3.854)

MARINHA DO BRASIL. 2023. PORTO DE CABEDELO (ESTADO DA PARAÍBA) - 2023 (disponivel em: https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/dados_de_mare/23-porto_de_cabedelo_tabua_2023_0.pdf)

NEVES MOREIRA, S.; MARIA LANDIM DOMINGUEZ, J.CARLOS DA SILVA P. BITTENCOURT, A. 2006. Paraíba. In: MUEHE, Dieter. Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro. cap. 7, p. 174-178. (disponível em https://gaigerco.furg.br/images/Arquivos-PDF/Livro_ersao_Dieter___RS.pdf)

NICOLODI, J. L. 2008. Documento síntese do I Simpósio Nacional sobre Erosão Costeira. Brasília, Brasil: Ministério do Meio Ambiente - MMA, 25 p. (DOI: 10.13140/RG.2.2.30280.06403)

PEREIRA, J. C. G.2020. Uso de geoindicadores na identificação de erosão costeira no município de Baía da Traição-PB. Dissertação de Graduação no formato artigo. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil. 21p.

REIS, C.M.M.; FEITOSA A.P.C.; REIS, A, L, Q. 2019. Uso de geoindicadores como alternativa para estudo da erosão costeira no litoral da Paraíba. OKARA: Geografia em Debate. p194-215. 22p. (disponível em: https://periodicos.ufpb.br/index.php/okara/article/download/39397/29099/126910)

SANTOS, J. de O. 2015. Relações Entre Fragilidade Ambiental E Vulnerabilidade Social Na Susceptibilidade Aos Riscos. Mercator(Fortaleza). pp. 75-90. (doi.org/10.4215/RM2015.1402.0005)

SANTOS, G. C. 2012. Dinâmica da Paisagem Costeira do meio do Atalaia - Aracajú – SE. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Sergipe, Brasil.152p.

SILVA, J. I. da; ALMEIDA, N. V. 2017.DINÂMICA DA PAISAGEM COSTEIRA DA CIDADE BAÍA DA TRAIÇÃO - PB. II Congresso Internacional de Hidrossedimentologia. Disponível em: http://www.ccae.ufpb.br/lcg/contents/documentos/artigos/a17_josiclaudia_izequiel_baia_da_traicao.pdf.

SILVEIRA, P. G.; SANTOS, A. C. F.; BALTER, T. S. Percepção Do Risco Em Áreas Costeiras: Análise Do Município De Arraial Do Cabo – Rj (Brasil). Observatório Geográfico de América Latina. Brasil (disponivel em: http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Impactoambiental/43.pdf)

SOUZA, C. R. DE G.2009. A Erosão nas Praias do Estado São Paulo: Causas, Consequências, Indicadores de Monitoramento e Risco. In: BONONI, V. L. R. SANTOS.; JUNIOR, N. A. (Eds.). Memórias do Conselho Científico da Secretaria do Meio Ambiente: A Síntese de Um Ano de Conhecimento Acumulado. São Paulo, BR: Instituto de Botânica - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, pp. 48–69.

SOUZA, H. C.; GALVÃO, S. A. de O. 2011. Caracterização Do Meio Físico Da Orla Marítima Dos Municípios De Baía Da Traição E Marcação, Litoral Norte Da Paraíba: Subsídio Para O Gerenciamento Costeiro Integrado. Revista da FARN, Rio Grande do Norte, Brasil. (disponivel em: http://revistas.unirn.edu.br/index.php/revistaunirn/article/view/280)

VEYRET, Y. 20 07. Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. 320p. Contexto, São Paulo, Brasil. (ISBN-10: 8572443541)

Capítulo III

OS DIFERENTES USOS DOS ESPAÇOS E ELEMENTOS NATURAIS DA BAÍA DE GUANABARA E AS INFLUÊNCIAS NA DINÂMICA SOCIOAMBIENTAL



OS DIFERENTES USOS DOS ESPAÇOS E ELEMENTOS NATURAIS DA BAÍA DE GUANABARA E AS INFLUÊNCIAS NA DINÂMICA SOCIOAMBIENTAL

Carolina dos Santos Cardoso[1]; Mário Luiz Gomes Soares[2]

[1] Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 20550-900, biocarolina@gmail.com (autora correspondente)
[2] Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 20550-900, mariolgs.uerj@gmail.com

RESUMO

No estado do Rio de Janeiro, encontra-se a Baía de Guanabara que é um sistema estuarino que conta com ilhas, manguezais, costões rochosos, praias, entre outros sistemas ecológicos. Além de apresentar importantes ecossistemas, a Baía de Guanabara tem intensas dinâmicas sociais que se dão tanto em terra quanto em suas águas. Este sistema tem em seu entorno municípios com alta densidade demográfica que apresentam crescimento urbano desordenado e falhas estruturais como baixa cobertura de saneamento básico, além de abrigar o segundo maior parque industrial do Brasil. Por outro lado, muitos de seus elementos naturais representam o sustento de milhares de famílias através da pesca artesanal, associada às diversas comunidades tradicionais instaladas no entorno da baía. Assim, a Baía de Guanabara, como detentora de valiosa diversidade ambiental e importante área de ocupação humana, apresenta-se como um espaço de grandes contradições e disputas, através de uma relação dinâmica e interdependente entre o mundo biofísico e o mundo social, entre o moderno e o tradicional. O objetivo do presente estudo é avaliar os diferentes usos conflitantes dos espaços e elementos naturais da Baía de Guanabara. A pesquisa tem caráter descritivo e abordagem qualitativa. Os procedimentos da pesquisa envolveram análises documentais e bibliográficas. O levantamento dos dados foi realizado a partir de artigos científicos e trabalhos acadêmicos. Foram utilizados bancos de dados eletrônicos gratuitos da plataforma Google Acadêmico, com pesquisa exploratória através de palavras-chave. Desse modo, as análises foram realizadas através de reflexão baseada em dados secundários. Foram analisados diversos textos entre teses, dissertações, relatórios, plataformas online, artigos, livros, encontros acadêmicos, notas de apoio e capítulos de livros. Foram elencados 11 principais usos feitos do espaço. Dentre estes usos foi possível observar atividades que apresentam problemáticas sociais e ambientais para agentes humanos e não-humanos. Também foi possível observar que a pesca artesanal é uma atividade que sofre por uso conflitante com outros usos, tais como portos, áreas de fundeio, áreas militares, áreas de segurança de dutos, entre outros que resultam na crescente zona de exclusão de pesca. Atividades como a pesca artesanal ou mesmo a preocupação com um ambiente saudável tem historicamente perdido espaço na baía com o avanço de outros usos que se impõem sobre espaços e elementos naturais, influenciando a dinâmica socioambiental local. A Baía de Guanabara tem se tornado ao longo do tempo uma zona de sacrifício que ignora a diversidade de usos e de bens e serviços do sistema bem como dos seus beneficiários.

Palavras-chave: Usos conflitantes; Disputa por espaço; Disputa por elementos naturais; Relações socioecológicas.

ABSTRACT

The Guanabara Bay is an estuary located in the state of Rio de Janeiro, which features islands, mangroves, rocky shores, beaches, and other ecological systems. In addition to these important ecosystems, it has intense social dynamics that occur both on land and in water. This bay is surrounded by municipalities with a high population density that experiences disorderly urban growth and structural problems such as low coverage of basic sanitation, and where the second largest industrial park in Brazil is located. On the other hand, its natural elements represent the livelihood of thousands of families through artisanal fishing, associated with several traditional communities located around the bay. Thus, Guanabara Bay, as the holder of valuable environmental diversity and an important area of human occupation, presents itself as a space of great contradictions and disputes, through a dynamic and interdependent relationship between the biophysical and social worlds, between the modern and the traditional. The aim of this study is to evaluate the different conflicting uses of the spaces and natural elements of Guanabara Bay. The research has a descriptive and qualitative approach. The research procedures involved document and bibliographic analyses. The data collection was carried out from scientific articles and academic works. Free electronic databases from the Google Scholar platform were used, with exploratory research through keywords. Thus, the analyses were carried out through reflection based on secondary data. Several texts were analyzed, including theses, dissertations, reports, online platforms, articles, books, academic meetings, support notes, and book chapters. Eleven main uses of the

space were identified. Among these uses, it was possible to observe activities that present social and environmental problems for human and non-human agents. It was also possible to observe that artisanal fishing is an activity that suffers from conflicting use with other uses, such as ports, anchoring areas, military areas, and pipeline security areas, among others, resulting in an increasing exclusion zone for fishing. Activities such as artisanal fishing or even concern for a healthy environment have historically lost space in the bay with the advancement of other uses that impose themselves on spaces and natural elements, influencing the local socio-environmental dynamics. Guanabara Bay has become over time a sacrifice zone that ignores the diversity of uses and goods and services of the system as well as its beneficiaries.

Keywords: Conflicting uses; Dispute for space; Dispute for natural elements; Socio-ecological relationships.

INTRODUÇÃO

Considerando os conflitos como disputas em que diferentes grupos sociais se opõem em condições assimétricas de poder e lutam pela atribuição de distintos significados e usos às condições naturais (CARNEIRO, 2005), os diferentes usos feitos da Baía de Guanabara são o ponto de partida para a análise dos conflitos socioambientais. Portanto, está em jogo usos concorrentes de um mesmo ambiente ou elemento natural, dos quais determinados agentes se apropriam para usos específicos (CARNEIRO, 2005).

A Baía de Guanabara tem em seus espaços, complexos sistemas ecológicos e sociais, onde os usos diferentes destes espaços, bem como dos elementos naturais, estão em constante mudança e embate. Nestas disputas a assimetria de poder entre as partes envolvidas é uma característica marcante que muitas vezes rege a forma como os conflitos se dão. Nesse contexto, é importante o entendimento do espaço como instância social, como coloca Milton Santos (SANTOS, 1988). Milton Santos define o espaço geográfico como um fato e um fator social, de modo que o espaço geográfico não seria somente um reflexo, um meio para a ação da sociedade, seria assim um condicionante e um condicionador (QUEIROZ, 2014). O espaço da Baía de Guanabara pode ser assim entendido, sendo, portanto, condicionante e condicionador, para além de somente um meio de ação da sociedade.

A Baía de Guanabara possui diferentes usos dos seus espaços e elementos, a diversidade de possibilidades de uso se dá por todo ambiente natural que a compõe e as intervenções humanas feitas ao longo do tempo.

A pergunta principal que orienta este artigo é:

- Quais são os diferentes usos conflitantes da Baía de Guanabara?

Partindo desta questão, elencamos os usos dos espaços e elementos naturais da Baía de Guanabara e analisamos as dinâmicas socioambientais que ocorrem em seu território. Este levantamento contribui, dessa forma, para um melhor entendimento dos processos envolvidos na disputa por diferentes formas de reprodução social no território que abrange a baía.

ASPECTOS GEOAMBIENTAIS DA BAÍA DE GUANABARA

Sendo a Baía de Guanabara um sistema que pode ser entendido como ecológico-social, é preciso considerar além dos aspectos sociais e econômicos, suas características ecológicas, pois é neste espaço físico que são realizados os diferentes usos, tanto do espaço, quanto dos elementos naturais.

A Baía de Guanabara é um sistema estuarino com uma área total de 384 km2, dos quais 328 km2 de espelho d'água e 56 km2 de ilhas localizadas em seu interior (KJERFVE, et al 1997). O clima na região é quente e úmido com estação seca no inverno e verão com ocorrência de chuvas torrenciais. A Serra do Mar exerce grande influência sobre a precipitação na região, onde os maiores índices se dão nas proximidades da serra (AMADOR, 2012). Amador (2012) destaca que a geometria da baía aponta para uma origem complexa, onde a rede de drenagem que a originou era constituída por duas bacias separadas por uma serra no município de Magé. A região da baía abrange quatro importantes províncias fisiográficas de expressão regional, a escarpa da Serra do Mar, os maciços litorâneos, a baixada fluminense e a

Baía de Guanabara. São 55 rios que deságuam na baía, as maiores bacias são Macacu, Guapimirim e Caceribu. Os maiores rios nascem na Serra do Mar ou maciço litorâneo, seguem para a Baixada, onde com a perda de energia passam a meandrar (AMADOR, 2012). Na porção de baixo curso sofrem influência da maré, atravessam os manguezais formando meandros de marés. Essa influência pode ultrapassar dezenas de quilômetros em direção a montante, como é verificado principalmente no Rio Macacu. A Baía de Guanabara pode ser considerada um estuário que engloba inúmeros rios e a água é captada pelas bacias hidrográficas desses rios que, somados, formam a Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara (Instituto Baía de Guanabara, 2018). A Região Hidrográfica da Baía de Guanabara tem uma área de aproximadamente 4.800 km² (CBH-BG, 2023) e o volume da bacia é de cerca de 1,87 × 109 m3 (KJERFVE et al., 1997) (Figura 1). Desta forma, na Baía de Guanabara resistem alguns ecossistemas associados e primitivos, como manguezais, brejos, costões rochosos, ilhas, enseadas, falésias, praias, dunas, lagunas e a Mata Atlântica. Estes ecossistemas possuem características ecológicas específicas, destacando-se os manguezais inseridos em duas Unidades de Conservação (UC) federais: a Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim e a Estação Ecológica (ESEC) da Guanabara, que asseguram a manutenção de condições naturais de trechos da Baía de Guanabara (INEA, 2016). Importante destacar que muitos dos rios que deságuam na baía foram descaracterizados e retificados, restando com a conformação original apenas alguns rios associados à APA de Guapimirim e à ESEC da Guanabara.

Podemos destacar também o Mosaico da Mata Atlântica Central Fluminense que abrange várias Unidades de Conservação, municipais, estaduais, federais e particulares.

ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS DA BAÍA DE GUANABARA

No entorno da Baía de Guanabara, localiza-se o segundo maior parque industrial do Brasil, sendo o maior parque industrial do estado com

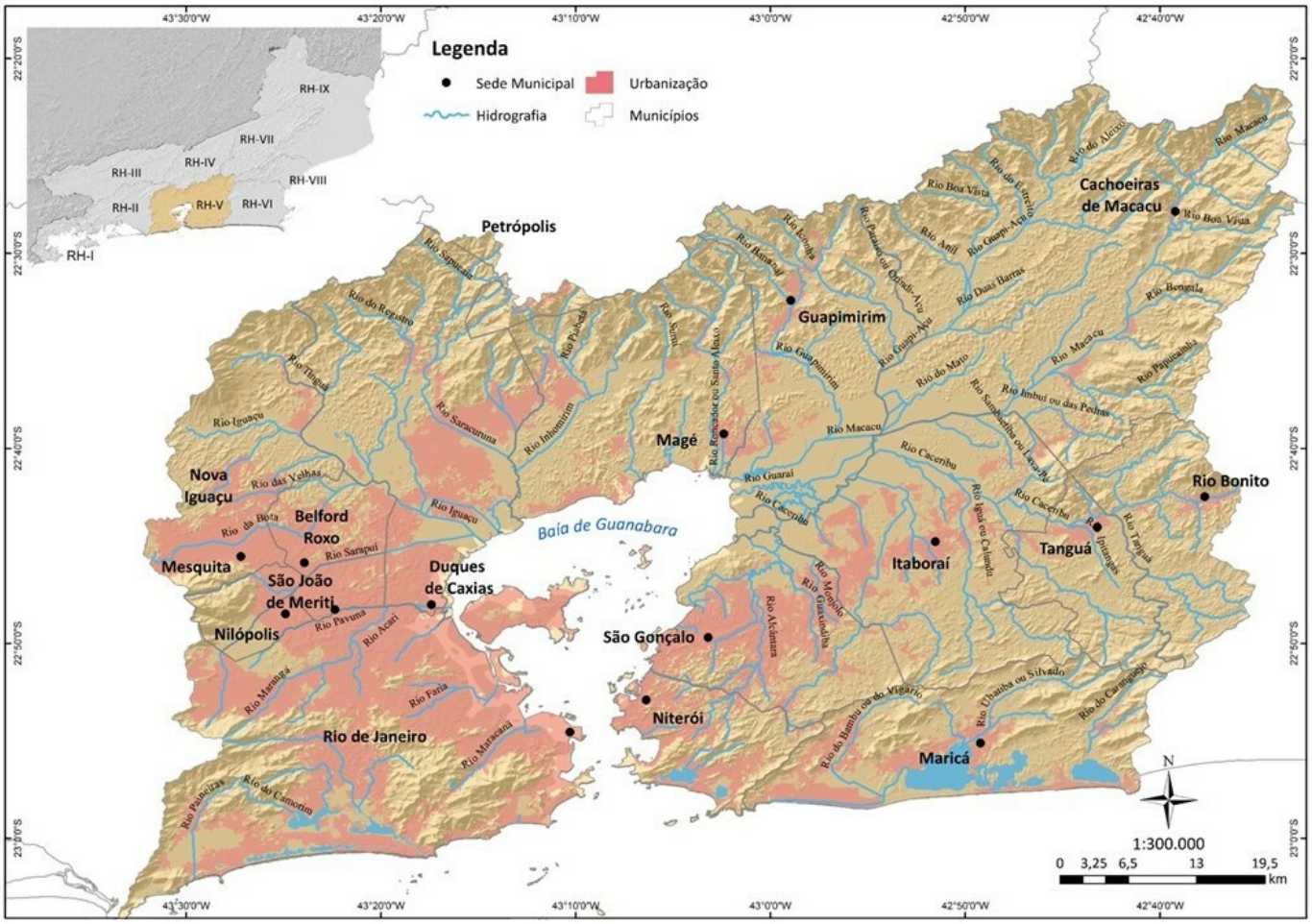


Figura 1. Mapa com a delimitação da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara.

14.000 indústrias (ALERJ, 2016). Conta também com duas cidades com unidades portuárias (Rio de Janeiro e Niterói), grandes refinarias como por exemplo a Refinaria Duque de Caxias (REDUC), estaleiros, lixões e aterros sanitários, complexo petroquímico como o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ) e terminais hidroviários. Na Região Metropolitana do Rio de Janeiro está concentrada a maior parte da população do estado, com cerca de 11 milhões de habitantes.

O Rio de Janeiro vem ao longo do tempo seguindo a tendência histórica de um processo crescente de urbanização, que se agudizou, segundo Alencar (2016), a partir dos anos de 1960 com grande industrialização e crescimento populacional no entorno da baía. Este fato fica evidente ao se constatar que metade de toda a área urbana do estado do Rio de Janeiro está inserida na Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. Carvalho (1996) relata que a partir do período de urbanização do Rio de Janeiro, no início dos anos 1900, marcado pelas intervenções promovidas pelo prefeito Pereira Passos, no processo que ficou conhecido como o "Bota-Abaixo", as fragmentações espaciais e sociais da Baía de Guanabara se tornaram mais acentuadas. A baía se torna assim, um mosaico que espelha as descontínuas políticas administrativas e sua incapacidade de gerenciamento e de projeto para a área (CARVALHO, 1996).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos de pesquisa envolveram análises qualitativas e descritivas. O levantamento dos dados foi realizado a partir das bases oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro (CEPERJ), do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN). Além das bases mencionadas foram também realizados levantamentos junto ao Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica V e ao Relatório da Comissão Especial da Baía de Guanabara, da ALERJ (Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro), para citar dois importantes exemplos de relatórios consultados. Foram pesquisados, nestas bases e outras fontes encontradas ao longo da pesquisa, dados que indiquem os usos, as diversas atividades econômicas realizadas e que descrevam a caracterização do ambiente da Baía de Guanabara.

O levantamento bibliográfico foi realizado através de buscas por artigos científicos e trabalhos acadêmicos, utilizando banco de dado eletrônico gratuito da plataforma *Google Acadêmico*, com pesquisa exploratória através de palavras-chave, relacionadas à baía de Guanabara e aos seus usos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram elencados os usos feitos dos espaços e elementos naturais da baía de Guanabara que se apresentam com maior importância na dinâmica da baía. Esta importância é considerada pela relevância nos processos sociais e ecológicos, de maneira que reflita o quanto tais usos interferem nas relações socioecológicas que se dão na baía. Estes podem variar desde usos específicos e com pouca visibilidade, como rituais religiosos e dinâmicas culturais próprias, até atividades industriais e uso pela cadeia de produção petroquímica. Rituais religiosos e dinâmicas culturais são exemplos de possíveis usos existentes, mas que não foram encontrados na busca, assim como estes exemplos é possível que haja outros que não expressam forte atuação na dinâmica socioambiental da baía, mas que existem. Portanto, interessa mais visualizar as interações, sobreposições e interfaces entre os principais usos e como eles atuam na dinâmica da Baía de Guanabara. Desta forma, foram elencados os usos de maior intensidade dos espaços e elementos naturais e as dimensões que mensuram a magnitude destes usos (Tabela I).

São 11 os principais usos na Baía de Guanabara e as dimensões dos usos demonstram a representação de cada um neste sistema socioecológico. A partir destes usos identificados, podemos ponderar sobre como eles interagem entre si e de que forma essas interações podem ser conflitantes.

Os múltiplos usos do espaço e dos

Tabela I: Principais usos dos espaços e elementos naturais da Baía de Guanabara e suas dimensões.

Principais Usos da Baía de Guanabara	**Dimensões do Uso**	**Bibliografia**
Pesca Artesanal	15000 famílias de pescadores; 500 toneladas de pescado média mensal	Relatório de Conflitos CPP (2021); Valentin *et al* (2018)
Indústria Petroquímica	44% de ocupação do espelho d'água, considerando dutos, terminais, áreas de segurança e área de influencia indireta das instalações	Chaves (2011)
Unidades de Conservação	117 UCs na RHBG, em 17 municípios, entre Unidades municipais, estaduais e federais, dentro e fora do espelho d'água	Viva Água - Fundação Boticário (2020)
Transporte de Passageiros	40 mil pessoas usam as Barcas por dia. 150 mil veículos atravessam diariamente a ponte Presidente Costa e Silva (Rio-Niterói)	CCR Barcas (2023)
Aeroportos	Dois aeroportos, o único internacional do estado do Rio de Janeiro	INFRAERO (2023)
Portos	2 Portos: Rio de Janeiro e Niterói, sendo os mais utilizados pela Petrobras no país.O Porto do Rio pode abrigar cerca de 60 navios. Cerca 9,3 milhões de toneladas de cargas movimentadas no Porto do Rio em 2022.	ALERJ (2016)
Marinha do Brasil	Ocupa 4,20% do espelho d'água da baía. A Marinha possui diversas instalações às margens e em ilhas da baía, tais como o a Base Naval do Rio de Janeiro, na Ilha do Mocanguê em Niterói, Ilha Fiscal que é parte do Complexo Cultural da Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha (DPHDM), Base de Fuzileiros Navais da Ilha do Governador, Base de Fuzileiros Navais do Rio Meriti, Centro de Instrução Almirante Graça Aranha (CIAGA), entre outros	Chaves (2011); Marinha do Brasil (2023)
Turismo/Lazer/Esportes	Paisagens emblemáticas, cerca de 500 mil pessoas devem circular na baía durante a temporada de cruzeiros 2022-2023, 12 fortes históricos localizados no entorno da baía, 53 praias, 2 piscinas públicas abastecidas com água da baía (piscinões), dos 21 clubes de Vela registrados na federação,15 estão sediados na Baía de Guanabara, sendo o local mais importante para o esporte no Brasil	FEVERJ (2023); Portos do Rio (2023)
Navegação Comercial	80 navios ficam fundeados na baía ao mesmo tempo. Número de embarcações em 2014 foi de 5.198	ALERJ (2016)
Saneamento Básico	18 mil litros por segundo de dejetos domésticos sem tratamento, 11 Estações de Tratamento de Esgoto, 4 lixões, sendo 3 em atividade e 1 desativado. Nos municípios do entorno o esgoto tratado vai de 0% a 95%	Alencar (2016); INEA (2023)
Atividades Industriais	14 mil indústrias na Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara	ALERJ (2016)

Fonte: Autores (2023).

elementos naturais da baía de Guanabara são debatidos em diferentes meios, desde o meio acadêmico com dissertações, teses e artigos até as mídias com reportagens que expõe os problemas da baía. É possível diferentes abordagens e critérios para elencar os usos feitos no ecossistema da Baía de Guanabara, por exemplo, Coelho (2007) destaca o que ele chama de principais usos históricos das águas da baía. Dentre estes usos este autor separa em atividades primárias (banho de mar), atividades secundárias (navegação e pesca) e atividades terciárias (prestação de serviços, lazer e turismo). Além destas categorias Coelho (2007) também considera os fins estéticos e paisagísticos, diluição de esgotos domésticos e industriais.

Os distintos usos podem ser diferenciados ainda entre aqueles associados aos meios aquáticos, denominados como Usos múltiplos – usos das águas e aqueles associados ao meio terrestre, descritos como uso e cobertura do solo – usos da terra. Foi considerado no presente estudo o ecossistema da Baía de Guanabara não somente ligado a um meio, seja seu corpo hídrico do estuário ou dos rios de sua bacia hidrográfica, ou ainda, dos territórios dos municípios que circundam suas águas, mas sim todos os usos associados a esses espaços que compõe o sistema da baía.

Outra abordagem considera de um lado os principais setores de potencial impacto e do outro os setores impactados (FBDS, 2017). Com essa abordagem se destacam setores como a indústria de óleo e gás, indústria naval, portos e saneamento como os que geram impactos e a pesca e o turismo como os que sofrem os impactos.

É possível perceber que não há uma única abordagem sobre o que e como considerar os diferentes usos da baía. Não cabe aqui ponderar sobre uma ser melhor do que outra, mas cabe refletir que a determinação dos usos pode ser apontada em consonância com o objetivo do levantamento e o que tal verificação interessa na análise proposta, ou mesmo para qual discurso pode ser usada a determinação dos usos dos espaços e dos elementos naturais da Baía de Guanabara. Nesse sentido, cabe o debate quanto os diferentes usos e os conflitos de disputas por espaço e elementos naturais que eles geram. Este é um importante debate na medida que há usos que limitam diversos outros, ao passo que há usos que podem ser compatíveis entre si, conforme demonstrado na tabela II. Com base nos 11 usos identificados como os principais que ocorrem na Baía de Guanabara, visualizamos suas interações e possíveis usos conflitantes dos espaços e elementos da baía.

Os usos que refletem as dinâmicas capitalistas, tal como as atividades da indústria petroquímica, avançam sobre os elementos naturais e espaços consumindo os mesmos e limitando as possibilidades de outros usos, como por exemplo

Tabela II: Matriz de Usos Conflitantes da Baía de Guanabara

	Pesca Artesanal	Indústria Petroquímica	Unidades de Conservação	Transporte de Passageiros	Aeroportos	Portos	Marinha do Brasil	Turismo/Lazer/ Esportes	Navegação Comercial	Esgotamento Sanitário	Atividades Industriais
Pesca Artesanal											
Indústria Petroquímica											
Unidades de Conservação											
Transporte de Passageiros											
Aeroportos											
Portos											
Marinha do Brasil											
Turismo/Lazer/ Esportes											
Navegação Comercial											
Saneamento Básico											
Atividades Industriais											

Forte Interção Negativa; Interação Negativa; Interação Positiva com Alguma Restrição; Atividades Correlatas; Pouca ou Nenhuma Interação na Baía de Guanabara; Alguma Interação Positiva; Alguma Interação Negativa

Fonte: Autores (2023).

da pesca artesanal, conforme podemos observar na Matriz apresentada. Também avançam sobre as dinâmicas sociais da baía, na medida que tensionam os modos de vida artesanais, que se apresentam como geradores de empregos e com promessas de melhorias locais, quando na verdade são vetores de diferentes pressões socioambientais. As atividades industriais de modo geral também vêm se constituindo como um importante usuário da baía. As indústrias são um dos principais fatores de contaminação para a Baía de Guanabara, com cerca de 20% de toda a carga orgânica e quase toda a carga de substâncias tóxicas e metais pesados que chegam às águas da baía são de responsabilidade da atividade industrial (COELHO, 2007). Juntamente com as indústrias, o esgoto doméstico configura-se como uma das maiores fontes de contaminação e poluição dos rios que desaguam na baía (ALERJ, 2016). Desta forma, a Baía de Guanabara tem se tornado ao longo do tempo uma zona de sacrifício que privilegia determinados usos em detrimento de outros e da qualidade ambiental do sistema. Dentre estas indústrias, a indústria petroquímica tem destaque na ocupação da baía, reduzindo drasticamente a possibilidade de outros usos, tanto pelos efeitos crônicos de suas atividades, como através de impactos agudos relacionados a frequentes acidentes, como derramamentos de petróleo e derivados. A homogeneização e especialização do território são características que a indústria petrolífera impõe na área da Baía de Guanabara, processo típico do modelo econômico hegemônico.

Nesse contexto, a pesca artesanal apresenta o uso mais afetado pelos demais, com forte interação negativa com indústria petroquímica, portos, Marinha, navegação comercial, esgotamento sanitário, aeroporto e atividades industriais. Além de interação negativa com transporte de passageiros e interação positiva com alguma restrição com Unidades de Conservação e turismo/lazer/esportes. Destaca-se a interação com UCs, que se por um lado é positiva para a pesca artesanal e o turismo, ao promoverem a conservação ambiental, por outro limitam as possibilidades de uso em parte do seu território. Estas interações de usos possibilitam um panorama da dinâmica ambiental entre usuários, bens e serviços e estruturas sociais na Baía de Guanabara.

No que diz respeito a áreas de pesca, são muitas as restrições que outros usos impões a esta atividade. Chaves (2011) em seu mapeamento das áreas de exclusão de pesca trouxe um importante panorama de uso do espelho d'água da Baía de Guanabara, que indica que a área livre para pesca varia de 12% a 25%, a depender da influência direta ou indireta de algumas restrições. A pesca artesanal tem historicamente perdido espaço na baía devido às restrições impostas pelas áreas de exclusão que advém de outros usos. Com o avanço de outros usos que se impõem sobre espaços e elementos naturais, influenciando a dinâmica socioambiental local, as estruturas sociais desenvolvidas neste espaço têm ao longo do tempo ignorado a diversidade de usos e de bens e serviços do sistema bem como dos seus beneficiários.

Se por um lado tem-se a pesca artesanal e o turismo/lazer/esportes como os mais prejudicados por outros usos, por outro lado usos como atividades industriais, com destaque para a indústria petroquímica, portos, navegação comercial e esgotamento sanitário, apresentam forte interação negativa afetando diversos outros usos. Dentre estes, a indústria petroquímica apresenta forte impacto, tanto com relação a outros usos quanto sobre o próprio sistema natural, gerando impactos sociais, ecológicos e econômicos. A indústria petroquímica reflete o modo de apropriação capitalista dos espaços e elementos naturais, determinando a estruturação da sociedade no gerenciamento destes espaços e elementos. Com relação ao saneamento básico, que inclui a falta de tratamento e lançamento de esgoto doméstico nas águas da baía e a deficiência na coleta e destinação de lixo retrata em alguma escala a falta de políticas públicas ou o não cumprimento das existentes, quanto ao saneamento básico das cidades do entorno da baía. Sendo este uso, portanto, dependente de uma melhor gestão afim de reduzir as pressões sobre o ecossistema e outros usos. Mesmo não apresentando expressiva ocupação do espaço físico, percentual de ocupação de 0,94% (CHAVES, 2011), o lançamento de esgoto sanitário nas águas da baía e a coleta e destinação do lixo, são problema amplamente reconhecidos, o que demonstra o impacto da gestão

desses setores sobre a qualidade socioambiental da baía.

Recentemente a Baía de Guanabara foi mais uma vez usada em disputas políticas, tendo projetos de despoluição e recuperação como garantia de investimentos. Em 2021, ocorreu o leilão da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE), como parte do pacote de recuperação fiscal com o qual o estado do Rio de Janeiro está comprometido e uma das contrapartidas foi a concessão da companhia. Como compromisso das empresas que ganharam a concessão de água e esgoto fica o programa de despoluição da Baía de Guanabara. Assim, fica evidente a forte relação de uso da CEDAE das águas da baía.

Quanto ao debate sobre ocupação do território e UCs, este pode se apresentar como polêmico na medida em que nessa discussão podem convergir questões que geram polarizações como sustentabilidade, desenvolvimento sustentável, relação homem-natureza, sociedade-meio ambiente, gestão dos elementos naturais e entre outros (PUCCINELLI, 2021). Na dinâmica da Baía de Guanabara as UCs apresentam importante atuação, com destaque para a APA de Guapimirim e a ESEC da Guanabara, que realizam gestão integrada, compartilhando recursos técnicos, materiais e financeiros (ICMBio, 2021). A efetividade da gestão do território através de um sistema de UCs é apresentada no estudo de Cavalcanti et al. (2009), que demonstra, estatisticamente, que os manguezais protegidos pelas UCs na Baía de Guanabara apresentam melhor grau de desenvolvimento estrutural, que os manguezais não inseridos em áreas protegidas.

A APA de Guapimirim é usuária do espelho d'água da Baía de Guanabara com porcentagem de ocupação de 14,54% (CHAVES, 2011). Se por um lado esta taxa pode ser considerada responsável por preservar áreas de manguezal e manter características cênicas (ICMBio, 2021), por outro pode ser considerada uso com interação positiva com restrições com a pesca artesanal, conforme a matriz dos principais usos aqui apresentada (tabela II). Coelho (2015) disserta sobre o incômodo, enquanto gestor da APA Guapimirim, quando notou a diferença nos instrumentos para promover o ordenamento ambiental da região, de maneira que a UC aparece como importante organização na gestão da Baía de Guanabara, ora protegendo seus ecossistemas, ora demonstrando as profundas diferenças de tratamento que o Estado dá aos usuários desta área. Trata-se do olhar sobre a posição da instituição como "braço" institucional do Estado, sendo as ferramentas para enquadrar pescadores e empreendimentos desenvolvimentistas desproporcionais. Nesse sentido, podemos constatar a desigualdade ambiental que se aplica neste caso. Acselrad (2009) diz que a desigualdade ambiental pode se manifestar tanto como proteção ambiental desigual como de acesso desigual aos elementos naturais.

Quanto as UCs, portanto, seus conselhos gestores, muitas vezes com caráter apenas consultivo, são associados ao aparato estatal hegemônico e assim sendo, deve-se reconhecer que seu alcance de transformação social é limitado. Entretanto, mesmo considerando tal limitação, ainda é possível refletir que há potencial nos conselhos, ponderando que ainda que não se alcance mudanças estruturais na dinâmica da sociedade capitalista, é capaz de impulsionar a participação social e a resistência socioambiental em determinadas situações (COELHO, 2015).

Os usos ligados à recreação humana, turismo, lazer e esportes, não tem uma porcentagem descrita quanto a sua ocupação neste sistema, mas tem relevância na dinâmica socioambiental da baía. São 53 praias e 2 piscinões compondo importante áreas de lazer e turismo, ainda que nem todas as praias apresentem balneabilidade adequada ao banho de mar. As praias são consideradas uma das opções de lazer e recreação mais populares do estado do Rio de Janeiro (INEA, 2023), sendo usos que não tem reflexo negativo sobre outros usos, porém são afetados por outros como indústria petroquímica, portos, navegação comercial, saneamento básico e atividades industriais. Quanto aos esportes, os esportes aquáticos já tiveram dias de destaque nas águas da baía, quando natureza e cultura se integravam numa celebração pública que atendia à população. Nesta época, final do século XVIII, os clubes náuticos foram agentes relevantes

como um dos principais lugares de entretenimento público (MELO, 2021). Nos dias atuais a vela continua tendo destaque com a maioria dos clubes do estado do Rio de Janeiro com sede na baía (FEVERJ, 2023). Exemplo recente do impacto de outros usos e da gestão inadequada do território da baía sobre o setor de esportes da Baía de Guanabara, foi o impasse sobre a utilização da baía como arena para as disputas de Vela nas Olimpíadas do Rio em 2016, tendo em vista a qualidade de suas águas e a grande quantidade de lixo flutuante (ALERJ, 2016).

As necessidades não são estáticas ao longo do tempo, elas mudam, algumas novas surgem, outras deixam de existir, assim, do mesmo modo foram mudando os usos feitos da Baía de Guanabara. Desta forma, este espaço carrega as marcas de usos anteriores. No tempo da colonização, a geografia estratégica da foz da baía foi percebida e logo utilizada pela população que ali se estabelecia e que tinha forte mentalidade defensiva. No século XVI as fortalezas de São João, Santa Cruz e Lage fizeram a frente de vigia da entrada da baía (SEDREZ, 2004). É importante pontuarmos que tais mudanças refletem as sociedades de cada época e a Baía de Guanabara sofreu as transformações inerentes a cada momento histórico, desde a chegada dos portugueses neste local.

O transporte de passageiros e aeroportos são usos que marcam a história da Baía de Guanabara, seja na forma mais antiga de locomoção, com o transporte dos habitantes pelas águas, ou na história mais recente com a Ponte Presidente Costa e Silva (Rio-Niterói) e os aeroportos localizados às margens da baía. Além de contribuírem com a área de exclusão da pesca, os aeroportos acarretaram mudanças no ecossistema da baía com 3 milhões de metros cúbicos de areia e terra que foram lançados no mar para a construção do aeroporto Santos Dumont (IBGE, 2022) além de potenciais poluidores do ambiente (ARAÚJO, 2018).

Quanto à navegação comercial, seu uso foi considerado com alguma interação positiva com portos, indústria petroquímica e demais atividades industriais. Esta interação positiva pode ser assim considerada na medida que estão relacionadas pois parte das atividades petroquímicas e das indústrias utiliza os portos. A navegação comercial também implica muitas vezes a parada de embarcações nas águas da baía, causando grande impacto na biodiversidade e nos trajetos aquaviários da região (ALERJ, 2022).

As atividades portuárias têm sido presente na Baía de Guanabara desde tempos remotos, sendo considerada a partir do século XVI como "vocação" econômica da baía (ALERJ, 2016). O uso com a ocupação portuária tem interação com outros usos com destaque para forte interação negativa com pesca artesanal e UCs. Dentre as atividades portuárias que geram consequências negativas a outros usos, tem destaque a permanência de embarcações que aguardam liberação de vaga nos portos, fazendo com que as áreas de fundeio destas embarcações sejam responsáveis por ocupação de 5% do espelho d'água da baía (ALERJ, 2016). A problemática é ainda maior pois não há regulamentação pré-fixada do tempo de permanência destas embarcações (ALERJ, 2016), ocasionando o estacionamento de embarcações que geram prejuízos tanto como área de exclusão para os pescadores artesanais quanto poluição ambiental para todo o sistema e seus demais usuários, como as UCs.

Assim como as necessidades, as práticas que determinaram a gestão ambiental, o monitoramento, a regulamentação e a aplicação da lei também mudam ao longo do tempo. São diferentes frentes de atuação e responsabilidades que se destacam nas práticas determinantes para este sistema. É importante apontar estas instituições pois os usos feitos dos espaços e elementos da baía passam por diferentes entidades e devem ser regulamentados pelas instituições competentes.

Quanto à regulamentação de atividades na baía, qualquer construção, instalação, ampliação e funcionamento de indústrias e/ou estabelecimento com potencial poluidor e de causar degradação ambiental devem obrigatoriamente ter prévio licenciamento ambiental, assim como qualquer atividade que utilize elementos ambientais. Na gestão ambiental atual do estado do Rio de Janeiro, o Instituto Estadual do Ambiente, como órgão executivo da secretaria do Ambiente, é o responsável pelo licenciamento ambiental de empreendimentos e qualquer estabelecimento que

potencialmente seja prejudicial ao ambiente. Sendo, portanto, uma importante entidade nas tomadas de decisão para a baía. Há a previsão de licenciamentos por parte dos municípios, que tem a possibilidade de licenciar atividades, em casos específicos em que o impacto ambiental seja local e o empreendimento seja classificado como de pequeno e médio potencial poluidor, mas a maior responsabilidade quanto a licenciamentos ambientais é do governo do estado via INEA, que confere a esse órgão uma posição de destaque e poder quanto á gestão dos usos da Baía de Guanabara. No âmbito federal, destaca-se no licenciamento o papel de órgãos federais como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), no caso das UCs.

Destaca-se também na gestão deste sistema, especialmente no estuário, a Marinha do Brasil. A Marinha do Brasil, por meio da Lei nº 447, de 1846, regulamenta atividades que vão de lastros de navios a organização de pescadores. Na época da referida lei, as providências se deram em torno das divisões dos pescadores em distritos de pesca. Nesta ocasião, em torno de cem mil pescadores artesanais foram cadastrados e muitos removidos de seus territórios originais, gerando conflitos entre os pescadores artesanais e demais grupos que já disputavam o poder sobre as águas da baía de Guanabara (FERREIRA, 2019). Este marco histórico é importante para pontuar que a ação da Marinha foi importante historicamente na Baía de Guanabara e continua atualmente, como descreve Ferreira (2019) ao analisar as principais violências sofridas pelos pescadores artesanais da Baía de Guanabara. Atualmente, a Marinha apresenta uso conflitante com os pescadores artesanais, pois toda sua área de abrangência, que corresponde à 4,20% da área total da baía (CHAVES, 2011) é área de exclusão para pesca.

Estes dados já indicam a forte influência que a Marinha tem na Baía de Guanabara, mas além disto, a Marinha tem forte influência nas embarcações que transitam na baía, já que a Capitania dos Portos tem entre suas atribuições gerir procedimentos especiais e estabelecer as limitações para os portos/terminais e seus acessos, coordenar o estabelecimento de limitações operacionais nos portos. Portanto, cabe às administrações portuárias estabelecer e divulgar as restrições de embarcações quanto a horário, manobra e porte, em função das dimensões, da resistência estrutural dos elementos e das forças naturais envolvidas, e nos canais de acesso (MARINHA DO BRASIL, 2023).

A influência da Marinha do Brasil na dinâmica da Baía de Guanabara se torna evidente em processos que vão de conflitos com pescadores artesanais à poluição hídrica e forte interferência na paisagem que embarcações abandonadas causam neste sistema.

Portanto, vemos que as relações advindas dos diferentes usos associados ao espaço da baía de Guanabara, refletem-se sobre a complexidade da estrutura administrativa que recai sobre esse território, envolvendo não apenas diferentes órgãos e instituições das três esferas administrativas (federal, estadual e municipal), mas estruturas e regramentos específicos de diferentes setores de atuação (meio ambiente, infraestrutura, energia, saneamento, transporte, pesca, indústria, defesa e segurança, entre outros), que de alguma forma se sobrepõe e interagem tanto positivamente, como negativamente na gestão do território e seus usos. Desse modo, são diversas as estâncias onde ocorrem as disputas, desde àquelas explícitas das atividades no território, até às disputas de poder que tem como locus as estruturas políticas, administrativas e jurídicas.

A zona costeira brasileira vem sendo alterada há séculos devido aos diferentes ciclos econômicos que ali se estabeleceram (POLLETE, 2022) assim como pelo sistema de regulação de usos que tem fracassado (POLETTE & VIEIRA, 2006 apud POLLETE, 2022). Os dados apresentados para a Baía de Guanabara refletem essa dinâmica e demonstram que o modelo hegemônico de desenvolvimento tem moldado de maneira vigorosa a dinâmica socioambiental da baía.

Além disso, os usos que são feitos dos espaços e elementos naturais da Baía de Guanabara, refletem as diferentes abordagens e estratégias

utilizadas para legitimar toda a forma de apropriação do território.

Nesse sentido, os discursos acerca da baía são diversos e estão sempre a serviço de quem os utiliza para legitimação de seus interesses. Os valores (aqui podemos considerar valores "monetários" e valores éticos e morais, não passíveis de serem contabilizados) e significados impostos a este ecossistema são diversos e correspondem à atividade que se pretende pleitear, segundo cada um dos grupos sociais que interagem e disputam este rico e limitado território.

CONCLUSÕES

Os usos dos espaços e elementos naturais que tem maior destaque na dinâmica socioambiental da baía se apresentam como diferentes frentes de atividades, que vão desde manutenção de modo de vida tradicional, como no caso da pesca artesanal, até a utilização das águas para destinação de esgotos domésticos e industriais.

Na forma como são utilizados os espaços e elementos da Baía de Guanabara podemos constatar extremos opostos, como a pesca artesanal que reproduz modo de vida tradicional à indústria petroquímica, como principal usuária da baía que reproduz a lógica do capital. A pesca artesanal é um dos usos que mais sofre danos e prejuízos de outros usos, isto evidencia as relações socioecológicas e disputas de poder que ocorrem neste espaço, que tornam a baía palco de injustiças ambientais, zona de sacrífico, além de homogeneização e especialização do território, com a presença massiva de atividades industriais e portuárias neste ambiente. O destaque de ocupação da indústria petroquímica na Baía de Guanabara pode ser considerado como responsável pela diminuição da qualidade e intensidade de outros usos, como Unidades de Conservação, turismo/lazer/esporte e pesca artesanal.

A partir da complexidade observada através dos usos múltiplos dos espaços e elementos naturais da Baía de Guanabara e das instituições que agem neste sistema, podemos observar a necessidade de iniciativas de gestão integradoras e que de forma crítica busquem um uso mais justo e sustentável no âmbito da baía, respeitando a diversidade de usos que historicamente moldou as relações socioambientais nesse sistema.

O entendimento das dinâmicas e gestão das estruturas sociais passa pela estruturação integrada dos mundos social e biofísico, apesar de serem comumente colocados em situação de oposição. Portanto, a ecologia e os sistemas político-sociais que caracterizam este espaço devem ser considerados de forma simétrica, como eixos orientadores do entendimento dos usos que a sociedade humana emprega na baía. Por fim, reforçamos que os usos do território podem, e devem, ser considerados uma questão política.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa à primeira autora nos primeiros anos do desenvolvimento do doutoramento. Ao professor da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Filipe de Oliveira Chaves, pela leitura crítica do texto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSELRAD, H; MELLO, C. C. A. & BEZERRA, G. N. O que é Justiça Ambiental. 160 p. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2009. (ISBN: 9788576171591).

ALENCAR, E. 2016. Baía de Guanabara: descaso e resistência. 124p. Fundação Heinrich Boll Stiftung, Rio de Janeiro, Brasil. (ISBN: 9788565679404).

ALERJ – Assembleia Legislativa do Rio de Janeiro. 2016. Relatório da Comissão Especial da Baía de Guanabara. 347p. Rio de Janeiro, Brasil.

AMADOR, E. 2012. Baía de Guanabara Características Geoambientais, Formação e Ecossistemas. Editora Interciência, Rio de Janeiro, Brasil. (ISBN: 9788571932609).

CARNEIRO, E. J. 2005. Conflitos ambientais no Estado do Rio de Janeiro: associativismo e significados sociopolíticos. Revista Rio de Janeiro, n. 16-17, maio-dez.

CARVALHO, A. M. F. M. 1996. A Baía de Guanabara: os itinerários da memória. Revista USP. São Paulo, n. 30, pp. 156-169.

CAVALCANTI, V. F., SOARES, M.L.G., ESTRADA, G.C.D. & CHAVES, F.O. 2009. Evaluating mangrove conservation through the

analysis of forest structure data. Jounal Coastal of Research 390-394 (ISSN: 0749-0258).
CEDAE, Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro. Visualizado em 05 de abril de 2023. (https://cedae.com.br/ETE).
CHAVES, C.R. 2011. Mapeamento Participativo da Pesca Artesanal da Baía de Guanabara. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
COELHO, B. H. et al 2015. Conflitos entre o Comperj e a gestão de áreas protegidas: o Mosaico Central Fluminense como possibilidade de enfrentamento a impactos socioambientais de grandes empreendimentos industriais.
COELHO, V. C. 2007. Baía de Guanabara: uma história de agressão ambiental. 278p., Casa da Palavra Produção Editorial, Rio de Janeiro, Brasil (ISBN – 978-85-7734-076-7).
CBH-BH Comitê da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara, 2023. In: https://comitebaiadeguanabara.org.br (acesso em abril de 2023).
COSTA, C. LAMAS, I. , FERNANDES, R. & MORA, S. A. 2010. Planejamento Estratégico do Mosaico Central Fluminense.
COSTA, M. A. M. 2015. A metrópole e o estuário: pressões exercidas pelo Rio de Janeiro na Baía de Guanabara. Cad. Metrop., São Paulo, v. 17, n. 33, pp. 15-39, maio.
FERREIRA, C. B. 2019. Pescadores artesanais e violência na Baía de Guanabara. UNIGRANRIO, Rio de Janeiro, Brasil. 217p.
FBDS, Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. Proposta de Modelo de Governança para a Baía de Guanabara. 2017.
ICMBio, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. In: https://www.icmbio.gov.br/apaguapimirim (acesso em abril de 2023).
INEA, Instituto Estadual do Ambiente, Rio de Janeiro, Brasil. In: http://www.inea.rj.gov.br/Portal/MegaDropDown/Regionais/BaiadeGuanabara (acesso novembro de 2016).
Instituto Baía de Guanabara. In: http://baiadeguanabara.org.br/site/?page_id=4548 (acesso julho 2018).
KJERFVE, B., C. H. A. RIBEIRO, G. T. M. DIAS, A. M. FILIPPO & V. S. QUARESMA. 1997. Oceanographic characteristics of an impacted coastal bay: Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil. Continental Shelf Research 17(13):1609-1643.
MARINHA DO BRASIL. In: https://www.marinha.mil.br/cprj/cprj/sites/www.marinha.mil.br.cprj/files/cap4.pdf (acesso abril de 2023).
MELO, V. Botafogo, Caju, Paquetá: a Baía de Guanabara em festa - o remo e a produção do espaço (1866-1895). 2021. Recorde, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 1-63, jan./jun.
POLLETE, M. 2022. Reflexões sobre a Gestão Integrada no Território Costeiro e Marinho do Brasil, em A gestão costeira integrada no Brasil: histórico, processos e desafios. Editora Univali.
PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. In: http://www.rio.rj.gov.br/web/riotur/caracteristicas-geograficas (acesso novembro de 2016)
PROGRAMA DE DESPOLUIÇÃO DA BAÍA DE GUANABARA. Plano diretor de recursos hídricos da região hidrográfica da Baía de Guanabara: relatório final: síntese. 2005.
QUEIROZ, T. A. N. Espaço geográfico, território usado e lugar: ensaio sobre o pensamento de Milton Santos. 2014.
SEDREZ, L. F. 2004.The bay of all beauties': state and environment in Guanabara Bay. Tese de Doutorado. Stanford University. 318p
SANTOS, M. 1988. Espaço e Método.
SOARES, D. G. 2014. Um relato sobre o processo de licenciamento do COMPERJ e as ações de resistência na região da Baía de Guanabara. Revista Ensaios, Vol.7, julho-dezembro.
VALENTIN, J. V.; PAIVA, P.C. & SALOMON, P.,S. 2018. A Baía de Guanabara: passado, presente e futuro de um ecossistema ameaçado. 314p. Editora CRV, Curitiba, Brasil.

Capítulo IV

ESTUDO DA CORRELAÇÃO DOS ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS COM A OCORRÊNCIA DE EL NIÑO/LA NIÑA NA MUDANÇA DA ÁREA DO LAGO SECO EM CAMOCIM – CE



ESTUDO DA CORRELAÇÃO DOS ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS COM A OCORRÊNCIA DE EL NIÑO/LA NIÑA NA MUDANÇA DA ÁREA DO LAGO SECO EM CAMOCIM – CE

Eduardo de Sousa Marques[1]; Lidriana de Souza Pinheiro[2]; Vanda de Claudino-Sales[3]

[1] Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará, Avenida da Abolição 3207, Fortaleza, Ceará, CEP 60165-081, duardomarques@alu.ufc.br (autor correspondente)
[2] Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, Avenida da Abolição 3207, Fortaleza, Ceará, CEP 60165-081, lidriana@ufc.br
[3] Instituto de Ciências Humanas da Universidade Federal de Pelotas, Rua Coronel Alberto Rosa, 154, Pelotas, Rio Grande do Sul, CEP 96010-770, vcs@ufc.br

RESUMO

Esta pesquisa dedicou-se a estudar e relacionar a ocorrência de El Niño/La Niña com o desenvolvimento fisiográfico do Lago Seco, localizado no município de Camocim, litoral oeste do Estado do Ceará. Foram coletados índices pluviométricos na área pesquisada entre os anos de 1984 a 2021, calculando para cada ano a área total do Lago Seco com uso de ferramentas de medidas de polígono do software Google Earth Pro, utilizando imagens de satélite Landsat/Copernicus 5 a 8, com escala de 1:50.000 e altitude de 20,33 km. Estes dados foram confrontados com as ocorrências de El Niño/La Niña no período de tempo deste estudo, buscando correlacionar estes fatores. Foi observado com este estudo uma interferência direta das ocorrências de El Niño/La Niña na distribuição de chuvas no período de tempo estudado, alterando a carga e recarga hídrica do Lago Seco. Com esses resultados, comprova-se a importância dos estudos oceanográficos para o gerenciamento dos recursos naturais costeiros, evitando a escassez hídrica, impactos sobre as atividades agropecuárias, pesqueiras e turísticas. Além disso, o Lago Seco é um importante ambiente para diversas espécies animais e vegetais, gerando conforto térmico para a cidade.

Palavras-chave: Camocim; Lago Seco; El Niño; La Niña; chuvas.

ABSTRACT

This research was dedicated to studying and relating the occurrence of El Niño/La Niña with the physiographic development of Lago Seco, located in the municipality of Camocim, west coast of the State of Ceará. Rainfall indexes were collected in the surveyed area between the years 1984 to 2021, calculating for each year the total area of Lago Seco using the polygon measurement tools of the Google Earth Pro software, using Landsat/Copernicus 5 to 8 satellite images, with a scale of 1:50,000 and an altitude of 20.33 km. These data were compared with the occurrences of El Niño/La Niña in the period of time of this study, seeking to correlate these factors. With this study, a direct interference of the El Niño/La Niña occurrences in the rainfall distribution in the studied period was observed, altering the water load and recharge of Lago Seco. With these results, the importance of oceanographic studies for the management of coastal natural resources is proven, avoiding water scarcity, impacts on agricultural, fishing and tourist activities. In addition, Lago Seco is an important environment for several animal and plant species, generating thermal comfort for the city.

Keywords: Camocim; Lago Seco; El Niño; La Niña; Rains.

INTRODUÇÃO

Suguio (2010, p. 361) comenta que "mais de 70% das costas arenosas do mundo têm exibido uma tendência erosiva nas últimas décadas", estando o nível do mar como a principal causa do fenômeno. Brandão (2008, p. 90) explica que "devido ao frágil equilíbrio existente entre os diferentes processos físicos atuantes e a complexidade de ecossistemas presentes, caracterizam-se como uma área de elevada vulnerabilidade". O autor ainda considera que a erosão costeira é o resultado do conflito de um processo natural, do recuo da linha de costa e das atividades humanas, estando o controle do problema no gerenciamento e ordenamento territorial dessas áreas.

Colares (2015) relata que em 2012 Camocim já apresentava uma diminuição da área vegetada em 9,27 km², sendo que as áreas alagadas também diminuíram em 0,2 km², provavelmente em razão do aumento da especulação imobiliária na cidade e seus arredores, onde se localizam esses alvos. A respeito dos problemas ambientais mais corriqueiros em Camocim, com base nos registros fornecidos pela SEMACE, Dias (2015) afirma que os danos mais recorrentes estão relacionados ao desmatamento (impacto sobre a cobertura vegetal) e os processos de ocupação irregular de áreas não edificáveis (impactos sobre o solo), equivalendo, respectivamente, a 50% e 30% dos danos

encontrados.

Carvalho (2015) discute a respeito das mudanças ocorridas na área compreendida entre o Lago Seco e a Praia do Farol. O autor pontua que a presença do curso fluvial proveniente do Lago Seco atuava na fixação e contenção dos sedimentos transportados pelo vento a partir da presença de um estuário na desembocadura, formando um pequeno ambiente de mangue. Na busca de manter um alto volume da lagoa, foi construído uma barragem neste curso, na qual poderá ter contribuído para o rebaixamento do lençol freático durante a estiagem.

Os oceanos constituem um importante reservatório de sais e gases, atuando como elemento regulador na ciclagem de grande número de elementos no planeta, os processos oceânicos estão entre os maiores agentes transportadores de calor no planeta, controlando o clima e contribuindo para a distribuição espacial dos processos intempéricos e erosivos (TEIXEIRA, et al., 2009, p. 377). As ações antrópicas de desregulação das dinâmicas ambientais em escalas locais ou regionais para as globais (subtração da cobertura vegetal, exploração mineral, mau uso dos recursos hídricos, expansão urbana e a queima dos combustíveis fósseis) torna-se um fator crítico na medida em que os seus efeitos se intensificam e aceleram os processos de intensificação do efeito estufa (processo de aquecimento global), gerando assim a elevação do nível dos oceanos.

Segundo Silva et al. (2011) existe uma correlação da Anomalia da Superfície do Mar (ATSM) dos oceanos pacífico e atlântico com a quantidade de chuvas que atingem o nordeste brasileiro. Ferreira et al. (2004) também correlacionaram os mesmos fenômenos com a concentração de chuvas nas macrorregiões do Estado do Ceará, observando a estação chuvosa no primeiro semestre com relação a anomalia de TSM do oceano Pacífico Equatorial (índices de El Niño) e AT (Atlântico tropical) no período de 41 anos (1962 a 2002). Ramos et al. (2008, p. 164) relatam que a anomalia climática refere-se a uma flutuação externa de um elemento em uma série climatológica, com desvios acentuados do padrão observado de variabilidade. A variabilidade climática é a variação das condições climáticas em torno da média histórica climatológica. Mudanças climáticas é um termo que designa a uma tendência de alteração da média no tempo.

Segundo Mendonça e Oliveira (2007) por estar próximo da faixa equatorial, a zona climática onde situa-se Camocim recebe a influência direta de duas massas: Massa Equatorial do Atlântico Norte e Sul (MEAN e MEAS, respectivamente). Ambas são atraídas para o continente por conta das diferenças de pressão entre as superfícies continental e oceânica. Uma explicação amplamente aceita é de que as constantes anomalias (variabilidade) da Temperatura da Superfície do Mar – ATSM do atlântico tropical (AT) podem ser fatores que favorece nas anomalias de precipitações do NEB (Nordeste brasileiro), enquanto que os fatores oceanográficos do pacífico poderão acentuar tais anomalias, ou em outras ocasiões, prover efeitos opostos. Tais efeitos poderão acentuar os processos de desertificação no Estado do Ceará, na qual apresenta 11,45% do seu território com áreas degradadas (FUNCEME, 2018). As consequências destes processos poderão ser sentidas no descontrole dos fluxos hídricos e sedimentares dos rios, como no caso do Rio Coreaú que deságua no estuário de Camocim.

Com isso, Patchineelam (2004) afirma que como os oceanos podem armazenar mais calor que a atmosfera, qualquer mudança na temperatura média dos oceanos poderá causar grandes alterações na temperatura do ar. Existe uma relação indireta da temperatura da água com a sua densidade, no momento em que a temperatura sobe a densidade decresce. A temperatura da água repercute diretamente na vida aquática através das mudanças dos processos químicos. De acordo com Santos (1986) tais mudanças na temperatura atingem principalmente as taxas de metabolismo e a vida dos fitoplânctons, que atuam como a base da cadeia ecológica ligada aos estuários. Além disso, tal problema poderá ocasionar no aumento do nível do mar, acentuando assim os processos erosivos (FRAZÃO, 2003).

As alterações climáticas e as atividades humanas nocivas ao equilíbrio ambiental provocam em áreas áridas como o nordeste brasileiro (NEB)

um processo contínuo de desertificação, alertada pela Convenção das Nações Unidas de Combate a Desertificação (UNCCD). Atualmente 15% do território brasileiro está suscetível à desertificação, estando o Estado do Ceará inteiramente dentro desta área (FUNCEME, 2018). A extrema aridez e irregularidade pluviométrica acentua o deficit hídrico e sedimentar dos rios, influenciando nos sistemas estuarinos nas baixas planícies, provocando uma ameaça para a fauna e a flora local. A respeito do aumento da temperatura no século XX, considerando o período desde 18 mil anos atrás até o início do século XX, o clima global esquentou vários graus, o nível do mar subiu cerca de 120 metros e a concentração de CO2 passou de 180 para 280 ppmv (partes por milhão em volume). Além do aumento do nível do mar, há também o aumento da frequência de fenômenos atmosféricos drásticos, como os tornados, ciclones e furacões e a mudança do seu padrão de distribuição (TEIXEIRA et al., 2009, p. 124 – 126).

A extinção desse curso fluvial reduziu a capacidade de amortecer o transporte eólico nesse trecho. Além disso, as mudanças climáticas ocasionam contínuas mudanças no espaço e na paisagem, alterando os índices pluviométricos, gerando épocas de estiagens, escassez hídrica e problemas na produção agrária, gerando além disso impactos profundos na economia local, sustentada em dois pilares: atividades pesqueira e turismo. O objetivo geral da pesquisa é correlacionar ocorrências de El Niño/La Niña com os índices pluviométricos em Camocim (CE), interferindo assim na recarga hídrica do Lago Seco. Sobre os objetivos específicos pretende-se: medir a área total do Lago Seco com uso de ferramentas de calculo de polígono, disponíveis no software Google Earth Pro, entre os anos de 1984 – 2021; coletar índices pluviométricos do posto Camocim entre os anos de 1984 – 2021; coletar informações de ocorrências de El Niño/La Niña na série histórica da pesquisa; levantar inferências sobre o grau de interferência antropogênica nos resultados.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa teve como área de estudo todo perímetro do Lago Seco do município de Camocim, litoral oeste do Estado do Ceará (Figuras 1, 2 e 3). A série histórica utilizada para pesquisa foi de 1984 a 2021 por conta da disponibilidade de imagens de satélite no software Google Earth Pro da área de estudo, dimensionadas em escalas cartográficas de 1:50.000. Esta área foi delimitada com uso de imagens de satélite proveniente do software Google

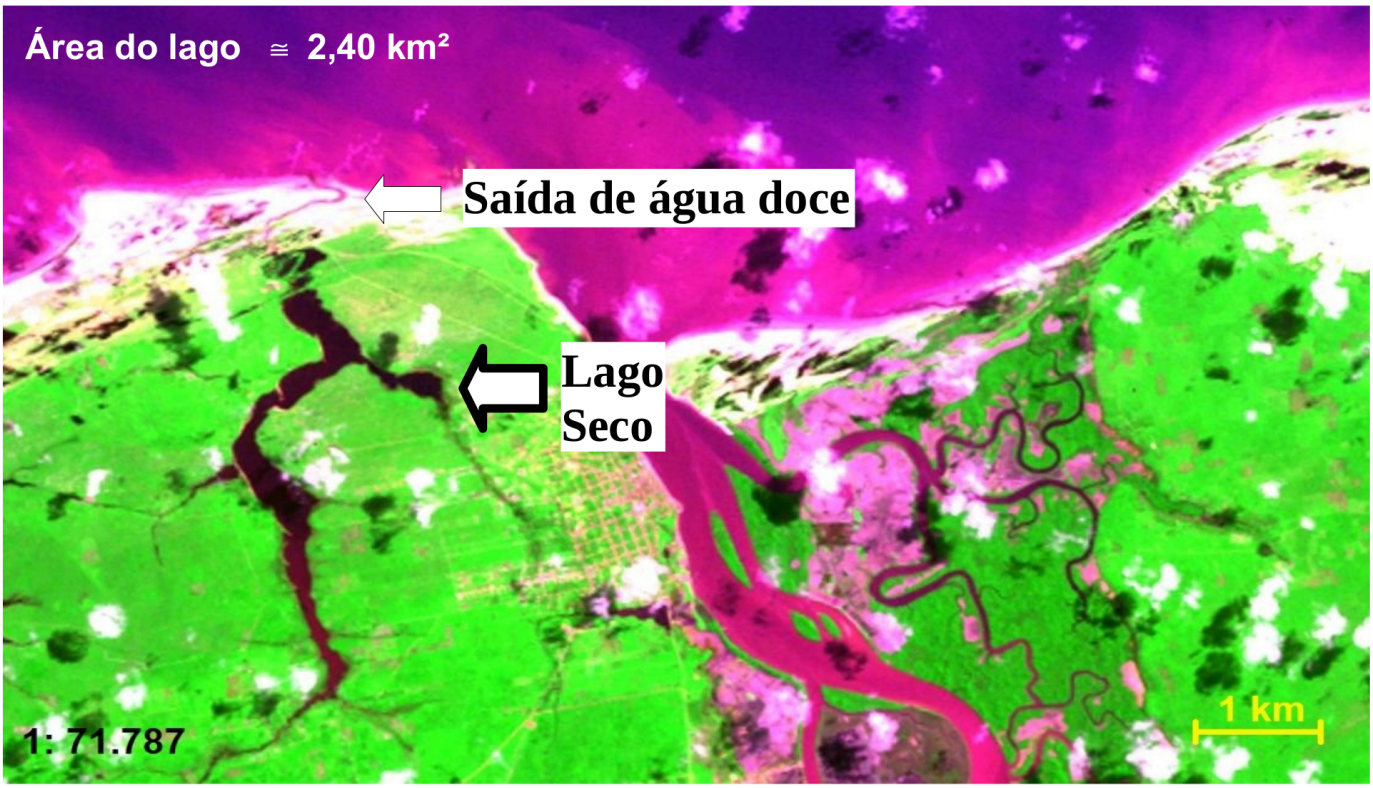


Figura 1. Imagem de satélite de Camocim do dia 11 de maio de 1986, fornecido pelo satélite Landsat 5 TM (B3, B4, B1). Fonte: USGS – NASA.

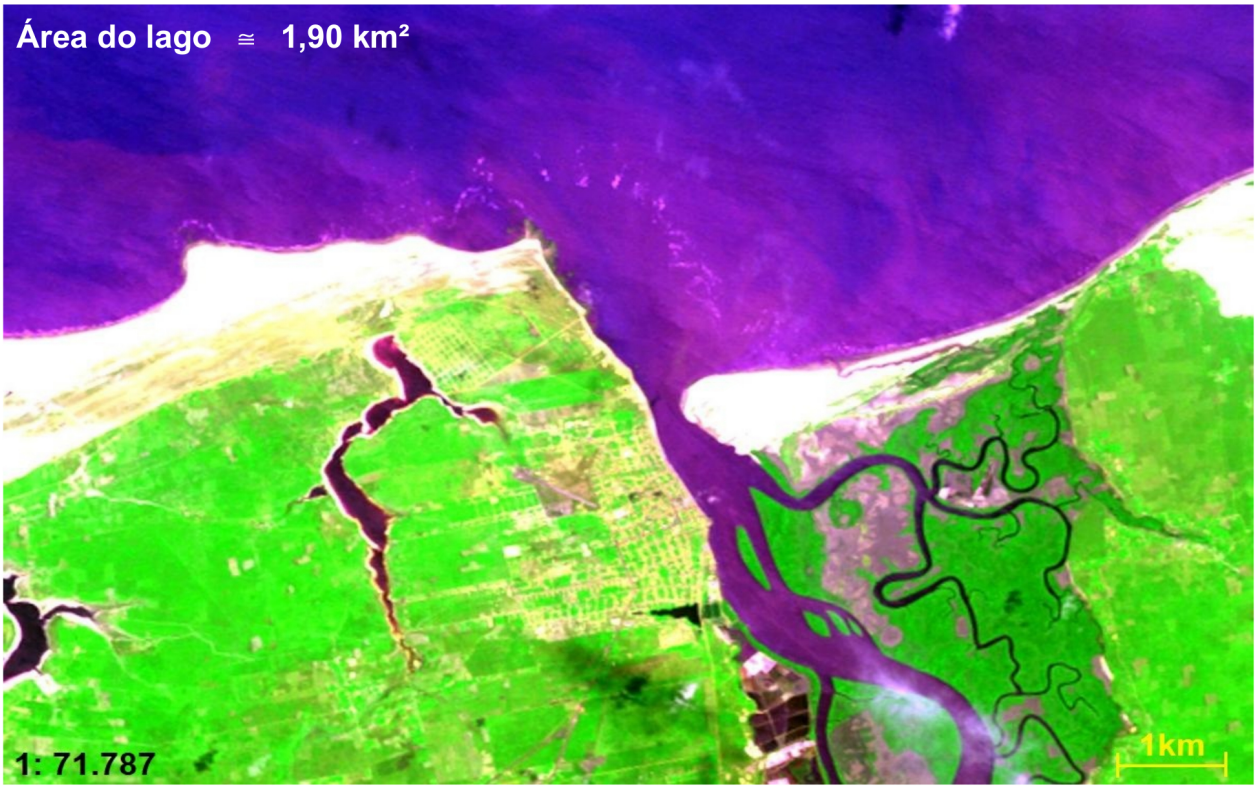


Figura 2. Imagem de satélite de Camocim do dia 06 de outubro de 2005, fornecido pelo satélite Landsat 5 TM (B3, B4, B1). Fonte: USGS – NASA.

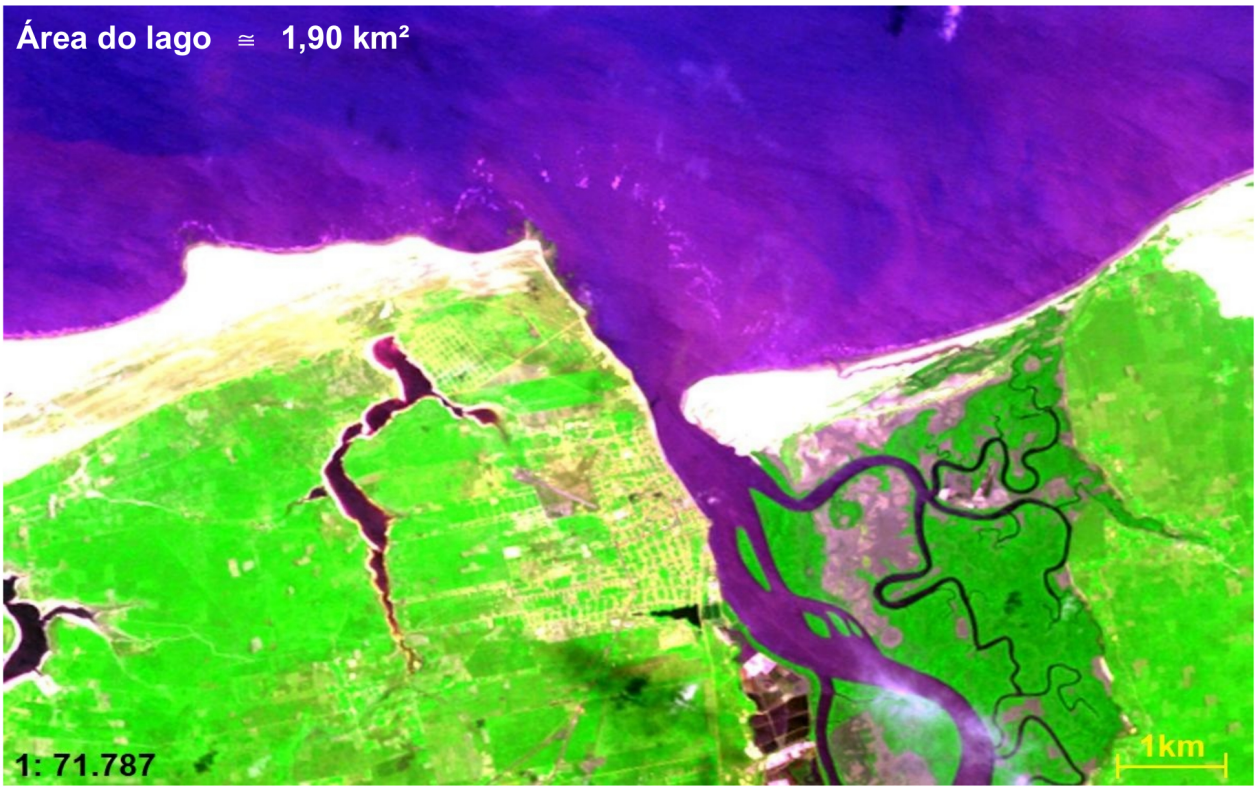


Figura 3. Imagem de satélite de Camocim do dia 15 de junho de 2018, fornecido pelo satélite CBERS 4 MUX (B7, B8, B5). Fonte: USGS – NASA.

Earth Pro, contornando a linha d'água, identificando pelas diferenças de cor e tonalidade a parte da areia e da água, com uso de ferramentas de calculo de polígono do próprio software. Para uma melhor espacialização de toda área do lago, sem o perder grau de qualidade da imagem do satélite por conta da altitude (maiores altitudes geram imagens mais imprecisas para medidas de área), convencionou-se o uso de altitudes de 20,33 km, com imagens geradas pelo satélite Landsat/ Copernicus 5 a 8. Segundo Oliveira et al. (2022) o erro planimétrico máximo é de 12,0 m e um erro padrão de ± 7,5 m.

Para cada ano na série histórica da pesquisa (de 1984 a 2021) foi calculado a área do Lago Seco, datados sempre no dia 30 de dezembro de cada ano com uso da linha do tempo presente na barra de ferramentas de pesquisa do software, seguindo os procedimentos elencados no parágrafo anterior, anotando dados de: data, altitude, satélite e área. Esse calculo de área com uso de ferramentas do próprio software foi desenvolvido sem alterar as medidas de latitudes a fim de não haver mudanças dos protocolos, evitando cair em víeis ideológicos. Contudo, não foi possível padronizar para todas imagens a mesma medida de altitude, as imagens de satélites mais antigas (no início da série histórica) foram calculados com altitudes variaram de 20,34 km e 20,37 km, mas que na prática tiveram poucas alterações nos resultados finais.

Outro processo realizado nesta pesquisa foi a coleta de dados pluviométricos na região, disponibilizados no portal da FUNCEME (2022), utilizando neste caso os dados anuais dos índices pluviométricos presentes no posto Camocim. Para cada ano na série histórica da pesquisa foram anotados os quantitativos gerais observados na área, quantificados em mm (ver os dados gerais presentes na sessão "resultados e discussões", na tabela 1). Além disso, foram também coletados informações importantes sobre a ocorrência de El Niño e La Niña durante a série histórica da pesquisa, disponíveis no portal do INPE/CPTEC (2022) (ver os dados gerais presentes na sessão "resultados e discussões", na tabela 1). É importante pontuar que no processo de coleta de informações houve lacunas de informações em alguns períodos de tempo na série histórica, comprometendo assim o desenvolvimento das análises e levantamento de inferências.

Por final, foram confrontados os três resultados alcançados, buscando na pesquisa uma correlação entre os dados, busca de uma padronização do comportamento dos agentes/ fatores atuantes, existência de um comportamento cíclico, desvios de resultados esperados e a existência de outros fatores que possam interferir nos resultados, como no caso das diversas intervenções antropogênicas na área (barragens, desmatamentos, extração de areia, poluição do recurso hídrico, desvio do curso d´água, urbanização e a especulação imobiliária.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir, apresenta-se a tabela 1 e da figura 4 com os dados gerais e integrados dos índices pluviométricos observados no posto de Camocim (FUNCEME, 2021), medida da área total do Lago Seco com uso das ferramentas de medições de polígonos do software Google Earth Pro e dos resultados de ocorrências de La Niña e El Niño (INPE/CPTEC, 2021).

Segundo os dados disponibilizados logo acima observa-se uma contínua oscilação dos índices pluviométricos e das mudanças de área do Lago Seco, havendo em alguns anos uma relação entre os dados no seguinte raciocínio: quando chove pouco durante um período de dois ou três anos há uma redução da área do lago. Adicionalmente, observa-se também o comportamento térmico dos oceanos como influenciadores das ocorrências de chuvas na Região Nordeste, em alguns momentos a maior presença de El Niño significou uma acentuada redução de chuvas na região, contrário da La Niña com maior favorecimento e acúmulos de chuvas. Nessa série histórica, há maiores ocorrências de El Niño (n = 15), com duas ocorrências de intensidade fraca, seis moderado e sete forte. A La Niña teve menores ocorrências e mais esparsadas (n = 8), com uma intensidade fraca e sete moderada, sem presença de intensidade forte.

Provavelmente a maior presença de El Niño com intensidade variando de moderado a forte e ausência de La Niña contínua e forte pode ter influenciado (em grande parte) nas reduções dos

Tabela I. Medida da pluviosidade anual (mm), área do Lago Seco (km²) e ocorrências de La Niña/El Niño na área de estudo, entre os anos de 1984 a 2021.

Ano	Pluviosidade observada (mm)	Medida da área do lago (km²)	Ocorrência de La Niña e El Niño
1984	1.757,8	1,6	-
1985	2.802,6	1,44	-
1986	1.692,8	1,53	El Niño moderado
1987	743,7	1,46	El Niño forte
1988	1.249,8	1,49	El Niño forte
1989	1.416,8	1,37	La Niña moderada
1990	741,1	1,3	-
1991	1.153,6	1,81	El Niño forte
1992	847,4	1,75	El Niño fraco
1993	485,5	1,62	El Niño fraco
1994	1.362,8	1,65	-
1995	1.437,9	1,45	-
1996	1.339	1,43	-
1997	800,9	1,53	El Niño forte
1998	706,1	1,43	El Niño forte
1999	1.400,7	1,63	La Niña fraca
2000	1.187,6	1,7	La Niña moderada
2001	791,8	1,87	-
2002	983,6	1,51	El Niño moderado
2003	1.261,1	1,52	El Niño moderado
2004	1.109,9	1,86	-
2005	835,5	1,64	-
2006	1.012,4	1,68	El Niño moderado
2007	922,6	1,46	El Niño moderado
2008	1.377,9	1,91	La Niña moderada
2009	1.972,6	1,97	El Niño moderado
2010	552,1	1,72	La Niña moderada
2011	1.409,7	1,74	La Niña moderada
2012	450,8	1,65	-
2013	885,3	0,83	-
2014	850,1	0,8	-
2015	753,4	0,7	El Niño forte
2016	874	0,76	El Niño forte
2017	1.130,6	0,82	La Niña moderada
2018	1.301,1	1,06	La Niña moderada
2019	1.529,4	1,87	-
2020	1.172,6	2	-

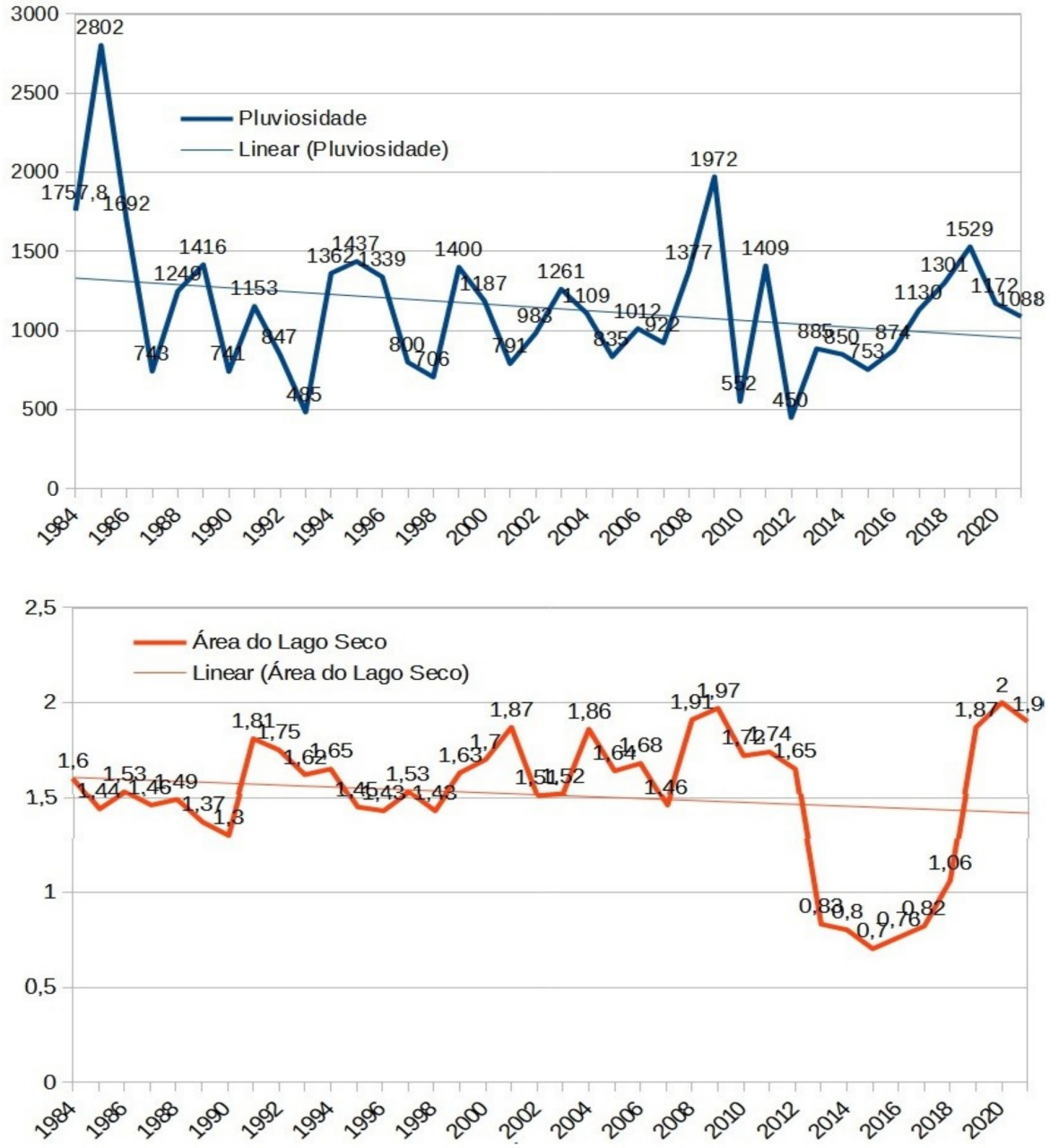


Figura 4. Gráfico de pluviosidade e mudança da medida da área do Lago Seco em Camocim – CE, entre os anos de 1984 – 2021. Observa-se que a linha linear dos dois gráficos apresentam comportamento descendente de progressão, representando assim um comportamento similar dos dois casos.

índices pluviométricos e das áreas do Lago Seco, não deixando de considerar as intervenções antropogênicas que ocorrem na área (barragens e desvios do curso da água). A partir da interpretação e correlação dos dados apresentados, considera-se o El Niño e La Niña os maiores fatores que influenciam na redução ou no aumento da área do Lago Seco, dimensionados em escala astronômica, estando em menor proporção as diversas intervenções antropogênicas que podem ter um determinado grau de interferência nos resultados, mas que não foi calculado aqui neste presente trabalho.

Entre os anos de 1984 a 1986 houve uma crescente concentração de chuvas, com aumento da área do Lago Seco neste período, em época de ocorrência de El Niño que oscilou de moderado a forte nos anos seguintes. Em 1987 os índices pluviométricos reduziram, assim como a área do lago, havendo nesse caso uma correlação entre a redução de chuvas com a redução da área do lago em ocorrências de El Niño. Entre 1988 e 1989 as chuvas voltaram a aumentar, reduzindo em 1990, com contínua redução da área do lago de 1988 a 1990, provavelmente relacionado com a frequente ocorrência de El Niño, com transição para a La

Niña. Em 1991 os índices de chuva e a área do lago voltam a aumentar, mas entre 1992 e 1993 há uma acentuada redução de chuvas e diminuição da área do Lago Seco, em situação de ocorrência de El Niño forte, justificando novamente assim a inter-relação entre os fatores elencados.

Entre 1994 e 1995 há um aumento de chuvas, mas com redução dos índices pluviométricos no triênio 1996 – 1997 – 1998. Nessa situação, a área do lago não aumentou, estando submetido em condições de El Niño forte, repetindo assim os resultados apresentados nos anos anteriores. Entre 1999 e 2000 a área recebeu grande quantidades de chuvas, com aumento da área do lago em condições de La Niña moderada. Em 2001 os índices pluviométricos reduzem, mas a área do Lago Seco atinge a sua maior medida na série histórica (até este exato momento), provavelmente relacionado com a presença de La Niña moderada. Porém, entre os anos de 2002 e 2003 houve crescentes índices de chuvas, mas com medidas da área do lago com pequeno aumento (quase inalterada) em condições de El Niño moderado, é possível que esse resultado possa demonstrar alguma maior interferência em menores escalas, como no caso das diversas intervenções antropogênicas que se acentuam em consonância com o crescimento urbano da cidade em direção para esta área.

Entre 2004 e 2005 houve uma acentuada redução dos índices pluviométricos, assim como a redução da área do Lago Seco, levantando (nesse caso) o questionamento: é possível que a ocorrência de El Niño tenha prosseguido nesse período de tempo? Caso a resposta para essa pergunta seja verdadeira, aumenta-se a presença de El Niño na série histórica desta pesquisa. Em 2006 há uma inversão dos casos, com aumento de chuvas e da área do lago, mas ainda com ocorrência de El Niño com intensidade moderada, que tenderá a prosseguir até 2007. Entre os anos de 2007 a 2009 há um constante aumento dos índices pluviométricos, com aumento também da área do lago, em uma situação com ocorrências alternadas de El Niño e La Niña com intensidades moderadas. Provavelmente a diminuição da intensidade do El Niño tenha favorecido a presença de mais chuvas na região, favorecendo assim na recarga do Lago Seco.

Em 2010 as condições apresentadas foram diferentes das apresentadas no triênio 2007 – 2008 – 2009, com redução tanto nos índices de chuvas quanto na área total do Lago Seco, mas em 2011 volta a se registrar aumento das chuvas e da área do lago, provavelmente relacionados com a contínua ocorrência de La Niña moderada com maior presença na série histórica da pesquisa, que se repetirá no biênio 2017 – 2018. Em 2012 a situação inverte-se, com aparente comportamento cíclico, com redução dos índices pluviométricos e da área do lago, levantando-se a seguinte hipótese: será esse um momento com ocorrência de El Niño? Essa situação se repetirá no triênio 2013 – 2014 – 2015, com forte redução dos índices pluviométricos (a menor sequência de chuvas registrada na série histórica da pesquisa) e com alta redução da área do lado (a maior redução da série histórica, estando pela primeira vez abaixo de 1 km²), em situação de contínua ocorrência de El Niño forte. Esses dados reforçam as hipóteses levantadas na pesquisa sobre a correlação direta dos fatores apresentados.

Em 2016 volta a se registrar aumento dos índices pluviométricos e da área do Lago Seco, em situação de transição do El Niño para a La Niña, que prevalecerá no biênio 2017 – 2018. Essa situação irá se repetir no triênio 2017 – 2018 – 2019, havendo um aparente comportamento cíclico dos dados, com relativas oscilações sinusoidais que poderá ser por causas naturais. Em 2020 há uma pequena redução dos índices de chuvas, mas com continuação do aumento da área do lago, levantando-se para esse caso a seguinte indagação: será possível continuação do fenômeno La Niña? Caso se confirme, será a maior sequencia deste fenômeno na série histórica. Em 2021 registram-se resultados inversos, com redução de chuvas e diminuição da área do lago, com aparente situação do comportamento cíclico dos fatores atuantes, levantando-se o seguinte questionamento: será esse o momento de enfraquecimento da La Niña?

CONCLUSÕES

O comportamento térmico dos oceanos tem uma importante função de regular a temperatura

global do nosso planeta, qualquer alteração na temperatura das águas superficiais dos oceanos podem também alterar as condições atmosféricas, e que somado com uma composição gasosa caracterizada por absorver energia da radiação solar haverá a possibilidade de acentuar o aumento dessa temperatura, resvalando, consequentemente, no comportamento térmico dos oceanos.

Os dados coletados nesta pesquisa de El Niño/La Niña tiveram correlação direta com as oscilações dos índices pluviométricos na região estudada, interferindo no desenvolvimento fisiográfico do Lago Seco. Em alguns momentos foram detectados comportamentos cíclicos, havendo também incompatibilidade dos resultados alcançados e esperados, provavelmente relacionado com as diversas intervenções antropogênicas que não foram calculados nessa pesquisa. Mas, em grande parte da pesquisa, foram detectadas uma correlação direta entre os fatores elencados, observando assim uma prevalência dos fatores em escalas astronômica sobre os fatores em escalas locais.

Dessa forma, torna-se necessário o acompanhamento das pesquisas oceanográficas para o desenvolvimento de projetos de gerenciamento dos recursos hídricos, a fim de evitar escassez hídrica, desconforto térmico, perdas na produção agropecuária e impactos econômicos nos setores pesqueiros e turísticos. O Lago Seco é um importante recurso natural não só turístico pela sua beleza cênica, mas também como abrigo e refúgio de várias espécies animais e vegetais, significando também um importante recurso hídrico que favorece o desenvolvimento de atividades agrícolas e pecuaristas, estabelecendo também um conforto térmico para a cidade.

AGRADECIMENTOS

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudos (doutorado) para a realização dessa pesquisa vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais (PPGCMT, LABOMAR – UFC).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANDÃO, R. L. 2008. Regiões costeiras. In: SILVA, C. R. Geodiversidade do Brasil – Conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro. CPRM, Rio de Janeiro, p. 89 – 97.

CARVALHO, A. M. 2015 Análise de risco da ocupação do espaço costeiro sobre a dinâmica eólica – O caso de um hotel em Camocim, Estado do Ceará. Arquivos Ciências do Mar (LABOMAR), 48(2): 32 – 40.

COLARES, M. C. S. 2015. Evolução geomorfológica do canal estuarino do rio Coreaú, Ceará, Brasil. Tese de doutorado. Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará – UFC. Fortaleza (CE), 98 p.

DIAS, C. B. 2015. Danos ambientais em áreas de preservação permanente na zona costeira: Os desafios de Camocim / Ceará. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais. Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR, Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza (CE), 150 p.

FERREIRA, F. F.; ALVES, J. M. B.; COSTA, A. A. 2004. Um estudo dos impactos das Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) em macrorregiões, pluviometricamente homogêneas, no Estado do Ceará. Revista Brasileira de Agrometeorologia, 12 (1): 193 – 204.

FRAZÃO, E. P. 2003. Caracterização hidrodinâmica e morfo-sedimentar do estuário Potengi e áreas adjacentes: subsídios para controle e recuperação ambiental no caso de derrames de hidrocarboneto. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em geodinâmica e geofísica, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Natal – RN, 195 p.

FUNCEME. 2018. Índice de aridez para o Ceará, Mapas temáticos, Secretaria dos Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.funceme.br/index.php/areas/17-mapas-tem%C3%A1ticos/542-%C3%ADndice-de-aridez-para-o-cear%C3%A1.

FUNCEME. 2022. Chuva média por ano por município (de 1984 a 2021). Disponível em: http://funceme.br/app-calendario/ano/municipios/media/1984.

INPE/CPTEC. 2022. Condições atuais do ENOS: La Niña. Disponível em: http://enos.cptec.inpe.br/.

MENDONÇA, F.; DANNI – OLIVEIRA, I. M. D. 2007. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. Oficina de textos, São Paulo (SP).

OLIVEIRA, M. Z.; VERONEZ, M. R.; TURANI, M.;REINHARDT, A. O.; SILVA, R. M. 2022. Imagens do Google Earth para fins de planejamento ambiental: uma análise de exatidão para o município de São Leopoldo/RS. Disponível em: http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper48.pdf.

PATCHINEELAM, S. M. 2004. Circulação oceânica. In: BATISTA NETO, J. A.; PONZI, V. R. A. e SICHEL, S. E. Introdução à Geologia Marinha. Editora interciência, p. 153 – 174.

RAMOS, M. A. B.; VIANA, S. M.; SANTO, E. B. S. E. 2008. Mudanças climáticas. In: Silva. C. R (org.). Geodiversidade do Brasil – Conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro. CPRM, Rio de Janeiro, p. 163 – 173.

SANTOS, A. 1986. As Águas da Região de Carajás. In: Almeida Jr. J.M.G. Carajás, Desafio Político, Ecologia e Desenvolvimento. São Paulo, Ed. Brasiliense/CNPq, p. 156 - 183.

SILVA, A. P. N.; MOURA, G. B. A.; GIONGO, P. R.; MEDEIRO, S. R. R. 2011. Correlação entre as temperaturas da superfície do mar e a quantidade da precipitação na estação chuvosa no nordeste do Estado de Pernambuco. Revista Brasileira de Meteorologia, 26 (1): 149 – 156.

SUGUIO, K. 2010. Geologia do quaternário e mudanças ambientais. Oficina de textos, São Paulo (SP).

TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M. de; TAIOLI, F (org.). 2009. Decifrando a terra. Companhia Editora Nacional, 2ª edição, São Paulo (SP).

Capítulo V

A EROSÃO COSTEIRA COMO UMA PROBLEMÁTICA: HISTÓRICO DA ENGORDA ARTIFICIAL DE PRAIAS DO BRASIL NOS ÚLTIMOS 30 ANOS



A EROSÃO COSTEIRA COMO UMA PROBLEMÁTICA: HISTÓRICO DA ENGORDA ARTIFICIAL DE PRAIAS DO BRASIL NOS ÚLTIMOS 30 ANOS

Marina Alice da Silva[1]; Emiliano Castro de Oliveira[2]

[1]Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia do Mar, Instituto do Mar, Universidade Federal de São Paulo, Rua Dr. Carvalho de Mendonça, 144, Santos, São Paulo, CEP 11070-102, alice.marina@unifesp.br
[2]Instituto do Mar, Universidade Federal de São Paulo, Rua Dr. Carvalho de Mendonça, 144, Santos, São Paulo, CEP 11070-102, emiliano.oliveira@unifesp.br (autor correspondente)

RESUMO

O presente trabalho faz um levantamento da engorda artificial de praias do Brasil nos últimos 30 anos e pondera em retrospecto suas motivações. São analisadas as praias de acordo com a disponibilidade dos documentos encontrados ao longo da pesquisa, atendo-se apenas ao litoral brasileiro. Para tal, foram realizadas pesquisas e análises de documentos científicos, publicações em revistas e jornais de grande circulação, entre outros meios de divulgação. Visando-se observar as transformações que o processo de engorda causou na costa e trazendo, ainda, no corpo do trabalho, imagens comparativas de como eram essas praias antes e depois da modificação, bem como seu estado atual em 2021. Este estudo permitirá compreender as técnicas de dragagem de areia e enchimento das praias mobilizadas pelos municípios e muitas vezes pela própria população, bem como as modificações ao se conter o processo de erosão natural.

Palavras Chave: Engorda artificial; Dragagem; Erosão; Praias

ABSTRACT

The present article makes a survey of the artificial nourishment of beaches in Brazil in the last 30 years, and ponders its motivations in retrospect. The beaches are analyzed according to the availability of documents found during the research, focusing only on the Brazilian coast. Therefore, research and analysis were carried out on scientific documents, publications in magazines and newspapers of wide circulation, among other means of dissemination. Aiming to observe the transformations that the nourishment process caused on the coast and also bringing, in the body of the writing, comparative images of what the beaches were like before and after the modification, as well as their current state in 2021. This study will allow us to understand the techniques of sand dredging and filling of beaches mobilized by the cities and often by the population itself, and the modifications to contain the process of natural erosion.

Keywords: Artificial Nourishment; Dredging; Erosion; Beaches

INTRODUÇÃO

Esse trabalho estuda o histórico da engorda das praias do Brasil, por meio de uma pesquisa bibliográfica dos últimos 30 anos até chegar nas características que são hoje em dia.

A zona costeira concentra grande parte da população mundial e do desenvolvimento econômico. O progressivo aumento populacional altera as zonas costeiras e modifica a sua dinâmica, bem como inviabiliza edificações, infraestruturas e modelos de exploração turística do litoral (MARTINS E VELOSO-GOMES, 2011). Outro ponto a se levar em consideração é que o processo de engorda artificial de praias causa impactos significativos para a morfodinâmica local (FINKL E WALKER, 2002).

Contudo, o processo de impedir que a "linha de costa" avance continente a dentro é mais comum do que aparenta inicialmente. Os países afetados por este processo vem tentando proteger o litoral por meio de técnicas de "engenharia pesada" (MARTINS E VELOSO-GOMES, 2011). A necessidade de modificações nos litorais pode ser avaliada através de índices de vulnerabilidade costeira (FILGUEIRAS E ALBINO, 2020). É nesse contexto que, no início do século XXI, torna-se bastante comum a utilização da técnica de alimentação artificial de praias, ainda que essas transformações influem em diversas outras decisões a serem tomadas, como a minimização de problemas que estão na origem do aumento das taxas de erosão (MARTINS E VELOSO-GOMES, 2011).

A Praia Central de Balneário Camboriú, localizada no litoral centro-norte de Santa Catarina sofreu modificações recentemente, na qual 5,8 km da faixa de areia foi aumentada em 50 metros (Figura 1) (BÚRIGO, 2021). Diferentemente da maioria das obras de alargamento realizadas, que têm como objetivo conter a erosão, o propósito desta visa a recreação. No entanto, a transformação

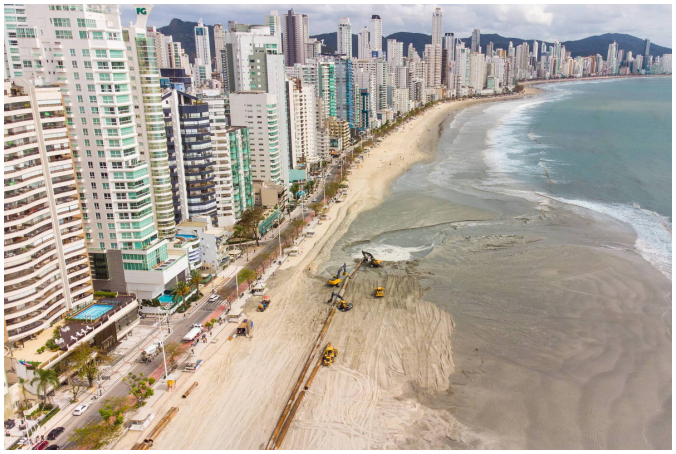


Figura 1. Alargamento da praia central de Balneário Camboriú. Fonte: BÚRIGO, Artur. Folha de S.Paulo. Balneário Camboriú, SC. 25 set 2021.

pode gerar alterações na hidrodinâmica local, mudando os processos de transporte de sedimentos que, por consequência, alteram a morfodinâmica local (CALLONI, 2014). É importante entender a lógica por trás desse processo de dragagem que causou tanto estranhamento na população.

As praias são nutridas artificialmente por areia dragadas de zonas próximas à costa, esse sedimento pode ser depositado de algumas formas, sendo elas: colocar toda a areia em uma duna atrás da praia ativa, distribuí-la por toda a extensão da praia, construir uma berma mais alta e longa acima do nível da água ou colocar a areia no mar como uma barra, todas considerando as particularidades estáticas e dinâmicas do local (FINKL E WALKER, 2002). Para seus fins, este trabalho atenta-se somente à distribuição da areia por toda a extensão da praia.

Embora seja mais comum atualmente, esse processo é antigo e muito bem estabelecido. A Praia Vermelha no Rio de Janeiro, por exemplo, foi artificialmente construída utilizando os sedimentos retirados das adjacências do Pão de Açúcar no século XVII. Já na década de 1970 a praia de Copacabana também sofreu um processo de engorda visando deter as constantes ressacas, para isso a obra foi responsável por alargar a Avenida Atlântica (ANDREATTA ET ALL, 2009).

A OCUPAÇÃO DA ZONA COSTEIRA E O AUMENTO DA POPULAÇÃO

A zona costeira é a multidisciplinaridade, a interação entre as relações sociedade e natureza expressas em um único ambiente compartilhado. (ANDRIGUETTO-FILHO, 2004). Ainda que habitado desde muito antes, somente a partir dos anos 60 o litoral passou a ser utilizado de forma intensa como área de lazer (CLOAREC E KALAORA, 1994).

De forma mais robusta, a zona costeira pode ser definida como "zona de interação dos meios terrestres, marinhos e atmosféricos", o que se refere a diversas facetas que devem ser incluídas na definição. São poucos os lugares em que o litoral é um conjunto ecossistêmico bem definido, com paisagens, fauna e flora específicas cujos limites são claros (MORAES, 2007). Caracterizam-se os processos dependentes da interação entre geosfera, atmosfera, e hidrosfera, enfatizada por sua fluidez. Não só das características geológicas naturais, mas também, de portos, embarcações, animais e vidas humanas (ANDRIGUETTO-FILHO, 2004).

Como citados, os limites físicos da zona costeira não são bem definidos, na maioria das localidades os conjuntos ecossistêmicos adentram o continente e não são fisicamente contemplados somente no que enxerga-se como litoral (MORAES, 2007). À depender de convenções sociais, a praia é definida segundo a lei nº 7.661 que diz "Entende-se por praia a área coberta e descoberta periodicamente pelas águas, acrescida da faixa subsequente de material detrítico, tal como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicie a vegetação natural, ou, em sua ausência, onde comece um outro ecossistema." (BRASIL, 1988).

Segundo os dados do IBGE de 2021, o Brasil possui 279 municípios defrontantes com o mar, cerca de 2,75% do território brasileiro. Moraes (2007) pontua que são comunidades originárias tradicionais, cidades e metrópoles, convivendo com a diversidade presente na costa brasileira.

Demograficamente, a zona costeira é preferência para urbanização e moradias (ANDRIGUETTO-FILHO, 2004), contando com mais da metade da população mundial habitando esta zona (CICIN-SAIN e KNECHT, 1998). Espera-se que esses limites territoriais absorvam grande parte do aumento populacional dos próximos anos. Além disso, subsiste a população

turística flutuante (ANDRIGUETTO-FILHO, 2004).

Os impactos causados pela expansão da população e do uso dos solos litorâneos para suas infraestruturas é potencializado pela urbanização, a industrialização e a exportação. Os portos, que foram a primeira chegada colonial no Brasil, foram os locais dos primeiros assentamentos, deram início a áreas de alto adensamento populacional (MORAES, 2007). Os sistemas, espaços e recursos naturais costeiros estão em constante disputa e, essa competição, causa destruição da integridade do local. As densas aglomerações colidem com espaços naturais e pouco diligenciam-no (ANDRIGUETTO-FILHO, 2004).

Moraes (2007) comenta ainda, a importância econômica da zona costeira, que está implícita em seus portos e grandes indústrias. Não obstante, pode-se citar outra atividade de extrema importância: o turismo, que incide tanto em áreas de alto quanto baixo adensamento, é de interesse global e é preocupação estatal dar suporte para o desenvolvimento dessa atividade.

Percebe-se que as características cambiantes da zona costeira são aquelas que mais chamam atenção, as ondas, as marés, a erosão. No entanto, tem-se o conhecimento comum de que a linha de costa é fixa, quando na verdade ela muda em curtos períodos (ANDRIGUETTO-FILHO, 2004).

O processo de impedir que a linha de costa atinja as cidades costeiras é executado através de diversas metodologias, entre elas a alimentação artificial, que é um método de proteção praial. Consiste no transporte de areia e sedimentos de uma região para outra. Habitualmente, a areia é retirada de um quebra-mar, ou de canais de navegação, ou de fundos marinhos afastados da costa, ela é dragada e depositada em locais críticos ou com a finalidade de valorizar a praia (VELOSO-GOMES, 2017).

FUNCIONAMENTO DA ENGORDA ARTIFICIAL DE PRAIA

De acordo com Alfredini e Araski (2014) a alimentação artificial de praias consiste no abastecimento de areia de áreas de "empréstimo" para áreas mais vulneráveis, sobretudo ocasionada pela erosão. A obra de engorda é reconhecida mundialmente, por ser a menos impactante, visto que não faz uso de materiais e estruturas estranhas ao ambiente. Traduz-se como a reposição do déficit de sedimentação natural.

Essa obra possibilita medidas protetivas contra a erosão, age sobre a harmonia do sedimento do litoral e, de acordo com o objetivo, torna este balanço positivo ou nulo (ALFREDINI e ARASKI, 2014). Visa-se absorver a energia das ondas a favor do aumento significativo ou criação da faixa de areia. Além da proteção, propõe-se a recuperação e restabelecimento do transporte de sedimentos que tenham sido descontinuados por obstáculos (FINKL e WALKER, 2002). Ademais, a engorda artificial é também utilizada a fim de proteger e aumentar áreas de lazer em municípios turísticos.

A alimentação artificial de praias pode ser dividida em três diferentes métodos, são eles: engordamento do pós-praia; engordamento da praia e engordamento da ante-praia (ALFREDINI e ARASKI, 2014).

Devido a imensidão de planejamento necessário para a implementação da obra, existem limitações a serem pontuadas, dentre elas a disponibilidade e acessibilidade de recursos, bem como os custos dos materiais de empréstimo. A ocorrência de tempestades podem gerar maiores erosões a sotamar para o caso da transposição de sedimentos e ainda, para o caso de transporte de sedimentos via instalações fixas, há baixa flexibilidade, podendo haver empecimentos da embocadura (NONNIS et al., 2011).

A obra possui parâmetros para a sua funcionalidade que segundo Alfredini e Araski (2014), podem ser:

Em relação a área de alimentação, pois é de difícil eficácia quando realizada em mar aberto ou no largo de arrebentação da praia. Posto isto, espera-se que o sedimento seja depositado diretamente na zona de arrebentação e espraiamento, diretamente no estirâncio ou do transpasse da praia, da zona barlamar para a própria praia na zona sotamar. Estas podem ser econômicas e funcionais. Para além disto, as zonas de deposição também devem estar localizadas longe da influência das correntes marítimas e evitar perdas por profundidade de fechamento.

Em relação à dependência da quantidade de

vazão do transporte de sedimentos, isto é, os intervalos de alimentação entre tempos, dado que a frequência de alimentação pode ser contínua ou intermitente. Além disso, a estabilidade do perfil da praia através da granulometria e volume da areia são parâmetros que também devem ser avaliados. Cada um destes pontos deve ser cuidadosamente estudados para o projeto de obra e planejamento do mesmo.

Também se faz elementar a escolha do critério de lançamento dos sedimentos de empréstimo, que podem ser adequadamente distribuídos através de pontos discretos por igual ou continuamente distribuídos até atingir o tamanho de faixa desejada, ou ainda, uma combinação dos dois métodos. Seguindo estes objetivos a granulometria dos sedimentos é relacionada à estabilidade da praia, espera-se que a areia depositada tenha dimensões equivalentes e não alterem a declividade da praia (ALFREDINI e ARASKI, 2014).

Por fim, há a importância da fonte de empréstimo e do equipamento a ser utilizado. As fontes podem ser marítimas ou terrestres, a depender das características do material e da logística de transporte, que é determinante, e também sob os equipamentos que podem ser de transporte mecânico terrestre ou de transporte hidráulico. Ainda, os fatores ecológicos devem ser considerados, são eles: o impacto ambiental nas zonas de empréstimo e o impacto ambiental nas zonas de depósito (ALFREDINI e ARASKI, 2014).

PRAIAS AUMENTADAS NOS ÚLTIMOS 30 ANOS

Nos seguintes tópicos apresenta-se as principais praias modificadas pelo processo de dragagem e alimentação artificial, bem como suas características particulares, período da obra e motivações para a mesma.

Copacabana, Rio de Janeiro (RJ)

A praia de Copacabana, localizada na Av. Atlântica do município do Rio de Janeiro (Figura 2) foi alargada em 80 metros, a obra se iniciou em 1965 e foi entregue em 1971. É o engordamento artificial mais antigo datado no Brasil. Visava-se investir no turismo da cidade e movimentar a economia local (YOUNG, 2021).

Iracema, Fortaleza (CE)

Até o presente momento ocorreram duas transformações na praia de Iracema, localizada no município de Fortaleza, no estado do Ceará, a mais antiga delas datada nos anos 2000, em que a praia foi aumentada em 80 metros ao longo de 2 quilômetros de extensão através do processo de dragagem (G1, 2021). De acordo com o Parecer Técnico realizado pelo Instituto de Estudos Pesquisas e Projetos da UECE (IEPRO) e o Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira (LAGIZC) (2018) a figura 3 apresenta a Carta Náutica do Porto de Mucuripe do ano de 1991, antes do processo da dragagem, enquanto a figura 4



Figura 2. Praia de Copacabana, antes e depois do alargamento. Fonte: Foto de Augusto Malta e O Globo. YOUNG, Ronald. Ângulos: a revista do CREA Rio. Rio de Janeiro, RJ. 16 mar 2021.

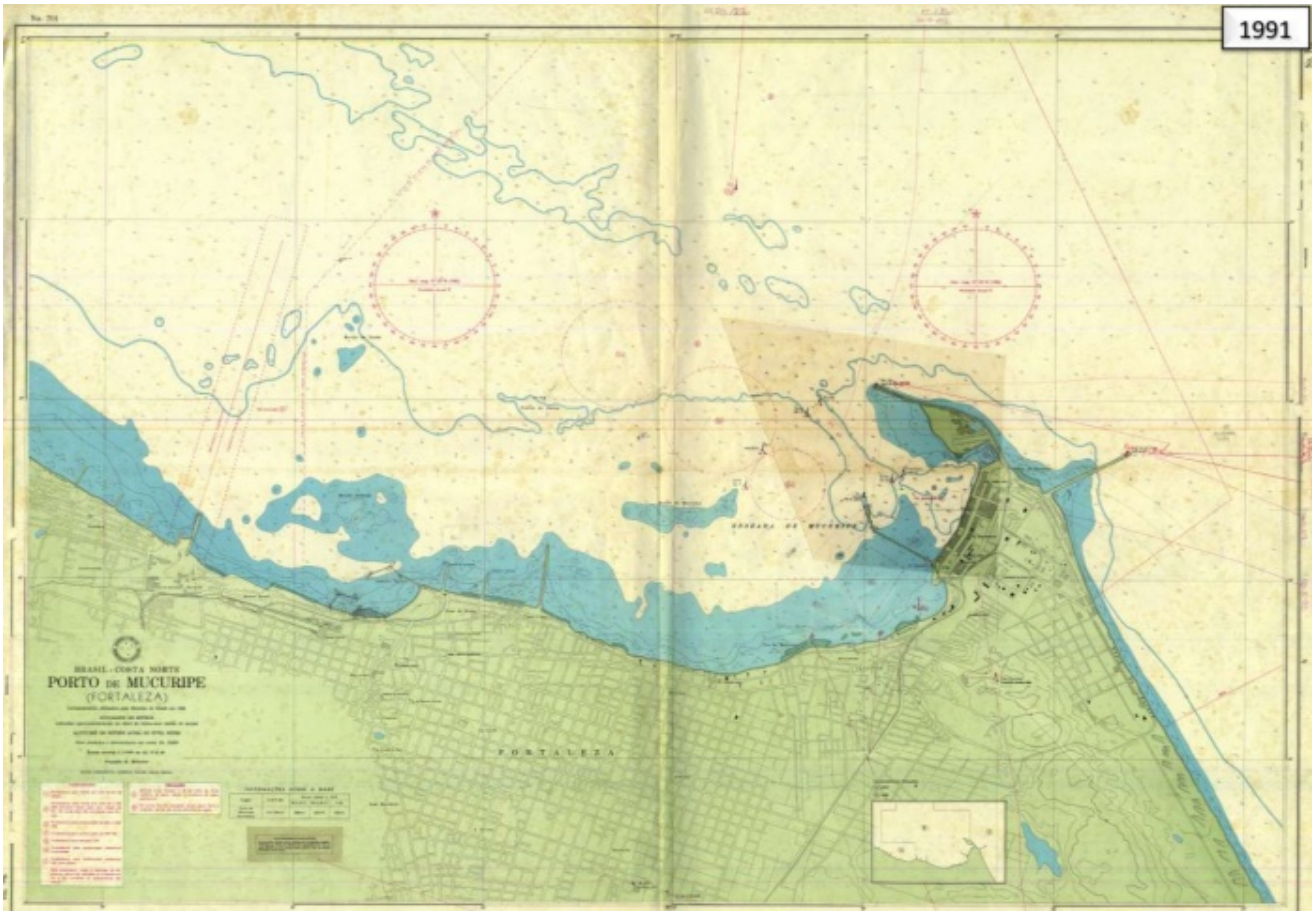


Figura 3. Carta Náutica Nº 701 do Porto do Mucuripe em 1991. Fonte: IEPRO; LAGIZC, 2018..

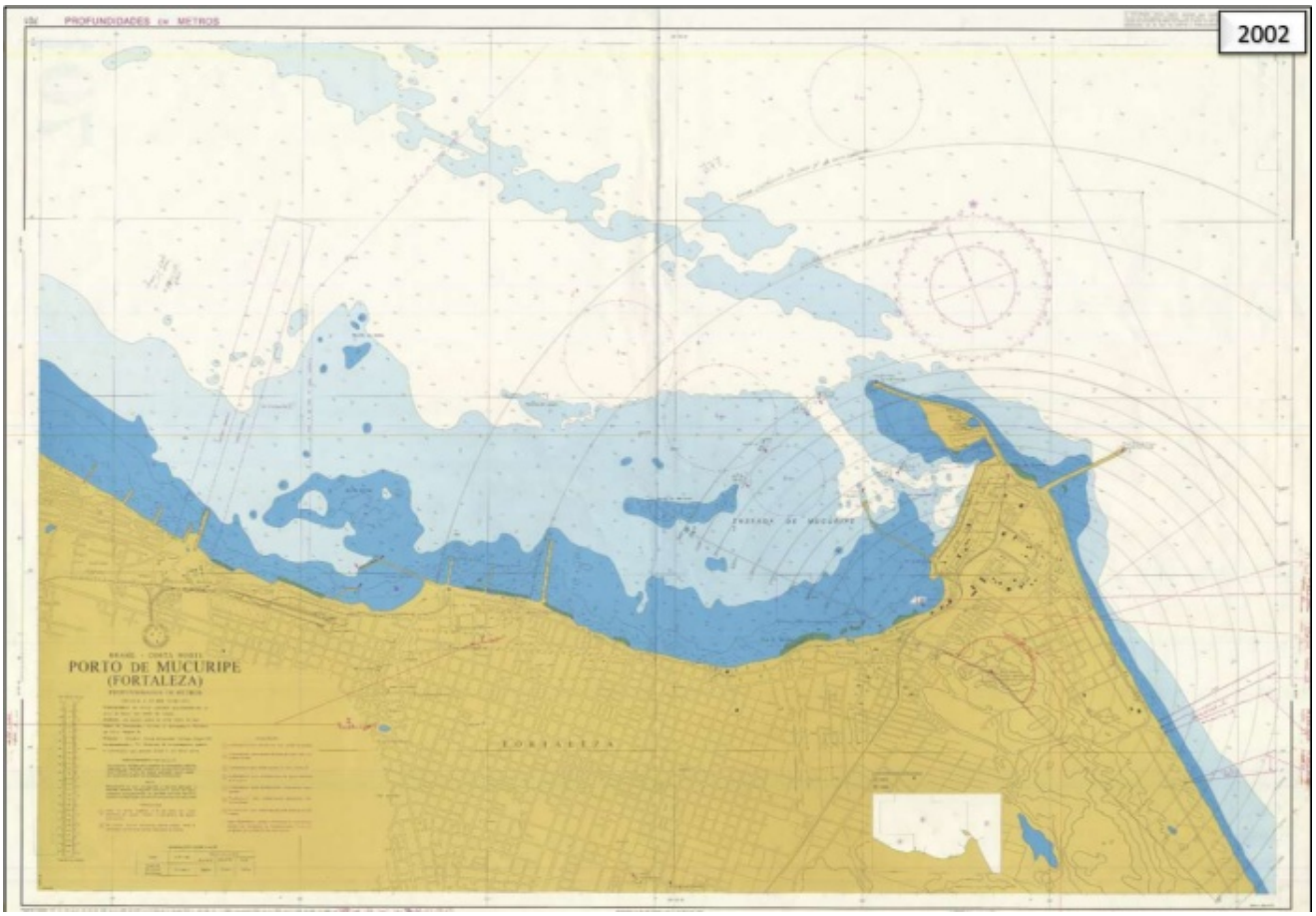


Figura 4. Carta Náutica Nº 701 do Porto do Mucuripe em 2002. Fonte: IEPRO; LAGIZC, 2018.

apresenta a Carta Náutica do Porto de Mucuripe do ano de 2002 após o processo de dragagem. É possível observar um leve aumento das terras consideradas do município.

Em 2018 a prefeitura realizou uma nova engorda aumentando então 40 metros da mesma faixa de areia (Figura 5), as duas obras tinham como objetivo conter o processo de erosão costeira e requalificar a área (G1, 2021).

Piedade, Jaboatão dos Guararapes (PE)

Em Jaboatão dos Guararapes, município de Pernambuco, atingiu-se a largura de 40 metros com o aumento ao longo de 5,8 quilômetros de extensão da Praia de Piedade (Figura 6). O investimento de 41,5 bilhões de reais nesta obra tinha como objetivo recuperar a praia, um desejo, inclusive, de seus moradores (Jornal do Commercio Online, 2013).

A obra ainda teve de passar por reajustes não previstos, devido a formação de poças ao longo de algumas partes. Esses trechos não receberam areias durante o processo da engorda, mas tiveram suas correções realizadas posteriormente. (Jornal do Commercio Online, 2014).

Canasvieira, Florianopolis (SC)

A praia de Canasvieiras, no município de Florianópolis, no estado de Santa Catarina, realizou obras de alargamento da praia no período entre 2018 a 2020 (Figura 7).

A praia foi alargada em 35 metros ao longo de 2 quilômetros de extensão através do processo de dragagem de areias de uma jazida no mar a 400 metros de distância da costa. A prefeitura da cidade, responsável por todo o orçamento, tinha como objetivo principal proteger a área costeira, mas também, incentivar o turismo local (Correio de Santa Catarina, 2021).

Segundo Priscilla Costa (2018), no mês de Junho a obra foi considerada estabilizada. O projeto fazia parte do conjunto de praias que deveriam ser alargadas em busca da proteção costeira,

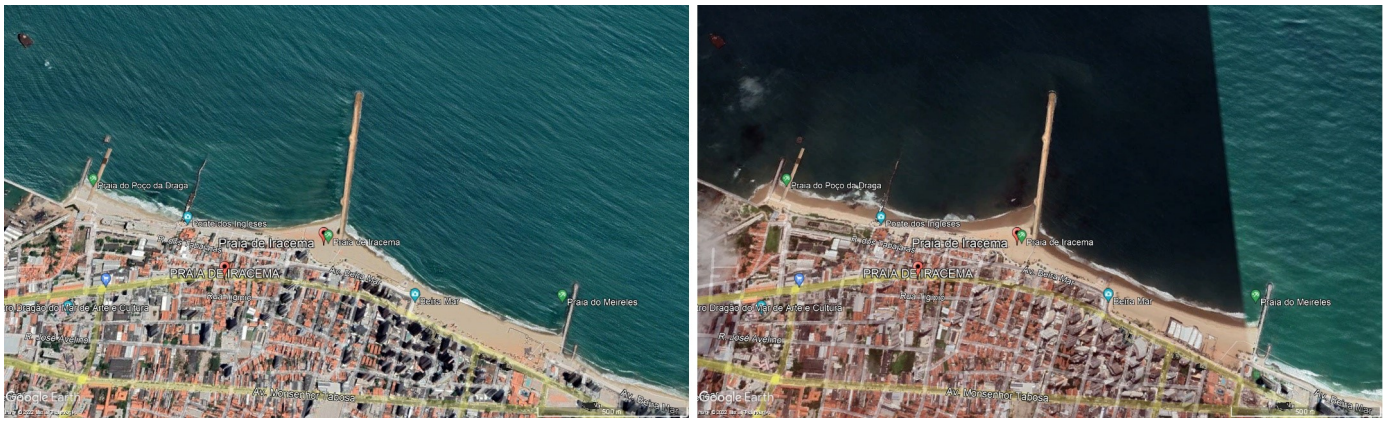


Figura 5. Praia de Iracema em 2017 antes da alimentação (à esquerda) e Praia de Iracema em 2019 depois da alimentação (à direita). Fonte: Google Earth, 2022

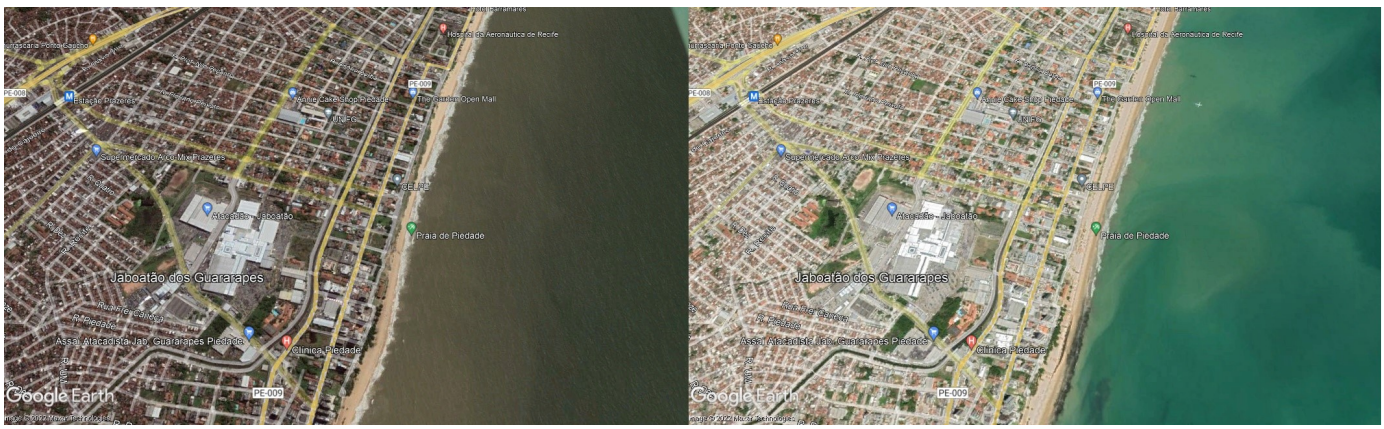


Figura 6. Praia de Piedade em 2011 antes da alimentação (à esquerda) e Praia de Piedade em 2013 depois da alimentação (à direita). Fonte: Google Earth, 2022.

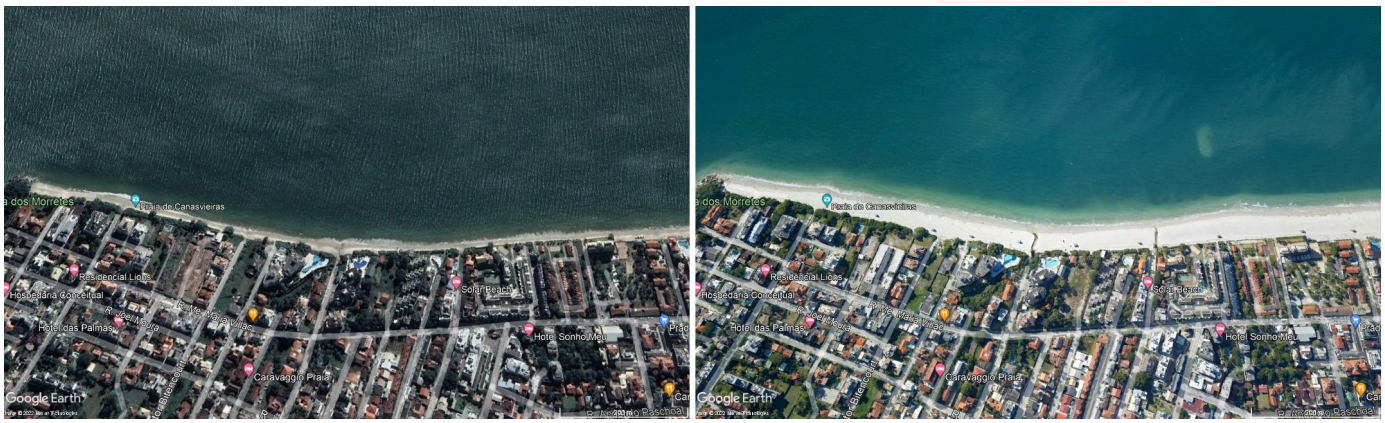


Figura 7. Praia de Canasvieira em 2018 antes da alimentação (à esquerda) e Praia de Canasvieira em 2020 depois da alimentação (à direita). Fonte: Google Earth, 2022

juntamente com as praias de Paulista, Olinda e Recife, que, até o presente momento, não foram modificadas.

Realizou-se o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), requisito para a aprovação e implementação do projeto de obra e sugeriu-se que a areia dragada do fundo do mar tivesse granulometria levemente maior do que a areia da praia original, visando a estabilização (GONÇALVES, 2017).

Balneário Camboriú (SC)

No ano de 2021 o projeto de engorda da praia de Balneário Camboriú foi noticiado por todo o país, dando luz ao conhecimento de enchimento artificial das praias. No município do estado de Santa Catarina a obra foi responsável por aumentar de 25 para 70 metros de faixa de areia (Figura 8), foi retirada de 30 a 40 metros de profundidade em alto mar, na região próxima a cidade, com o objetivo de manter a granulometria semelhante à original (Caldas, 2021).

Matinhos (PR)

No ano de 2022 iniciou-se a obra da praia de Matinhos, no estado do Paraná, a qual objetiva proteger e melhorar o acesso a turistas na região. Serão 6,3 quilômetros alargados em 100 metros de faixa de areia recriados além de outras obras de proteção à erosão. Até o presente momento a obra ainda não foi concluída (Figura 9) (Agência Estadual de Notícias, 2022).

PROJETOS PARA OS PRÓXIMOS ANOS

Para todo projeto de engenharia visando a proteção costeira, mesmo que com o objetivo secundário de valorizar as praias e incentivar o turismo, deve-se observar cinco itens: custo de implantação; custo de manutenção; disponibilidade do material; impacto ambiental e durabilidade. Estes pontos darão subsídio aos projetos dos

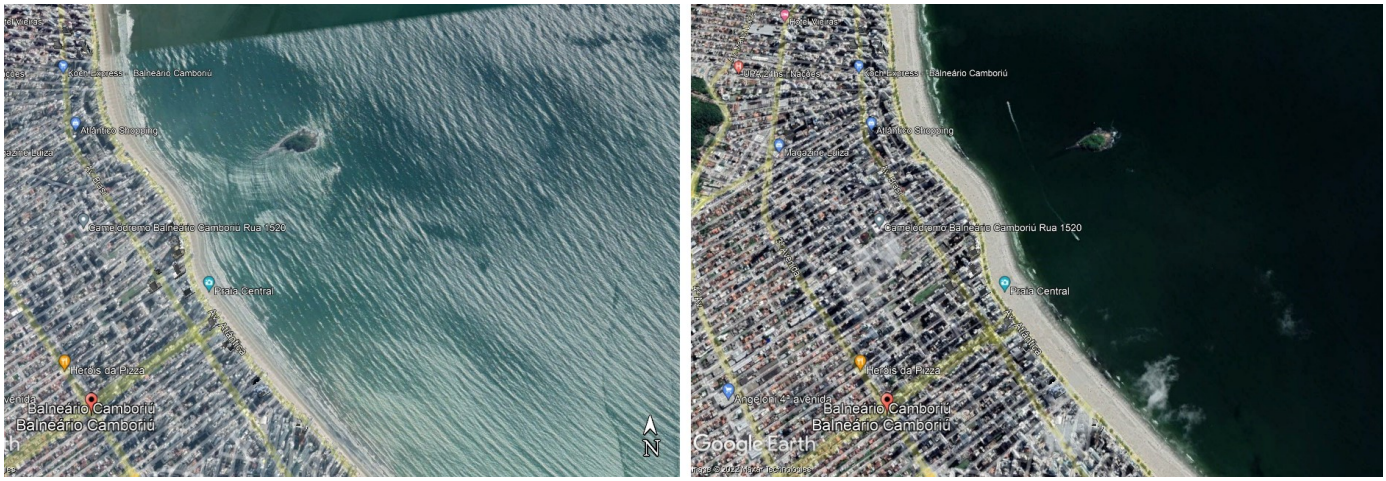


Figura 8. Praia de Balneário Camboriú em 2020 antes da alimentação (à esquerda) e Praia de Balneário Camboriú em 2022 depois da alimentação (à direita). Fonte: Google Earth, 2022.



Figura 9. Praia de Matinhos durante o alargamento da faixa de areia. Fonte: DIAS, Ari. Agência Estadual de Notícias. Matinhos, PR.19 out 2022.

próximos anos (NONNIS et al., 2011).

Paulista, Olinda e Recife (PE)

A Região Metropolitana de Recife (RMR) é considerada a mais ameaçada pelo processo de erosão atualmente. O projeto de obra que deveria alargar as praias de Paulista, Olinda e Recife no estado de Pernambuco segue estagnado devido a falta de investimento federal. As prefeituras sozinhas não conseguem alcançar o orçamento necessário para a realização da engorda (COSTA, 2018).

Ponta Negra, Natal (RN)

Há vários anos a Praia de Ponta Negra no município de Natal, do estado do Rio Grande do Norte, presente na Figura 14, espera receber a engorda artificial. No ano de 2016 previa-se ter, com o aumento, 50 metros de faixa de areia na maré cheia e 100 metros de faixa de areia na maré baixa ao longo de sua extensão. Ainda que tenha o objetivo de proteger e recuperar a área ameaçada na beira da praia, o projeto foi adiado diversas vezes. Para sua implementação é necessária a aprovação do projeto através de audiência pública, com o conhecimento da população (Tribuna do Norte, 2022).

A obra deveria iniciar-se em 2018. Para tanto realizou-se naquele ano o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) que aponta o diagnóstico da praia e como o ambiente e seus moradores serão influenciados. Ainda, o documento traz em seu corpo a intenção de ressarcimento das partes interessadas (G1, 2016).

CONCLUSÃO

A linha costeira está ameaçada devido ao aumento populacional intrinsecamente conectado às vantagens da vida na zona costeira, como o bem estar social e a preferência por moradias na área, o incentivo ao turismo, a industrialização e os portos. A erosão costeira, por sua vez, não possui uma preferência, ela ocorre independente de qualquer fator social ou econômico, e a praia constantemente está em processos de transformação.

As obras fixas de engenharia, responsável pela proposição de projetos de proteção costeira, visa mitigar esse processo natural. Ao longo dos anos a engorda artificial de praias têm sido uma solução bastante viável e eficaz para conter a erosão costeira.

Com este trabalho é possível perceber a importância que as obras que destinam-se a proteção costeira sejam bem estudadas e alguns parâmetros para tal. Ainda, percebe-se o quanto a sociedade precisa ser ouvida quanto às modificações em seus próprios quintais, as situações se apresentam complexas quando há casos em que a obra de alimentação artificial se dá como solução emergencial para populações que sofrem com a chegada do mar em suas portas.

Foram registrados seis municípios brasileiros que receberam projetos de engorda de praia nos últimos 30 anos e também dois projetos futuros, ainda não aprovados. As obras foram capazes de conter a erosão nos anos que se passaram e incentivaram o turismo nos locais.

Não obstante, este trabalho propõe-se a ser apenas início do estudo profundo sobre a relevância das obras de proteção costeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFREDINI, Paolo; ARASAKI, Emília. Engenharia portuária: a técnica aliada ao enfoque logístico.SP: Editora Blucher, 2014. 9788521208129. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521208129/. Acesso em: 02 jun. 2022.

ANDREATTA, Verena; CHIAVARI, Maria Pace;

REGO, Helena. O Rio de Janeiro e sua orla: História, projetos e identidade carioca. Rio de Janeiro, dez. 2009. (Coleção de Estudos Cariocas) 16 p.

ANDRIGUETTO-FILHO, J. M. Das dinâmicas naturais aos usos e conflitos: uma reflexão sobre a evolução epistemológica da linha do costeiro. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 10, p. 187-192, 2004. Disponível em: http://revistas.ufpr.br/made/article/view/3108/2489 Acesso em : 20 set. 2022.

BRASIL. Lei Nº 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm . Acesso em: 30 set 2022.

BÚRIGO, Artur. Balneário Camboriú conclui trecho sul de megaobra na faixa de areia. Folha de S.Paulo. Balneário Camboriú, SC. 25 set 2021. Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2021/09/balneario-camboriu-conclui-trecho-sul-de-megaobra-na-faixa-de-areia.shtml#:~:text=Balne%C3%A1rio%20Cambori%C3%BA%20(SC)&text=A%20obra%2C%20que%20ir%C3%A1%20aumentar,final%20de%20novembro%20deste%20ano.> . Acesso em 28 dez. 2021

CALDAS, Joana. Veja como ficou a praia de Balneário Camboriú após megaobra de alargamento de faixa de areia. G1, Balneário Camboriú, 03 Dez 2021. Santa Catarina. Disponível em: <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2021/12/03/veja-como-ficou-a-praia-de-balneario-camboriu-apos-megaobra-de-alargamento-de-faixa-de-areia.ghtml>. Acesso em: 16 Out 2022.

CALLONI, Bruna. Impactos da obra de alimentação artificial em uma praia de enseada. 2014. 73 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CICIN-SAIN, B.; KNECHT, R. W. Integrated coastal and ocean management: concepts and practices. Washington: Island Press, 1998. 517 p.

CLOAREC, J.; KALAORA, B. Littoraux en perspective. Introduction. Études rurales, n. 133/134, p. 9-13, 1994.

COSTA, Priscilla. Engorda das praias da RMR é prorrogada. Folha de Pernambuco, 30 Mai 2018. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/noticias/engorda-das-praias-da-rmr-e-prorrogada/70038/> Acesso em: 14 Out 2022.

ENGORDA da praia de Matinhos já passa de 80% de conclusão. Agência Estadual de Notícias, Matinhos, 05 Out 2022. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Engorda-da-praia-de-Matinhos-ja-passa-de-80-de-conclusao> Acesso em: 16 Out. 2022

ENGORDA na praia de Candeias passa por ajustes (PE). Jornal do Comercio Online, Recife, 18 Mar 2014. Acesso em: 13 Out 2022.

FEUP, 2011. Disponível em <https://paginas.fe.up.pt/~shrha/publicacoes/pdf/JHRHA_6as/4_HMartins_Alimenta%C3%A7%C3%A3oArtificial.pdf>. Acesso em:16 dez. 2021.

FILGUEIRAS, Gilberto D. Lima; ALBINO, Jacqueline. Revista do departamento de geografia. Vulnerabilidade costeira a partir da abordagem multicritério: estudo de caso no litoral sul do Espírito Santo, Universidade de São Paulo, v. 40, p. 78-93, jul. 2020. Disponível em <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/165831>. Acesso em 18 dez. 2021.

FINKL C. W.; WALKER H. J. Beach nourishment.In: J. Chen, K. Hotta, D. Eisma, and H. J. Walker, (eds.), Engineered Coasts Dordrecht, The Netherlands: Kluwer, p. 1-22, 2002.

FORTALEZA aterrou até 120 metros mar adentro em duas obras de engorda na Praia de Iracema. G1, Ceará, 01 ago 2021. Verdes Mares. Disponível em: <https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2021/09/01/fortaleza-aterrou-ate-120-metros-mar-adentro-em-duas-obras-de-engorda-na-praia-de-iracema.ghtml> Acesso em: 12 out 2022.

GONÇALVES, Michael. Aumento da faixa de areia em Canasvieiras custaria cerca de R$ 25 milhões, diz oceanógrafo. ND Mais - Notícias de Santa Catarina, Florianópolis, 02 Out 2017. Disponível em: <https://ndmais.com.br/noticias/aumento-da-faixa-de-areia-em-canasvieiras-custaria-cerca-de-r-25-milhoes-diz-oceanografo/>. Acesso em: 14 Out 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Municípios defrontantes com o mar. Geociências. 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/24072-municipios-

defrontantes-com-o-mar.html?edicao=34303&t=erramos Acesso em: 30 set. 2022

IEPRO, Instituto de Estudos Pesquisas e Projetos da UECE; LAGIZC, Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira. Dinâmica Costeira do Litoral de Fortaleza e os Impactos da Construção dos Aterros das Praias de Meireles (Beira Mar) e Iracema sobre o Litoral de Caucaia. Fortaleza, UECE, 2018.

MORAES, A. C. R. Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: Elementos para uma Geografia do Litoral Brasileiro. 2ª Edição. São Paulo: Annablume, 2007.

MARTINS, H.; VELOSO-GOMES F. Alimentação artificial de praias em ambientes energéticos intermédios. In: 6 Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente,

PETERSEN, James F.; SACK, Dorothy; GABLER, Robert E. Fundamentos de geografia física: Tradução da 1ª edição norte-americana. Cengage Learning Brasil, 2014. 9788522118052. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522118052/. Acesso em: 15 mai. 2022.

NONNIS, O., D. PAGANELLI, R. PROIETTI, AND L. NICOLETTI. "Physical Effects Related to Relict Sand Dredging for Beach Nourishment in the Tyrrhenian Sea." Journal of Coastal Research SI.64 (2011): 1380-384.

PREFEITURA de Natal apresenta projeto para engorda da Praia de Ponta Negra. G1, Natal, 02 Set. 2016. Rio Grande do Norte. Disponível em <http://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2016/09/prefeitura-de-natal-apresenta-projeto-para-engorda-da-praia-de-ponta-negra.html>. Acesso em: 14 Out 2022.

PROCESSO de engorda da Praia de Ponta Negra será discutido em audiência. Tribuna do Norte, Natal, 29 Set. 2022. Disponível em: <http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/processo-de-engorda-da-praia-de-ponta-negra-sera-discutido-em-audia-ncia/548369#:~:text=A%20engorda%20da%20praia%20de,a%20areia%20e%20o%20mar.> Acesso em: 14 Out 2022.

OBRA de alargamento da praia de Canasvieiras é inaugurada nesta sexta. Correio de Santa Catarina: Portal da Região Metropolitana de Florianópolis, Florianópolis, 13 fev 2021. Florianópolis. Disponível em <https://www.correiosc.com.br/obra-de-alargamento-da-praia-de-canasvieiras-e-inaugurada-nesta-sexta/> Acesso em: 11 out 2022.

OBRAS de engorda da praia de Jaboatão avançam. Jornal do Comercio Online, Recife, 23 Set 2013. Orla. Disponível em: <https://jc.ne10.uol.com.br/canal/cidades/noticia/2013/07/23/obras-de-engorda-das-praias-de-jaboatao-avancam-91073.php>. Acesso em: 13 Out 2022

VELOSO-GOMES, Fernando. Os Ensinamentos Adquiridos com a Alimentação Artificial de Areias em Praias Portuguesas com Elevados Níveis Energéticos In: Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia, IIX, 2017, Maputo. Proceedings [...] Porto, Portugal: Ed.: J.F, 2017. p. 263-264.

VASCONCELLOS, Hygino. Após Balneário Camboriú, Matinhos (PR) também vai ampliar a praia e gera polêmica. Folha de S.Paulo. Balneário Camboriú, SC. 25 set 2021. Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2021/11/apos-balneario-camboriu-matinhos-pr-tambem-vai-ampliar-praia-e-gera-polemica.shtml> . Acesso em 18 abr. 2022.

YOUNG, Ronaldo. 50 anos da inauguração da Nova Copacabana. Ângulos: a revista CREA do Rio, Rio de Janeiro, 16 de março de 2021.Geografia Urbana. Disponível em: <https://angulos.crea-rj.org.br/50-anos-da-inauguracao-da-nova-copacabana/> Acesso em: 10 out 2022.

Capítulo VI

HISTÓRIAS DA LAMA: NARRATIVAS DE UM FENÔMENO COSTEIRO NA PRAIA DO CASSINO (RIO GRANDE/RS)



HISTÓRIAS DA LAMA: NARRATIVAS DE UM FENÔMENO COSTEIRO NA PRAIA DO CASSINO (RIO GRANDE/RS)

Felipe Nóbrega Ferreira[1]; José Vicente de Freitas[2]; Rachel Hidalgo Munhoz[3]; Gabriel Ferreira da Silva[4]; Ramon Ribeiro Lucas[5]

[1]Instituto de Ciências Humanas e da Informação, Universidade Federal de Rio Grande, Avenida Itália, km 8, Rio Grande, Rio Grande do Sul, CEP 96201-900, ffnobregaea@gmail.com (autor correspondente)
[2]Instituto de Ciências Humanas e da Informação, Universidade Federal de Rio Grande, Avenida Itália, km 8, Rio Grande, Rio Grande do Sul, CEP 96201-900, jvfreitas45@gmail.com
[3,4]Mestra(e) pela Universidade Federal de Rio Grande, Avenida Itália, km 8, Rio Grande, Rio Grande do Sul, CEP 96201-900, [3]rachelhidalgomz@gmail.com; [4]gabriel.ferreira.ea@gmail.com
[5]Programa de Pós-Graduação em História da Universidade Federal de Rio Grande, Avenida Itália, km 8, Rio Grande, Rio Grande do Sul, CEP 96201-900, ramon.rlucas019@gmail.com

RESUMO

Presente de forma periódica na praia do Cassino, o aparecimento de significativas cargas sedimentares compostas de silte e argila na zona de banhos transforma a paisagem litorânea, gerando debates públicos sobre suas origens e impactos socioambientais na costa da cidade do Rio Grande/RS. Fato ambiental constituído, essa investigação se debruça em uma questão central a ser desenvolvida ao longo texto: de que forma a presença histórica de uma alta carga de sedimento lamítico interage e transforma a paisagem costeira em suas práticas ecossistêmicas? De forma a responder tal questionamento será elaborado um percurso teórico à luz da interdisciplinaridade sugerida pelo campo da Educação Ambiental, ao qual se soma uma abordagem metodológica de cunho qualitativo através do recurso da História Oral em seu caráter semi-estruturado. A partir de sete entrevistas, as quais abarcam atores sociais envolvidos com o tema desde a década de 1950, será possível elaborar um cenário interpretativo capaz de compreender o sedimento lamítico inserido junto à constituição histórica de um litoral e sua praia. Nesse percurso será possível conceber, através das narrações, uma nova síntese interpretativa desse fenômeno no âmbito de uma perspectiva ecossistêmica. Por fim, o intuito é contribuir ao debate sobre os eventos de lama no litoral do Rio Grande do Sul no contexto de uma epistemologia interdisciplinar, alicerçada nas premissas de um saber ambiental que possa dialogar com essa e outras comunidades costeiras que interagem com fenômenos semelhantes.

Palavras-chave: Sedimentos; Litoral; História Oral; Praia do Cassino

ABSTRACT

Periodically present on Cassino beach, the appearance of significant sedimentary loads composed of silt and clay in the bathing area transforms the coastal landscape, generating public debates about its origins and socio-environmental impacts on the coast of the city of Rio Grande/RS. A constituted environmental fact, this investigation focuses on a central question to be developed throughout the text: how does the historical presence of a high load of mud sediment interact and transform the coastal landscape in its ecosystemic practices? In order to answer this question, a theoretical course will be elaborated in the light of the interdisciplinarity suggested by the field of Environmental Education, to which a methodological approach of a qualitative nature is added through the resource of Oral History in its semi-structured character. From seven interviews, which include social actors involved with the theme since the 1950s, it will be possible to elaborate an interpretative scenario capable of understanding the mud sediment inserted together with the historical constitution of a coastline and its beach. Along the way, it will be possible to conceive, through the narrations, a new interpretative synthesis of this phenomenon within the scope of an ecosystemic perspective. Finally, the aim is to contribute to the debate about mud events on the coast of Rio Grande do Sul in the context of an interdisciplinary epistemology, based on the premises of an environmental knowledge that can dialogue with this and other coastal communities that interact with similar phenomena.

Keywords: Sediments; Coast; Oral History; Cassino beach

INTRODUÇÃO

Este artigo inicia em uma palestra realizada no contexto da Rede Braspor, em novembro de 2022. Durante a apresentação, foram discutidos os impactos históricos da chegada de uma grande carga de sedimentos à linha de costa da praia do Cassino, localizada em Rio Grande/RS. Após a fala, uma das participantes da plateia observou uma foto (Figura 1) que fazia parte da apresentação e afirmou: "Mas o que você tem contra a lama? O sedimento faz parte das praias, eu trabalho com ele, ora pois?" Foi nesse momento exato que o presente texto começou sua trajetória.



Figura 1. Paisagem lamítica na praia do Cassino. Fonte: Acervo dos autores.

A presença de uma camada de lama formada por silte, argila e fragmentos de concha tornou-se recorrente no litoral sul do Brasil, especificamente no trecho que compreende o uso para banhos de mar na localidade do Balneário Cassino (Figura 2). A interação com esse fenômeno ocorre desde 1901, quando são encontrados os primeiros registros de lama na beira-mar.

É por esse ponto de vista, de fenômeno pertencente à condição costeira local, que o texto a seguir percorre a sua questão central: de que forma a presença histórica de uma alta carga de sedimento lamítico interage e transforma a paisagem costeira em suas práticas ecossistêmicas?

Para realizar tal tarefa adotamos um ponto de vista teórico-metodológico calcado nos pressupostos defendidos por Carson (2010a; 2010b) e Ingold (2015), quando sugerem uma reorientação das perspectivas socioambientais na interpretação da relação natureza e cultura. O que será reforçado por Carvalho (2002) e a sua inserção das sensibilidades ambientais a serem investigadas, e também por Cabral (2014).

Será através da análise de sete entrevistas que versam sobre o fenômeno da lama na praia do Cassino que iremos recompor essa trama litorânea. Para tal, utilizamos como recurso a História Oral proposta por (ALBERTI, 1989; THIOLLENT, 2011), entendendo ela como método capaz de coletar e interpretar os impactos objetivos e subjetivos desses eventos que reconfiguram a



Figura 2. Localização do Balneário Cassino e cidade do Rio Grande/RS. Fonte: Montagem dos autores, modificado do Google Earth

[1]Vide Ferreira (2021).

experiência histórico-costeira na localidade em tela. Vale ressaltar que a pesquisa abrange da década de 1950 até o ano de 2018, compreendendo os marcos de memória dos sujeitos entrevistados.

O contexto em que esses depoimentos foram coletados diz respeito à produção de uma tese sobre a presença da lama na praia do Cassino[1], no qual parte fundamental para compreender o fenômeno em suas múltiplas interações era ouvir os sujeitos que pudessem rememorar tais situações, e suas diferentes agencias nesse momento. Agora essas falas estão aqui, contando mais uma vez essa história da lama, que na verdade, é a história ambiental de uma comunidade costeira.

UMA PROPOSIÇÃO TEÓRICA

O primeiro ponto a ser destacado é a necessidade de uma reorientação quanto a forma de interpretar o "vazio". E aqui estamos dialogando diretamente com a obra de Alain Corbin (1989), quando intitula de "O território do vazio – a praia e o imaginário ocidental/Le territoire du vide: L'Occident et le désir du rivage (1750-1840)" o texto que se tornaria clássico para o desenvolvimento de pesquisas costeiras.

Corbin (1989), como sabemos, se debruça sobre esse desejo de praia, o qual se traduz através da manifestação humana no interior desse território de diversas formas ao longo do tempo, especificamente, no continente europeu. A sua proposição de "invenção da praia" contempla o horizonte da Cultura, quando a partir da segunda metade do século XIX se estabelece, para o autor, uma "fruição do lugar" eminentemente moderna, e baseada na perspectiva da vilegiatura (CORBIN, 1989, p. 266).

O mesmo ocorre em suas considerações anteriores, quando ocupa esse "vazio" com outras formas de manifestações humanas dando sentido ao território. Assim estamos diante de um exercício humano contínuo, em que cada grupo que se estabelece nesse lugar o transforma de acordo com as suas práticas e experiências próprias no tempo e espaço.

Mas e se avançássemos nesses termos por um outro caminho? Nesse caso, compreendendo que esse "vazio", na verdade, está integralmente ocupado por outras inúmeras formas de vida? E isso pode ser feito retomando a contribuição de Rachel Carson, especialmente os seus textos que compõem a trilogia oceânica "Sob o mar-vento", escrita em 1941, "O mar que nos cerca", de 1951 e "Beira-Mar", que encerra a trilogia em 1955.

É na obra "Beira Mar" que a autora traz uma importante reflexão quando se refere a uma caminhada noturna na beira-mar que termina com uma surpresa para ela, experiente pesquisadora: o encontro com um caranguejo-fantasma em meio à escuridão de uma exploração da praia no período noturno.

> ... surpreendi, com o facho de luz de minha lanterna, um pequeno caranguejo-fantasma (maria-farinha). Ele estava no interior de um pequeno fosso que fizera logo acima da zona da arrebentação (...) Já vira centenas de caranguejos-fantasmas em outros cenários, mas subitamente fui preenchida pela estranha sensação de, pela primeira vez, conhecer a criatura em seu próprio mundo – e de conseguir entender, como nunda antes, a essência de seu ser. Naquele momento o tempo ficou congelado; o mundo ao qual eu pertencia não existia, e eu poderia ser um alienígena vindo do espaço (CARSON, 2010b, p. 22-23)

A passagem de tamanho poder ilustrativo, demonstra um estranhamento característico da Cultura. A percepção da alteridade com o mundo natural, em que os demais organismos vivos e atuantes nesse ecossistema costeiro se fazem existir, provoca em Rachel Carson um efeito que, imediatamente, nos convida à reflexão.

O antropólogo Tim Ingold investe nessa discussão quando acredita em uma agência do ambiente a partir de "mundos sobrepostos", o que explicita na seguinte passagem:

> ... no mundo dos materiais, os humanos figuram tanto no contexto das pedras quanto as pedras no contexto dos humanos. E esses contextos, longe de mentirem sobre os níveis díspares de existência, respectivamente, social e natural, são estabelecidos como regiões sobrepostas do mesmo mundo. Não é como se este mundo fosse um mundo de fisicalidade bruta, mera matéria, até que as pessoas aparecessem em cena para conferir-lhe forma e significado. As pedras tem histórias, forjadas nas contínuas relações com o entorno que podem ou não incluir seres humanos e muitas outras coisas (INGOLD, 2015, p. 67).

Estamos situados em historicidades em meio ao ambiente de forma contínua, visto que somos seres imersos nos fluxos dos materiais. O que ele sugere é a possiblidade de uma compreensão ecossistêmica do mundo, assim como da produção do conhecimento sobre ele, como diz Steil & Carvalho (2014). Sobre Tim Ingold:

> Sua ênfase na agência do ambiente e da vida na produção do pensamento e da cultura parece propor uma nova forma de se fazer ciência e uma refundação não apenas das ciências humanas, mas também das ciências naturais e biológicas (STEIL & CARVALHO, 2014, p. 66).

Assim, Tim Ingold se aproxima de um pensamento que já percorria a obra de Rachel Carson, como podemos observar quando diz que "Os primórdios costumam ser obscuros; assim foi com os primeiros tempos do grande gerador da vida, o mar" (CARSON, 2010a, p. 28). Ainda: "A história tem fundamento no testemunho das mais antigas rochas da Terra que eram jovens quando a Terra era jovem" (CARSON, 2010a, p. 28).

A ideia de *um outro* tempo dos acontecimentos é premissa fundamental para a autora, que reconhece nas rochas uma temporalidade sobreposta a dos oceanos, da mesma forma que essas a dos humanos nesse mesmo ambiente. O reconhecimento que Steil & Carvalho (2014) fazem é fruto de um esforço epistemológico que fornece sentido às formas ecossistêmicas de interpretar o ambiente costeiro.

Além disso, tal conceito fornece sentido próprio à chegada de lama à beira-mar, como aponta Diogo Cabral quando diz que "O mundo não humano 'fala' simplesmente pelo seu movimento" (CABRAL, 2014, p. 29). O que o leva a postular como fonte histórica, justamente, esses "rastros de criatividade do mundo natural" (CABRAL, 2014, p. 30).

No último momento dessa proposição teórica, Carvalho (2002) nos auxilia para a tarefa interpretativa que envolve as narrativas coletadas. Situada no campo da Educação Ambiental, ela encaminha o posicionamento do educador ambiental intérprete (CARVALHO, 2002), quando a postura investigativa desse converge à busca dos "sentidos do ambiental". Em suas palavras:

> Os sentidos produzidos por meio da linguagem são a condição de possibilidade do agir no mundo. Não há ação possível num vácuo de sentido. Toda ação decorre de certa compreensão/interpretação, de algo que faz sentido num universo habitado por inúmeras chaves de sentido (CARVALHO, 2002, p. 31).

Assim, "compreender/interpretar" está como uma forma de ação no mundo, provocando o engajamento entre homem e ambiente (CARVALHO, 2002, p. 31). Carvalho (2002) trabalha com a busca de sentidos da ação humana na origem dos processos socioambientais, e suas pesquisas levam a seguinte condição epistemológica:

> Ao evidenciar os sentidos culturais e políticos em ação nos processos de interação sociedade-natureza, o educador seria um intérprete das percepções – que também são, por sua vez, interpretações – sociais e históricas – mobilizadoras dos diversos interesses e intervenções humanas no meio ambiente (CARVALHO, 2002, p. 32)

A possibilidade de compreender como as distintas formas de interação dos sujeitos no ambiente reivindicam os sentidos ambientais de um determinado tempo e espaço é o argumento central de Carvalho (2002). Assim, ao analisar as narrativas sobre a lama, podemos identificar esses sentidos e suas representações que afetam os sujeitos e alcançam o "mundo sobreposto" descrito por Tim Ingold (2015, p.67).

UMA PROPOSTA METODOLÓGICA

A História Oral é a metodologia que possibilita a escuta dos atores sociais, e empreende a multiplicidade de pontos de vista que escampam à fonte impressa. No caso específico da questão da lama, a oralidade permite ir ao encontro não só de narrativas que contemplem a versão oficial/institucional, ou mesmo a científica, ela permite que outras esferas da sociedade possam apresentar

[2]Devidos as medidas de afastamento sanitário em 2021 as entrevistas foram realizadas através da plataforma Google Meet.

os seus argumentos e, sobretudo, suas representações e memórias sociais que possibilitam "uma nova inteligibilidade do passado recente" (CASSAB; RUSCHEINSKY, 2004, p. 12).

Assim, foram realizadas sete entrevistas[2] de caráter semiestruturado que contemplam diferentes perspectivas históricas acerca da questão da lama na praia. Todos os sujeitos ouvidos estão diretamente ligados ao tema. Estes foram selecionados por um princípio de intencionalidade de pesquisa proposto por Michel Thiollent (2011) quando o autor propõe que os atores devem ser escolhidas por "sua representatividade social dentro da situação considerada" (THIOLLENT, 2011, p. 71). Nessa mesma linha Alberti (1989) apontas sobre o uso da História Oral:

> (...) um método de pesquisa (histórica, antropológica, sociológica) que privilegia a realização de entrevistas com pessoas que participaram de, ou testemunharam acontecimentos, conjunturas, visões de mundo, como forma de se aproximar do objeto de estudo. Trata-se de estudar acontecimentos históricos, instituições, grupos sociais, categorias profissionais, movimentos, etc.
> (ALBERTI, 1989, p. 52)

Efetivamente o grupo de narradores desse trabalho é composto por integrantes do poder público (2); Cientistas que desenvolvem pesquisas sobre o tema da lama (3); sociedade civil organizada/ ambientalista (2). Todos eles, em comum, possuem o fato de serem usuários dessa praia como moradores do local, bem como sujeitos com algum tipo de agência pública no território até o presente momento.

HISTÓRIAS DA LAMA

A década de 1950 marca a primeira lembrança desse sedimento para um dos narradores:

> ... eu era jovem de 8, 9 de idade, talvez 10, e eu ia aos



Figura 3. Imagens do sedimento lamítico na praia do Cassino 1998-2018. Fonte: Montagem dos autores

[3]De forma a preservar as identidades serão utilizadas apenas as iniciais dos narradores ao longo do texto.

> domingos à tarde com meu pai de carro pra ir tomar café, chá no El Aduar, e muitas vezes nós tínhamos que desviar do Barro. Já existia barro naquela época. E muitas vezes nós via pescador atolado (R.A[3]., 16 DE JANEIRO DE 2020).

A lembrança de R.A., gestor público e morador do balneário, começa com o que seria um típico domingo na praia, quando sua família se deslocava pelo litoral pela faixa de areia que, no Cassino, desde a década de 1920 serve de pista de rodagem para o trânsito de veículos. O destino era o hotel que esteve em atividade entre os 1952 e 1956, criado junto às dunas, a poucos metros da linha de banhos.

Nesse trajeto seria necessário "desviar do barro" (Figura 3), que já estava presente na paisagem, como intempérie que poderia ser encontrada no percurso. Caso não tivessem atenção, o destino poderia ser o mesmo dos pescadores da época que acabavam atolando na praia.

Em suas memórias o evento era encarado como "natural", o que exigia apenas algum grau de cuidado e adaptação. Porém, isso teria mudado em 1998, quando "... desta feita o volume de barro num trecho da área mais nobre de banho, causou esse frenesi. Todo mundo enlouqueceu" (R.A. 16 DE JANEIRO DE 2020).

Ambientalista e morador da praia, R.C. aponta para o mesmo caminho descrito por R.A. quanto a representação da presença de lama na orla durante na praia durante a década de 1960: "... a gente começou a notar que era um fenômeno que estava acontecendo, era de menores proporções, ainda era uma coisa natural, eu me lembro de quando eu era criança... me lembro de levar bola de lama pra brincar, pra fazer escultura (R.C., 28 DE JULHO, 2020). A ludicidade proporcionada pela lama atravessa as lembranças mais pretéritas do narrador em relação ao barro presente na praia, sendo esse o mesmo sujeito que, anos depois, faria desse tema uma pauta frequente junto à organização não-governamental que lidera desde a década de 1980.

Já para L.C. pesquisador que dedicou parte de sua trajetória acadêmica ao tema da lama na costa do Rio Grande do Sul, assim como para C.G., outro investigador da áreas da ciências naturais que se debruça sobre o assunto, o encontro com fenômeno ocorreu na esfera da Ciência. Em suas palavras:

> ... na verdade, essa história da lama pode ter começado em 65, quando o Delaney, dos EUA, fez um trabalho e falou da lama, a partir daí teve um trabalho sério do Villwock e Martins (1970) e eles atribuíam como a causa completamente natural. E eu como aluno deles eu fui imbuído por essa, na época, verdade que o processo era exclusivamente natural. (L.C. 13 DE AGOSTO DE 2020).

Por sua vez, C.G. aponta:

> Eu residi em Rio Grande, mais especificamente no Balneário Cassino, desde março de 1979 até 2014. Na primeira vez que presenciei depósitos de lama na praia do Cassino, entendi como decorrência de um processo natural (...) Na época me lembro de ter obtido informações de que os depósitos de lama não continham substâncias danosas ao ser humano e organismos marinhos e não me preocupei muito com os depósitos da lama do Cassino. (C.G. 31 DE AGOSTO DE 2020).

Nesses dois casos, ambos eram estudantes recém chegados à cidade, acompanhando pesquisas que já problematizam sedimentos litorâneos desde a década de 1960. Cabe destacar que, em 1972, a lama na praia do Cassino ganhará seu primeiro registro científico com a publicação do artigo Depósitos lamíticos de pós-praia (VILLWOCK & MARTINS, 1972), que argumenta sobre a origem natural do fenômeno.

H.S. é gestor, ambientalista e surfista dessa praia desde a década de 1980, também estabelece esses eventos de lama como parte do imaginário local:

> Eu tô com 49 anos, sou de Rio Grande, Cassineiro raiz. E desde os oito anos de idade eu surfo, e desde os 13 anos eu tenho ideia da existência da de lama. Só que as quantidades não eram como vem sendo nos últimos anos. Então, a gente escutava muito falar, que tinhas períodos de lama. (H.S., 05 DE AGOSTO DE 2020).

A presença lamítica como parte da paisagem da praia do Cassino, que integra as

engrenagens da natureza costeira em suas dinâmicas próprias, ganha novos contornos. Aos "períodos de lama" antigos que já se ouvia falar, H.S. acrescenta a sensação de, atualmente, essas cargas sedimentares serem mais significativas, e isso estaria acontecendo "... desde 1998" (H.S. 05 DE AGOSTO DE 2020).

É no ano de 1998 que os narradores dessa história irão substituir a certeza do fenômeno natural, para a dúvida de sua origem cultural através das operações de dragagem realizadas pela unidade portuária da cidade. E as pistas dessa situação já estão presentes em trechos anteriormente apresentados, como é o caso da expressão "... ainda era uma coisa natural" usada por R.C., ou então quando L.C. argumenta que estava imbuído de um entendimento "exclusivamente natural".

O que ocorreu foi a chegada de alta carga sedimentar durante o ano de 1998 na beira da praia do Cassino. Simultaneamente ocorria uma dragagem no canal de acesso ao porto do Rio Grande, o que logo projetou uma associação entre a lama retirada do canal com os sedimentos encontrados no litoral.

Manifestações recorrentes na imprensa periódica local, acionamento do Ministério Público, pressão na gestão pública municipal, eventos científicos sobre o assunto ocorrem na universidade federal da cidade. A significativa ocorrência no ano de 1998, que recobriu mais de 11 km de praia, se torna o momento de emergência da lama como uma questão ambiental, produzindo um conjunto de significações socialmente instituídas (GONÇALVES, 2012, p. 44) que inserem o sedimento na agenda histórica dessa praia.

Versões entram em cena, e a cidade se mobiliza ao redor de uma dúvida central: a lama não seria decorrente da dragagem? Os próprios narradores possibilitam perceber o alcance desse momento:

> Foi um dos maiores impactos da praia do Cassino em matéria de lama, foi uma época que impactou praticamente quase 11km de praia, os jamais locais falaram disso, a preocupação a turismo, a parte do próprio balneário em si como ia puder fazer pra fazer o veraneio. Foi uma coisa muito comentada na época. (H.S., 05 DE AGOSTO DE 2020).

> Em 1998, na condição de reitor da FURG, realizamos a primeira discussão pública sobre os depósitos de lama e sua origem, com a participação de pesquisadores de distintas instituições, onde se firmou a crença de que o processo era natural. (C.G., 31 DE AGOSTO DE 2021).

Nesse contexto novas investigações foram feitas, datas de eventos semelhantes foram recuperadas em possíveis intersecções com as dragagens, um encontro de pesquisadores do tema ocorre, e o suposto primeiro registro documentado em 1901 pela imprensa é encontrado (CALLIRI & GRIEP, 1999). E a conclusão chegada em 1998 está presente na fala de C.G.: a comunidade científica legitimou a condição de fenômeno natural da lama a presença de lama na praia. Tal premissa, inclusive, é acatada pelo Ministério Público, encerrando o processo em andamento com tal resposta.

O pesquisador G.G. argumenta sobre esse ponto de vista consensual no período:

> Era uma posição unânime, como nós tínhamos tido um fenômeno muito forte do El Niño que tinha produzido um volume de chuvas enormes, tivemos algumas inundações em Rio Grade como não tinha há muito tempo. (G.G., 04 DE SETEMBRO DE 2020).

A explicação científica girava em torno dos fenômenos climáticos que tornavam possíveis as altas cargas de energia no oceano, que por sua vez empurrariam o sedimento já existente em bolsões naturais dado a morfologia dessa porção da costa. Destacamos ainda que, o El Niño torna-se a variável histórico-natural estabelecida pelo grupo de pesquisadores, tornando-se o fato em que "toda ação acontece" (INGOLD, 2015, p. 201).

Antes dessa decisão, porém, a lama foi motivo de diversas tentativas de apropriação social em 1998. Um grupo de professores tentou transformar o material em telhas de barro, outro grupo em estátuas, enquanto o poder público retirava o sedimento da praia e utilizava o mesmo para a tapagem de buracos nas vias públicas do balneário.

Com isso, o sedimento expandia-se da área de banhos para a área residencial dos sujeitos,

integrando-se ao imaginário por diferentes meios. A transformação da lama em questão ambiental encontra nessa data um marco, quando a população buscou uma resposta que pusesse fim às suas dúvidas.

A resposta aconteceu, mas ela perdurou apenas por um tempo. Ao longo dos próximos anos outros eventos de lama seguiram ocorrendo, e se fazendo presente na área de banhos, fazendo com que a comunidade convivesse com a lama até que, pela movimentação das marés, o sedimento fosse "recolhido" – o que dura, em média, de dois a três meses.

Quanto aos impactos da interdição da praia, esses passam, primeiro, por uma situação singular que ocorre na praia do Cassino: a presença de carros na faixa de área de forma paralela ao mar. H.I., gestor público da cidade, expõe essa situação:

> Do jeito que aproveitamos a praia hoje, a questão da praia pra muitos é importante, pra uns é importante colocar o seu carro no meio dos outros carros, ligar o som (...). Virou uma extensão da cidade (...) Anos atrás tentamos tirar os carros da praia, fizemos uma alauza e não deu. (H.I., 08 DE OUTUBRO DE 2020).

A praia praticada historicamente fica ameaçada pela lama, essa é a questão central que chama a atenção. A paisagem está transformada, ao mesmo tempo, o uso dela está impossibilitado pelo tipo de experiência vivenciada por aqueles que procuram a praia do Cassino e, fundamentalmente, àqueles que vivem nela.

O perigo de vida é comentado por L.C. , e reforçado pelo caso relatado por H.S.:

> Eu cai de stand up. E a minha sorte foi que ao cair eu consegui ficar preso com o lash com tudo, e tentava ficar remando sem deslocar. Só que eu achei que já tinha pé quando cheguei próximo na beira do mar e desci da prancha. E quando desci ei fiquei preso na lama, meu pé ficou preso. Eu não conseguia me mexer. E as ondas vinham e me tapavam com aquele lamoso. Aquilo gruda na pele. Eu tava começando a ficar com dificuldade de respirar quando eu entrei em pânico. (H.S., 05 DE AGOSTO DE 2020).

Quanto a vida orgânica afetada na área, G.G. argumenta:

> Efetivamente o depósito gera um impacto negativo, do ponto de vista do ambiente eles são tênues. Porque eles são tênues? Óbvio né, porque a área onde o fenômeno ocorre é a área justamente em que o impacto das ações humanas sobre ela já fez todo o estrago que tinha que fazer. Então vamos dizer, os mariscos desapareceram na praia... matou por causa de que, foi por causa da lama que fez desaparecer o marisco? (G.G., 04 DE SETEMBRO DE 2020).

O que esse narrador expõe é a contradição já apontada por H.I., e mesmo por C.G. quando sugere que deveria "...haver outras iniciativas da sociedade civil, tais como um movimento para a total retirada de carros da praia durante o veraneio." (C.G. 31 DE AGOSTO DE 2020).

Em si não foram encontrados, até hoje, sedimentos com contaminante nocivos aos humanos. Por sua vez, é sabido que a sua chegada impacta o ecossistema à medida em que o cheiro que exala na praia significa a presença de mariscos, siris, carangueijos e caramujos que acabam soterrados pela lama, porém não seria essa uma carga sedimentar não causaria capaz de causar o desequilíbrio ecossistêmico do litoral sul.

Dessa forma, o barro presente na praia se torna parte da paisagem que integra o calendário natural de eventos dessa costa. Tal situação irá se modificar mais uma vez, agora em 2014, ano que marca a escrita de uma nova página na história da lama no Cassino.

Após outro evento de barro na praia, um grupo de surfistas passa a articular uma série de manifestações cobrando explicações sobre a origem da lama. É nesse momento que surge o SOS Cassino, grupo que organizou em maio de 2014 uma "remada" que reuniu mais de 80 manifestantes na praia, e cuja pauta do movimento consistia, como informa o jornal da época, no "fim das dúvidas" e "dragagem descartada em terra"[4].

Um dos idealizadores desse grupo, H.S. diz que no "... final de 2013 nós já estávamos preocupados em função da situação de dragagem. Estava uma discussão muito grande a nível de se

[4]JORNAL AGORA, 11 de maio de 2015.

afetaria ou não afetaria" (H.S., 05 DE AGOSTO DE 2020). Em seguida:

> ... a gente marcou uma reunião, algo tava errado, não podia acontecer. E conversando com mais outros amigos, advogados.... surfistas...empresários... se formou um grupo. A ideia original foi de outro amigo meu, colega, advogado, de buscar uma solução. E cara, nós temos que fazer alguma coisa, o Cassino tá pedido socorro. (H.S., 05 DE AGOSTO DE 2020).

Encontros e ações se sucederam, fazendo com o que o SOS Cassino se transformasse no primeiro movimento da sociedade civil organizada criado, justamente, por conta dos eventos de lama e seus impactos na praia. Com o intuito de se aprofundar cientifica e juridicamente no tema, o SOS Cassino passa a ser presença em audiências públicas, eventos e no próprio debate acadêmico quando passa a contestar antigos posicionamentos da comunidade de pesquisadores.

Adesivos, camisetas e publicações online passaram a fazer parte das ações de divulgação do movimento, ao mesmo tempo em que pressionavam o poder público juridicamente quanto às possíveis consequências da dragagem. A essa altura, o posicionamento do SOS Cassino é consolidado acerca da relação dragagem/lama na praia, o que é acompanhado por L.C. em seus novos posicionamentos científicos a partir dos anos 2000.

Em suas palavras:

> Em 2000 publicamos um paper. Ele é um marco porque ali foi o primeiro sinal... olha só, ele foi publicado em 2000, mas ele é relativo ao impacto de 1998, eu tinha... nesse... eu tinha defendido em 98, o fenômeno, como completamente natural. Em 2000 eu já estava em dúvida, comecei a checar os registros de dragagem, eu já estava em dúvida (L.C., 13 DE AGOSTO DE 2020).

Essa mudança de postura reconhecida publicamente incide sobre um debate histórico. A dúvida posta pelo grupo está lastreada nesse novo arranjo científico que passa a ser organizado por L.C., o que dá sentido ao enfrentamento inédito em curso. Por sua vez, é com ressalvas que G.G. percebe a presença do SOS Cassino, primeiro uma iniciativa "festejada", mas logo compreende que o "catastrofismo" ambiental escolhido pelo grupo para tratar do tema seria um caminho equivocado, assim como a posição pragmática acerca da relação dragagem e lama. (G.G., 04 DE SETEMBRO DE 2020).

Tal ponto de vista é compartilhado por C.G., que diz:

> Essa é ainda uma questão em aberto. Os experimentos realizados até o momento não confirmaram a relação dragagem/lama na praia, embora haja indícios de tal contribuição. A variabilidade dos altos volumes de bolsões de lama ao longo do período de dragagem não pode ser explicada somente pela dragagem. Há uma contribuição natural, difícil de ser aferida, que indica a necessidade de se continuar com a investigação. (C.G., 31 DE AGOSTO DE 2021).

Compreendendo que os primeiros dados de monitoramento voltados a essa questão passaram a ser processados somente em 2018 (FERREIRA, 2021, p. 177), C.G. expõe ser essa uma questão em aberto, embora certo grau de contribuição sedimentar da operação de dragagem possa chegar até a antepraia e região de estirâncio. Estudos precisam ser feitos ainda, segundo o narrador, para que se possa chegar até algum tipo de conclusão sobre as origens do sedimento.

Após 2014 o SOS Cassino continuou ativo, mas com menor intensidade no debate público haja visto a ausência de novos processos lamíticos até 2018, quando ocorreu o último evento registrado. Já bastante fragmentado nesse momento, o grupo acabou dando origem a outros coletivos através de ex-integrantes, os quais permanecem com a mesma pauta resolutiva que perdura até os dias de hoje acerca das origens do fenômeno.

UMA HISTÓRIA DE SOBREPOSIÇÕES

Desde 1901 registros sobre lama na beira da praia do Cassino são encontrados, o que permite sugerir uma convivência histórica dos sujeitos com essa dinâmica oceânica. E para interpretar essa relação recorremos ao pensamento de Tim Ingold (2015) quando diz:

Ao invés de se contraporem, mar e terra, juntamente com o litoral, que marca o seu diálogo perpétuo, parecem estar envolvidos na esfera mais ampla das forças e relações que compõem o

mundo-tempo, juntamente subsumidos sob a grande cúpula do céu (INGOLD, 2015, p. 201).

A observação do sistema integrado mar e terra, ecossistêmico em sua origem mais profunda, é o acontecimento do qual estamos diante ao presenciar a lama na praia – que um dia talvez já causou aos sujeitos tanto estranhamento quanto àquele relatado por Carson (2010b) em suas caminhadas pela beira-mar. Após décadas e mais décadas de invenção da praia moderna, as permanências dessa criação ainda circulam pela comunidade, que também precisa lidar, como estamos acompanhando, com as suas rupturas.

Ainda, existe um apontamento importante na fala de Ingold (2015) quando atribui sentido ao que conceberia como "Litoral". Ele é o mediador, justamente, da relação entre Natureza e Cultura, e é nele que está inscrito um "mundo-tempo" singular, a qual está exposta à céu aberto.

Dessa forma, o que está em disputa é a praia, e a apreensão das diferentes versões sobre a origem da lama nos mostram é precisamente isso. O surgimento do SOS Cassino, por exemplo, é o resultado de tensiosamento por essas versões, o que representa um esgotamento comunitário acerca das explicações até então oferecidas.

Quando retomamos a nossa questão-chave exposta no início do texto, compreendemos que o transtorno causado à experiência daquela praia inventada por Corbin (1989) é o motor dessa relação conflituosa. Por sua vez, entendemos que a imagem que iniciou o nosso debate pode sintetizar, na verdade, esse caráter de adaptação constante ao litoral pelos sujeitos, que possivelmente encontram justificativas para conviver, durante um dia de calor, com a paisagem lamítica e seus impactos correlatos. Afinal, sedimento também faz parte da "nossa praia".

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A provocação gerada no evento da Braspor em 2022 motivou a retomada das entrevistas com os sete narradores que compuseram a tese sobre esse mesmo tema. E isso se deu como uma forma de aprofundamento daquelas falas, que continuam proporcionando formas de observar e problematizar esse litoral e suas renovadas invenções de praia.

Por fim, interpretar os fenômenos ambientais a partir da memória da comunidade sugere, enfim, uma reinterpretação do fenômeno em si, sublinhando a relação da natureza com a cultura e evidenciando os impactos objetivos e subjetivos do evento que são capazes de reconfigurar tanto a experiência, quanto as responsabilidades que orientam os modos de vida no meio.

ENTREVISTAS

R.A., 16 de janeiro de 2020; R.C., 28 de julho de 2020; H.S., 05 de agosto de 2020; L.C., 13 de agosto de 2020; G.G., 04 de setembro de 2020; C.G., 10 de setembro de 2020; H.I., 08 de outubro de 2020

REFERÊNCIAS BOBLIOGRÁFICAS

ALBERTI, V. 1989. História oral: a experiência do CPDOC. 189p. 1ª ed. Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

CABRAL, D. 2014. Na presença da floresta – Mata Atlântica e história colonial. 533p, Garamond Universitária, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

CALLIARI, L; GRIEP, M.F. 1999. Uma análise histórica dos efeitos produzidos por modificações antrópicas no estuário da lagoa dos patos - natural versus provocado. In: FLORES, F.F (Ed.). Por uma História multidisciplinar do Rio Grande. Rio Grande, Edigraf. pp. 97-105. Edigraf, Rio Grande, RS, Brasil.

CARSON, R. 2010. O mar que nos cerca. 254p. 1ª ed. Gaia, São Paulo, SP, Brasil.

CARSON, R. 2010b. Beira Mar. 259P. 1ª ed. Gaia, São Paulo, SP, Brasil.

CARVALHO, I.C.M. 2002. A invenção ecológica – narrativas e trajetórias da Educação Ambiental no Brasil. 1ª ed. 230p. Editora da Universidade, Porto Alegre, RS, Brasil.

CASSAB, L.A; RUSCHEINSKY, A. 2004. Indivíduo e Ambiente: a metodologia de pesquisa da história oral. Indivíduo e ambiente: a metodologia de pesquisa da história oral. Revista BIBLOS, Vol. 16. (Disponível em https://periodicos.furg.br/biblos/article/view/125)

CORBIN, A. 1989. O território do vazio – a praia e

o imaginário ocidental. 1ª ed. 385p. Companhia das Letras, São Paulo, SP, Brasil.

FERREIRA, F. 2021. Mar e Terra - Aportes para a interpretação de fenômenos costeiros no campo da educação ambiental: o caso dos eventos de lama na praia do Cassino (Rio Grande/RS). Tese de doutoramento, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil, 278.

GONÇALVES, C.W.P. 2012. O desafio ambiental. 177p. Record, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

INGOLD, T. 2015. Estar vivo: ensaios sobre movimento, conhecimento e descrição. 390p. Vozes, Petrópolis, RJ, Brasil.

STEIL, C.; CARVALHO, I. C. M. 2014. Epistemologias ecológicas – delimitando um conceito. In: Mana, Vol. 20, n. 1, pp. 163-183.

THIOLLENT, M. 2011. Metodologia da pesquisa-ação. 108p. 18ª ed. Cortez, São Paulo, SP, Brasil.

VILLWOCK, J.A. & MARTINS, L.R. 1972. Depósitos lamíticos de pós-praia, Cassino – RS. Pesquisas e Geociências. Porto Alegre, Vol. 1, maio: 69-85.

Capítulo VII

PROJETO PILOTO: CULTIVO EXPERIMENTAL DO CAMARÃO *LITOPENAEUS VANNAMEI* EM ÁGUA DOCE COM ADIÇÃO DE SAIS NA RAÇÃO, COMO ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM ESTUÁRIOS



PROJETO PILOTO: CULTIVO EXPERIMENTAL DO CAMARÃO *LITOPENAEUS VANNAMEI* EM ÁGUA DOCE COM ADIÇÃO DE SAIS NA RAÇÃO, COMO ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM ESTUÁRIOS

Ianna Lucena Rocha de Oliveira[1], Mariana Vieira Turnell Suruagy[2], Maria Cristina Basilio Crispim da Silva[3], Jane Enisa Ribeiro Torelli de Souza[4], Jose Lucas Ferreira da Costa[5], Randolpho Savio de Araújo Marinho[6]; Sérgio Costa de Mello[7]

[1,6,7]Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba, Campus I - Cidade Universitária, s/n, João Pessoa, Paraíba, CEP 58051-900, [1]yannalucena@hotmail.com (autora correspondente); [6]rando28br@gmail.com; [7]ser1biologo@gmail.com
[2]Doutora pela Universidade de Leeds, Woodhouse Lane, Leeds, West Yorkshire, LS2 9JT, mariana.turnell@gmail.com
[3,4]Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, Campus I - Cidade Universitária, s/n, João Pessoa, Paraíba, CEP 58051-900, [3]ccrispim@hotmail.com; [4]janetorelli@yahoo.com.br
[5]Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Paraíba, Campus I - Cidade Universitária, s/n, João Pessoa, Paraíba, CEP 58051-900, lucas.ferreira.lfc@hotmail.com

RESUMO

O cultivo da espécie *Litopenaeus vannamei* na região Nordeste do Brasil geralmente é feito em mangues e em ecossistemas costeiros. No entanto, essa prática tem causado impactos negativos nos estuários, que podem ser desde a ocupação de áreas de preservação permanente pelos viveiros de engorda, até à salinização de águas subterrâneas. O seu cultivo em água doce já é uma realidade, mas ocorre apenas em águas com maior alcalinidade ou dureza. Esta pesquisa visa dar sequência a experimento anterior, realizado in vitro, em que a ração foi adicionada de sais, para compensar a falta de sais na água, e teve 100% de sobrevivência em camarão cultivado em água destilada. O presente trabalho é um projeto piloto, realizado em mesocosmos, que tem por objetivo avaliar a produção de *L. vannamei* em água doce com adição de 2% de sais na ração. O experimento foi realizado na instalação anexa ao Aquário Paraíba, na Praia do Seixas, João Pessoa, PB, durante o período de 14/01 a11/03/2022.O experimento foi realizado em 6 caixas de água de 1000L, com 2 tratamentos com 3 réplicas em cada. O tratamento com água doce de poço, em que os animais foram alimentados com ração com sais a 2% e o controle, com água marinha com 15 psu, e alimentados com a mesma ração sem adição de sais. As análises físicas e químicas da água foram realizados no LABEA (Laboratório de Ecologia Aquática/DSE/UFPB). As pós-larvas PL12 foram acomodadas junto com a água do próprio saco de transporte em uma caixa de água contendo água marinha cuja salinidade acusou 25 psu. A água do berçário foi gradualmente diluída (diariamente) com água doce, durante o período de 7dias, até atingir 15 psu. Em seguida, as pós-larvas foram transferidas para as respectivas caixas de água do experimento, na densidade de aproximadamente 200 pós-larvas.m3-1. A água de ambos os cultivos (tratamento e controle) foram aeradas continuamente. Os resultados mostraram uma mortalidade de quase 100% dos indivíduos no experimento utilizando baixos índices de salinidade com correção através de ração artesanal a 2%. Após a grande mortalidade verificada no experimento com água doce, separou-se água das caixas de água doce em um balde (sem oxigenação) e colocaram-se novos indivíduos, mais velhos e maiores (2cm), que foram alimentados da mesma forma, com ração com sais e desta vez verificou-se sobrevivência de 80%, tendo morrido apenas os indivíduos de menor tamanho. Conclui-se que, o camarão *L. vannamei* consegue sobreviverem em águas com salinidade igual a 0% com compensação salina de 2%, realizada através da ração artesanal, desde que os animais sejam transferidos para a água doce em tamanhos maiores. Esta pesquisa indica a necessidade de continuidade dos testes, desta vez com animais com mais idade, de forma a que possuam todos os seus arcos branquiais bem desenvolvidos, aumentando as suas chances de sobrevivência.

Palavras-chave: Carcinicultura em água doce; Carcinicultura sustentável; Produção de alimentos; compensação de sais.

ABSTRACT

The cultivation of the species *Litopenaeus vannamei* in the Northeast region of Brazil is usually done in mangroves and coastal ecosystems. However, this practice has caused negative impacts on estuaries, which can range from the occupation of permanent preservation areas by fattening nurseries, to the salinization of groundwater. Its cultivation in fresh water is already a reality, but it only occurs in waters with greater alkalinity or hardness. This research aims to follow up on a previous experiment, carried out in vitro, in which the feed was added with salts, to compensate for the lack of salts in the water, and had 100% survival in shrimp grown in distilled water. The present work is a pilot project, carried out in mesocosmos, which aims to evaluate the production of *L. vannamei* in fresh water with the addition of 2% salts in the feed. The experiment was carried out at the

installation attached to the Paraíba Aquarium, at Praia do Seixas, João Pessoa, PB, during the period from 01/14 to 03/11/2022. The experiment was carried out in 6 water tanks of 1000L, with 2 treatments with 3 replicas each. The treatment with fresh water from the well, in which the animals were fed with ration with 2% salts and the control, with marine water with 15 psu, and fed with the same ration without addition of salts. The physical and chemical analyzes of the water were carried out at LABEA (Laboratório de Ecologia Aquática/DSE/UFPB). The PL12 post-larvae were accommodated along with the water from the transport bag itself in a water box containing sea water whose salinity was 25 psu. The nursery water was gradually diluted (daily) with fresh water, over a period of 7 days, until it reached 15 psu. Then, the post-larvae were transferred to the respective water boxes of the experiment, at a density of approximately 200 post-larvae.m3-1. The water of both cultures (treatment and control) were continuously aerated. The results showed a mortality of almost 100% of the individuals in the experiment using low salinity indices with correction through 2% homemade feed. After the high mortality verified in the experiment with fresh water, water was separated from the fresh water boxes in a bucket (without oxygenation) and new, larger individuals were placed, which were fed in the same way, with a diet with salts and this time there was an 80% survival rate, with only the smallest individuals dying. It is concluded that the shrimp *L. vannamei* can survive in waters with salinity equal to 0% with saline compensation of 2%, carried out through artisanal feed, provided that the animals are transferred to fresh water in larger sizes. This research indicates the need for continuity of tests, this time with older animals, so that they have all their branchial arches well developed, increasing their chances of survival.

Keywords: Freshwater shrimp farming; Sustainable shrimp farming; Food production; salt compensation.

INTRODUÇÃO

O *L. vannamei* é um crustáceo pertencente à ordem decápoda, classe Malacostraca e família Penaeidae, é nativo da costa leste do Pacífico da América Central e do Sul. O cultivo desta espécie na região Nordeste do Brasil geralmente é feito em mangues e nos ecossistemas costeiros (APOLINÁRIO, 2009). No entanto, essa prática tem causado impactos negativos nos estuários que podem ser desde a) ocupação de áreas de preservação permanente pelos viveiros de engorda; b) uso da água em região semiárida, contaminação de rios que abastecem áreas de uso humano; c) aumento de doenças entre os trabalhadores rurais por produtos químicos durante o cultivo até a salinização de águas subterrâneas (FIGUEIRÊDO et al., 2006). Nesse contexto faz-se necessário o desenvolvimento de estratégias economicamente viáveis para o cultivo dessa espécie em águas interiores, afastada do litoral, e a fim de reduzir principalmente os impactos ambientais, com o benefício de além de não coloca em risco a salinidade do solo, quando do descarte da água, na despesca.

Cultivos fora do mangue já são realizados no país, de forma superintensiva, com a adição de bioflocos (BFT), mas o custo de implantação e manutenção é muito elevado. Segundo Matias e colaboradores (2020) para a implantação de um sistema deste tipo será necessário o investimento de R$700.000 (setecentos mil reais) para 1ha de produção, com 96.821 kg/hectare/ano. Assim, outras formas de produção, visando à sustentabilidade da atividade são importantes, principalmente para a disseminação em áreas mais carentes de investimentos e do recurso hídrico, como no nordeste do país.

O seu cultivo em água doces, com salinidades próximas de zero, apresenta-se como uma alternativa à essa problemática uma vez que por ser a espécie eurialina, tolera larga variação de salinidade (0,5–40 psu) (MCGRAW et al., 2002), podendo desta forma ser cultivada em diferentes locais. Nesse caso, faz-se necessário a correção da água para que os íons e sais, a exemplo do (Cl^-) e o (Na^+), presentes no meio, e importantes para a osmorregulação desses animais, estejam presentes em concentrações adequadas à sua sobrevivência (CAWTHORNE et al., 1983). Caso sejam insuficientes, os crustáceos retiram principalmente do alimento os minerais necessários para a sua osmorregulação (VALENÇA; MENDES, 2003).

Ademais, considerando que a sobrevivência de camarão marinho *L. vannamei* em águas continentais pobres em sais torna-se desafiadora, devido à excessiva perda de água e sais do seu interior para o meio através da urina, o seu cultivo

não oferece atrativos em um primeiro momento (MEDEIROS JUNIOR; CRISPIM, 2019). No entanto, a literatura traz estratégias utilizadas para a correção da composição iônica da água, sendo as mais comuns: a adição de sais minerais, através de fertilizantes químicos ou orgânicos (VALENÇA; MENDES, 2003), e a adição de sais à ração utilizada no cultivo, proposta por Valença e Mendes (2003) e testada experimentalmente por Medeiros Júnior e Crispim (2019). O primeiro apresenta riscos associados à eutrofização do ambiente devido à presença de nutrientes como nitrogênio e fósforo em grandes quantidades e ao alto custo do fertilizante, já o segundo método traz como atrativo a ração salinizada produzida com ingredientes locais, de baixo custo e grande disponibilidade ambiental, e foi testada com sucesso pela primeira vez, pelos autores supra citados.

Essa última proposta, mostrou-se bastante viável, principalmente devido ao sucesso de cultivo com pós-larvas de *L. vannamei* em águas com nível de salinidade próximo a zero, com 100% de sobrevivência. Diante disso, é objetivo deste estudo a validação do método utilizado por Medeiros Junior e Crispim (2019), com o propósito de tornar o cultivo de camarão marinho em águas doces uma prática viável, principalmente moradores do sertão paraibano ou qualquer área fora de ambientes costeiros.

METODOLOGIA

Cultivo de camarão marinho em água doce com ração salinizada

O objetivo do experimento 1 é analisar a resistência de pós- larvas (PL´s) 12 a água com diferentes salinidades. Para isso foram realizados 2 tratamentos, um com água salobra (AS), obtida de uma diluição de água do mar, em que foi mantida uma salinidade perto de 15 psu e um tratamento com água doce. A água doce utilizada no experimento foi de origem local, proveniente de um poço artesiano do próprio estabelecimento

O experimento foi realizado em uma instalação anexa ao Aquário Paraíba, no Bairro da Penha, em João Pessoa, Paraíba, durante os meses de janeiro e fevereiro de 2022. Para esses estudos separaram-se 6 caixas de água de Polietileno, com volume total de 1000L todos em três réplicas.

Aclimatização das PL´s em berçário

As 1200 pós-larvas utilizadas nesse estudo foram adquiridas do grupo CAMAR- Aquicultura, localizado em Barra do Cunhaú, Canguaretama, RN. As mesmas vieram acondicionadas em um saco plástico com capacidade para 10 litros, amarrado com borrachas, contendo cerca de 20% do volume de água, com oxigênio.

As pós-larvas foram então acomodadas junto com a água do próprio saco de transporte em uma caixa de água com as características já descritas, contendo água marinha coletada da Praia da Penha -PB, cuja salinidade acusou 15 psu, registrada por um refratômetro. Foram mantidos 2 berçários, um em que a salinidade se manteve em 15 psu e outro em que a água foi sendo gradativamente diluída, durante o período de 11 dias. Esses "berçários" receberam aeração total e ininterrupta, para começar o processo de aclimatização das larvas para a baixa salinidade. Nesse intervalo, a água salina foi diariamente reduzida, retirando-se 50% do seu volume até atingir valores próximos de 0 psu.

Subsequentemente, as pós-larvas foram realocadas nas caixas de água experimentais. (R0% água salobra = ração sem sais), (R2% – água doce com 2 % de sais na ração). Foram utilizadas cerca de 100 PL em cada réplica de cada tratamento.

Após a mortalidade de 100% dos camarões no tratamento com água doce, testou-se camarões de maior idade e tamanho (2 cm) num balde sem aeração e com alimentação por mais 15 dias.

Formulação e aplicação da ração artesanal

As pós-larvas foram alimentadas com ração artesanal. A mesma foi confeccionada de acordo com formulação e método do trabalho de Torelli e colaboradores (2010) e de Medeiros Júnior e Crispim (2019).

A formulação da ração baseou-se em uma pesquisa prévia dos valores nutricionais de elementos, em sua maioria, alternativos, encontrados facilmente em nossa região (ex. casca de mandioca, polpa de coco e folha de bananeira) para ter-se uma noção do valor nutritivo da mesma. No entanto, esses valores são aproximados, podendo variar de acordo com a região, solo e a forma de produção (Tabela I).

Ademais, à metade da ração, que seria ministrada ao tratamento R2% foi incluso o sal mineral (sem adição de iodo), na proporção de 2% como proposto pelos autores, a outra metade foi para o controle (R0%). A ração foi ministrada diariamente na quantidade de 5% do peso corporal dos espécimes, duas vezes ao dia. Através da adição de sal na ração é possível promover o equilíbrio de eletrólitos que o camarão precisa para sobreviver, sendo produzido em água doce (MEDEIROS JÚNIOR e CRISPIM, 2019).

Monitoramento da qualidade da água

Para validar a eficiência dos sistemas de tratamento da água é imprescindível a realização do monitoramento da qualidade da água para identificar os aspectos ambientais que favorecem ou desfavorecem o pleno desenvolvimento dos organismos. Nesse sentido, serão analisados os seguintes nutrientes: ortofosfato, nitrato, nitrito e amônia, sendo todos analisados por método colorimétrico através do aparelho de Espectrofotômetro, SPECTRUMLAB 22PC. Fósforo total pelo método do Ácido Ascórbico, com digestão prévia, Ortofosfato pelo método Azul de Molibdênio, Nitrato e Nitrito pelo Método N-(1-naftil)-etilenodiamina. Amônia, pelo método do indofenol, todos descritos em APHA (2012).

O pH foi medido através do pHmetro, a condutividade fazendo uso de condutivímetro, a salinidade, por sua vez, medida através de refratômetro e a temperatura e oxigênio dissolvido, por oxímetro. Para a análise de clorofila-*a* utilizou-se a metodologia de. Para avaliar o desenvolvimento do camarão cultivado serão analisados os parâmetros biométricos de comprimento, largura e biomassa corporal bem como a sobrevivência obtida em cada experimento

Análises estatísticas

Test T-Student foi utilizado para dados pareados com distribuição normal, para comparar as variáveis limnológicas nos experimentos, entre os viveiros controle e viveiros com biofilme. Também o Teste de Wilcoxon, para dados pareados, não paramétricos, para comparar as variáveis biológicas (clorofila) nos experimentos, entre os viveiros controle e viveiros com biofilme. Para todas as análises estatísticas, foi utilizado o pacote estatístico PAST versão 3.13 (HAMMER et al., 2001)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis ambientais pH e temperatura estão dentro da normalidade descritas na literatura variando de 28 e 31,5°C. Ademais, a condutividade apresentou valores quase que constantes ao longo do experimento (cerca de 200 $\mu S.cm^{-1}$). Os restantes parâmetros ambientais não foram muito diferentes entre o início e o final do experimento (Tabela II) e apresentaram-se dentro de valores considerados adequados para a carcinicultura.

Tabela I. Valores nutricionais dos ingredientes usados para produzir a ração doméstica. VE (valor energético), Pb (proteína bruta), GT (gorduras totais), FA (fibra alimentar), CD (carboidratos diferenciais), MS (monossacarídeos), Ag (água). Fonte: Elaborado pelos autores baseado em Ferreira et al. (2007) e Departamento de Informática em Saúde (2014).

Ingredientes e valores nutricionais utilizados na ração usada no experimento (em 100g)

	VE (Kcal)	PB (gr)	GT (gr)	FA (gr)	CD (gr)	MS (gr)	AG (gr)
Folha de amora	0,55	0,02	0,01	0,02	0,13	0,1	1,13
Farelo de trigo	52,92	3,81	1,04	10,49	15,81	0,1	2,42
Polpa de coco cru	17,7	0,17	1,67	0,45	0,76	0,31	2,35
Proteína text. de soja	32,8	6,36	0,05	0,55	2,54	0	0,58
Casca de mandioca	0,8	0,02	0,01	0,22	0,43	0,01	0,3
Fígado bovino cru	36,6	5,52	0,98	0	1,05	0	19,2
Folha de bananeira	3,46	0,25	0,07	0,68	1,03	0,01	0,16
NUTRIENTES TOTAIS	**144,83**	**16,15**	**3,83**	**12,41**	**21,75**	**0,53**	**26,14**

Segundo Nunes (2001), em ambiente completamente doce, caso não haja reposição de sais no ambiente, o animal tende a ganhar quantidades excessivas de água, durante a osmorregulação, sofrendo plasmólise/ inchaço e morte. De forma semelhante, caso a densidade populacional seja alta, a ração deverá ser adequada ao equilíbrio osmótico.

As concentrações de amônia foram estáveis ao longo do período estudado (menores que 0,20 $mg.L^{-1}$). De acordo com Campos et al. (2012) os valores de segurança da amônia para camarões é de até 0,88$mg.L^{-1}$, demonstrando que esse nutriente não foi o responsável por altas taxas de mortalidade dos animais no tratamento R2%. O nitrato apresentou maiores concentrações de 2,01 $mg.L^{-1}$ no final do tratamento R2% e de 0,93$mg.L^{-1}$ no início do experimento no tratamento R0%. O nitrato e fosfato apresentaram concentrações mais elevadas no tratamento R2%. O nitrito apresentou valores inferiores a 0,20 $mg.L^{-1}$ em ambos os tratamentos. Os valores de nitrito se mostraram dentro das medidas de segurança para esse parâmetro, que é de 0,3 $mg.L^{-1}$ e o indicado para o nitrato na carcinicultura são valores inferiores a 10 $mg.L^{-1}$ (ROLIM, 2015).

O presente estudo mostrou uma mortalidade de 100% no experimento utilizando baixos índices de salinidade com correção de íons através de ração artesanal adicionada de sais a 2%.

Nas análises estatísticas as variáveis químicas de Nitrito, Nitrato e Fosfato não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, apenas os resultados com relação à Amônia apresentaram diferença estatística significativa, com o valor de $p < 0,05$, sendo as concentrações mais elevadas em R0%. Dessa forma, comprova-se que as concentrações de amônia, que é um composto tóxico, não foram responsáveis pela mortalidade dos camarões no tratamento R2% Também não houve diferenças significativas nos parâmetros ambientais de pH, Saturação de Oxigênio, Oxigênio dissolvido e Temperatura. Isso demonstra que a maior mortalidade registrada no tratamento R0% não esteve relacionada com a qualidade ambiental em relação à presença de compostos tóxicos como amônia e nitrito, ou por falta de oxigênio, mas por algum outro fator ambiental além da salinidade, visto que a taxa de sobrevivência dos camarões foi muito baixa mesmo na presença de água salina, 37% apenas.

As temperaturas do experimento foram elevadas, variando de 28 a 32,6°C, mas sendo em geral acima de 31°C. Lima (2011) demonstrou para a espécie *L. vannamei* que temperaturas de 33°C causam alterações comportamentais no camarão, como inatividade e enterramento, demonstrando

Tabela II. Valores médios das variáveis analisadas nos dois tratamentos (R0% -controle; R2% - correção com ração 2% salinidade) com adição de sais na ração no início e ao final de 67 dias. Fonte: Elaborado pelos autores.

Tratamentos/Variáveis	R0% inicial	R0% final	R2% inicial	R2% final
Temperatura (°C)	30.9	31.3	30.8	30.9
pH	8,85	8,56	8,39	8,69
Salinidade (psu)	15	13	0	0
Condutividade (µs/cm)	_	_	210,4	224,4
Sobrevivência (%)		37%		0%
Oxigênio (mg/L)	7,0	7,5	7,6	6,56
Saturação de Oxigênio (%)	20,1	21,3	18,7	18,6
Amônia (mg/L)	0,16	0,19	0,10	0,11
Nitrito (mg/L)	0,19	0,12	0,19	0,03
Nitrato (mg/L)	0,93	0,92	1,29	2,01
Ortofosfato (mg/L)	0,76	0,6	1,13	0,6

que são temperaturas limites para esta espécie. Temperaturas elevadas foram registradas nos dois tratamentos, com valores acima de 32ºC sendo mais um fator de stress além da água doce, como não se verificou diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 1), esse pode ter sido o fator de estresse que levou a tão alta mortalidade em ambos os tratamentos do experimento.

No final do experimento juvenis colocados em balde à parte, com água doce do experimento R2% e alimentados com a ração cm 2% de sal 80% não morreram, também se verifica que não é apenas a ausência de sal na água, mas algo relacionado com a fisiologia dos animais, visto que os indivíduos com maior tamanho sobreviveram mais, além dessas larvas terem estado em cultivos dentro de um galpão, protegidas do aquecimento direto do sol.

Apesar de Valença e Mendes (2007) alegarem que as pós-larvas de *L. vannamei*, com dez dias de vida já apresentam brânquias capazes de suportar o stress osmótico e adequarem os seus gradientes de concentração internos, permitindo a sobrevivência do animal, as pós-larvas utilizadas PL12, já tinham 12 dias quando chegaram e passaram mais 11 dias em aclimatação, para redução dos sais para o tratamento R2%, o que significa que iniciaram o experimento com cerca de 23 dias, provavelmente fisiologicamente as larvas não estavam ainda preparadas para um ambiente de água doce, devido aos desenvolvimento dos arcos branquiais ou não, visto que maiores, com cerca de 2 cm já não se verificou tanta mortalidade.

Cultivos de camarão em água doce já existem na Paraíba, mas com água do Baixo Rio Paraíba, que por drenar uma área de semiárido é mais rica em sais minerais, apresentando dureza e alcalinidade dentro dos limites de tolerância de *L. vannamei* (SANTOS, 2021). No entanto, esses cultivos correm o risco de mortalidade dos animais, em períodos de muita chuva, se estiverem associados a outras bacias hidrográficas, como já se verificou em carcinicultura realizada no Rio Graú, em 2008 (observação pessoal).

A criação do *L. vannamei* requer um bom controle da salinidade nos viveiros. Baixas salinidades afetam a osmoregulação e alimentação afetando o seu desenvolvimento (SPELTA, 2016). Apesar disso esta espécie por ser eurialina consegue sobreviver em água doce. No laboratório de aqüicultura da UFPE foi cultivado o *L. vannamei* em água doce, 0 ppt aferido pelo método de "Mohr-Knudsen", por 112 dias chegando a alcançar 8,5g e sobrevivências de 66,6% e 73,3%, mas a dureza da água esteve entre 100 a 268 mg/L de CaCO3 (VALENÇA; MENDES, 2003).

Dessa forma, conseguir desenvolver métodos que permitam a criação do camarão marinho em água doce com baixa alcalinidade e dureza é de extrema relevância, para reduzir a pressão sobre este tipo de produção nos manguezais existentes.

Sendo assim, pretende-se repetir o experimento, transpondo para a água doce indivíduos em estágio de desenvolvimento maiores, para ver a possibilidade de continuar usando água doce para o cultivo de camarão marinho, que é um grande potencial para a redução de impactos por carcinicultura em mangues.

CONCLUSÕES

Esta pesquisa permitiu concluir que não se verificaram diferenças significativas na qualidade de água (com exceção da salinidade e concentrações de amônia) utilizando água doce e salinizada.

Verificou-se que o tratamento com água doce provocou a mortalidade de 100% dos camarões, no entanto, o tratamento controle também apresentou mortalidade elevada, tendo apenas uma média de 37% de sobrevivência, revelando que algum outro fator além da salinidade deve ter causado stress no ambiente, causando a mortalidade tão elevada, os elevados valores de temperatura, que chegaram a 22,6º C, pode ter sido um desses fatores de impacto, visto que em outros estudos, temperaturas de 33ºC já provocam mortalidade.

Em paralelo ao experimento, camarões maiores, com cerca de 2 cm de comprimento foram colocados em água doce e alimentados com ração com 2% de sais e verificou-se a sobrevivência de 80%, dessa forma, Infere-se que, o camarão *L. vannamei* poderá sobreviver em águas com

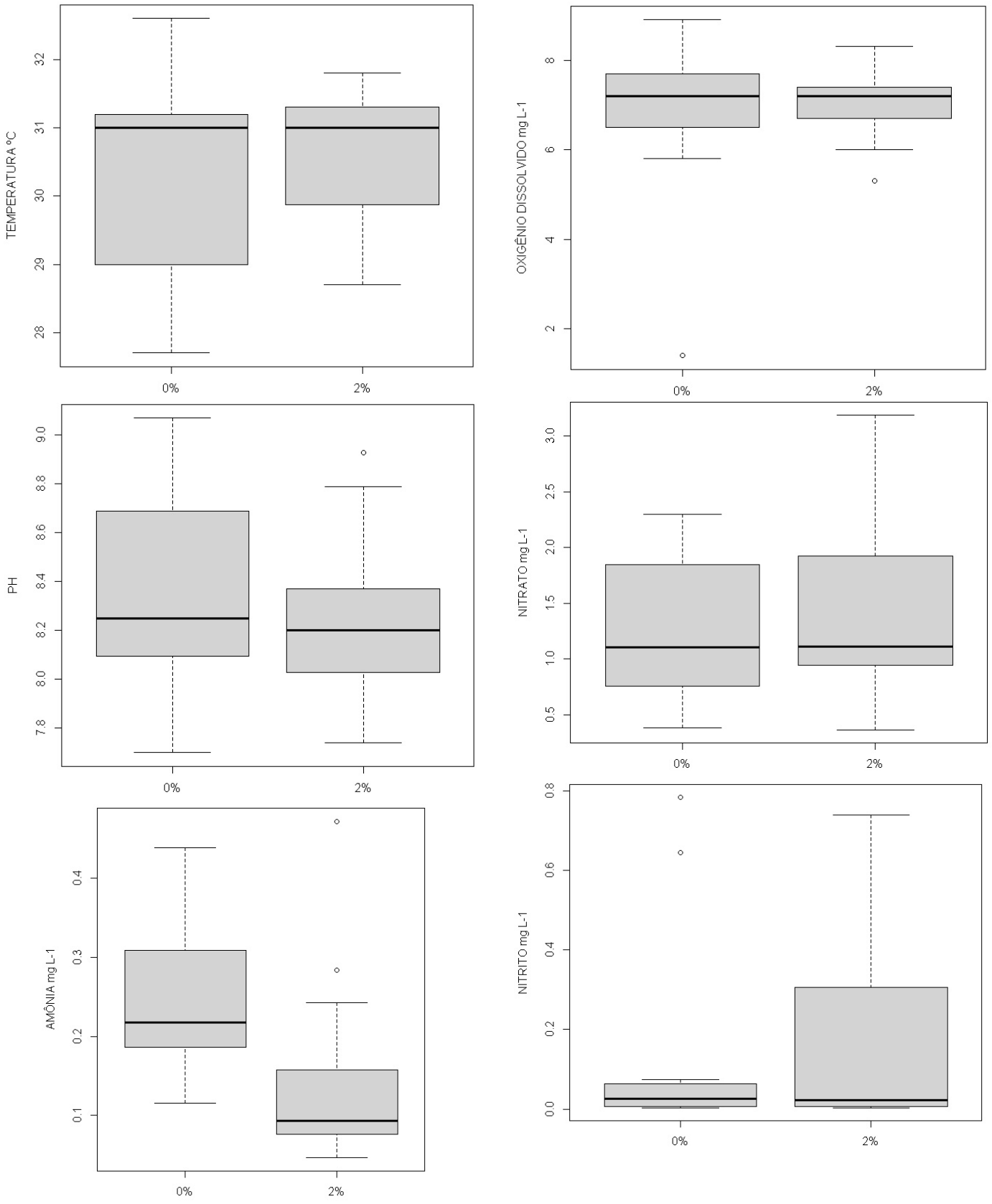


Figura 1. Gráficos referentes aos dados estatísticos: (A) Temperatura °C; (B) Oxigênio Dissolvido mgL.1; (C) PH; (D) Nitrato mgL.1; (E) Amônia mgL.1; (F) Nitrito mgL.1; (continua).

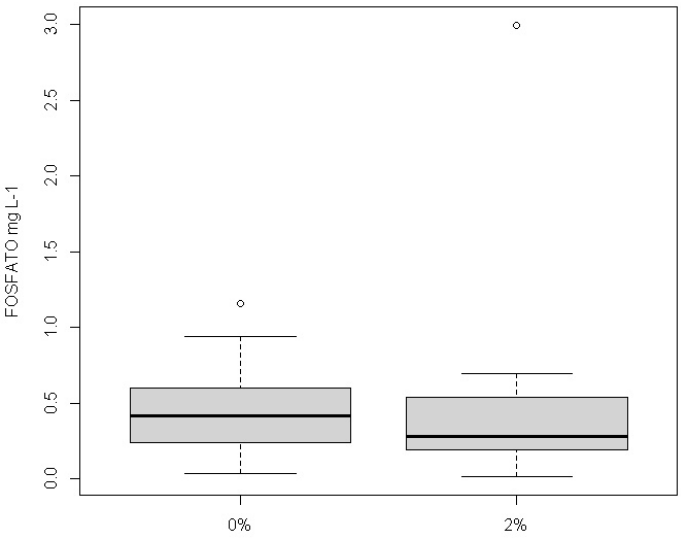


Figura 1 (cont.). Gráficos referentes aos dados estatísticos: (G) Fosfato mgL.1.

salinidade igual a 0% com compensação salina de 2%, realizada através da ração artesanal, desde que os animais sejam transferidos para a água doce em tamanhos maiores de 2 cm. Esta pesquisa indica a necessidade de continuidade dos testes, desta vez com animais com mais idade e maiores, de forma a que possuam todos os seus arcos branquiais bem desenvolvidos, aumentando as suas chances de sobrevivência.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a PROPESQ/UFPB pelo apoio finananceiro dado ao projeto no Edital Produtividade em pesquisa -PROPESQ/PRPG/ UFPB Nº 03/2020.

REFERÊNCIAS

APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th ed., American Public Health Association Washington, D.C. 2012.

APOLINÁRIO, Diego Felismino. Avaliação do estado sanitário de camarões (*Litopenaeus vannamei*) cultivados em quatro fazendas no estado do Ceará. Dissertação de mestrado Universidade Federal do Ceará. 2009.

CAMPOS BR et. al. Toxicidade aguda da amônia, nitrito e nitrato sobre os juvenis de camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) (Crustacea: Decapoda). Atlântica. No prelo 2012.

CAWTHORNE D.F, et. al. Responses of juvenile *Penaeus monodon* Fabricius to natural and artificial sea waters of low salinity. Aquaculture. Volume 32, Issues 1–2, April 1983, Pages 165-174

DEPARTAMENTO de Informática em Saúde. Tabela de composição química dos alimentos. São Paulo: Escola Paulista de Medicina - Universidade Federal de São Paulo, 2014. Disponível em: http://tabnut.dis.epm.br/alimento. Acesso em: 18 jul. 2018.

FERREIRA, G. D. G. et.al. Valor nutritivo de coprodutos da mandioca. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador-BA, v. 8, n. 4, p. 364-374, out./dez. 2007.

FIGUEIRÊDO, M. C. B. et.al. Impactos ambientais da carcinicultura de águas interiores. Revista Eng. Sanitária Ambiental, Fortaleza, v. II, n. 3, p. 231-240, 2006.

HAMMER, et. al. Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Paleont. Electr. 2001. 4(1): 9 pp.

MEDEIROS JÚNIOR, Jacob Muniz; CRISPIM, Maria Cristina. Cultivo em água doce de *Litopenaeus vannamei* com compensação de sais, através da dieta, em salinidades próximos a zeroostas comportamntal e fisiológica de camarões marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia. Universidade Federal do rio Grande do Norte. 2011. 98 p.

MATIAS, J.F.N., et al. (2020). Análise comparativa da eficiência econômica e competitividade dos cultivos de camarão marinho no sistema semi-intensivo (tradicional) e superintensivo (com reuso de água e uso de bioflocos – BFT) utilizados no Brasil. Revista S&G 15, 2, 123-130. https://revistasg.emnuvens.com.br/sg/article/view/1643.

MCGRAW,et.al. Acclimation of *Litopenaeus vannamei* postlarvae to low salinity: influence of age, salinity endpoint, and rate of salinity reduction. Journal of the World Aquaculture Society, v. 33, p.78-84, 2002.

NUNES, Alberto Jorge Pinto. O cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em águas oligohalinas. Revista Panorama da Aquicultura, Recife, v. 66, p. 17-23, 2001.

ROLIM, Nathiene Patrícia Ferreira Amaral. Produção familiar do camarão *Litopenaeus vannamei* (boone, 1931): viabilidade e qualidade.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal Paraíba. João Pessoa, PB, 2015.

SANTOS, Jaelcio Silva Dos. Aspectos socioambientais e sustentabilidade na perspectiva da carcinicultura na região de Itabaiana, PB João Pessoa, PB. Trabalho de Conclusão de Curso de Geografia. 2021

SPELTA, Anna Carolina Ferreira. Caracterização e avaliação da qualidade da água de sistema intensivo de produção de camarão com bioflocos em diferentes salinidades. Dissertação de mestrado , Universidade Federal de Minas Gerais, 2016.

TORELLI, Jane Enisa. Uso de resíduos agro-industriais na alimentação de peixes em sistema de policultivo. Revista Brasileira de Engenharia e Pesca. v. 5 n. 3.2010.

VALENÇA, Anita Rademaker; MENDES, George Nilson. Cultivo de *Litopenaeus vannamei*: Água doce ou oligohalina?. Panorama da Aqüicultura, Recife, v. 13, n. 78, p.35-41, 2003.

Capítulo VIII

DESENVOLVIMENTO DE OBRAS DE PROTEÇÃO COSTEIRAS NO LITORAL PARAIBANO: UMA ANÁLISE DAS CONSEQUÊNCIAS DA DESREGULAÇÃO NA CONSECUÇÃO DESTAS OBRAS



DESENVOLVIMENTO DE OBRAS DE PROTEÇÃO COSTEIRAS NO LITORAL PARAIBANO: UMA ANÁLISE DAS CONSEQUÊNCIAS DA DESREGULAÇÃO NA CONSECUÇÃO DESTAS OBRAS

Nilton Euripedes de Deus Filho[1]; Jefferson da Costa Silva[2]; Manoel Victor Vidal[3]; Christianne Maria da Silva Moura[4]

[1]4ª Câmara - Meio Ambiente e Patrimônio Cultural, Ministério Público Federal, SAF Sul Quadra 4 Conjunto C - Bloco B, Brasília, Distrito Federal, CEP 70050-900, niltonfilho@mpf.mp.br (autor correspondente)
[2,3]Superintendência de Administração do Meio Ambiente, Governo do Estado da Paraíba, Avenida Monsenhor Walfredo Leal, 181, João Pessoa, Paraíba, CEP 58020-540, [2]jeffersonsilvageo@gmail.com, [3]eiarima.sudema@gmail.com
[4]Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba,Campus I Cidade Universitária, s/n, João Pessoa, Paraíba, CEP 58051-900, cmm_reis@yahoo.com.br

RESUMO

O desenvolvimento de obras de proteção costeira no litoral paraibano é acompanhado tanto pelo órgão licenciador estadual quanto pelo Ministério Público Federal (MPF). Este acompanhamento configura uma atuação conjunta, baseada nas premissas do gerenciamento costeiro e do documento "Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira", as quais prezam pela manutenção sistêmica dos ambientes costeiros. Ademais, esta atuação possibilita elucidar um cenário das deficiências associadas ao processo de consecução e execução de obras de proteção costeira, sobretudo, quando se observa a carência de estudos ambientais e da consequente avaliação dos impactos ambientais. Neste contexto, no caso da regularidade ambiental, há que considerar que boa parte das obras costeiras podem ser consideradas emergenciais, tendo por objetivo assegurar a proteção célere das estruturas ameaçadas pela alta hidrodinâmica, entendendo ainda que de acordo com as normativas vigentes de proteção e defesa civil, estudos técnicos podem ser eventualmente dispensados. No entanto, esta dispensa dos ritos de regularização em razão da urgência pela defesa de patrimônio particular, não impede a desconsideração de premissas ambientais e de responsabilidade técnica que amparam as ações de recuperação, sobretudo as emergenciais. Por essa razão, o presente trabalho objetiva demonstrar as deficiências usualmente observadas no processo de desenvolvimento de algumas obras de proteção costeira no litoral paraibano, elencando exemplos de atuação da Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA) e do MPF. Neste caso, esta demonstração ampara-se na análise do conteúdo documental associado aos estudos ambientais, diagnósticos do empreendedor, proposição de condicionantes de monitoramento e de mitigação dos danos e objetivos e conveniências destas obras de proteção costeira. Em consequência, também serão discutidos os resultados desta análise em uma relação de causa-efeito, em que será apresentada ótica sistêmica dos impactos originados pela desregulação do desenvolvimento de obras costeiras no litoral paraibano, sendo exemplificados casos de insucesso que oneram o erário, como o enrocamento de Cabo Branco e o gabião de Cabedelo, comprometem os serviços públicos municipais, agravam ainda mais a vulnerabilidade das ocupações costeiras e tornam irreversíveis boa partes dos impactos aos serviços ecossistêmicos dos ambientes costeiros. Outrossim, o presente trabalho demonstrará as ferramentas e as iniciativas que lograram êxito no litoral brasileiro, que podem ser utilizadas na prevenção e mitigação dos impactos associados à desregulação das obras costeiras, como a atuação do MPF no Projeto Orla de Cabedelo que contou com medidas de proteção ao ambiente pós-praia, construídas em consenso com os entes estaduais e municipais. No intuito de promover a discussão sobre o atual cenário de conservação do litoral paraibano em relação ao aumento de iniciativas particulares e públicas para com o desenvolvimento de obras rígidas no sistema praial.

Palavras-chave: Gerenciamento Costeiro, Licenciamento Ambiental, Obras Costeiras, Erosão Costeira.

ABSTRACT

The development of coastal protection works on the coast of Paraiba is monitored by both the state licensing agency and the Federal Public Ministry (MPF). This monitoring is a joint action, based on the premises of the coastal management and the document "Guide of Guidelines for the Prevention and Protection of Coastal Erosion", which value the systemic maintenance of coastal environments. Moreover, this performance makes it possible to elucidate a scenario of the deficiencies associated with the process of consecution and execution of coastal protection works, especially when one observes the lack of environmental studies and the consequent evaluation of environmental impacts. In this context, in the case of environmental regularity, we must consider that a good part of the coastal works can be considered an emergency, aiming to ensure the rapid protection of structures threatened

by high hydrodynamics, understanding that according to the current norms of protection and civil defense, technical studies can be eventually dismissed. However, this exemption of the regularization rites due to the urgency for the defense of private patrimony, does not prevent the disregard of environmental premises and technical responsibility that support the recovery actions, especially the emergency ones. For this reason, the present work aims to demonstrate the deficiencies usually observed in the development process of some coastal protection works on the coast of Paraíba, listing examples of the actions of the Superintendence of Environmental Administration (SUDEMA) and the MPF. In this case, this demonstration is based on the analysis of the documental content associated with the environmental studies, diagnostics of the entrepreneur, a proposition of monitoring and mitigation of damage conditions, and objectives and conveniences of these coastal protection works. Consequently, the results of this analysis will also be discussed in a cause-effect relationship, in which a systemic perspective of the impacts caused by the deregulation of the development of coastal works on the coast of Paraíba will be presented, exemplifying cases of failure that burden the treasury, such as the Cabo Branco rockfill and the Cabedelo gabion, compromise municipal public services, further aggravate the vulnerability of coastal occupations and make most of the impacts on ecosystem services in coastal environments irreversible. Furthermore, this work will demonstrate the tools and initiatives that have been successful on the Brazilian coast, which can be used to prevent and mitigate the impacts associated with the deregulation of coastal works, such as the work of the MPF in the Orla de Cabedelo Project, which had measures of protection of the post-beach environment, built in consensus with state and municipal entities. In order to promote the discussion about the current scenario of conservation of the Paraíba coast in relation to the increase of private and public initiatives for the development of rigid works in the beach system.

Keywords: Coastal Management, Environmental Licensing, Coastal Works, Coastal Erosion.

INTRODUÇÃO

A erosão costeira é um evento constante, o qual é favorecido por condições meteoceanográficas e áreas suscetíveis à remoção de sedimentos. Em síntese, esta suscetibilidade pode ser aproximada da questão da vulnerabilidade do litoral, em razão de fatores como o uso e ocupação do solo, o que faz com que áreas mais ocupadas aliadas às variações de parâmetros hidrodinâmicos, principalmente, possam permitir um maior desenvolvimento da erosão costeira (NORDSTROM, 2010; MMA, 2018).

Em contrapartida, a manutenção de feições ambientais, sobretudo, relacionadas à vegetação, permitem que o desenvolvimento da erosão costeira seja atenuado, pois estas feições possuem a capacidade de reter sedimentos, mesmo em condições de alta hidrodinâmica. Ao mesmo tempo em que, no momento de baixa hidrodinâmica, em ocasião propícia para a recuperação da praia, estas feições disponibilizam sedimentos como se "engordassem" sua morfologia. Esta alternância entre erosão e deposição é considerada cíclica pela literatura técnica referente à engenharia costeira e oceanografia, conhecida também como balanço sedimentar (NORDSTROM, 2010).

Na ausência destas feições ambientais, ou em seu comprometimento, favorece-se ao desenvolvimento do desastre natural, erosão costeira[1], em que este fenômeno é uma correlação entre a vulnerabilidade das ocupações e os potenciais de se desenvolver o desastre (ameaças)[2]. Neste caso, a vulnerabilidade das ocupações no ambiente é condicionada, sobretudo, por suas estruturas de mitigação ou magnificação do desastre.

Assim, surgem as obras de proteção costeira, as quais são utilizadas, ordinariamente, para mitigar os danos oriundos da erosão costeira, sendo estruturas que podem atenuar a hidrodinâmica, ou favorecer a deposição de sedimentos no local erodido. Em todos os casos, estas obras seguem em sua maioria como ações emergenciais, as quais por vezes dispensam estudos técnicos e sistemáticos e apresentam resultados piores do que na condição de

[1]Desastre natural "Erosão Costeira" reconhecido pela Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade).
[2]Este é um entendimento simplificado, mas ainda utilizado, pois o conceito atual de risco de desastres já engloba outras variáveis além da correlação aqui elencada, a visão aqui apresentada é baseada na publicação recente da Secretaria Nacional de Defesa Civil, GIRD+10: Caderno Técnico de Gestão Integrada de Riscos e Desastres. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/Caderno_GIRD10__.pdf>. Acesso em: 28 set. 2022.

sua inexistência (CIRM, 2018).

Por essa razão, são identificadas diversas atuações dos órgãos de fiscalização e licenciamento no sentido de mitigar os efeitos destas obras, que já são consideradas em um cenário de desregulação no litoral brasileiro (CIRM, 2018).

Neste contexto, no âmbito da regulação da política a nível estadual, destaca-se a atuação da Superintendência de Administração do Meio Ambiente - SUDEMA, autarquia de pessoa jurídica de direito público, que integra a administração pública indireta do Estado da Paraíba e exerce o papel de executar e desenvolver a política de proteção ao meio ambiente a partir da aplicação de princípios básicos como: função social da propriedade; preservação; cooperação e defesa intergeracional do meio ambiente; vedação do retrocesso ambiental; primazia do interesse público; legalidade administrativa; e princípios e regramentos análogos. É nesse contexto que, em função do seu papel institucional, a SUDEMA, como órgão integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), tem a sua maior demanda concentrada no procedimento administrativo de licenciamento ambiental, incluindo-se intervenções implantadas junto à Zona Costeira.

É pertinente destacar que o licenciamento de empreendimentos na Zona Costeira encontra previsão legal, conforme disposto no Art. 6º e § 2º da Lei n° 7.661/1988 que instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC (BRASIL, 1988). No Estado da Paraíba, as atividades e/ou intervenções a serem implantadas em áreas da Zona Costeira, consideradas como de alto potencial poluidor ou a critério do órgão ambiental a depender das especificidades do empreendimento, devem passar pela análise da Comissão de Gerenciamento Costeiro - COMEG, permitindo a discussão, estudo, julgamento, emissão de pareceres, a qual, no exercício de suas atribuições constitucionais, encontra-se assegurada pela Lei nº 7.507/2003 que dispõe sobre a instituição do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro - PEGC. Em seu Art. 2º, este estabelece como objetivo, planejar e gerenciar a utilização racional dos recursos naturais da Zona Costeira, através de instrumentos próprios, visando à melhoria da qualidade de vida das populações locais e à conservação dos Ecossistemas Costeiros, em condições que assegurem a qualidade ambiental, com vistas a um desenvolvimento sustentável, de forma integrada e participativa. Em detalhe, essa mesma Lei, trata no Art. 7º, e especifica em seus incisos os instrumentos apropriados do PEGC para a gestão da zona costeira, o que constitui um importante dispositivo de aplicação, dentre eles: III - A Avaliação de Impacto Ambiental; VI - O Controle das atividades efetivas ou potencialmente poluidoras; VII - O Monitoramento. Destaca-se que tais medidas também são de atribuição dos órgãos ambientais competentes, cabendo-lhes enquanto instrumentos de gestão pública, a análise e o controle ambiental dos empreendimentos e atividades efetivas, ou potencialmente poluidoras e que possam causar a degradação ambiental em áreas de Zona Costeira (PARAÍBA, 2003).

Neste sentido, em face ao disposto na Lei nº 7661/1988, depreende-se que toda e qualquer obra e/ou atividade inserida em área de Zona Costeira deve necessariamente encontrar-se submetido a um procedimento licenciatório; não havendo, portanto, hipótese da não exigência de licenciamento para tais intervenções (BRASIL, 1988).

De forma semelhante, o Ministério Público Federal - MPF também atua na fiscalização de obras costeiras, pois dentre suas competências está em suma, a inserção da temática do gerenciamento costeiro no âmbito do Ministério Público Federal tem como marco a formalização da participação desta instituição no Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (Gi-Gerco) em 2013. A partir desta participação, o MPF pôde adquirir maiores atribuições e ferramentas para atuar na proteção direta e indireta do conjunto de ambientes costeiros, tanto por meio da atuação preventiva com a utilização das normativas jurídico-administrativas referentes aos ecossistemas costeiros quanto por atuações emergenciais e contenciosas, como no caso da mitigação da erosão costeira.

A inserção do MPF no acompanhamento da erosão costeira no litoral brasileiro contribuiu para um maior número de informações sobre este desastre, pois englobou mais uma instituição na gestão do conhecimento deste tema. Neste caso, a

figura do MPF acata representações da sociedade civil sobre o tema, as quais são essenciais para que ocorra a devida fiscalização, prevenção e apuração de qualquer atividade, tais quais as ocupações irregulares em faixa de praia, que possuem o potencial de causar impactos locais, sinérgicos e cumulativos (CIRM, 2018).

A atuação do Ministério Público Federal na proteção dos ambientes costeiros é oriunda de sua competência e legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente, conforme disposto no Art. 14, §1º da Lei nº 6.938/1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA (BRASIL, 1981). Neste sentido, a Constituição atribui ao poder público e a cada membro da coletividade o dever de defender e preservar o meio ambiente, assim também requer o compromisso do Promotor de Justiça, já que a Carta Magna estabelece ser função institucional do Ministério Público a promoção do inquérito civil e a ação civil pública para a proteção ambiental (GARBELINI, 2010).

Vale ponderar que, a Zona Costeira é formada em grande parte por bens da União e bem de uso comum do povo, e a exemplo do mar territorial, dos terrenos de marinha e das praias, a competência para processar e julgar as causas nessas áreas é da Justiça Federal (MMA, 2015). Em consequência, tal jurisdição atrai para o Ministério Público Federal a atribuição para ajuizar ações e celebrar compromissos de ajustamento de conduta para prevenção e reparação de danos ambientais nas referidas áreas.

Para exemplificar os ganhos referentes à esta recente aproximação do MPF com o gerenciamento costeiro, sobretudo, os afeitos ao monitoramento da erosão costeira, podem ser citados o Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão (CIRM, 2018), documento oriundo de um Grupo de Trabalho provocado pelo MPF, e coordenado por este e pelo Ministério da Integração no âmbito do GI-GERCO, as Oficinas de Gestão de Praias do MPF, realizadas para difundir esta temática e suas referências normativas para a sociedade civil organizada, e os eventos elencados pelo Projeto MPFGerco do MPF, o quais são setoriais e refletem demandas sociais atuais relacionadas ao gerenciamento costeiro.

Já a Universidade Federal da Paraíba - UFPB, no âmbito do Laboratório de Geologia Ambiental (LEGAM/DGEOC/CCEN/UFPB) e Laboratório de Geomorfologia e Gestão de Riscos (LAGERISCO/DGEOC/CCEN/UFPB), através dos projetos vinculados ao Grupo de Estudo e Pesquisa do Espaço Costeiro (GEPEC/UFPB/@gepec_ufpb) e Grupo de Pesquisa em Geomorfologia e Gestão dos Riscos Naturais (GENAT/UFPB/https://www.ufpb.br/lagerisco), desenvolve pesquisas que têm como objetivo analisar a vulnerabilidade à erosão em áreas costeiras do Brasil, dando ênfase a áreas amostrais no Estado da Paraíba. Os esforços se justificam pelo crescente registro de processos de erosão costeira, principalmente em praias com presença de falésias e áreas estuarinas, com intenso retrabalhamento das desembocaduras flúvio-marinhas.

As pesquisas, envolvem estudantes de graduação e pós-graduação em Geografia, e têm compartilhado experiências de identificação, monitoramento da dinâmica costeira e análise de proposições de intervenções costeiras ao longo da linha de costa. Para investigação dessas áreas, os grupos têm utilizado: Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA), a fim de realizar modelagens morfológicas, em diferentes períodos, analisando as taxas de retrogradação e progradação anuais da linha de costa, aporte sedimentar e mudanças nas morfologias associadas; na modelagem das dinâmicas costeiras, vem sendo estudada a possibilidade da aplicação do Sistema de Modelagem Costeira (SMC-Brasil/ https://smcbrasil.ufsc.br/) desenvolvido pela Espanha, adaptado por pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina, em estudos no Litoral Brasileiro. Com a aplicação do SMC-Brasil no litoral paraibano será possível determinar o clima de ondas a ser aplicado nas simulações, analisar as dinâmicas costeiras com diferentes configurações de obras de engenharia costeira, e assim determinar como minimizar os impactos da erosão na área.

Em suma, o conjunto de dados, das diversas análises, subsidiarão a proposição de medidas de gestão integrada da zona costeira, visando o

planejamento, acompanhamento e implementação de ações de mitigação dos danos ambientais e patrimoniais derivados dos processos erosivos.

Dessa maneira, este trabalho apresenta um esforço conjunto, entre as instituições supracitadas, para promover a discussão sobre o atual cenário de conservação do litoral paraibano em relação ao aumento de iniciativas particulares e públicas para com o desenvolvimento de obras rígidas no sistema praial. Do mesmo modo que reúne o conhecimento adquirido destas instituições na construção de estratégias e ferramentas que contribuem para consolidar um posicionamento técnico voltado para a proteção dos ambientes costeiros em sua forma mais ampla, objetivando também mitigar problemáticas associadas a inobservância da proteção jurídica do ambiente praial, tais quais a supressão de ecossistemas costeiros e a erosão costeira no litoral brasileiro, esta última caracterizada como desastre natural que se desenvolve de forma acelerada em Zona Costeira do Brasil (MMA, 2018).

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do trabalho amparou-se na análise do conteúdo documental associado aos estudos ambientais, diagnósticos do empreendedor, proposição de condicionantes de monitoramento e de mitigação dos danos, e objetivos e conveniências das obras de proteção costeira no litoral paraibano. Buscou-se também realizar um levantamento de estudos que abordam a questão dos impactos ambientais, causados pela ocupação das zonas costeiras do Brasil, e na área de estudo, associando tais impactos à questão da erosão costeira, ou a intensificação dos processos erosivos em praias urbanas.

Neste sentido, este trabalho abrange a atuação do MPF em conjunto com os processos de licenciamento conduzidos ou acompanhados pela SUDEMA, que perfazem um horizonte temporal de cerca de 15 anos. Com início no processo de discussão afeito às obras na Barreira de Cabo Branco, em fevereiro de 2007 e nas primeiras atuações do MPF na Praia do Bessa, diante do avanço de ocupações e obras de proteção costeira em direção à faixa de praia. Em consequência, foram abarcados outros processos de licenciamento, sendo o último referente às obras do Projeto Orla de Cabedelo/PB, desenvolvidas em 2022.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho divide-se na apresentação inicial das deficiências, irregularidades e incongruências observadas no âmbito da atuação da Superintendência de Administração do Meio Ambiente e do Ministério Público Federal, no tocante à fiscalização de obras de proteção costeira no litoral paraibano. Neste sentido, o primeiro tópico representa o conteúdo angariado no âmbito do acompanhamento de processos de desenvolvimento de obras de proteção costeira, sejam elas amparadas por licenciamento ambiental, ou construídas à revelia do poder público.

Em seguida, no segundo tópico serão demonstrados os impactos ambientais decorrentes destas deficiências, irregularidades e incongruências, quais sejam aqueles, usualmente, observados na implantação, na "operacionalização" e em decorrência da manutenção de obras emergenciais ou complementares afeitas às obras de proteção costeira. Neste caso, serão exemplificados não só os impactos ambientais diretos, mas também os indiretos e sistêmicos decorrentes de uma obra de proteção costeira.

Por fim, serão apresentados os encaminhamentos, tomados pelo poder público ou por particulares, que lograram êxito no litoral paraibano e que se revestem como medidas mitigadoras diante das deficiências, irregularidades e incongruências identificadas. Neste caso, serão discutidos estes encaminhamentos de acordo com a literatura técnica pertinente e como proposições, as quais já são consideradas no contexto da atuação das instituições para o tratamento da problemática erosão costeira.

Deficiências, irregularidades e incongruências associadas ao desenvolvimento de obras costeiras no litoral do Estado da Paraíba

No tocante às deficiências, irregularidades e incongruências associadas ao desenvolvimento de obras de proteção costeira, a experiência conjunta do MPF com a SUDEMA, demonstrou que estas concentram-se em duas temáticas principais, quais

sejam, a relacionada aos ritos regulatórios, sejam eles ambientais, patrimoniais e urbanos, e ao respaldo e compatibilidade com a literatura técnica pertinente, sobretudo a afeita a engenharia costeira, oceanografia e morfodinâmica costeira.

Quando se observa a questão dos ritos regulatórios, observa-se que as obras costeiras são conduzidas de duas formas, a primeira associada a uma possível dispensa de licenciamento ambiental e outros ritos regulatórios, por estas obras se enquadrarem em alguns casos como ações emergenciais; e a segunda forma de condução é por simplificar e subdimensionar o seu escopo, considerando análises e estudos pontuais como suficientes para embasar uma obra de proteção costeira.

Neste sentido, no litoral paraibano a experiência do órgão ambiental e do MPF demonstram que obras costeiras desenvolvidas pelos particulares ou pelos entes municipais carecem inicialmente de projeto e/ou estudo técnico que comprove a fundamentação técnica das obras escolhidas, sendo propostas à revelia de qualquer processo de licenciamento e/ou autorização ambiental, e tampouco previsão de ART[3].

Neste contexto, no caso da regularidade ambiental há que considerar que podem existir procedimentos emergenciais adotados pelos entes municipais, os quais têm por objetivo assegurar a proteção célere da estrutura, entendendo ainda que de acordo o Código Florestal, em seu Art. 8º e § 3º da Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012a), "É dispensada a autorização do órgão ambiental competente para a execução, em caráter de urgência, de atividades de segurança nacional e obras de interesse da defesa civil destinadas à prevenção e mitigação de acidentes em áreas urbanas" (BRASIL, 2012), resultando, em face do caráter emergencial da ação, com o objetivo de antecipar a intervenção na área, no intuito de resguardar a integridade estrutural de bem/patrimônio particular ou público.

No entanto, esta dispensa dos ritos de regularização em razão da urgência pela defesa de bem ou patrimônio, não impede a desconsideração de premissas ambientais e de responsabilidade técnica que amparam as ações de recuperação, sobretudo as emergenciais. Esta questão é reforçada pelo fato destas obras se situarem em ambiente dinâmico e complexo, para o qual também se fazem presentes a regularização patrimonial, urbana e territorial, já que ali se sobrepõem diferentes políticas públicas.

Ademais, ainda que as ações de resposta a desastres ocorram imediatamente após o evento adverso e normalmente sigam uma sequência lógica de ações, sendo agrupadas conforme a necessidade de socorro e de assistência às vítimas e o restabelecimento dos serviços essenciais à normalidade, a erosão costeira em tela é um fenômeno que já vem se desenvolvendo no litoral paraibano. Este fato requer que, mesmo após um primeiro momento emergencial, as próximas ações considerem desenvolver um arcabouço técnico que embase intervenções que atenuem a erosão costeira, mas que ao mesmo tempo diminuam os impactos ambientais negativos oriundos da primeira intervenção emergencial. Fato, que novamente requer uma base de estudos e análises na concepção das próximas medidas.

Na questão da simplificação e subdimensionamento das análises destas obras, observa-se que as obras no litoral paraibano buscam por considerar análise pontuais sobre os efeitos destas obras, limitando o escopo dos estudos desenvolvidos e de sua área de abrangência ao local que se propõem a proteger. Por exemplo, na obra de enrocamento da Barreira de Cabo Branco, os estudos ambientais relacionados às obras costeiras propostas para a mitigação da erosão, intitulados "Estudos da dinâmica costeira para a redução/contenção do processo de erosão da praça de Iemanjá, Falésia do Cabo Branco e Praia do Seixas, no Litoral de João Pessoa PB', elaborados pela Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional (Inquérito Civil Público nº 1.24.000.001755/2014-48)[4], limitaram a abrangência das modelagens e dos estudos

[3]Atestando a responsabilidade técnica pela elaboração e execução do projeto de contenção a ser implantado, bem como pela estabilidade geotécnica da estrutura.
[4]Disponível em: <http://www.transparencia.mpf.mp.br/conteudo/atividade-fim/consulta-andamento-processual>. Acesso em: 15 de março de 2023.

morfodinâmicos em uma análise pontual, feita para um conjunto de obras, que foram avaliados de forma isolada. Além disso, estes estudos não consideraram as intervenções nos pós-praia, sobretudo as relacionadas à compatibilidade das obras com a drenagem urbana e tampouco consideraram avaliar os efeitos destas obras nas praias adjacentes.

Sobre isto, vale destacar o que preleciona a temática de avaliação de impactos ambientais (AIA), em que os estudos prévios são essenciais para o desenvolvimento de uma avaliação de impactos e passivos ambientais, sem os quais não é possível reproduzir de forma fidedigna uma espécie, um ecossistema, uma dinâmica, um fator de produção, e as respectivas relações destas individualidades, ou conjuntos, com o meio em que se inserem (SÁNCHEZ, 2013). Do mesmo modo, estes estudos são necessários para construir uma sobreposição de diferentes atividades, dinâmicas, feições e seus desdobramentos (impactos) em uma área definida, que possibilita uma análise integrada e sistêmica das causas e efeitos no meio ambiente (SÁNCHEZ, 2013).

Do mesmo modo, vale citar a observação do Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira[5] no tocante à importância de ações de prevenção e ordenamento precedidas de estudos mínimos:

> A prevenção à erosão costeira acontece quando são planejadas ações de ordenamento territorial e gerenciamento de perigos e riscos costeiros. Estas ações, consideradas como não estruturais, são dependentes da compatibilização entre as políticas públicas que atuam na zona costeira nas esferas federal, estadual e local, sendo eficazes com menores custos e com efeitos em longo prazo de atuação.
>
> Porém, quando ações preventivas não bastam contra a inundação causada pelo aumento do nível do mar, pela incidência de ondas extremas e/ou por eventos sucessivos de erosão decorrentes de tempestades, recorre-se às ações estruturais de proteção e/ou recuperação costeira. Entretanto obras na zona costeira que desconsideram metodologias e estudos oceanográficos prévios adequados podem apresentar resultados com medidas malsucedidas e custos elevados, constituindo assim na degradação dos recursos naturais, o que representa uma ameaça à sustentabilidade econômica e à qualidade ambiental e de vida das populações humanas.
>
> (grifo dos autores)

Importa ressaltar que não só o Guia de Diretrizes como também a publicação Panorama de Erosão Costeira no Brasil, que, inclusive, teve a participação da Universidade Federal da Paraíba, a qual utilizou de sua expertise na consecução de obras costeiras no estado, para balizar um entendimento que estas obras devem ser precedidas de uma abordagem sistêmica e estudos ambientais abrangentes, a qual considere não só a integralidade dos fatores que condicionam a erosão costeira, mas também a ponderação dos diferentes tipos de impactos, positivos e negativos.

Assim, observa que já é um consenso interinstitucional e acadêmico a necessidade de consideração de estudos e de caracterizações mínimas na consecução de obras de proteção costeira, sobretudo na figura do instrumento EIA/RIMA, as quais afastadas tendem a subdimensionar as informações existentes, descartar a precaução com obras e recursos e a prevenção necessária para com o trato da erosão costeira, priorizando medidas paliativas em vez de estruturais.

Esta previsão de estudos ambientais atende não só às premissas expostas pela Política Nacional de Gerenciamento Costeiro, mas também às da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC (BRASIL, 2012b), que buscam proporcionar uma abordagem sistêmica das ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação, além de priorizar as ações preventivas relacionadas à minimização de desastres, com o objetivo de promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência.

Já quando se analisa o descompasso técnico destas obras com a literatura técnica pertinente, observa-se que o fator primordial é o desconhecimento de diretrizes técnicas já existentes e a falsa compreensão que obras costeiras originam somente benesses e, assim, podem ser utilizadas em um ciclo de "tentativa e erro"[6], com tecnologias

[5]Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/arquivos/2018/guia-de-diretrizes-de-prevencao-e-protecao-a-erosao-costeira.pdf >. Acesso em: 20 mar. 2023.
[6]Tentativa e erro é um método de resolução de problemas em que várias tentativas são feitas para chegar a uma solução.

ainda não testadas no litoral brasileiro que se tornarão mais um objeto de análise posterior. Por exemplo, no caso do litoral de Cabedelo/PB, foi implantado um gabião em faixa de praia, sem nenhuma ação complementar, e atualmente, este município propõe a ampliação deste gabião à revelia de qualquer estudo e diretriz técnica e do conhecimento já adquirido referente ao insucesso da obra anterior (Inquérito Civil Público nº 1.24.000.000431/2022-01)[7].

Quanto ao desconhecimento das diretrizes afeitas às obras costeiras, vale destacar todo esforço técnico e interinstitucional que construiu documentos como os aqui citados, sobretudo os livros Panorama da Erosão Costeira no Brasil e o Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira, os quais demonstram de forma didática os efeitos destas obras no litoral brasileiro (assunto a ser aprofundado no próximo tópico). Aliás, vale lembrar que o citado Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira é oriundo da Resolução nº 1/2018 da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) da Marinha do Brasil, o que confere um respaldo normativo para este documento, o qual pode ser utilizado pelos órgãos municipais e estaduais para fundamentar suas ações no tocante às obras costeiras.

Impactos ambientais associados às obras de proteção costeiras no litoral do Estado da Paraíba

Frente a uma realidade que nos mostra uma carência extrema de conhecimento mais pontual em relação às áreas que já apresentam as cicatrizes de uma erosão costeira no litoral da Paraíba, bem como cicatrizes da execução de obras de "proteção" costeira, este trabalho tem o objetivo de trazer recortes de pesquisas que nos últimos anos visam mapear estas áreas, bem como os riscos costeiros, a partir da classificação e intensidade da erosão costeira, tendo como base a identificação em campo da presença ou ausência dos geoindicadores de erosão costeira descritos por Souza et al (2006); Souza (2009) e Martins (2015). Estes recortes são essenciais para apresentar quais os impactos são associados às obras de proteção costeira, e por sua vez, quais obras são observadas no no litoral do Estado da Paraíba com estes impactos.

Dessa maneira, cumpre destacar que em 2019, Reis et al. (2019) apresentaram os primeiros resultados de uma pesquisa onde o uso dos geoindicadores é apontado como sendo uma alternativa para realizar avaliações do potencial de risco de desastres naturais em áreas costeiras no litoral sul de João Pessoa (PB). Numa área de aproximadamente 12 km de linha de costa, em 49% foram identificados geoindicadores de alta intensidade de erosão costeira, além de também apresentarem os geoindicadores de intensidade moderada, em sua maioria. Todos os geoindicadores de alta erosão (formado por praias que apresentam os indicadores: obras estruturais de proteção costeira; presença de falésias vivas; infraestrutura da orla danificada pela energia das ondas; destruição de estruturas artificiais para proteção costeira podendo apresentar ou não os indicadores do grupo de baixa e moderada intensidade) foram identificados na área de estudo, à exemplo das praias Ponta do Seixas, Ponta do Cabo Branco e praia do Jacarapé.

Algumas praias classificadas com grau de intensidade alto, a exemplo da praia do Seixas, possuem obras de "proteção" costeira como enrocamentos e armadilhas para fixar areia, feitas com troncos de madeiras, pneus e manilhas de concreto. Essas obras geralmente são construídas por proprietários das residências e pontos comerciais que sentem a consequência da erosão na base dos seus imóveis. Muitas vezes as praias apresentam marcas de destruição dessas estruturas, isto porque essas obras são construídas com dimensões e espaçamentos inapropriados à dinâmica local, além da falta de manutenção das mesmas, como foi observado em campo por Reis et al. (2019).

Moura e Pereira (2020), apresentaram resultados de uma pesquisa que teve como objetivo mapear as áreas vulneráveis a riscos ambientais, através da identificação visual de geoindicadores de erosão costeira ao longo das praias do município de Baía da Traição, litoral norte do estado da Paraíba.

[7]Disponível em: <http://www.transparencia.mpf.mp.br/conteudo/atividade-fim/consulta-andamento-processual>. Acesso em: 15 de março de 2023.

A pesquisa revelou a presença dos geoindicadores: marcas de erosão na base de muros residenciais e árvores na face de praia ou com raízes expostas (ambos de moderada intensidade), além dos geoindicadores de erosão e alta erosão: destruição de estruturas artificiais construídas sobre os depósitos marinhos e restos de construção na face de praia e presença de obras de "proteção" costeira estruturais. A pesquisa concluiu que mais de 60% das praias de Baía da Traição sofrem algum efeito dos processos erosivos atuais ou pretéritos, e que a grande incidência dos geoindicadores de alta intensidade à erosão costeira acentua-se principalmente em praias urbanas do município.

Souza (2022) apresentou em seu trabalho uma percepção ambiental da paisagem resultante de obras de contenção da erosão costeira na praia do Cabo Branco, no município de João Pessoa. A sua análise permitiu a elaboração de modelos esquemáticos de caracterização da paisagem e identificação de impactos ambientais de ordem antropogênica, que têm modificado negativamente a área, entre eles: erosão costeira e descaracterização da paisagem com instalação de estruturas que comprometem o equilíbrio dinâmico da praia. Os impactos ambientais apontados pelo autor na praia do Cabo Branco (Barreira do Cabo Branco) descaracterizaram de forma severa a área, não apenas na zona da falésia, mas no prisma praial da orla ao norte da obra, danificando infraestruturas civis e degradando a paisagem, fato que exigirá maiores custos com manutenção, ampliação e ações mitigadoras.

É possível observar nesse trecho do litoral de João Pessoa que a inserção de estruturas rígidas na base das falésias vivas do Cabo Branco e nos limites da zona de berma praial, somados ao déficit no balanço sedimentar, têm interferido na dissipação da energia das ondas e têm danificado por meio de processos erosivos, muros e vias de circulação de pedestres, ciclovia e rodovia de alguns trechos da praia do Cabo Branco, inclusive afetando setores antes não afetados por esses processos.

Outros problemas como, por exemplo, a exposição e transporte de detritos de rochas cristalinas utilizadas na construção do enrocamento na base da falésia do Cabo Branco geram riscos às práticas de atividades físicas, entre outros impactos negativos que contrariam diretamente os objetivos da obra que seria a melhoria da balneabilidade e das atividades turísticas naquela área, bem como a mitigação da erosão costeira.

Ademais, impactos associados à fauna e à flora costeira, bem como impactos socioambientais relacionados ao comprometimento do uso e usufruto do ambiente praial, ou a possibilidade e desenvolvimento de áreas de risco, são comuns quando se ocupam áreas de praia, por isso esta área é considerada *Non Aedificandi* (áreas não edificante) tanto na literatura técnica pertinente (principalmente relacionada à engenharia costeira) quanto nas normativas ambientais, urbanas e de ordenamento territorial. Neste caso, tais impactos são relatados exaustivamente no Inquérito Civil Público nº 1.24.000.000406/2023-08[8], em que são averiguadas as obras costeiras do tipo muros e muretas de proteção na faixa da praia do Bessa, no Município de João Pessoa/PB, em que antes estava o ambiente de restinga e no Inquérito Civil Público nº 1.24.000.000431/2022-01[9], onde no Município de Cabedelo se desenvolveu calçadão com obras costeiras do tipo gabião em um pós-praia preservado.

Aliás, observa-se que tanto nestas atuações do MPF quanto no âmbito dos processos da SUDEMA, predominam entre as obras desenvolvidas pelos particulares as que enquadram-se no tipo muro de proteção, as quais geralmente, propõem-se a atenuar os efeitos da alta hidrodinâmica no ambiente pós-praia, no entanto, estas promovem a reflexão das ondas na face da praia. Neste caso, um efeito comum deste tipo de obra é o efeito reflexivo, ou *backwash*, o qual faz com que a energia não dissipada das ondas, volte por reflexão diretamente na face da praia, o que promove a remoção de sedimentos nesta área. Em consequência, altera-se não só o perfil praial, mas também a morfodinâmica tanto da área emersa como submersa.

[8]Disponível em: <http://www.transparencia.mpf.mp.br/conteudo/atividade-fim/consulta-andamento-processual>. Acesso em: 15 de março de 2023.
[9]Disponível em: <http://www.transparencia.mpf.mp.br/conteudo/atividade-fim/consulta-andamento-processual>. Acesso em: 15 de março de 2023.

Outrossim, deve-se destacar também outros tipos de impactos, usualmente, associados às obras de contenção do tipo muros e muretas, quais sejam o de acúmulo de resíduos sólidos e de construção civil na faixa de praia. Estas obras possuem espaços e locais que favorecem o aprisionamento ou são propícios para a acumulação de resíduos sólidos e detritos oriundos do ambiente praial. Este fato, aliado a uma precária ação de recolhimento e limpeza, acaba por tornar as citadas obras de contenção como um local de grande acúmulo de resíduos, como assim foi observado na vistoria supracitada. Do mesmo modo, a carência de manutenção destas obras, aliada a sua baixa longevidade, acabam por promover o acúmulo de resíduos da construção civil na faixa de praia, os quais a longo prazo tendem a comprometer o usufruto da praia

Em suma, as obras de proteção costeira, voltadas para proteger o patrimônio de particulares, desenvolvidas à revelia do devido processo técnico, sem lastro em estudos ambientais, referências técnicas e análises de viabilidade técnica, agravam a erosão costeira em toda a praia, expandem este fenômeno para áreas ainda preservadas, oneram os cofres públicos e acabam por comprometer um bem público de uso comum do povo.

Nesta seara, cumpre citar dois impactos que são ordinariamente relacionados às obras costeiras e já se apresentam no litoral paraibano, o primeiro relacionado à questão do efeito promontório e o segundo afeito ao comprometimento das estruturas e ocupações que precedem as obras costeiras. No primeiro caso, as estruturas rígidas proporcionam o efeito de promontório favorecendo a reflexão das ondas nas adjacências e agravando a erosão em áreas mais próximas e desregulando o balanço sedimentar em uma área maior do que as obras costeiras propõem-se a proteger. No segundo, não é incomum, que as estruturas danificadas ou os escombros de uma obra rígida possam permanecer na faixa de praia e por impacto mecânico e abrasão danificarem as estruturas no pós-praia, ou então, comprometer a drenagem de águas pluviais e causar o solapamento de estruturas ou valas de drenagem.

Os resultados apresentados até aqui são recentes e revelam a inexistência de dados de monitoramento ambiental de médio e longo prazos. Tal fato como apontado por Neves e Muehe (2006) acaba gerando problemas na identificação dos fatores que causam a erosão costeira no Brasil. Segundo estes autores, frequentemente essa identificação tem sido mais um exercício especulativo do que científico.

Tudo isso, torna difícil o estudo desses ambientes, bem como, a escolha do tipo de medidas de "proteção" costeira, uma vez que a ausência de tais dados põe em dúvida se as modificações sentidas pela linha de costa são resultantes de intervenções antrópicas e/ou revelam uma tendência de longo prazo.

Nesse contexto, pretendemos destacar alguns aspectos que no nosso entendimento se configuram como impactos associados às obras de "proteção" costeira no litoral da Paraíba.

Segundo Nordstrom (2010) as obras de proteção e recuperação costeira são utilizadas para proteger ou recuperar os sistemas naturais (falésias, dunas, mangues e praias; gerando zonação morfológica e biótica) ou para proteger elementos humanos (construções, infraestrutura etc.) do litoral. O autor destaca ainda que o tamanho, a forma, a orientação, o tipo de material utilizado, a idade e o estado de reparo dessas obras tendem, porém, a afetar a capacidade dos processos naturais, paisagens e habitats de evoluírem. Em uma análise semelhante, Farinaccio (2008) apresenta exemplos de algumas obras que podem causar impacto sobre a linha de costa e a dinâmica costeira, podendo vir a acarretar alterações pontuais ou mesmo com reflexo regional.

Com base nestes dois autores e na experiência das instituições envolvidas para a elaboração deste trabalho, apresenta-se o Quadro I, o qual elenca não só os impactos associados às obras de proteção costeira, como as localidades de referência de algumas obras e seus impactos sobre a linha de costa no litoral paraibano.

Medidas de recuperação e mitigação associadas às obras de proteção costeira

Diante do exposto, no caso do litoral paraibano, considera-se oportuno destacar possíveis

medidas de recuperação e mitigação associadas aos impactos e passivos ambientais das obras costeiras. Neste sentido, é válido diferenciar a recuperação da restauração ambiental no caso do ambiente costeiro.

A restauração ambiental refere-se à prática de restaurar um ecossistema ou área degradada a uma condição anterior à perturbação ou degradação. Geralmente, no caso de ambientes costeiros, a restauração ambiental envolve a melhoria da qualidade do solo e da água, o restabelecimento de vegetação e da morfologia afetada e a reabilitação de características físicas do ecossistema. A restauração é útil para locais que foram severamente degradados, como locais em que a erosão apresenta um grande avanço, áreas de mineração abandonadas, terras agrícolas esgotadas, áreas urbanas abandonadas e outros ecossistemas que sofreram perturbações humanas significativas.

Já a recuperação ambiental é um termo mais amplo, que abrange a restauração, mas também inclui ações preventivas para evitar danos futuros ao meio ambiente. A recuperação ambiental pode incluir medidas como o replantio de espécies, o desenvolvimento de medidas mitigadoras dos impactos já existentes, a substituição de obras e intervenções por tecnologias mais sustentáveis e outras que consideram, sobretudo, a viabilidade técnica e ambiental das ações e o alcance de uma condição próxima do status anterior.

Nos exemplos aqui citados, algumas questões se fazem prementes para analisar a questão da recuperação ambiental, não só da área já afetada, mas também das adjacências que já estão sob a condição de erosão costeira: em todas as obras observou-se que o patrimônio, público ou privado, a ser protegido se encontrava em uma área de grande suscetibilidade à erosão costeira; a erosão costeira está sendo agravada pela permissividade para ocupação das feições ambientais costeiras, seja de forma irregular, ou regular.

Estas duas questões ensejam uma atuação que considere não só a mitigação da erosão, mas também a diminuição do risco a que se sujeitam os ocupantes da área. Assim, a recuperação ambiental se faz necessária para evitar que a obra costeira do muro possa magnificar a erosão para as adjacências e até mesmo comprometer a ocupação vistoriada. No caso, a recuperação voltar-se-ia para o ambiente praial e no caso específico de Cabo Branco à feição geomorfológica de falésia, os quais são depósitos sedimentares e barreiras naturais que diminuem os impactos sistêmicos oriundos da erosão costeira.

No âmbito desta recuperação, impactos ambientais no meio biótico, associados à degradação do ambiente praial, dunar, de falésia, de restinga, entre outros, também são abarcados e mitigados. Por exemplo, o replantio da vegetação e restauração do estoque sedimentar são duas ações complementares, que garantem não só uma maior sustentabilidade para o ambiente recuperado, mas também para o ecossistema degradado.

Por último, mas não menos importante, em que pese as situações existentes ao longo do litoral paraibano, vale destacar que, em consonância com o Caderno Técnico de Gestão Integrada de Riscos e Desastres (SEDEC, 2021), e o que preleciona Nordstrom (2010), deve-se sempre considerar que entre as ações de acompanhamento/manutenção de projetos relacionados à mitigação de desastres, estão: (i) monitorar e aplicar uma gestão adaptativa; (ii) desenvolver programas de conscientização e sensibilização ambiental; (iii) não permitir que obras de mitigação sirvam como um incentivo para novas ocupações e expansões de áreas particulares; (grifo dos autores) e (iv) promover a manutenção e fiscalização desses ambientes, tanto por medidas governamentais quanto por privadas e comunitárias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento proposto no presente trabalho pôde trazer à luz uma pequena parcela, dentro de um vasto universo, dos desafios e sobretudo de lacunas existentes em relação à gestão das obras na Zona Costeira do Estado da Paraíba, sobretudo no que se refere ao desenvolvimento de obras costeiras. Neste sentido, é evidente a divergência existente entre as ações efetivas do poder público estadual e federal e as iniciativas particulares e municipais para com o desenvolvimento destas obras. Nos exemplos ora apresentados, observa-se que boa parte destas obras costeiras no litoral paraibano causam mais impactos do que se propõem a mitigar, perpetuando

Quadro I - Impactos observados nas obras de proteção costeira desenvolvidas no Estado da Paraíba, de 2007, com referência nas discussões das obras na Barreira de Cabo Branco, até 2022 com marco nas obras do Projeto Orla de Cabedelo/PB. (Parte 1)

Obra	Referências no Litoral da Paraíba	Impactos
Espigões	Dique de Cabedelo/PB	Alteração na dinâmica natural de transporte de sedimentos longitudinalmente à costa.
Gabiões	Cabedelo/PB. Inquérito Civil Público nº 1.24.000.000431/2022-01 Tipo de obra encontrada nos demais municípios defrontantes ao mar: Mataraca; Baía da Traição; Marcação; Rio Tinto; Lucena; João Pessoa; Conde e Pitimbu.	Alteração da dinâmica natural de transporte de sedimentos, pela limitação do espraiamento. Acúmulo de sedimentos e alteração do perfil praial. Colapsos de estruturas. Alteração no regime de deposição eólica. Acumulação de resíduos sólidos. Formação do efeito promontório. Possível subsidência no terreno dos imóveis que precedem a obra.
Enrocamentos	Praia do Seixas, João Pessoa/PB. Inquérito Civil nº 1.24.000.001755/2014-48 Tipo de obra encontrada nos demais municípios defrontantes ao mar: Mataraca; Baía da Traição; Marcação; Rio Tinto; Lucena; Cabedelo; Conde e Pitimbu.	Alteração da dinâmica natural de transporte de sedimentos, pela limitação do espraiamento. Acúmulo de sedimentos e alteração do perfil praial. Colapsos de estruturas. Alteração no regime de deposição eólica. Acumulação de resíduos sólidos. Formação do efeito promontório. Possível subsidência no terreno dos imóveis que precedem a obra.
Quebra-mares	Prevista como alternativa para a erosão na Praia do Seixas, João Pessoa/PB. Inquérito Civil nº 1.24.000.001755/2014-48	Acúmulos de sedimentos não desejados. Alteração no transporte litorâneo longitudinal. Instalação de processos erosivos. Deposição indesejada no caso de serem instalados próximos a desembocaduras de rios.
Muros marinhos	Praia do Bessa, João Pessoa/PB. Inquérito Civil Público nº 1.24.000.000406/2023-08 Tipo de obra encontrada nos demais municípios defrontantes ao mar: Mataraca; Baía da Traição; Marcação; Rio Tinto; Lucena; Cabedelo; Conde e Pitimbu.	Alteração da dinâmica natural de transporte de sedimentos, pela limitação do espraiamento. Acúmulo de sedimentos e alteração do perfil praial. Colapsos de estruturas. Alteração no regime de deposição eólica. Acumulação de resíduos sólidos. Formação do efeito promontório.

Fonte: autores, adaptado de Farinaccio (2008).

condições de desregulação morfodinâmica e contribuindo para um agravamento da erosão costeira como um todo. Outrossim, ainda que as obras possam ser licenciadas, os impactos que causam e as medidas mitigadoras que ora vêm sendo discutidas, muitas vezes não convergem às prerrogativas legais e técnicas.

As causas para esta desregulação de obras costeiras no litoral paraibano, podem ser associadas a diversidade de interpretações no âmbito de processos judiciais, administrativos e extrajudiciais da abrangência dos ecossistemas costeiros. Esta diversidade de interpretações é condicionada pela arbitrariedade de interesses particulares, setoriais e pela carência de disposições técnicas ao longo dos anos, mesmo com a já existente base legal e técnica. Do mesmo modo, que se observa uma permissividade municipal para a ocupação das feições costeiras e uma dissintonia com a literatura técnica pertinente à temática de gerenciamento costeiro.

De forma direta, a proteção das instituições que escreveram este trabalho para com os ambientes costeiros desenvolve-se para evitar o agravamento da erosão na Zona Costeira brasileira, seja esta proteção preventiva em uma atuação junto aos órgãos ambientais, ou no âmbito do ordenamento de ocupações. Nos dois tipos de atuação, direta e indireta, estas instituições proporcionam uma interpretação mais ampla e sistêmica dos ambientes costeiros, sobretudo da praia, no âmbito dos processos judiciais e extrajudiciais, o que garante que não só sua manutenção, como também sua regulação, sejam instrumentos essenciais para a mitigação da erosão costeira no litoral brasileiro. Estas atuações são

Quadro I - Impactos observados nas obras de proteção costeira desenvolvidas no Estado da Paraíba, de 2007, com referência nas discussões das obras na Barreira de Cabo Branco, até 2022 com marco nas obras do Projeto Orla de Cabedelo/PB. (Parte 2)

Obra	Referências no Litoral da Paraíba	Impactos
Aterros sobre o pós-praia (loteamentos, avenidas, etc.)	Tipo de obra encontrada em todos os municípios defrontantes ao mar: Mataraca; Baía da Traição; Marcação; Rio Tinto; Lucena; Cabedelo; João Pessoa; Conde e Pitimbu.	Alteração na dinâmica natural de transporte de sedimentos pela limitação do espraiamento. Acúmulo de sedimentos e alteração do perfil praial. Colapso de estruturas. Alteração no regime de deposição eólica. Instalação de processos erosivos.
Emissários	Emissário no estuário do Rio Paraíba proveniente da Estação de Tratamento do Baixo Paraíba em João Pessoa/PB.	Quando expostos como estruturas rígidas, influenciam na movimentação longitudinal dos sedimentos ao longo da praia, promovendo a instalação de processos erosivos.
Alimentação de praias (engordamento de praias)	Discute-se como alternativa para a erosão na Praia do Seixas, João Pessoa/PB. Inquérito Civil nº 1.24.000.001755/2014-48	Este tipo de obra pode acarretar mudanças significativas na linha de costa, ora pelo aumento excessivo da faixa de praia, ora pela formação de células erosivas
Dragagens de canais e da face praial	Dragagem do Rio Paraíba, no Porto de Cabedelo/PB.	Alteração na dinâmica natural de transporte de sedimentos longitudinalmente à costa, seja o aprisionamento de material na área dragada, impedindo sua movimentação à sotamar da feição (surgimento de processos erosivos), como também pelo incremento das correntes de maré vazante, nestes canais, gerando um obstáculo hidráulico à dinâmica de transporte litorâneo.
Barragens	Barragem de Gramame-Mamuaba situada na bacia do Rio Gramame no Litoral Sul; Barragem de Araçagi e Açude Camaratuba situados nas bacias dos Rios Mamanguape e Camaratuba no Litoral Norte.	Alteração no equilíbrio sedimentar das praias em decorrência do aprisionamento de sedimentos, causando déficit sedimentar e o surgimento de pontos de erosão.
Orientação de desembocaduras fluviais ou lagunares	Dragagem do Rio Paraíba, no Porto de Cabedelo/PB.	Alteração da dinâmica natural de transporte de sedimentos longitudinalmente à costa, pelo aprisionamento de sedimentos à estrutura rígida de orientação impedindo sua movimentação à sotamar, surgimento de fenômenos erosivos.

Fonte: autores, adaptado de Farinaccio (2008).

convergentes e complementares, o que demonstra que são embasadas em um entendimento comum e consolidado no âmbito da literatura técnica pertinente. Um entendimento em prol da proteção e manutenção do litoral brasileiro baseado em uma atuação sistêmica.

Ainda como um fator agravante, é possível destacar que a gestão ambiental vem concentrando esforços no âmbito do processo de licenciamento ambiental, e por diversas vezes restringindo-se aos estudos ambientais que pouco aparentam contribuir para o aperfeiçoamento da gestão das obras. O licenciamento se encontra isolado e muitas vezes dissonante de outros instrumentos fundamentais, como é o caso do Gerenciamento Costeiro, especialmente em áreas litorâneas mais visadas e palco de potenciais conflitos. Do mesmo modo, este licenciamento acaba sendo utilizado de forma simplificada, desconsiderando premissas essenciais para a resguardo do ambiente costeiro e para o amplo entendimento dos impactos das obras costeiras. Neste caso, observa-se que muitas vezes estas obras são tratadas de forma desfragmentada e subdimensionada no meio em que se inserem, o que limita a abordagem sistêmica, a qual deveria ser seu principal componente.

Entretanto, diante do atual cenário, observa-se que a atuação interinstitucional, como a que ensejou este trabalho, torna-se uma ferramenta viável, lastreada nas competências e atribuições técnicas e normativas das instituições subscritoras deste trabalho. Esta atuação interinstitucional já

demonstra resultados no Estado da Paraíba, não só garantindo a tão suscitada abordagem sistêmica, mas também uma complementação das medidas preventivas e fiscalizatórias no litoral paraibano.

REFERÊNCIAS

BRASIL. [Código Florestal (2012a)]. Institui o novo código florestal brasileiro e dá outras providências. (disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso: Março de 2023.

BRASIL. [PNPDEC (2012b)]. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil e dá outras providências. (disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm). Acesso: Março de 2023.

BRASIL. [PNGC (1988)]. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. (disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm). Acesso: Março de 2023.

BRASIL. [PNMA (1981)]. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. (disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm). Acesso: Março de 2023.

COMISSÃO INTERNACIONAL PARA RECURSOS DO MAR (CIRM/MARINHA DO BRASIL). Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira. Brasília: CIRM, 2018. 114p. (disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/Final_Guia-de-Diretrizes_09112018-compressed.pdf). (ISBN: 978-85-68813-13-3).

FARINACCIO, A. Impactos na dinâmica costeira decorrentes de intervenções em praias arenosas e canais estuarinos de áreas densamente ocupadas no litoral de São Paulo, uma aplicação do conhecimento a áreas não ocupadas. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Oceanografia Química e Geológica. São Paulo. 2008. (doi: 10.11606/T.21.2008.tde-25062008-150136).

GARBELINI, S. Manual básico do promotor de justiça de defesa do meio ambiente. Goiânia: Ministério Público do Estado de Goiás, ESMP, 2010. 156p. (CDU: 504:3481).

MARTINS, K. A. et al. Determinação da erosão costeira no estado de Pernambuco através de Geoindicadores. São Paulo. Vol.17, n.3. p.533-546. 2016. (doi:10.20502/rbg.v17i3.854).

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Panorama de erosão costeira no Brasil. Brasília: MMA, 759p. 2018. (ISBN: 978-85-7738-394-8).

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Plano nacional de gerenciamento costeiro: 25 anos do gerenciamento costeiro no Brasil. Brasília: MMA, 181p. 2015. (ISBN 978-85-7738-235-4).

MOURA, C.M.S. PEREIRA, J.C.G. Riscos associados a erosão costeira no estado da Paraíba. In: Climatologia geográfica: do local ao regional e dimensões socioambientais/Marcelo de Oliveira Moura...et al., (organizadores). João Pessoa, editora UFPB, 2020. (ISBN-13 (15): 978-65-5942-012-4).

NEVES, S. M. et al. Paraíba. In: MUEHE, D. (Org.) Erosão e Progradação do litoral brasileiro. Brasília: MMA, 2006. 476p. (ISBN 85-7738-028-9).

NORDSTROM, K. F. Recuperação de Praias e Dunas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 352p. (ISBN: 978-85-7975-006-9).

PARAÍBA. [PEGC (2003)]. Dispõe sobre a instituição do PLANO ESTADUAL DE GERENCIAMENTO COSTEIRO e dá outras providências. (disponível em: https://auniao.pb.gov.br/servicos/arquivo-digital/doe/2003/dezembro/diario-oficial-13-12-2003.pdf/view). Acesso em: Março de 2023.

REIS, C.M.M. et al. Uso de geoindicadores como alternativa para estudo da erosão costeira no litoral da Paraíba. Revista Okara, João Pessoa, v. 13, n.1, p. 194-215, 2019. (disponível em: https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/okara/article/view/39397).(doi:10.22478/ufpb.1982-3878.2019v13n1.39397) Acesso em: Março de 2020.

SANCHEZ, L. E. Avaliação de impacto ambiental: conceito e métodos. São Paulo: Oficina de Textos. 2013. 583p. (ISBN: 9788579750908).

Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC). GIRD+10: Caderno Técnico de Gestão

Integrada de Riscos e Desastres, 2021. (disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/Caderno_GIRD10__.pdf). (ISBN:978-65-994918-0-1). Acesso em: Setembro de 2022.

SOUZA, A. dos S. Percepção ambiental da paisagem antropizada na praia do Cabo Branco, João Pessoa, PB, Brasil. Terrae Didatica, Campinas, SP, v. 18, n. 00, 2022. (disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8670499). (doi: 10.20396/td.v18i00.8670499). Acesso em: Abril de 2023.

SOUZA, C.R. de G. (2009) Erosão nas praias do estado de São Paulo: causas, consequências, indicadores de monitoramento e risco. In: V.L.R. Bononi & N.A. Santos Junior (orgs.). Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SP, Brasil. (ISBN 978-85-7523-025-1).

SOUZA, C.R., SOUZA FILHO, P.W.M., ESTEVES, S.L. VITAL, H., Dillenburg, S.R., 2006. Praias arenosas e erosão costeira. In: C.R. de G. Souza, K. Suguio (eds), Quaternário do Brasil. P.130-152, Holos Editora, Ribeirão Preto, SP, Brasil. (ISBN 10 8586699470).

Capítulo IX

CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL COMO FATOR DE MUDANÇA NOS HÁBITOS DE USO DO PLÁSTICO EM ÁREAS COSTEIRAS AFETADAS PELA POLUIÇÃO PLÁSTICA



CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL COMO FATOR DE MUDANÇA NOS HÁBITOS DE USO DO PLÁSTICO EM ÁREAS COSTEIRAS AFETADAS PELA POLUIÇÃO PLÁSTICA

Josiane Cristina de Almeida Pascoal[1]; José Alberto Carvalho dos Santos Claro[2]

[1]Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia do Mar da Universidade Federal de São Paulo, Rua Carvalho de Mendonça, 144, Santos, São Paulo, CEP 11070100, josiane.almeida@unifesp.br (autora correspondente)
[2]Instituto do Mar, Campus Baixada Santista, Universidade Federal de São Paulo, Rua Carvalho de Mendonça, 144, Santos, São Paulo, CEP 11070100, alberto.claro@unifesp.br

RESUMO

Devido ao consumo insustentável, descarte inadequado e má gestão de resíduos, o plástico está se acumulando nos ecossistemas terrestres e aquáticos, como as praias, estuários e manguezais, gerando uma onda de poluição plástica. A poluição plástica decorre exclusivamente de ações antrópicas, deste modo, compreender os fatores que podem impulsionar mudanças nos hábitos de consumo pode colaborar para minimizar o problema em áreas costeiras. Este estudo tem como objetivo analisar a influência da conscientização ambiental nos hábitos de uso do plástico. A coleta de dados foi realizada entre os meses de fevereiro e março de 2022. Os participantes da pesquisa foram consumidores da cidade de Santos (a maior cidade do Litoral Paulista, que abrange diversos tipos de serviços ecossistêmicos). A partir da utilização das escalas *Environmental Concern* (EC) e *Purchase Intentions Scale* (PI) e da aplicação de modelos de regressão linear múltipla, foi possível verificar que os consumidores possuem um alto nível de consciência ambiental e a intenção na compra de produtos que não prejudiquem o meio ambiente, ainda assim, há uma lacuna em relação ao conhecimento dos consumidores sobre o correto descarte de materiais plásticos, assim como sobre o tema economia circular do plástico. Observou-se que a consciência ambiental influencia na intenção de compra de produtos ecologicamente embalados e que a cada aumento de 1 (uma) unidade no escore da variável consciência ambiental houve também um aumento de 0,70 (zero vírgula setenta) pontos do escore da variável Intenção de compras, indicando que a consciência ambiental pode ser considerada um propulsor para a mudança nos hábitos de uso e descarte do plástico em áreas costeiras afetadas pela poluição plástica.

Palavras-chave: plástico; poluição plástica; hábitos de consumo; consciência ambiental.

ABSTRACT

Due to unsustainable consumption, inappropriate disposal and poor waste management, plastic is accumulating in terrestrial and aquatic ecosystems such as beaches, estuaries and mangroves, generating a wave of plastic pollution. Plastic pollution results exclusively from anthropic actions, therefore, understanding the factors that can drive changes in consumption habits can help to minimize the problem in coastal areas. This study aims to analyze the influence of environmental awareness on plastic use habits. Data collection was carried out between February and March 2022. The survey participants were consumers from the city of Santos (the largest city on the São Paulo coast, which covers several consumers types of ecosystem services). From the use of the Environmental Concern (EC) and Purchase Intentions scale (PI) scales, and the application of multiple linear regression models, it was possible to verify that the consumers have a high level of environmental awareness and the intention to purchase products that do not harm the environment, yet there is a gap in consumer knowledge about the correct disposal of plastic materials, as well as the issue of the circular economy of plastic. It was observed that environmental awareness influences the intention to purchase ecologically packaged products and that for each increase of 1 (one) unit in the score of the environmental awareness variable, there was also an increase of 0.70 (zero point seventy) points in the score of variable Purchasing intention, indicating that environmental awareness can be considered a driver for changing plastic use and disposal habits in coastal areas affected by plastic pollution.

Keywords: plastic; plastic pollution; consumption habits; environmental awareness.

INTRODUÇÃO

Dentre os problemas que afetam o meio ambiente, o plástico tem sido considerado uma grave ameaça ambiental e de saúde. Estima-se que até 2015, foram gerados aproximadamente 6.300 Milhões de toneladas métricas de resíduos plásticos, deste total, cerca de 9% foram reciclados, 12% incinerados e 79% foram acumulados em aterros ou no ambiente natural. (GEYER et al., 2017).

A maior parte dos detritos plásticos são encontrados próximos a centros urbanos e praias mais frequentadas. Esses detritos se fragmentam em pedaços menores através das ações das ondas ou dos raios ultravioleta (UV), o que facilita sua propagação para lugares remotos (como ilhas não habitadas, regiões polares e também para o fundo do oceano) dificultando e até impossibilitando sua remoção (NICHOLS et al., 2021).

O cenário já pessimista de impactos causados pela poluição plástica se agravou devido a pandemia da COVID-19. Para fazer frente a emergência de saúde que atingiu o mundo, um dos materiais mais procurados devido ao preço, segurança e abundância no mercado foram os plásticos (CAROLYNA; TARDIM, 2022; MOECKE, 2021).

Um estudo realizado em 2018, coordenado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), em cooperação com a Associação Internacional de Resíduos Sólidos (ISWA) e Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura de Santos e apoio da Agência de Proteção Ambiental da Suécia, com o objetivo de quantificar e mapear a origem do descarte incorreto, concluiu que a cidade de Santos despeja no mar por dia cerca de 51 toneladas de material plástico (AMDA, 2019). De acordo com o estudo existem três fontes principais de contaminação: ocupações irregulares em palafitas; descarte irregular nas ruas - que acaba sendo carreado por chuvas e correntezas para os canais de drenagem da cidade; e o próprio lixo jogado diretamente na orla e na faixa de areia (AMDA, 2019).

Para enfrentar o problema da poluição, a cidade de Santos desenvolveu uma metodologia de análise, que se baseia na coleta de informações por meio de imagens e amostragem, possibilitando que a cidade tenha um banco de dados com detalhes sobre os materiais, suas origens e seu destino após o descarte irregular. A metodologia faz parte do "Programa de Identificação das Fontes de Resíduos Marinhos" e foi idealizado na cidade de Santos em 2017 em parceria com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), a *International Solid Waste Association* (ISWA) e a Agência Ambiental da Suécia. Através desse mapeamento é possível identificar locais críticos, de forma a tomar ações para mitigar as fontes de poluição (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS, 2022).

Essa identificação possibilita que sejam desenvolvidas ações voltadas à mitigação da poluição. Como um dos exemplos podemos citar o Programa "Beco Limpo" que tem o objetivo de reduzir a quantidade de lixo no mar em Santos. Conforme o Secretário municipal de Meio Ambiente, Marcos Libório, o "projeto surgiu da análise e diagnóstico do lixo que aparecia nas praias, onde constatamos que boa parte tinha origem nas palafitas. Então buscamos uma alternativa de trabalhar na fonte, ou seja, desenvolver essa consciência coletiva, esse sentimento ambiental na população para atuarem na preservação do mangue. Dessa maneira, também evitamos a poluição através do canal do estuário até a praia" (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS, 2022).

Outro exemplo da importância do programa de identificação de resíduos são as barreiras flutuantes colocadas nos canais da cidade (boias retangulares de plástico, presas por cabo de aço e ligadas às laterais dos canais) que ajudam na retenção dos materiais de modo a evitar que eles cheguem ao mar (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS, 2022). A metodologia do "Programa de Identificação das Fontes de Resíduos Marinhos" já é utilizada em diversas cidades brasileiras e em três países (Colômbia, Costa Rica e República Dominicana). Além disso, Santos também incluiu o programa de combate ao lixo no mar nas escolas públicas e particulares, através do Projeto "Consciência Cidadã", uma parceria entre a Prefeitura de Santos e o Projeto Maré de Ciência, da Universidade Federal de São Paulo (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS, 2022).

De acordo com o Relatório "*From Pollution to Solution: A Global Assessment Of Marine Litter and Plastic Pollution*" publicado em (2021), para enfrentar a crise de poluição plástica será necessária uma redução drástica do plástico "desnecessário, evitável e problemático". Senadores da Comissão

de Meio Ambiente (CMA) no Brasil, debateram em audiência pública, a elaboração de projeto de lei sobre a economia circular do plástico com vistas a reduzir os impactos ambientais desses resíduos no Brasil. " Segundo os debatedores, o Brasil joga pelo menos 325 mil toneladas de resíduo plástico no oceano, causando sérios impactos ambientais, na cadeia produtiva pesqueira e, consequentemente, na saúde humana. Para os especialistas, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) ainda prioriza o fim do ciclo de vida dos produtos, quando já viraram lixo" (AGÊNCIA SENADO, 2022).

Considerando que a poluição plástica decorre exclusivamente de ações antrópicas, o presente estudo tem como objetivo analisar a influência da conscientização ambiental nos hábitos de uso do plástico. Estudos demonstram que a conscientização pública é um instrumento efetivo para um comportamento pró ambiental (GIFFORD; NILSSON, 2014; LÖHR et al., 2017; VEIGA et al., 2016). Segundo Bedante (2004) indivíduos com níveis mais altos de consciência ambiental estão mais propensos a tomarem decisões levando em consideração o impacto ambiental de suas ações.

Pode-se observar nos estudos apresentados que há associação entre as variáveis consciência ambiental e intenção de compra. Desse modo, a seguinte hipótese foi proposta para este estudo: "O nível de consciência ambiental impacta positivamente as intenções de compra de produtos ecologicamente embalados". Para testar a hipótese, os objetivos específicos da pesquisa foram: I- Medir o grau de consciência ambiental de consumidores de uma cidade costeira; II- Identificar a disposição dos consumidores em comprar produtos ecologicamente embalados; III- Avaliar a relação entre a consciência ambiental e a intenção de compra de produtos ecologicamente embalados; IV- Levantar os hábitos de uso e descarte do plástico de consumidores residentes em uma cidade costeira.

O presente estudo está dividido em quatro seções: Introdução (onde consta uma breve introdução ao tema, justificativa, hipótese e objetivos), Material e Métodos (onde constam as explicações metodológicas, área de estudo, ferramentas utilizadas e análises) Resultados e Discussões (com os principais resultados e levantamentos assim como uma discussão sobre as implicações desses resultados) e as Conclusões (onde constam as principais conclusões do estudo após as análises realizadas e as discussões levantadas).

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A área de estudo é a cidade de Santos, localizada no litoral do estado de São Paulo, Brasil. A cidade tem como limite ao norte Santo André e Mogi das Cruzes, ao sul o Oceano Atlântico e Guarujá, ao leste Bertioga e a oeste Cubatão e São Vicente. Possui uma área total de 281,033 km², com área insular de 39,4 km² e área continental de 231,6 km².

A cidade faz parte da Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), que é formada por nove municípios: Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande, São Vicente, Cubatão, Santos, Guarujá e Bertioga, sendo que oito deles são estâncias balneárias.

Santos é a maior cidade do litoral de São Paulo e tem no Porto a principal atividade. Considerada uma metrópole em crescimento, possui uma população estimada em 2021 de 433.991 pessoas (IBGE, 2021), com índice de desenvolvimento humano (IDH) de 0,840.

Instrumento para coleta de dados

O instrumento de coleta de dados foi um questionário fechado, baseado em escalas validadas no contexto brasileiro. O questionário foi dividido iniciando-se com questões sociodemográficas e de descarte de resíduos. Em seguida, para avaliar o grau de consciência ambiental (CA) dos consumidores foi utilizada a escala *environmental concern* (EC), composta por doze questões (Quadro I). Esta escala foi utilizada por Straughan e Roberts (1999) e validada no contexto brasileiro por (LAGES; NETO, 2002) para verificar o nível de consciência ecológica dos consumidores da cidade de Porto Alegre – RS. Também foi utilizada por Bedante (2004) para verificar o grau de consciência ambiental de estudantes de graduação e pós-graduação e por Leite et al (2021) para verificar se os hábitos de consumo sustentável e a consciência

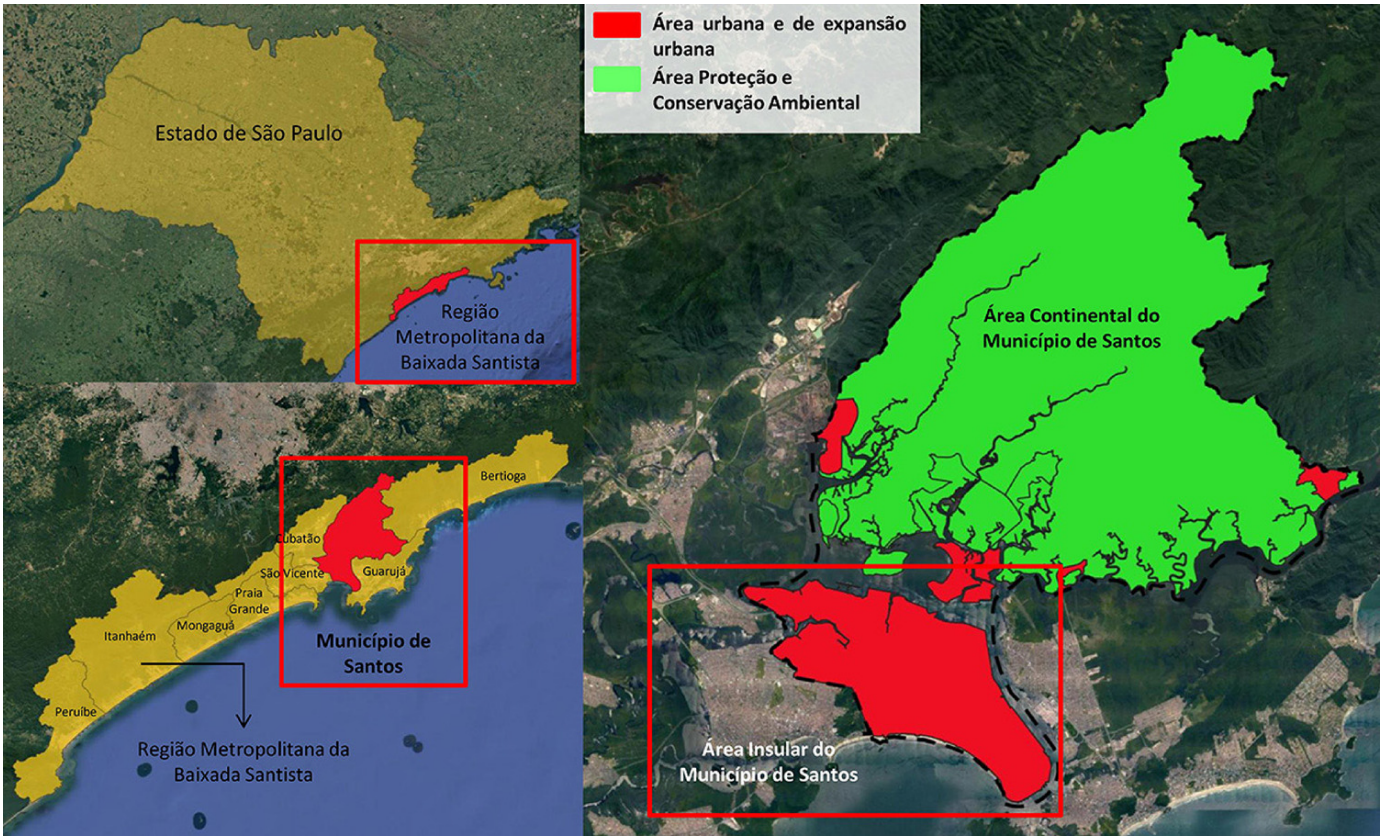


Figura 1. Localização do Município de Santos e da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Quadro I - *Escala Environmental Concern (EC)*

Questões	Itens da escala Consciência Ambiental
1	As plantas e os animais existem, basicamente, para serem utilizados pelos seres humanos
2	Estamos nos aproximando do número limite de habitantes que a terra pode suportar
3	Para manter uma economia saudável, teremos que desenvolvê-la para que o crescimento industrial seja controlado
4	O planeta Terra é como uma aeronave, com espaço e recursos limitados
5	Os seres humanos não precisam se adaptar ao ambiente natural, porque podem adaptar o meio ambiente às suas necessidades
6	Existem limites de crescimento para além dos quais a nossa sociedade industrializada não pode expandir-se
7	O equilíbrio da natureza é muito delicado e facilmente perturbado
8	Quando os seres humanos interferem na natureza, isso frequentemente produz consequências desastrosas
9	Os seres humanos devem viver em harmonia com a natureza para que possam sobreviver melhor
10	A humanidade está abusando seriamente do meio ambiente
11	Os seres humanos têm o direito de modificar o meio ambiente para ajustá-lo à suas necessidades
12	A humanidade foi criada para dominar a natureza

Fonte - Bedante, 2004

ambiental influenciavam a intenção de compra de produtos ecológicos.

Para avaliar a intenção de compra de produtos ecologicamente embalados foi utilizada a *Purchase Intentions Scale* (PI), composta por cinco questões (Quadro II). A *Purchase Intentions Scale* foi proposta por Schwepker e Cornwell (1991) para determinar variáveis que pudessem ser utilizadas para identificar consumidores dispostos ou não a comprar produtos ecologicamente embalados. Essa escala também foi utilizada por Bedante (2004).

Coleta de dados

Para coleta de dados relativos às variáveis constantes nas escalas EC e PI, utilizou-se uma escala *likert* de cinco pontos, sendo dois pontos positivos, dois negativos e um neutro, distribuídos conforme a seguir: 1 (discordo totalmente), 2 (discordo), 3 (não concordo nem discordo), 4 (concordo) e 5 (concordo totalmente).

A coleta de dados foi realizada através de técnicas de amostragem não probabilística por conveniência e amostragem não probabilística por bola de neve (*snowball sampling*), com a finalidade de reduzir os vieses da pesquisa e evitar respostas socialmente desejáveis. Para realização da pesquisa utilizou-se o *Google Forms*, ferramenta gratuita para criar formulários *online*. O questionário foi disponibilizado entre os meses de fevereiro e março de 2022, de forma *online* e o *link* para resposta foi enviado via email, *whatsApp, facebook e instagram* para os contatos dos pesquisadores (amostragem não probabilística por conveniência). Neste contato, os pesquisadores da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), solicitaram aos participantes que, se possível, encaminhassem o *link* para suas listas de contatos (amostragem não probabilística por bola de neve). O envio do *link* para que os participantes respondessem ao questionário foi precedido de uma breve apresentação da pesquisa e de duas perguntas para avaliar se o participante fazia parte do público alvo da pesquisa: ser morador da cidade de Santos e possuir 18 anos ou mais. Foram coletadas 155 respostas válidas. O questionário também foi publicado nos sites e canais oficiais da Universidade Federal de São Paulo - Campus Baixada Santista e enviado aos alunos e servidores da Instituição.

Análise de dados

As variáveis acessadas pelo questionário foram analisadas por meio de técnicas de estatística descritiva a fim de levantar o perfil sociodemográfico dos consumidores. As variáveis numéricas foram descritas pela média, desvio-padrão, valor mínimo e valor máximo e as variáveis categóricas pelas frequências absolutas e relativas.

Para verificar a consistência interna dos construtos foi calculado o *Alfa de Cronbach* para cada construto (consciência ambiental e intenção de compra). O coeficiente *alfa de Cronbach* é uma análise estatística para verificar a coerência que cada item tem com o restante dos itens do mesmo teste. Sua medida varia de 0 a 1, sendo o valor de

Quadro II - *Purchase Intentions scale (PI)*

Questões	Itens da escala Intenção de Compra de Produtos Ecologicamente Embalados
1	Eu compraria um produto em uma embalagem biodegradável antes de comprar um similar em uma embalagem não biodegradável
2	Eu compraria um produto em uma embalagem reciclável antes de comprar um similar em uma embalagem não reciclável
3	Estaria disposto a comprar alguns produtos (que agora compro em embalagens menores, por exemplo, arroz, açúcar, sal etc.) em embalagens maiores e com menor frequência
4	Eu estaria disposto a comprar um produto numa embalagem pouco tradicional (por exemplo, redonda quando a maioria é quadrada) se isso se traduzisse na criação de menos resíduos plásticos
5	Compraria um produto com uma embalagem menos atrativa se soubesse que todo o plástico desnecessário nesta embalagem tivesse sido eliminado

Fonte - Adaptada de Bedante, 2004

0,60 a 0,70 considerado o limite mínimo de aceitabilidade (GLIEM; GLIEM, 2003). Valores abaixo de 0,60 são considerados baixos, porém, valores maiores do que 0,90 também podem significar que há redundância nas perguntas do questionário, indicando que algum item precisa ser eliminado (STREINER, 2003).

Avaliar o instrumento utilizado na pesquisa é de suma importância para a confirmação de que ele consegue medir o que se propõe. Essa avaliação é necessária pois existem variáveis (variáveis latentes) que não são possíveis de se mensurar diretamente, sendo necessária a utilização de um ou mais indicadores com base em variáveis observáveis (HAIR et al., 2005). Podemos citar como exemplo a impossibilidade de medir precisamente a consciência ambiental de uma pessoa, neste caso utiliza-se um ou mais indicadores (perguntas) para avaliar alguns aspectos da consciência ambiental. A resposta a essas perguntas (de forma combinada) nos fornece uma medição razoável do construto consciência ambiental (HAIR et al., 2005; MATTHIENSEN, 2011).

Modelos de regressão linear múltipla foram realizados para investigar a associação das variáveis consciência ambiental, sociodemográficas e conhecimento sobre plásticos com a Intenção de Compras. Para o modelo final de cada variável dependente, foi usado o método *backward*. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R Core Team (2021).

Para avaliar a associação da consciência ambiental dos consumidores com a intenção de compra de produtos ecologicamente embalados, recorreu-se ao método de regressão linear múltipla, onde a variável dependente foi a média do construto referente a intenção de compra de produtos ecologicamente embalados e a variável independente foi a média da dimensão consciência ambiental. Para fins desta análise o ponto neutro foi definido como sendo 3 (três). Números acima desta média serão classificados como alto e abaixo desta média serão classificados como baixo (LAGES; NETO, 2002).

Complementarmente, verificou-se a associação das variáveis sociodemográficas (faixa etária, sexo, estado civil, quantidade de filhos, escolaridade, faixa de renda), conhecimento sobre economia circular do plástico e conhecimento sobre poluição plástica com a intenção de compra de produtos ecologicamente embalados.

Após a coleta, organização e classificação, os dados foram interpretados para que pudessem responder aos objetivos desta investigação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perfil da amostra

A amostra desta pesquisa foi constituída por 155 consumidores, residentes na cidade de Santos. O perfil da amostra obtido a partir dos dados sociodemográficos, indicou que ela é composta em sua maioria por consumidores do sexo feminino (66,5%), com ensino superior completo (80%) e rendimento mensal acima de três salários mínimos (68,4%). No que se refere à idade, houve um balanço entre as faixas etárias não havendo diferença de mais de 8% entre a menor (16,8%) e a maior porcentagem (23,9%) de respostas por faixa etária. Com relação ao estado civil houve uma diferença de aproximadamente 10% entre solteiros (37,4%) e casados ou em união estável (47,1%). A maioria (40,6%) não tem filhos, porém se agruparmos os respondentes com 1 (25,8%) ou 2 (22,6%) filhos, eles compõe 48,4% da amostra. Sobre o bairro a maior parte dos respondentes residem no Boqueirão (35), seguido por Embaré (21), Ponta da Praia (17), Gonzaga (16), Aparecida (12) e José Menino (10). Os demais bairros (Areia Branco, Campo Grande, Encruzilhada, Jardim Castelo, Jardim São Manoel, Macuco, Morro da Penha, Pompeia, Marapé, Saboó, Vila Belmiro, Vila Mathias, Vila Nova e Vila São Jorge) obtiveram menos de 10 respondentes.

Hábitos de uso e descarte de plástico

Os respondentes, em sua maioria, passam a maior parte do dia em casa (62,6%), vão à praia às vezes (65,8%), para caminhar/praticar esportes, sentar/tomar sol (95,5%). Sobre o descarte de resíduos, (68,4%) os consumidores informaram que o lixo é coletado no domicílio por serviço de limpeza, 30,3% que o lixo é depositado em caçamba de serviço de limpeza e 1,3% não soube

dizer como ele é coletado.

Um alto índice de consumidores (83,3%) informou descartar os resíduos plásticos em lixo específico para coleta seletiva, contudo, apesar da separação ocorrer, nem tudo que é destinado à reciclagem é de fato reciclado. Em junho de 2019, de todo material encaminhado para reciclagem em Santos, 63% era lixo "sujo". Um relatório da Secretaria de Meio Ambiente informou que das 3.765,1 toneladas de lixo reciclável coletadas em 2016, houve rejeito de 1.940,62 toneladas; já em 2017 das 4.562,58 coletadas, 2.087,59 toneladas foram rejeitadas (CÂMARA MUNICIPAL DE SANTOS, 2019). Percebe-se que apesar dos consumidores conhecerem o programa de reciclagem, ainda faltam informações sobre a maneira correta de fazê-la. Neste ponto a educação ambiental é essencial para a sensibilização e deve ser mantida de forma permanente através de programas e ações junto a população (SOARES et al., 2007).

As sacolas plásticas são utilizadas em sua maioria (95,5%) para acondicionamento de lixo das residências. Isso não é exclusividade do município de Santos, um estudo realizado em Sarandi-RS constatou que a principal destinação das sacolas plásticas é para descarte de lixo doméstico (SILVA, 2012). Segundo estudo realizado, Oliveira et al (2012) em Campina Grande – PB, com o intuito de verificar a relação entre o uso de sacolas plásticas e seus impactos ambientais, o uso das sacolas acontece por uma questão cultural e de comodidade. A falta de soluções alternativas e viáveis também contribui para o problema, pois mesmo quando são destinadas para os aterros, as sacolas acabam retendo água, causando impermeabilização do solo e retardando a degradação de resíduos orgânicos (LICHTERBECK, 2018; MARTINHO et al., 2017).

A maioria dos respondentes já ouviu falar em poluição plástica (96,1%,), porém apenas 67% já ouviu falar em economia circular do plástico. Sobre iniciativas da Prefeitura de Santos (com exceção da coleta seletiva) que trate do uso/reuso/descarte do plástico 83,9% disseram não conhecer.

Alfa de *Cronbach* (Confiabilidade dos construtos)

A confiabilidade de um construto indica o grau em que os indicadores relacionados a uma variável latente (construto) são consistentes em suas mensurações (MATTHIENSEN, 2011). O Coeficiente Alfa de *Cronbach* () é uma medida utilizada para avaliar a confiabilidade de um conjunto de indicadores que formam um determinado construto. Freitas e Rodrigues (2005), propõe a classificação da confiabilidade do coeficiente alfa de *Cronbach* de acordo com os seguintes limites:

A. $\alpha \leq 0{,}30$ – Muito baixa
B. $0{,}30 < \alpha \leq 0{,}60$ - Baixa
C. $0{,}60 < \alpha \leq 0{,}75$ - Moderada
D. $0{,}75 < \alpha \leq 0{,}90$ - Alta
E. $\alpha > 0{,}90$ – Muito alta

Observa-se na tabela I que o alfa de *Cronbach* do construto consciência ambiental foi de 0,76, e do construto intenção de compra foi de 0,88. Desse modo, cada um dos instrumentos apresentou valor adequado (maior que 0,70 e menor que 0,90) para o prosseguimento das análises.

Consciência ambiental

A consciência ambiental é formada a partir de valores aprendidos na infância e informações recebidas ao longo da vida sobre questões ambientais (DIAS, 2007). Esses valores e informações interferem de maneira positiva ou negativa na aquisição de produtos ecologicamente

Tabela I - *Alfas de Cronbach*

Instrumento	***Alfa de Cronbach***
Consciência Ambiental	0,76
Intenção de compras	0,88

Fonte: Coleta de dados, 2022

corretos (CALOMARDE, 2000). Para Mondini et al. (2018) o nível de consciência ambiental se relaciona diretamente com as decisões de compra, pois quanto maior o nível de consciência ambiental, mais propensos estão os consumidores a realizarem compras mais sustentáveis.

A análise descritiva do construto consciência ambiental demonstrou que os consumidores possuem um alto nível de consciência ambiental, evidenciado nesta análise pela média das respostas (4,10) se aproximando do escore máximo (5) e pelo desvio padrão de 0,47 que indica o quanto uma amostra diverge da média (WONNACOTT; WONNACOTT, 1990). Depreende-se desta análise que os consumidores possuem uma tendência para tratar assuntos relacionados ao meio ambiente de uma maneira sustentável buscando não prejudicar o ambiente e as futuras gerações o que pode favorecer a adoção de hábitos de consumo sustentáveis e a intenção de compra de produtos ecologicamente embalados (BEDANTE; SLONGO, 2004).

Os itens que obtiveram as maiores médias foram Q9, Q10, Q8 e Q7, respectivamente. Os itens Q8 (quando os seres humanos interferem na natureza, isso frequentemente produz consequências desastrosas), Q9 (os seres humanos devem viver em harmonia com a natureza para que possam sobreviver melhor) e Q10 (a humanidade está abusando seriamente do meio ambiente), refletem algumas preocupações em relação ao meio ambiente e pontuam o modo abusivo com que os humanos estão explorando a natureza (GOMES et al., 2011). O item Q7 (o equilíbrio da natureza é muito delicado e facilmente perturbado) reforça a fragilidade da natureza. O item Q9 obteve a maior média (4,70) e o menor desvio padrão (0,48), indicando uma grande consistência nas respostas (BEDANTE; SLONGO, 2004), seguida pelas média e desvios-padrão dos itens Q10 (M:4,59; DP: 0,62), Q8 (M:4,37; DP: 0,74) e Q7 (M: 4,20; DP: 0,82).

Tabela II - Medidas descritivas dos itens e do escore da Consciência Ambiental

Itens	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Q1	4,05	1,12	1,00	5,00
Q2	3,48	1,09	1,00	5,00
Q3	4,10	0,99	1,00	5,00
Q4	4,12	0,96	1,00	5,00
Q5	3,87	0,99	1,00	5,00
Q6	3,86	0,94	1,00	5,00
Q7	4,20	0,82	1,00	5,00
Q8	4,37	0,74	1,00	5,00
Q9	4,70	0,48	3,00	5,00
Q10	4,59	0,62	2,00	5,00
Q11	3,77	0,98	1,00	5,00
Q12	4,13	0,88	1,00	5,00
Escore Consciência Ambiental	4,10	0,47	2,67	5,00

Fonte: Coleta de dados, 2022

Intenção de compra de produtos ecologicamente embalados

A responsabilidade sobre questões ecológicas vem cada vez mais sendo atribuída, além de empresas e governos, aos hábitos e comportamentos de consumo da sociedade (PORTILHO, 2005). O elevado nível de crescimento populacional no mundo, acarretou em um crescimento nos níveis de consumo e consequentemente em problemas relacionados à degradação ambiental, neste contexto uma mudança para padrões de consumo sustentáveis tem sido apontada como uma condição *sine qua non* para mitigação dos problemas ambientais. Uma mudança dos hábitos de consumo e atitudes está relacionada à maneira como cada indivíduo avalia um determinado problema em "termos de bom ou mau, maléfico ou benéfico, agradável ou desagradável" (AJZEN, 1991).

Moisander (2007) descreve que "consumir de forma sustentável é assumir um comportamento favorável ao meio ambiente, intelectualmente, eticamente e na prática". O consumo sustentável implica em escolhas de produtos que são realmente necessários, com escolhas de compra conscientes e responsáveis, levando em consideração as consequências ambientais e sociais deste consumo, ou seja, é o consumo que ocorre de forma a garantir o atendimento das necessidades das presentes e futuras gerações (BEDANTE; SLONGO, 2004).

A análise descritiva do construto intenção de compra demonstra que os consumidores se preocupam com a poluição causada pelas embalagens e estariam dispostos a comprar produtos em embalagens maiores, biodegradáveis, recicláveis ou pouco tradicionais desde que soubessem que todo o plástico desnecessário foi eliminado. A média do construto intenção de compras foi de 4,26, ficando acima do ponto neutro (3) e se aproximando do escore máximo (5).

Os itens que apresentaram as maiores médias foram Q4, Q5, Q1 e Q2. O item Q4 revela que os consumidores estariam dispostos a comprar um produto numa embalagem pouco tradicional (por exemplo, redonda quando a maioria é quadrada) se isso se traduzisse na criação de menos resíduos plásticos. O item Q5 demonstra que os consumidores comprariam um produto com uma embalagem menos atrativa se soubessem que todo o plástico desnecessário da embalagem tivesse sido eliminado. No item Q1 os consumidores afirmam que comprariam um produto em uma embalagem biodegradável antes de comprar um similar em uma embalagem não biodegradável. No item Q2 retrata que os consumidores comprariam um produto em uma embalagem reciclável antes de comprar um similar em uma embalagem não reciclável. Dentre os itens com as maiores médias, o item Q5 foi o que obteve o menor desvio-padrão (0,71), seguido pelos itens Q4 (DP: 0,74), Q1 (DP: 0,80) e Q2 (DP: 0,81).

A importância da consciência ambiental na modificação de hábitos de consumo do plástico

A consciência ambiental é vista como um construto multidisciplinar formado por atributos

Tabela III - Medidas descritivas dos itens e do escore intenção de compras

Itens	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Q1	4,28	0,80	1,00	5,00
Q2	4,28	0,81	1,00	5,00
Q3	3,97	1,03	1,00	5,00
Q4	4,39	0,74	1,00	5,00
Q5	4,37	0,71	1,00	5,00
Escore Intenção de compras	4,26	0,68	1,00	5,00

Fonte: Coleta de dados, 2022

atitudinais, comportamentais e cognitivos, que se relacionam diretamente com a forma como um indivíduo utiliza os recursos relativos ao meio ambiente de forma sustentável buscando não prejudicar o ambiente e as futuras gerações (SCHLEGELMILCH et al., 1996). Mondini et al. (2018) analisaram a influência dos fatores consciência ambiental e hábitos de consumo sustentável sobre a intenção de compra de produtos ecológicos dos indivíduos e verificaram que a intenção de compra de produtos ecológicos é maior quando o consumidor é mais consciente sobre questões ambientais.

No modelo completo da tabela IV pode-se observar que as variáveis faixa etária, sexo, escolaridade, faixa de renda, ouviu falar em poluição plástica e conhecimento sobre o destino dos resíduos plástico após coleta, apresentaram valor de p>0,05, ou seja, os resultados não foram estatisticamente significativos sobre a intenção de compra de produtos ecologicamente embalados, desse modo elas foram excluídas do modelo final.

Resultado diferente foi encontrado nos estudos de Leite et al. (2021), onde as variáveis faixa etária, sexo e renda influenciaram a variável intenção de compra. No referido estudo, pessoas do gênero feminino, mais jovens e com maior renda tendem a apresentar maior intenção de compra de produtos ecologicamente embalados.

O conhecimento sobre economia circular do plástico não apresentou associação com a intenção de compra de produtos ecologicamente embalados, diferentemente do resultado da tabela III em que ter ouvido falar sobre economia circular do plástico teve impacto positivo nos hábitos de consumo sustentável.

Pode-se observar também que indivíduos casados ou em união estável tiveram uma associação negativa com a Intenção de compras em comparação com os indivíduos solteiros (β=-0,30; p=0,024) ou seja os casados ou em união estável não possuem a intenção de comprar produtos

Tabela IV - Modelo de regressão linear múltipla completo e final para associação entre a variável Consciência ambiental, características sociodemográficas e conhecimentos sobre plásticos com a variável Intenção de compras n=155) (Parte 1)

Fatores		**Modelo completo**			**Modelo final**		
		Coeficiente (🚲)	**IC 95%**	**p-value**	**Coeficiente (🚲)**	**IC 95%**	**p-value**
Consciência ambiental		0,72	(0,51; 0,93)	<0,001	0,70	(0,50; 0,90)	<0,001
Faixa etária	18-29 anos	referência			-		-
	30-39 anos	-0,07	(-0,48; 0,34)	0,739	-		-
	40-49 anos	-0,23	(-0,66; 0,20)	0,298	-		-
	50-59 anos	0,04	(-0,40; 0,48)	0,864	-		-
	60-69 anos	0,10	(-0,38; 0,58)	0,686	-		-
Sexo	Feminino	referência			-		-
	Masculino	<0,001	(-0,21; 0,21)	0,977	-		-
Estado civil	Solteiro	referência			referência		
	Casado(a)/União estável	-0,36	(-0,65; -0,08)	0,013	-0,30	(-0,57; -0,04)	0,024
	Separado(a)/ Divorciado(a)/ Viúvo(a)	-0,14	(-0,52; 0,24)	0,473	-0,03	(-0,37; 0,31)	0,875
Quantos filhos	Nenhum	referência			referência		
	1	0,32	(0,02; 0,62)	0,034	0,31	(0,03; 0,58)	0,030
	2	0,33	(0,01; 0,65)	0,042	0,34	(0,04; 0,64)	0,026
	3 ou mais	0,30	(-0,12; 0,72)	0,161	0,28	(-0,10; 0,66)	0,144

Fonte: Coleta de dados, 2022

ecologicamente embalados se comparados aos solteiros.

Os consumidores com 1 e 2 filhos tiveram uma associação positiva na intenção de compras em comparação com as pessoas que não tem filhos (β=0,31; p=0,030 e β=0,34; p=0,026, respectivamente). Leite et al. (2021) também verificaram que indivíduos que possuem filhos tendem a apresentar maior intenção de compra de produtos ecologicamente embalados.

No modelo final da tabela IV pode-se observar o incremento médio de 0,70 pontos do escore da Intenção de compras a cada aumento de uma unidade do escore da consciência ambiental (p<0,001), ou seja, a variável consciência ambiental impactou positivamente a variável intenção de compra de produtos ecologicamente embalados. Desta forma a Hipótese: O nível de consciência ambiental impacta positivamente as intenções de compra de produtos ecologicamente embalados, foi confirmada. Diversos estudos também corroboram com esses achados no que tange a consciência ecológica ser um importante preditor da intenção de compra de produtos ecologicamente embalados (CARDOSO; CAIRRÃO, 2007; GOMES et. al., 2011; MONDINI et al., 2018).

CONCLUSÕES

As análises realizadas para medir o grau de consciência ambiental de consumidores de uma cidade costeira e identificar a disposição dos consumidores em comprar produtos ecologicamente embalados demonstram que os consumidores possuem um alto grau de consciência ambiental e estariam dispostos a modificar hábitos de consumo em relação ao uso de embalagens para minimizar a geração de resíduos plásticos.

Em relação aos hábitos de uso e descarte do

Tabela IV - Modelo de regressão linear múltipla completo e final para associação entre a variável Consciência ambiental, características sociodemográficas e conhecimentos sobre plásticos com a variável Intenção de compras n=155) (Parte 2)

Fatores		**Modelo completo**			**Modelo final**		
		Coeficiente (🚲)	**IC 95%**	**p-value**	**Coeficiente (🚲)**	**IC 95%**	**p-value**
Escolaridade	Ens. fund. completo/Ens. Med. Incomp.	referência			-		-
	Ensino médio completo	0,13	(-0,63; 0,89)	0,734	-		-
	Superior incompleto	-0,19	(-0,92; 0,54)	0,608	-		-
	Superior completo	0,06	(-0,60; 0,71)	0,864	-		-
Faixa de renda	Até 1 salário mínimo	referência			-		-
	Mais de um e menos de dois salários mínimos	0,17	(-0,28; 0,63)	0,453	-		-
	Entre dois e três salários mínimos	0,06	(-0,41; 0,53)	0,797	-		-
	Acima de três salários mínimos	0,12	(-0,32; 0,56)	0,593	-		-
Ouviu falar em Economia Circular do Plástico	Não	referência			referência		
	Sim	0,19	(-0,02; 0,40)	0,076	0,19	(-0,01; 0,39)	0,062
Ouviu falar em Poluição Plástica	Não	referência			-	-	-
	Sim	0,05	(-0,48; 0,57)	0,863	-	-	-
Conhecimento sobre qual o destino dos resíduos plásticos após a coleta	Não	referência			-		-
	Sim	-0,12	(-0,34; 0,11)	0,319	-		-
R^2		0,27			0,29		

Fonte: Coleta de dados, 2022

plástico foi possível verificar que os consumidores, em sua maioria, descartam os plásticos em lixo específico para coleta seletiva, porém nem tudo que é descartado é de fato reciclado, demonstrando a necessidade de programas de educação ambiental voltados a esclarecer os consumidores sobre a correta maneira de realizar o descarte para que os plásticos destinados a coleta seletiva sejam de fato reciclados.

A cidade de Santos tem demonstrado preocupação em relação à questão da poluição plástica, e isso pode ser observado através das leis/ações/programas desenvolvidos no município. Observou-se, porém, a necessidade de uma maior divulgação dessas ações/projetos já existentes em Santos (que tenham como foco o plástico), pois a maioria dos consumidores declarou não conhecer iniciativas da Prefeitura de Santos (com exceção da coleta seletiva) que trate do uso/reuso/descarte do plástico.

A relação entre a consciência ambiental e a intenção de compra de produtos ecologicamente embalados foi avaliada evidenciando que quando ocorre um aumento no grau de consciência ambiental, aumenta também a intenção de compra de produtos ecologicamente embalados, deste modo, a consciência ambiental pode ser um propulsor para a mudança nos hábitos de uso e descarte do plástico em áreas costeiras afetadas pela poluição plástica.

Não existe uma solução única para o problema da poluição plástica, já que a solução está na integração de setores e estratégias, que vão desde o desenho dos materiais plásticos, de modo a tornar viável sua reintrodução no ciclo produtivo, como também uma maior aproximação dos consumidores, levando informações sobre como eles podem colaborar com o processo. A conscientização ambiental é uma ferramenta importante para sensibilizar, conscientizar, alertar e informar os consumidores sobre os problemas ambientais que decorrem de hábitos de consumo insustentáveis e deve ser combinada com ações de incentivo para a mudança de hábitos dos consumidores.

Os resultados do presente estudo podem embasar a implementação de ações que tenham como foco o aumento da consciência ambiental dos consumidores, não apenas voltadas para o pós-uso, mas também para o pré-uso, como forma de mitigar o problema da poluição plástica em regiões costeiras e a criação de políticas públicas voltadas para o uso/reuso/descarte de materiais plásticos. Neste primeiro momento, sugere-se a criação de uma cartilha, direcionada aos consumidores, com foco no uso/reuso/descarte de materiais plásticos.

Sugere-se a realização de estudos para mapear os resíduos plásticos mais encontrados em ambientes costeiros e os resíduos plásticos menos aproveitados nos centros de reciclagem, para a elaboração de estratégias voltadas à economia circular do plástico junto aos consumidores. O desenvolvimento de aplicativos tecnológicos de Educação Ambiental voltados a auxiliar os consumidores no ato da compra e no descarte de materiais plásticos também pode colaborar, pois atualmente os números presentes nos plásticos que indicam o tipo de plástico e de reciclabilidade, não é algo difundido entre os consumidores, dificultando assim seu retorno ao ciclo produtivo.

O apoio do poder público é essencial tanto para a criação de leis/normas que regulem o retorno de materiais plásticos ao ciclo produtivo, como para o fomento de iniciativas rumo a uma nova economia, onde os plásticos continuem no ciclo produtivo e não se tornem resíduo, fazendo com que as áreas costeiras continuem sendo cenário para os diversos serviços ecossistêmicos que são vitais para o bem-estar humano.

Como limitações da pesquisa destaca-se que nem todos os consumidores da cidade de Santos participaram da pesquisa (devido à falta de acesso aos dados dos consumidores com dezoito anos ou mais), desse modo a amostragem da pesquisa foi não probabilística, razão pela qual os resultados aqui encontrados não podem ser generalizados. Sugere-se que novos estudos sejam realizados aplicando-se técnicas de amostragem que permitam a generalização. Outra limitação do estudo foi em relação à coleta de dados, que foi realizada durante a pandemia, motivo pelo qual houve bastante dificuldade em conseguir participantes, mesmo utilizando-se de dois métodos distintos (bola de neve e conveniência) para a coleta de dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA SENADO. 2022. CMA vai propor marco regulatório da economia circular do plástico. Brasília, Distrito Federal, Brasil. https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2022/06/08/cma-vai-propor-marco-regulatorio-da-economia-circular-do-plastico#:~:text=Oceano,%2C%20consequentemente%2C%20na%20sa%C3%BAde%20humana.

AJZEN, I. 2001. Nature and operations of attitudes. Annual Review of Psychology, vol. 52, p. 2758. (doi:10.1146/annurev.psych.52.1.27)

AMDA - Associação Mineira de Defesa do Meio Ambiente. 2019. Santos despeja cerca de 60 toneladas de resíduos no mar por dia. Associação Mineira de Defesa do Meio Ambiente, Belo Horizonte, Brasil. https://www.amda.org.br/index.php/comunicacao/noticias/5519-santos-despeja-cerca-de-60-toneladas-de-residuos-no-mar-por-dia

BARROS, M. F.; FEITOSA, F. F.; KLINK, J. J. 2022. Produção do espaço residencial em Santos/SP: parâmetros urbanísticos e a "ordem urbana". Dossiê: as metrópoles sob governança neoliberal/ultraliberal, cad. Metropole 24 (54). (doi:10.1590/2236-9996.2022-5415)

BEDANTE, G. N. 2004. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Administração. Programa de Pós-Graduação em Administração A influência da consciência ambiental e das atitudes em relação ao consumo sustentável na intenção de compra de produtos ecologicamente embalados. https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3904/000450535.pdf?sequence=1.

CALOMARDE, José V. 2000. Marketing ecológico. 237 p. Editora Pirámide. (ISBN 8436814266, 9788436814262).

CÂMARA MUNICIPAL DE SANTOS. 2019. Metade do lixo limpo coletado pela Prefeitura para no aterro. Santos, SP, Brasil. In: https://www.camarasantos.sp.gov.br/metade-do-lixo-limpo-coletado-pela-prefeitura-para-no-aterro (acesso: abril 2023).

CARDOSO, A.; CAIRRÃO, A. 2007. Os Jovens Universitários e o Consumo Sustentável: a sua influência na compra. Revista da Faculdade de Ciências e Tecnologia, p. 124–135. (disponível em https://bdigital.ufp.pt/handle/10284/10390)

CAROLYNA, A.; TARDIM, C. 2022. O impacto da pandemia de COVID-19 na geração de resíduos sólidos. Meio Ambiente (Brasil), v. 033, p. 21–33. (doi.org/10.5281/zenodo.7325273)

DIAS, R. 2007. Marketing ambiental: ética, responsabilidade social e competitividade nos negócios. 216 p., Editora Atlas, São Paulo, SP, Brasil.

FREITAS, A. L. P., RODRIGUES, S. G. A. 2005. Avaliação da confiabilidade de questionário: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach In: Simpósio de Engenharia de Produção, 07-09 nov, Bauru-SP. Anais... Bauru-SP: UNESP.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. 2017. Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advances, v. 3, n. 7, p. 25–29. (doi: 10.1126/sciadv.1700782)

GIFFORD, R.; NILSSON, A. 2014. Personal and social factors that influence pro-environmental concern and behaviour: A review. International Journal of Psychology, [S. l.], v. 49, n. 3, p. 141–157, 2014. (doi: 10.1002/ijop.12034)

GOMES, G.; GORNI, P. M.; DREHER, M. T. 2011. Consumo sustentável e o comportamento de universitários: discurso e práxis! Revista Eletrônica de Ciência Administrativa, v. 10, n. 2, p. 80–92. (doi:10.5329/recadm.20111002006)

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2021. População. Santos, Brasil. https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/santos/panorama

GLIEM, J.A.; GLIEM, R. R. 2003.Calculating, interpreting, and reporting Cronbach's alpha reliability coefficient for Likert-type scales In: Midwest Research To Practice Conference In Adult, Continuing, And Community Education, Columbus, p. 82-88.

HAIR J.F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. 2005. Análise multivariada de dados. Porto Alegre: Bookman, 600p.

LAGES, N. S.; NETO, A. V. 2002. Mensurando a Consciência Ecológica do Consumidor: Um Estudo Realizado na Cidade de Porto Alegre. In: Anais do Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração. Salvador, Brasil. Salvador, Bahia, p. 15.

LEITE, G. O.; SILVA, C. R. M.; OLIVEIRA, L. V. C.; FONTENELE, R. E. S. 2021. Os hábitos de

consumo sustentável e a consciência ambiental influenciam a intenção de compra de produtos ecológicos? Um estudo com professores de instituições públicas piauienses. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 4, p. e35410414271. (doi: 10.33448/rsd-v10i4.14271)

LICHTERBECK, P. 2018. A insanidade das sacolas plásticas no Brasil. A insanidade das sacolas plásticas no Brasil. DW online. Brasil. https://www.dw.com/pt-br/a-insanidade-das-sacolas-pl%C3%A1sticas-no-brasil/a-46108695

LÖHR, A.; SAVELLI, H.; BEUNEN, R.; KALZ, M.; RAGAS, A.; BELLEGHEM, V. F. 2017. Solutions for global marine litter pollution. Current Opinion in Environmental Sustainability, v. 28, p. 90–99, 2017. (doi: 10.1016/j.cosust.2017.08.009)

MARTINHO, G.; BALAIA, N.; PIRES, A. 2017. The Portuguese plastic carrier bag tax: The effects on consumers' behavior. Waste Management, v. 61, p. 3–12. (doi: 10.1016/j.wasman.2017.01.023)

MATTHIENSEN, A. 2011. Uso do Coeficiente Alfa de Cronbach em Avaliações por Questionários. Publicações da Embrapa Roraima, v. 1, n. 2011, p. 1–31. https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/936813/1/DOC482011ID112.pdf

MOISANDER, J. 2007. Motivational complexity of green consumerism. International Journal of Consumer Studies, vol. 31, p. 404-409. (doi:10.1111/j.1470-6431.2007.00586.x)

MOECKE, E. 2021. Os necessários e condenáveis plásticos do dia a dia. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 10, n. 4, p. 1. (doi: 10.19177/rgsa.v10e420211-2)

MONDINI, V. E. D.; BORGES, G. R.; MONDINI, L. C.; DREHER, M. T. 2018. Influência dos fatores consciência ambiental e hábitos de consumo sustentável sobre a intenção de compra de produtos ecológicos dos indivíduos. Revista Pensamento Contemporâneo em Administração, v. 12, n. 2, p. 117. (doi:10.12712/rpca.v12i2.1178)

NICHOLS, E. C.; LAVERS, J. L.; ARCHER-RAND, S.; BOND, A. L. 2021. Assessing plastic size distribution and quantity on a remote island in the South Pacific. Marine Pollution Bulletin, v. 167, p. 112366. (doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.112366)

OLIVEIRA, L. L.; LACERDA, C. S.; ALVES, I. J. B. R.; SANTOS, E. D.; OLIVEIRA, S. A.; BATISTA, T. S. A. 2012. Impactos ambientais causados pelas sacolas plásticas: o caso Campina Grande – PB. v. 07, n.01. (disponível em: https://silo.tips/download/impactos-ambientais-causados-pelas-sacolas-plasticas-o-caso-campina-grande-pb)

PORTILHO, F. 2005. Consumo sustentável: limites e possibilidades de ambientalização e politização das práticas de consumo. Cad. EBAPE, p. 1-12. (doi:10.1590/S1679-39512005000300005)

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. 2022. Jovens se formam no Projeto Beco Limpo e instalam cabideiros de lixo em dique de Santos. Santos, SP, Brasil. In: https://www.santos.sp.gov.br/?q=noticia/jovens-se-formam-no-projeto-beco-limpo-e-instalam-cabideiros-de-lixo-em-dique-de-santos#:~:text=O%20Projeto%20Beco%20Limpo%2C%20parceria,irregular%20de%20lixo%20no%20mar

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. 2022. Projeto capacitará jovens nas comunidades para diminuir lixo lançado no mar em Santos. Santos, SP, Brasil. https://www.santos.sp.gov.br/?q=noticia/projeto-capacitara-jovens-nas-comunidades-para-diminuir-lixo-lancado-no-mar-em-santos

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. 2022. Santos incluirá programa de combate ao lixo no mar nas escolas públicas e particulares. Santos, SP, Brasil. https://www.santos.sp.gov.br/?q=noticia/santos-incluira-programa-de-combate-ao-lixo-no-mar-nas-escolas-publicas-e-particulares#:~:text=Idealizado%20em%20Santos%20desde%202017,em%20diversas%20cidades%20brasileiras%2C%20al%C3%A9m

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. (s/d). Conheça Santos Dados e Características - Uma metrópole em crescimento com a simplicidade caiçara. Santos, SP, Brasil. In: https://www.santos.sp.gov.br/?q=hotsite/conheca-santos (Acesso: Abril 2023).

SCHLEGELMILCH, B. B.; BOHLEN, G. M.; DIAMANTOPOULOS, A.1996. The link between green purchasing decisions and measures of environmental consciousness. European journal of marketing, vol. 30, p. 35 – 55. (doi:10.1108/03090569610118740)

SCHWEPKER, C. H.; CORNWELL, T. B. 1991. An Examination of Ecologically Concerned Consumers and Their Intention to Purchase Ecologically Packaged Products. Journal of Public Policy & Marketing, 10(2), 77–101. (doi.org/10.1177/074391569101000205)

SILVA, O. L. 2012. A prática da consciência ambiental: um estudo sobre a utilização das sacolas plásticas nas compras de supermercado em Sarandi, RS. Monografia (curso de Ciências Econômicas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. 45 p.

SOARES, L. G. C.; SALGUERIO, A. A.; GAZINEU, M. H. P.2007. Educação ambiental aplicada aos resíduos sólidos na cidade de Olinda, Pernambuco–um estudo de caso. Revista Ciências e Tecnologia, v. 1, n. 1, p. 1–9. (disponível em: http://www.unicap.br/revistas/revista_e/artigo5.pdf)

STRAUGHAN, R. D.; ROBERTS, J. A. 1999. Environmental Segmentation Alternatives: a look at green consumer behavior in the new millennium. Journal of Consumer Marketing, v. 16, n. 6. p. 558-575. (disponível em: https://www.scirp.org/(S(i43dyn45te-exjx455qlt3d2q))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2168126)

STREINER D. L. 2003. Being inconsistent about consistency: when coefficient alpha does and doesn't matter. J Pers Assess. 80(3):217-22. (doi: 10.1207/S15327752JPA8003_01)

United Nations Environment Programme. 2021. Relatório From Pollution to Solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution. Nairobi, Quênia. (file://localhost/disponível em file:///C:/Users/Eu/Downloads/POLSOL.pdf)

VEIGA, J. M. et al. 2016. Enhancing public awareness and promoting co-responsibility for marine litter in Europe: The challenge of MARLISCO. Marine Pollution Bulletin, v. 102, n. 2, p. 309–315. (doi:10.1016/j.marpolbul.2016.01.031)

WONNACOTT, T. H.; WONNACOTT, R. J. 1990. Introductory statistics. 5. ed. New York:
Wiley New York,. (Disponível em: http://mtc-m21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtcm21b/2014/06.17.14.28/doc/alarcon_geracao.pdf)

Capítulo X

AVALIAÇÃO DE COMPORTAMENTO MECÂNICO E HIDRÁULICO DE ALTERNATIVA PARA USO COMO CCL OU SISTEMA COMPOSTO (CCL + GCL) NA PLANÍCIE COSTEIRA SUL DO RIO GRANDE DO SUL



AVALIAÇÃO DE COMPORTAMENTO MECÂNICO E HIDRÁULICO DE ALTERNATIVA PARA USO COMO CCL OU SISTEMA COMPOSTO (CCL + GCL) NA PLANÍCIE COSTEIRA SUL DO RIO GRANDE DO SUL

Karina Retzlaff Camargo[1]; Alexandre Felipe Bruch[2]

[1]Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande, Avenida Itália, km 8, Rio Grande, Rio Grande do Sul, CEP 96203-900, karinacamargo@furg.br
[2]Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Rua Benjamin Constant, 989, Pelotas, Rio Grande do Sul, CEP 96010-020, afbruch@gmail.com

RESUMO

Algumas regiões da costa brasileira, dentre as quais a Planície Costeira do Rio Grande do Sul, são consideradas deficitárias em solos considerados nobres para obras de terra, tais como agregados pétreos e solos residuais. Neste contexto, solos adequados para uso como barreira impermeabilizante são ainda menos frequentes na região e, por isso, muitas vezes se faz necessário o uso de aditivos – geralmente bentonita - em solos naturais para tornar o solo apto tecnicamente a este fim. Por isso, este trabalho realiza a avaliação do comportamento mecânico e hidráulico, através de ensaios em equipamento triaxial, de um solo fino de comportamento laterítico, encontrado na Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul para uso como barreira mineral. É avaliado o comportamento do solo natural e de misturas com 2, 4 e 6% de bentonita, em termos de peso seco dos materiais, quando compactados na Energia do Proctor Intermediário. Em síntese, observa-se que a condutividade hidráulica diminui tanto com o aumento do teor de bentonita quanto com o aumento da tensão de confinamento. A condutividade hidráulica do solo apresentou uma redução de três ordens de grandeza quando este foi compactado com 6% de bentonita em relação ao solo natural (de 10-7 para 10-10m/s) e este foi o único teor que apresentou comportamento compatível para o uso como liner. Em relação à resistência ao cisalhamento das misturas, constatou-se que com o acréscimo de teor de bentonita de 0 para 6%, a coesão efetiva aumentou (de 2,3 para 12,8 kPa) e o ângulo de atrito efetivo diminuiu (de 22,7º para 14,0º). Assim, apresenta-se como solução tecnicamente viável para uso em liners o uso de um solo fino de comportamento laterítico com 6% de bentonita compactado na Energia do Proctor Intermediário. Entretanto, alerta-se para a diminuição dos parâmetros de resistência e na anisotropia desta diminuição causada pelo acréscimo de aditivo.

Palavras-chave: Camada de solo compactado, barreira impermeável, ensaios triaxiais, Planície Costeira do Rio Grande do Sul

ABSTRACT

Some regions of the brazilian coast, among which the Coastal Plain of Rio Grande do Sul State, are considered deficiente in soils considered noble for geotechnical projects, such as stony aggregates and residual soils. In this context, soils suitable for use as liner barrier are even less frequente in the region and, therefore, it is offen necessary to use additives – usually bentonite – in natural soils to make the soil technically suitable for this purpose. Therefore, this project evaluates the mechanical and hydraulic behavior, through tests in triaxial equipment, of a fine lateritic soil, which is found in the Coastal Plaino of Rio Grande do Sul State for use as a mineral barrier. The behavior of the natural soil and mixtures with 2, 4 and 6% of bentonite, in therms of dry weight of the material, are evaluated when compactedin the Energy of of Intermediate Proctor. In summary, it is observed that the hydraulic conductivity decreases both with the increase in the bentonite contente and with the increase in the confinement stress. The hydraulic conductivity of the soil presented a reduction of three orders of magnitude when it was compacted with 6% of bentonite in relation to the antural soil (from 10-7 para 10-10m/s) and this was the only content that presented a compatible behavior for use as a liner. Regarding the shear strength, it was found that the addition of bentonite content grom 0 to 6%, the effective cohesion increased (from 2.3kPa to 12.8kPa) and the effective angle decreased (from 22.7º to 14.0º). Thus, a technically viable solution for use is the use of a lateritic behavior fine soil compacted with 6% of bentonite in the Energy of the Intermediate Proctor. However, attention should be paid to the decrease in strength parameters and the anisotropy of this decrease due to the presence of the aditive.

Keywords: Compacted soil layer, waterproff barrier, triaxial test, Coastal Plain of Rio Grande do Sul State

INTRODUÇÃO

De acordo com Boscov (2008), o revestimento de fundo de aterros de resíduos tem como função reduzir o transporte de poluentes para

a zona insaturada e/ou aquífero subjacente até concentrações não prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente e é composto basicamente por camadas de impermeabilização (*liner*s), drenagem e transição. Ainda segundo a autora, para a impermeabilização podem ser utilizadas camadas de solo compactado (*compacted clay liner* – CCL), geossintéticos (geomembrana – GM ou geocomposto argiloso para barreira impermeável – GCL) ou, mais usualmente uma combinação destas (CCL + GCL).

No Brasil, não há ainda uma norma de critérios de projeto, construção e operação de aterros sanitários, em contraponto aos resíduos perigosos (ABNT NBR 10157/87), resíduos não perigosos (ABNT NBR 13896/97) e resíduos inertes e da construção civil (ABNT NBR 15113/04). Apesar disso, no Estado de São Paulo, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) tem requisitado, para revestimento de fundo de aterros de resíduos Classe I, uma camada de solo argiloso compactado com espessura de 1 metro, condutividade hidráulica (nferior a 1 × 10-9m/s sobreposta por duas membranas de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) com espessura de 2mm e condutividade hidráulica da ordem de 10-14m/s, entremeadas por uma camada drenante para captar o percolado que eventualmente infiltre pela geomembrana superior (dreno testemunho). Já para resíduos Classe II exige-se as mesmas condições, mas a camada de solo argiloso pode ter 0,6 metro de espessura. Assim, Boscov (2008) informa que os sistemas de impermeabilização compostos (CCL + GCL) são considerados a melhor solução para a proteção do subsolo e das águas subterrâneas, pois promovem:

• A redução da condutividade hidráulica do sistema em virtude da atenuação dos defeitos locais, que podem acontecer nas geomembranas e camadas de solo, como ilustra a Figura 1;

• Facilitação do fluxo em direção ao sistema de coleta de percolado, diminuindo o tempo de residência sobre a camada impermeável;

• Prevenção contra problemas decorrentes da falta de compatibilidade entre percolado e solo, pois a geomembrana adia o contato entre ambos até que o sistema esteja sujeito a tensões efetivas elevadas, correspondentes à sobrecarga do aterro;

• Proteção contra trincas de secagem, aspecto fundamental no emprego de argilas lateríticas, as quais são bastante comuns em algumas regiões brasileiras.

Por isso, entende-se que a solução combinada entre solo compactado e geomembrana é a melhor combinação para *liner* de aterros de resíduos ou mesmos outras obras civis que requeiram impermeabilização. Entretanto, conforme alertado por Bastos et al. (2008), muitas regiões da costa brasileira, dentre as quais a Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS), ilustrada na Figura 2a, apresentam deficiência de materiais geotécnicos naturais considerados nobres para uso em obras de terra, tais como agregados pétreos e solos residuais. Por isso, desde 1993, o Grupo de Geotecnia da FURG (Universidade Federal do Rio Grande) e pesquisadores parceiros vem realizando estudos que visam o reconhecimento e caracterização geotécnica de solos considerados alternativos para este tipo de uso na PCRS. Dentre estes trabalhos, destaca-se que Bastos (2003) identificou e caracterizou geotecnicamente materiais com potencial de uso para obras de terra na região e Bastos et al. (2007) apresentaram o mapeamento geotécnico com a ocorrência destes solos. Apesar destas contribuições com a identificação de solos para utilização em obras de terra, ainda menos solos foram identificados com potencial de uso como CCL ou mesmo camada composta, apenas: (i) um solo argilo-arenoso residual de rochas graníticas; e (ii) um solo arenoso fino subsuperficial pertencente à barreira litorânea. Bastos et al. (2008) apresentaram resultados de k para estes dois solos, através de ensaios em permeâmetro de parede flexível, quando compactados na Energia do Proctor Normal. Enquanto o primeiro solo apresentou condutividade hidráulica média de $9{,}94 \times 10^{-10}$m/s, o segundo apresentou $0{,}99 \times 10^{-7}$m/s. Assim, o estudo consolidou a posição da "argila vermelha" oriunda das saibreiras do município do Capão do Leão como único material que, na condição natural, atende especificações técnicas para a construção de barreiras minerais no sul da PCRS, dada a baixa condutividade hidráulica e boa compactabilidade,

características típicas de um solo argiloso de comportamento laterítico. Entretanto, a jazida deste solo encontra-se no limite superior da porção sul da PCRS, o que pode impactar nos custos de transporte para obras de terra que requeiram impermeabilização em regiões mais austrais. Por isso, este trabalho avalia o comportamento hidráulico e mecânico de misturas de solo arenoso fino subsuperficial pertencente à barreira litorânea misturado com bentonita, argilomineral expansivo que é capaz de diminuir a condutividade hidráulica da mistura, para uso como CCL ou camada composta no sul da PCRS, como alternativa à argila laterítica em condição natural.

MATERIAIS E MÉTODOS

Solo

O solo estudado é encontrado na PCRS, a qual, segundo Tomazelli e Villwock (2005) teve os depósitos que formam seu arcabouço geológico desenvolvidos a partir de sistemas deposicionais que ocorreram no final do Terciário e, principalmente, durante o Quaternário. A formação deu-se através de um amplo sistema de leques aluviais, situado em sua parte mais interna, próximo às áreas-fonte, e do acréscimo lateral de quatro sistemas deposicionais do tipo "laguna-barreira", apresentados na Figura 2b. Segundo Villwock e Tomazelli (1995), os depósitos sedimentares da PCRS compõem a seção superior emersa da Bacia de Pelotas. Ainda segundo os autores, os sistemas deposicionais se desenvolveram a partir de ciclos transgressivos-regressivos controlados pela glacioeustasia e registraram máximos transgressivos seguido por regressões. De acordo com Tomazelli (1990, 1993) a transgressão pós-glacial iniciada em torno de 14 ka atrás foi promovida por uma subida rápida do nível do mar, pontuada por breves períodos de estabilização. Côrrea (1990) reconheceu, ao longo da PCRS, paleoníveis marinhos nas profundidades atuais de 120-130m, 60-70m, 32-45m e 20-25m, que marcam estes períodos de estabilização. Há cerca de 5,1 ka foi atingido o máximo avanço, com linha de costa estendendo- se até os depósitos da Barreira III, parcialmente erodindo-os e escavando uma falésia de abrasão. Após 5,1 ka, uma fase transgressiva ampliou a Barreira IV e os depósitos do sistema lagunar (BUCHMANN, 1997).

Com a realização dos estudos de Bastos (2003), Bastos et al. (2007) e Bastos et al. (2008) foi evidenciada a possibilidade do uso técnico de misturas de bentonita e de um solo encontrado no horizonte de evolução pedogenética de uma das barreiras litorâneas que formam a PCRS, de idade pleistocênica, denominada Barreira Litorânea II (VILLWOCK, 1984), identificado na Figura 3. Segundo Bastos et al. (2008), esta barreira está relacionada ao segundo evento transgressivo-regressivo do mar no Pleistoceno, com idade aproximada de 325 ka e trata-se do sistema ilhas-barreira responsável pelo primeiro isolamento da Lagoa Mirim. Os sedimentos são compostos por areias quartzo-feldspáticas, castanho-amareladas, bem-arredondadas, envoltas em uma matriz síltico-argilosa de natureza diagenética. Os processos pedogenéticos atuais e pretéritos afetaram profundamente estes sedimentos, o que destruiu estruturas sedimentares primárias. Os processos pedogenéticos atuantes sobre este pacote de sedimentos, em particular a translocação de elementos no perfil e a consequente acumulação de argila e óxidos de ferro e alumínio no horizonte B, determinaram a formação de Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos arênicos, identificados como pertencentes à unidade de mapeamento Tuia (EMBRAPA, 2006).

De acordo com Bastos et al. (2008), este solo tem sido explorado de forma incipiente para pequenas obras de terra na região. Entretanto, suas peculiares características físicas e morfológicas, assemelhadas a solos arenosos finos lateríticos da região sudeste do país, justificam o aprofundamento do estudo das propriedades geotécnicas deste solo na condição compactada. Ainda de acordo com os autores, o solo estudado pertence ao horizonte pedogenético B de perfis de Argissolos Vermelho-Amarelos, formados nos terrenos sedimentares da Barreira Litorânea II, o qual é tradicionalmente chamado pelo Grupo de Geotecnia da FURG de solo ARMAR, em função do nome fantasia de uma das empresas que o explora comercialmente, denominada de Areia do Mar. A Figura 4a ilustra a ocorrência deste solo no litoral sul do Rio Grande do Sul, bem como indica a localização da jazida estudada e a Figura 4b

apresenta o perfil deste solo. Bastos et al. (2008) afirmam que é frequente o perfil deste solo apresentar-se recoberto por depósitos eólicos recentes, ainda sujeitos à mobilização pelo vento. Outra situação comum é a presença de mosqueados no perfil quando este atinge a zona de oscilação do lençol freático (caráter plíntico).

A jazida estudada localiza-se às margens da BR-392, no trecho Pelotas-Rio Grande, na localidade de Domingos Petrolini, onde o solo de interesse é explorado comercialmente. A maior parte do material explorado é beneficiado em secador a lenha e é comercializado para a indústria de fertilizantes do município de Rio Grande, exercendo papel no processo de granulação do adubo. Mais recentemente, em função das obras de duplicação rodoviária que vem acontecendo na região, este solo passou também a ser utilizado para este fim. Ao todo, foram coletados cerca de 200 kg do solo previamente seco e acondicionado em depósito, conforme ilustra a Figura 5a. Em seguida, o material foi acomodado em caixas de madeirite e foi transportado para o local de realização dos ensaios (Figura 5b).

Bentonita

A bentonita utilizada na pesquisa é uma bentonita sódica ativada (montmorilonita cálcica ativada com carbonato de cálcio), cuja principal característica de interesse é a elevada capacidade de expansão quando hidratada. O aditivo utilizado nesta pesquisa atende comercialmente pelo nome de Permagel e foi fornecido pela empresa Bentonit União Nordeste S. A. A Tabela 1 apresenta a composição química da bentonita e a Tabela 2 apresenta algumas propriedades geotécnicas da mesma.

Mistura solo-bentonita

Nesta pesquisa foram utilizadas misturas de solo ARMAR e bentonita nos teores de 2, 4 e 6%, as quais são denominadas, respectivamente, por S02, S04 e S06. O solo natural, ou seja, sem o acréscimo de aditivo é denominado S00. Cabe ressaltar que as proporções de solo e bentonita foram calculadas em função do peso seco dos materiais. A preparação das misturas foi realizada adotando-se os seguintes procedimentos: (i) descondicionamento das caixa de madeirite; (ii) secagem ao ar; (iii) homogeneização do solo; (iv) redução da quantidade de material, por quarteamento, até a obtenção de massa do material suficiente para a realização do ensaio; (v) rehomogeneização do material com auxílio da peneira de abertura 2 mm; (vi) adição da bentonita, no teor desejado, seguido pela homogeneização manual da mistura; (vii) adição da massa de água necessária, seguida pela completa homogeneização dos materiais; (viii) acondicionamento da mistura, devidamente identificada, em sacos plásticos hermeticamente fechados, seguido por repouso, por no mínimo três dias, com o intuito de ser atingida a completa homogeneização do material.

Mistura solo-bentonita

Nesta pesquisa foram utilizadas misturas de solo ARMAR e bentonita nos teores de 2, 4 e 6%, as quais são denominadas, respectivamente, por S02, S04 e S06. O solo natural, ou seja, sem o acréscimo de aditivo é denominado S00. Cabe ressaltar que as proporções de solo e bentonita foram calculadas em função do peso seco dos materiais. A preparação das misturas foi realizada adotando-se os seguintes procedimentos: (i) descondicionamento das caixa de madeirite; (ii) secagem ao ar; (iii) homogeneização do solo; (iv) redução da quantidade de material, por quarteamento, até a obtenção de massa do material suficiente para a realização do ensaio; (v) rehomogeneização do material com auxílio da peneira de abertura 2 mm; (vi) adição da bentonita, no teor desejado, seguido pela homogeneização manual da mistura; (vii) adição da massa de água necessária, seguida pela completa homogeneização dos materiais; (viii) acondicionamento da mistura, devidamente identificada, em sacos plásticos hermeticamente fechados, seguido por repouso, por no mínimo três dias, com o intuito de ser atingida a completa homogeneização do material.

Métodos

A seguir são apresentados os métodos de ensaios e demais procedimento adotados no programa experimental. Em síntese, todos os métodos foram realizados adotando-se

procedimentos preconizados em normas técnicas, as quais estão devidamente referenciadas. No caso de modificação de procedimento descrito em alguma norma técnica ou ausência de padronização específica é realizada uma descrição mais detalhada do método adotado.

A preparação das amostras e determinação do teor de umidade das mesmas foram realizados de acordo com os procedimentos estabelecidos pela NBR 6457/16. O limite de liquidez e o limite de plasticidade foram determinados pela NBR 6459/16 e NBR 7180/16, respectivamente. A análise granulométrica e a massa específica dos grãos foram determinadas conforme recomendações da NBR 7181/16 e NBR 6508/14, respectivamente. Entretanto, o caráter expansivo e a dificuldade para a completa hidratação da bentonita fez com que alguns procedimentos tivessem que ser alterados:

- para o ensaio de granulometria conjunta ao invés de 75 g de material, foi utilizado 25 g e para garantir a completa hidratação do material, o mesmo foi deixado em repouso por uma semana em solução de 125 g de hexametafosfato de sódio (concentração de 45,7 g de sal para 1.000 cm³ de solução em água destilada);

- para a determinação do peso específico dos grãos foram utilizadas apenas 15 g do material, ao invés de 50 g recomendado e o tempo de repouso da amostra em água destilada foi de uma semana.

Além da caracterização geotécnica tradicional, o solo natural e as misturas também foram caracterizados pela Metodologia MCT (Miniatura, Compactado, Tropical), adotando-se os procedimentos recomendados por Nogami e Vilibor (1995).

Os corpos de prova (CP) utilizados nos ensaios triaxiais foram compactados dinamicamente na Energia do Proctor Intermediário. As dimensões consideradas aceitáveis foram de 50 ± 1 mm de diâmetro (*D*) e 125 ± 1 m de altura (*H*), de forma a atender a relação altura-diâmetro prescrita pela ASTM D 4767/1995 (H = 2,0 a 2,5 *D*). Os parâmetros de compactação foram obtidos através de procedimento de compactação, conforme recomendações da NBR 7182/16. Convém destacar que, em função da possibilidade de quebra dos grãos e do caráter expansivo da bentonita, todos os ensaios foram realizados sem o reuso do material.

Após moldagem de cada um dos CPs, foi realizada a instalação do mesmo em câmara triaxial, seguindo-se as seguintes etapas: (i) saturação das válvulas presentes na base da câmara triaxial, seguida pela limpeza e lubrificação com graxa de silicone a superfície da mesma; (iii) posicionamento do CP sobre o pedestal da câmara, com disposição da pedra porosa e papel filtro, previamente saturados, na base e no topo do mesmo; (iv) colocação do cabeçote (*top cap*) sobre o conjunto papel filtro e pedra porosa acondicionados no topo do CP; (iv) colocação de duas membranas impermeáveis de látex nas regiões superior e inferior do CP, na interface com base e *top cap*, de forma a diminuir a possibilidade de danos à membrana final; (v) colocação da membrana impermeável que reveste todo o espécime com vedação através de anéis *o'ring* no topo e na base do CP; (vi) fechamento da câmara triaxial com posterior ajuste e travamento do pistão de carregamento axial sobre o cabeçote justaposto ao CP, restringindo assim possíveis deformações longitudinais ao mesmo durante as fases de saturação e adensamento; (vii) eliminação de bolhas de ar oclusas nas linhas condutoras de pressão; (viii) preenchimento da câmara com água destilada; e (ix) retirada de possível bolhas de ar retidas no interior da câmara triaxial, por meio de um suspiro localizado junto à tampa da mesma. O aspecto geral do CP instalado em câmara triaxial é mostrado na Figura 6.

Uma vez instalado o CP, foi então estabelecida a fase de saturação do mesmo. Inicialmente percola-se água durante 24 horas no CP. Isto é realizado mantendo-se a tensão confinante em 50kPa e a contrapressão em 40kPa. Após este período, uma vez ao dia eleva-se a pressão confinante e contrapressão em 50kPa. As pressões são elevadas até atingir-se um estágio de 600 e 590kPa. Após 24 horas da aplicação deste estágio, a saturação é verificada através do parâmetro *B* de Skempton, o qual é definido através da Equação 1, em que Δu é o acréscimo de pressão neutra gerada e $\Delta\sigma$ é o incremento de tensão confinante aplicada. Assume-se que o CP está saturado quando o valor de *B* for superior a 0,9. Se o CP não pudesse ser considerado saturado,

aplicavam-se novos estágios até a saturação poder ser presumida. Após confirmação da saturação do CP, era iniciada a fase de percolação para determinação da condutividade hidráulica. O fluxo de água foi estabelecido aplicando-se um gradiente hidráulico de aproximadamente 5, oferecido pela diferença de 5kPa nas pressões entre base e topo ao longo dos, aproximadamente, 10cm de altura do CP. Destaca-se que as referidas pressões eram ajustadas de acordo com a pressão confinante empregada ao final do estágio de saturação e que o gradiente hidráulico usado está em conformidade com as especificações da ASTM D 5084/2010.

O volume de água percolado foi medido por meio de um variador de volume acoplado a um transdutor de deslocamento. As informações foram transferidas, processadas e registradas automaticamente, em intervalos de tempo pré-programados, a partir de um sistema de aquisição de dados gerenciado por *software* de interface. A técnica permitiu determinar a vazão percolada e, através da aplicação da Lei de Darcy (Equação 2), determinar a condutividade hidráulica. Para fins de padronização, convencionou-se adotar a condutividade hidráulica referida à água na temperatura de 20ºC, utilizando-se as Equações 3 e 4, as quais são sugeridas pela ASTM D 5084/2010, em que Q é a vazão, k é a condutividade hidráulica, i é o gradiente hidráulico, A é a área da seção transversal, k_{20} é a condutividade hidráulica a 20ºC e T é a temperatura. Analogamente, a condutividade hidráulica também foi realizada após a fase de adensamento dos CPs. Entretanto, as pressões de base e topo foram ajustadas de acordo com a pressão confinante na etapa precedente.

Os ensaios triaxiais realizados foram do tipo CU (adensado e não drenado) com medida de poropressão e com um único estágio de carregamento. Foram realizadas quatro séries de ensaios (S00, S02, S04 e S06), com um mínimo de três ensaios cada, variando a tensão de confinamento aplicada. Como para situação convencionais de Engenharia, a tensão a que um solo está submetido em campo raramente ultrapassa 400 kPa, adotou-se este valor máximo para a tensão de confinamento. Assim, foram adotadas tensões de confinamento de 100, 200 e 400 kPa. A velocidade da prensa de cisalhamento foi de 0,2 mm/min.

A tensão de confinamento imposta na fase de adensamento corresponde à tensão principal menor durante a fase de ruptura ($\sigma 1$). A tensão desviadora ao longo de toda a etapa de ruptura foi medida através de anel dinamométrico acoplado a um transdutor de deslocamento e foi medida com taxa de aquisição de 1 Hz. A tensão desviadora máxima somada à tensão principal menor corresponde à tensão principal maior ($\sigma 1$). Estas duas tensões principais permitiram determinar o Círculo de Mohr de cada CP e com esta informação, determinar os parâmetros p (Equação 5) e q (Equação 6) da linha K-f e, em termos de tensões efetivas e, assim considerando a poropressão (u), p' (Equação 7) e q' (Equação 8).

A reta correspondente à envoltória no espaço p-q, em termos de tensões totais, é representada pela Equação 9 e, em termos de tensões efetivas, é representada pela Equação 10, em que a e a' são os parâmetros de resistência modificados, os quais representam a linha K-f. É demonstrado na bibliografia específica que os parâmetros de resistência no espaço tensão normal – cisalhante, correspondente à envoltória de Mohr-Coulomb podem ser determinados pelas Equações 11, 12, 13 e 14, em que Ø corresponde ao ângulo de atrito em termos de tensões totais, Ø' corresponde ao ângulo de atrito em termos efetivos, c corresponde ao intercepto coesivo em termos totais e c' corresponde ao intercepto coesivo em termos efetivos. Assim, as envoltórias de ruptura no espaço tensões normais-cisalhantes (σ - τ), são representadas, em termos totais e efetivos, respectivamente pelas Equações 15 e 16.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Caracterização geotécnica

A Tabela III apresenta os resultados de caracterização geotécnica obtidos para o solo natural, para as misturas solo-bentonita e para a bentonita. Os dados evidenciam que a bentonita apresenta um índice de atividade coloidal (Ia) de um solo ativo. Desta forma, fica confirmado o tipo de argilomineral expansivo (com estrutura 2:1) da bentonita sódica utilizada nesta pesquisa. O solo

natural, segundo este mesmo critério, é classificado como inativo. Além disso, constata-se que o acréscimo de bentonita, em todos os teores analisados, faz com que o solo se comporte como de atividade normal. Constata-se que há um aumento no limite de liquidez (w_l) com o acréscimo do aditivo. Sabe-se que este era um comportamento esperado, uma vez que o acréscimo de finos a um solo, caso do acréscimo de bentonita, tende a aumentar o limite de liquidez do mesmo. O limite de plasticidade (w_p) manteve-se praticamente constante com o acréscimo de bentonita e, consequentemente, o índice de plasticidade (I_p) das amostras apresentou um comportamento altamente influenciado pelo limite de liquidez. Constata-se também que com o acréscimo de aditivo, o peso específico dos grãos do solo aumenta. Este era um comportamento esperado uma vez que o peso específico dos grãos (γ_s) da bentonita é maior que o do solo natural (28,3 e 26,3 kN/m³, respectivamente).

A Tabela IV sumariza os resultados de distribuição granulométrica do solo natural, da bentonita e das misturas. Constata-se que a adição de bentonita não alterou significativamente a quantidade de argila das misturas. Este comportamento é semelhante ao encontrado por Morandini (2009). Este autor acredita que parte da bentonita adicionada às misturas agregou e/ou floculou a grãos siltosos e arenosos. Como neste trabalho observa-se uma diminuição das frações areia média e fina e um leve aumento das frações argila e silte, acredita-se que uma parte da bentonita tenha agregado e/ou floculado à fração silte. De posse dos resultados dos Limites de Atterberg das amostras e da composição das frações granulométricas, procedeu-se à classificação geotécnica dos solos segundo a TRB (*Transportation Research Board*) e pelo SUCS (Sistema Classificado de Classificação de Solos), cujos resultados estão resumidos na Tabela 5. Pelo SUCS tanto o solo natural quanto as misturas são classificadas como SC, ou seja, areia argilosa. Pelo TRB, o solo natural é classificado como pertencente ao grupo A-6, ou seja, argila plástica de baixa compressibilidade, e com a adição de bentonita as misturas passam a se comportar como argila plástica de alta compressibilidade, ou seja, a adição de bentonita tende a diminuir o desempenho mecânico das misturas. Além disso, mesmo todas as misturas sendo classificadas como de argila plástica de alta compressibilidade, o aumento do índice de grupo com o aumento do teor de bentonita denota a diminuição na capacidade de suporte causada pelo acréscimo do aditivo.

As curvas de compactação obtidas para a Energia do Proctor Intermediário são apresentadas na Figura 07 e os parâmetros de compactação – $w_{ót}$ (umidade ótima) e $\gamma_{dmáx}$ (peso específico aparente seco máximo) são identificados na Tabela 6. Vale ressaltar que a curva de saturação traçada na Figura 7 é referente ao solo sem o acréscimo de aditivo. Através dos parâmetros de compactação obtidos pode-se observar que o solo natural e as misturas apresentaram comportamento compatível com o esperado. O teor de umidade ótimo aumentou com o acréscimo de bentonita. Isto ocorre, provavelmente, devido ao fenômeno de absorção de água pela bentonita durante o processo de homogeneização da mistura. Analogamente, constatou-se que o peso específico aparente seco máximo diminuiu com o acréscimo de bentonita. Estima-se que este fenômeno ocorre, provavelmente, devido à textura do solo tornar-se gradualmente mais fina conforme o aumento no teor de bentonita.

A Metodologia MCT classifica pedologicamente o solo natural como LA' (solo arenoso de comportamento laterítico), a mistura com 2% como NA' (areia siltosa ou areia argilosa de comportamento não-laterítico) e as misturas com 4 e 6% de aditivo como NG' (argila, argila siltosa ou argila arenosa de comportamento não-laterítico). Assim, entende-se que o acréscimo de bentonita ao solo natural é responsável por mudar o comportamento laterítico apresentado pelo mesmo para comportamento não-laterítico. Além disso, na condição natural o solo comporta-se como arenoso e apenas 2% de aditivo já é o suficiente para mudar a classificação para areia siltosa ou argila arenosa e, a partir de 4% de aditivo, o solo é classificado como argila, argila siltosa ou argila arenosa, ou seja, comportamento de solo fino.

Ensaios em equipamento triaxial

As características de moldagem dos CPs

ensaiados e o parâmetro B de Skemton encontram-se na Tabela 7, onde h0 é a altura inicial do CP, D0 méd é o diâmetro inicial médio do CP, m é a massa do CP, w0 é o teor de umidade de moldagem do CP, e é o índice de vazios inicial do CP, n é a porosidade inicial do CP, GC é o grau de compactação, S é o grau de saturação e B é o parâmetro B de Skempton. Os resultados apontam para uma moldagem satisfatória das misturas, com todos os espécimes atingindo mais de 98% do grau de compactação e para uma dificuldade, conforme o acréscimo de bentonita, para atingir a saturação do solo, expressa pela diminuição do parâmetro B de Skempton.

Os resultados dos ensaios de condutividade hidráulica do solo natural e das misturas solo-bentonita antes da fase de adensamento estão apresentados na Figura 8 e Tabela 8 apresenta os resultados em termos médios. Os ensaios foram realizados em triplicata para cada teor de bentonita e a condutividade hidráulica foi calculada em termos do volume percolado de água desde o tempo inicial do ensaio. Os ensaios foram realizados com tempos variáveis entre 300 e 480 minutos, aproximadamente. Observa-se que o solo natural apresenta uma condutividade hidráulica média da ordem de 10-7m/s e, com o acréscimo de aditivo este valor diminui, sendo que apenas o teor de 6% de aditivo torna o material apto para uso como CCL.

Os resultados para a fase de adensamento são apresentados na Figura 9 e na Tabela 9 são apresentadas as deformações volumétricas de estabilização em função do teor de bentonita e da tensão de confinamento. Em síntese, observa-se que a deformação volumétrica de estabilização diminui com o acréscimo de aditivo e aumenta com a tensão de confinamento.

Os resultados dos ensaios de condutividade hidráulica do solo natural e das misturas solo-bentonita após a fase de adensamento estão apresentados na Figura 10 e são sumarizados na Tabela 10. Como era esperado, a condutividade hidráulica, também na fase pós adensamento, diminui tanto com o acréscimo de bentonita, quanto com o aumento da tensão de confinamento. O acréscimo de bentonita no teor de 6% causou uma diminuição da ordem de mil vezes em relação ao solo natural (de 10-7 para 10-10m/s). Desta forma, o solo S06 é o único que atende o requisito de condutividade hidráulica para CCL.

As curvas de tensão desviadora e poropressão em função da deformação axial durante a fase cisalhamento são apresentadas na Figura 11. Observa-se que as curvas correspondentes a 0, 2 e 4% de bentonita apresentaram o comportamento de uma areia compacta, enquanto as curvas correspondentes a 6% de bentonita apresentaram o comportamento de uma argila normalmente adensada. Assim, evidencia-se que 6% de bentonita é suficiente para mudar o comportamento mecânico do solo natural. A tensão desviadora na ruptura apresentou um comportamento similar para todas as tensões de confinamento. O solo natural apresentou uma tensão desviadora na ruptura superior ao de todas as misturas, o que enfatiza a contribuição da bentonita no decréscimo de resistência do solo. Entretanto, com o acréscimo de bentonita, esta tensão apresenta um decréscimo até tender, aproximadamente, a uma estabilização. Lukiantchuki (2007) observou um comportamento semelhante a este. Entretanto, entre 5 e 9% de acréscimo de bentonita, a autora detectou um aumento neste parâmetro.

A partir destes resultados é possível calcular os parâmetros de resistência, tanto em termos totais, quanto efetivos, das amostras estudas. A Tabela 11 sumariza estes resultados. Observa-se que, em geral, a coesão aumentou com o acréscimo de bentonita. Este era um comportamento esperado em função do aumento da quantidade de finos ao solo com o acréscimo de bentonita. Por outro lado, o ângulo de atrito efetivo diminuiu com o acréscimo de bentonita. É provável que este comportamento ocorra pelo efeito de lubrificação que os grãos finos da bentonita ocasionam quando misturado ao solo natural.

Escolha do solo para uso como CCL ou camada composta

Um dos métodos mais tradicionais no Brasil para escolha de solo para uso como CCL ou camada composta CCL + GÇL é o da CETESB (1993). Por isso, a Tabela 12 compara os requisitos estabelecidos por este método aos solos avaliados

por este trabalho. Com base nos critérios explicitados, ratifica-se que a mistura com 6% de bentonita é a única que atende todos os requisitos para uso como camada impermeabilizante.

CONCLUSÕES

Algumas regiões da costa brasileira, como a Planície Costeira do Rio Grande do Sul, apresentam poucos materiais aptos para o uso em obras de terra e, neste contexto, solos adequados para o uso como barreira mineral são ainda mais difíceis de serem encontrados, dado a natureza granular predominante nos solos encontrados na região. É relatado na literatura apenas um solo encontrado na porção sul desta região que apresenta condições para este uso. Entretanto, este solo localiza-se no limite superior desta região, o que faz com que regiões mais austrais tenham um custo mais oneroso com o transporte e, por isso, precisem avaliar o uso de outras técnicas. Neste contexto, este trabalho avalia o uso técnico de um solo fino de comportamento laterítico, encontrado na Planície Costeira do Rio Grande do Sul aditivado com bentonita para uso como CCL ou mesmo camada composta CCL + GCL.

O solo natural e as misturas foram caracterizados geotecnicamente pelos métodos tradicionais de caracterização geotécnica (TRB e SUCS) e por um método indicado para solos tropicais (Classificação MCT). Observa-se que embora o aumento de bentonita não modique significativamente as classificações tradicionais, a Classificação MCT é fortemente influenciada por este acréscimo, uma vez que o solo granular natural com apenas 6% de bentonita perde seu comportamento laterítico e passa a se comportar como um solo fino.

O comportamento hidráulico e mecânico do solo natural e das misturas, quando compactados na Energia do Proctor Intermediário, foram avaliados por ensaios triaxiais para determinação da condutividade hidráulica (antes e após a fase de adensamento) e por ensaios do tipo adensado e não-drenado com medida de poropressão, os quais permitiram a obtenção dos parâmetros de resistência em termos totais e efetivos. Os resultados apresentados indicam que a mistura com 6% de bentonita é a única que atende a todos os requisitos impostos pela CETESB (1993) para uso como barreira impermeabilizante. Entretanto, a realização deste trabalho evidenciou que apesar do aumento da coesão causada pelo acréscimo de bentonita, este acréscimo contribui para a lubrificação das partículas, com consequente diminuição do ângulo de atrito e, assim, da resistência do solo. Assim, o trabalho apresenta como solução tecnicamente viável para uso em CCL ou CCL+GCL na região o uso do solo ARMAR, com 6% de bentonita, compactado na Energia do Proctor Normal. Entretanto, destaca que apesar do acréscimo de bentonita contribuir para a diminuição da condutividade hidráulica do solo, ocasiona diminuição da resistência ao cisalhamento do mesmo, a qual precisa ser adequadamente avaliada nos projetos geotécnicos.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 2010. D 5084: Standard test method for measurement of hydraulic conductivity of saturated porous materials using flexible wall permeameter. ASTM International, West Conshohocken, USA, 23 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1987. NBR 10157: Aterros de resíduos perigosos – critérios para projeto, construção e operação. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIR DE NORMAS TÉCNICAS. 1997. NBR 13896: Aterros de resíduos não perigosos – critérios para projeto, implantação e operação – procedimento. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2004. NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – aterros – diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2016. NBR 6457: Amostras de solos – preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2016. NBR 6459: Solo – determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1984. NBR 6508: Grãos de solo que passam na peneira 4,8 mm – determinação da massa específica. Rio de Janeiro.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2016. NBR 7180: Solo – determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2016. NBR 7181: Solo – análise granulométrica. Rio de Janeiro.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2016. NBR 7182: Solo – ensaio de compactação. Rio de Janeiro.
BENTONIT. 2023. Disponível em www.bentonit.com.br. Acessado em 26 jan 2023.
BASTOS. C. A. B. 2003. Estudos recentes conduzidos na FURG sobre solos alternativos para a pavimentação econômica e obras de terra na Planície Costeira. Anais do II Seminário de Engenharia Geotécnica do Rio Grande do Sul - GeoRS 2003. Rio Grande/RS, p. 31 – 40.
BASTOS, C. A. B.; MIRANDA, T. C.; SCHULER, A; SCHMITT, L. A.; VASCONCELOS, S. M. 2007. Mapeamento geotécnico da Planície Costeira Sul do Estado do Rio Grande do Sul. Anais do 6º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. Uberlândia/MG, CD, p. 538-552.
BASTOS, C. A. B.; SOUZA, E. W.; CAMARGO, K. R. 2008. Avaliação da permeabilidade de solos compactados no litoral sul do Estado do Rio Grande do Sul e adjacências para uso como barreiras impermeáveis em obras de aterros de resíduos. Anais do 12° Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia. Recife/PE, UFPE, 11 p.
BARBOZA, E.; TOMAZELLI, L. J.; DILLENBURG, S.; ROSA, M. 2008. Planície costeira do Rio Grande do Sul: erosão em longo período. Revista de la Sociedad Uruguaya de Geologia. 15, p. 94 – 97.
BARROS, C.M.M.; BASTOS, C.A.B.; CAMARGO, K.R.; SILVA, C.F. 2014. Ensaio de coluna parta percolação de contaminantes em misturas solo-bentonita visando alternativa de barreira mineral em região costeira. Vetor (FURG), v. 24, p. 24-47.
BOSCOV, M. E. 2008. Geotecnia Ambiental. Oficina de Textos, São Paulo, Brasil.
BUCHMANN, F. S. C.; VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, L. J. 1997. Evolução holocênica da paleoembocadura da Lagoa Mirim, RS, Brasil. Anais do 8º Congresso Latino Americano de Ciências do Mar. Santos, São Paulo. Boletim de Resumos.
CAMARGO, K.R. 2012. Avaliação da condutividade hidráulica e de resistência ao cisalhamento de misturas solo-bentonita: estudo de caso de um aterro sanitário localizado em Rio Grande (RS). Dissertação de Mestrado. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.
CAMARGO, K.R.; BRUCH, A.F.; RODRIGUES, M.L. 2023. Impermeabilização de fundo do aterro sanitário de Rio Grande/RS: considerações históricas, geológicas e geotécnicas. Revista Foco 16(5):e1728. DOI: 10.54751/revistafoco.v16n5-003.
CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. 1993. Resíduos Sólidos Industriais. São Paulo/SP.
CÔRREA, I. C. S. 1990. Analyse morphoescructurale et evolution paleogeographique de la plate-forme continentale atlantique sud-bresilienne (Rio Grande do Sul – Bresil). Tese de Doutorado. Talente – França. Universite de Bourdeaux.
DANIEL, D. E. 1993. Clay liners. Geotechnical Practice for Waste Disposal. London, Chapman & Hall.
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2006. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed. Rio de Janeiro. Embrapa Solos.
HEAD, K. H. 1998. Manual of soil laboratory testing. Vol.3, Effetive stress tests. ELE International Limited, 1238 p.
LUKIANTCHUKI, J. A. 2007. Influência do teor de bentonita na condutividade hidráulica e na resistência ao cisalhamento de um solo arenoso utilizado como barreira impermeabilizante. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.
MORANDINI, T. L. C. 2009. Condutividade hidrauliuca e compatibilidade em combinações de

solo tropical e bentonita para uso em barreiras. Dissertação de Mestrado. Escola de Minas. Universidade Federal de Ouro Preto.

NOGAMI, J. S.; VILLIBOR, D. F. 1995. Pavimentação de baixo custo com solos lateríticos. Ed. Villibor, São Paulo, 212 p.

TOMAZELLI, L. J. 1990. Contribuição aos estudos dos sistemas deposicionais holocênicos do nordeste da Província Costeira do Rio Grande do Sul – com ênfase no sistema eólico. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Geologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VILLWOCK, J. A. 1984. Geology of the Coastal Province of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. A Synthesis. Pesquisas, 16: 5 – 49.

TOMAZELLI, L. J. 1993. O regime dos ventos e taxa de migração e dunas eólicas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. Pesquisas em Geociências. Porto alegre 20(1): 18 – 26.

TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A. 1996. Quaternary geological evolution of Rio Grande do Sul Coastal Plain, Southern Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 68: 373-382.

TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A. 2005. Mapeamento geológico de planícies costeiras: o exemplo da costa do Rio Grande do Sul. Gravel, 3(1), p. 110-115.

VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, J. L. 1995. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. Notas Técnicas do CECO-IG-UFRGS. Porto Alegre, 8: 1 – 45.

VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, J. L.; LOSS, E. L.; DEHNARDT, E. A.; HORN FILHO, N. O.; BACHI, F. A.; DEHNARDT, B. A. 1986. Geology of Rio Grande do Sul Coastal Province. Rabassa, J. (ed). Quaternary of South America and Antartic Peninsula, 4., p. 79 – 97.

ANEXOS

$$B = \frac{\Delta u}{\Delta \sigma} \qquad 1$$

$$Q = k\, i\, A \qquad 2$$

$$k_{20} = R_T\, k \qquad 3$$

$$R_T = \frac{2,2902\,\left(0,9842\right)^T}{T^{0,1702}} \qquad 4$$

$$p = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \qquad 5$$

$$q = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \qquad 6$$

$$p = p - u \qquad 7$$

$$q' = q \qquad 8$$

$$q = a + p\,\tan\alpha \qquad 9$$

$$q' = a' + p'\,\tan\alpha' \qquad 10$$

$$\emptyset = \sin^{-1}\tan\alpha \qquad 11$$

$$c = \frac{a}{\cos\alpha} \qquad 12$$

$$\emptyset' = \sin^{-1}\tan\alpha' \qquad 13$$

$$c' = \frac{a'}{\cos\alpha'} \qquad 14$$

$$\tau = c + s \tan \emptyset \qquad 15$$

$$\tau' = c' + s' \tan \emptyset' \qquad 16$$

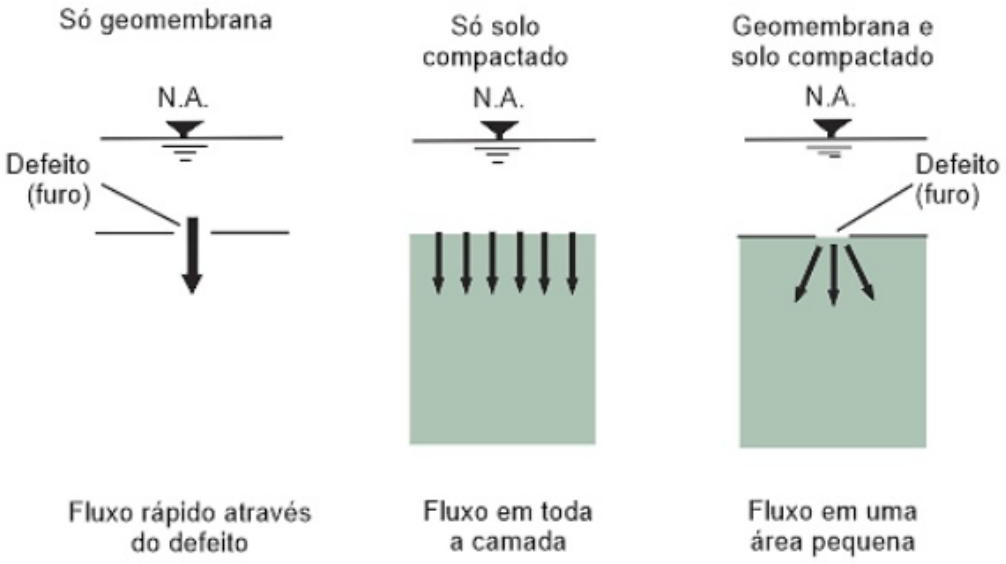


Figura 1. Padrões de percolação através de geomembranas, solos e sistemas compostos. Fonte: modificado de Daniel (1993) por Boscov (2008)

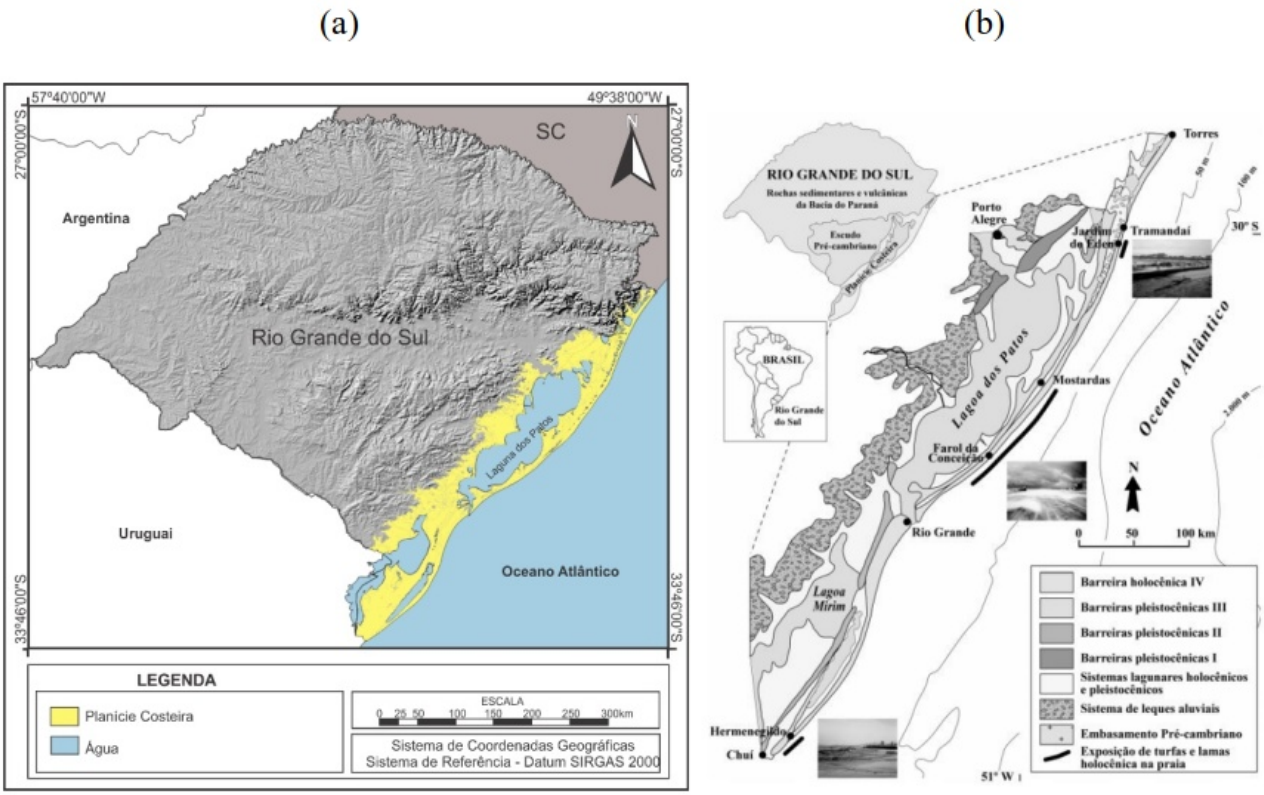


Figura 2. Planície Costeira do Rio Grande do Sul: (a) localização; e (b) mapa geológico simplificado. Fonte: (a) este trabalho (b) modificado de Tomazelli e Villwock (1996) por Barboza et al. (2008).

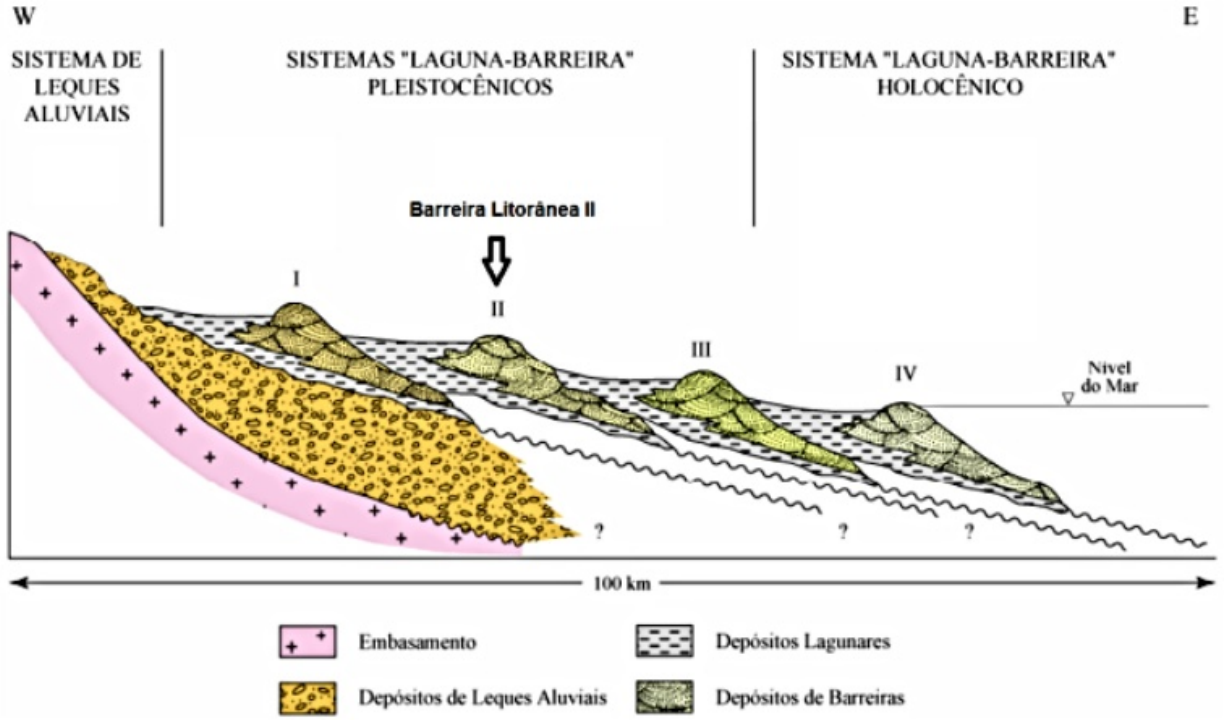


Figura 3. Perfil esquemático (W-E) transversal aos sistemas deposicionais da PCRS. Fonte: modificado de Villwock e Tomazelli (1995).

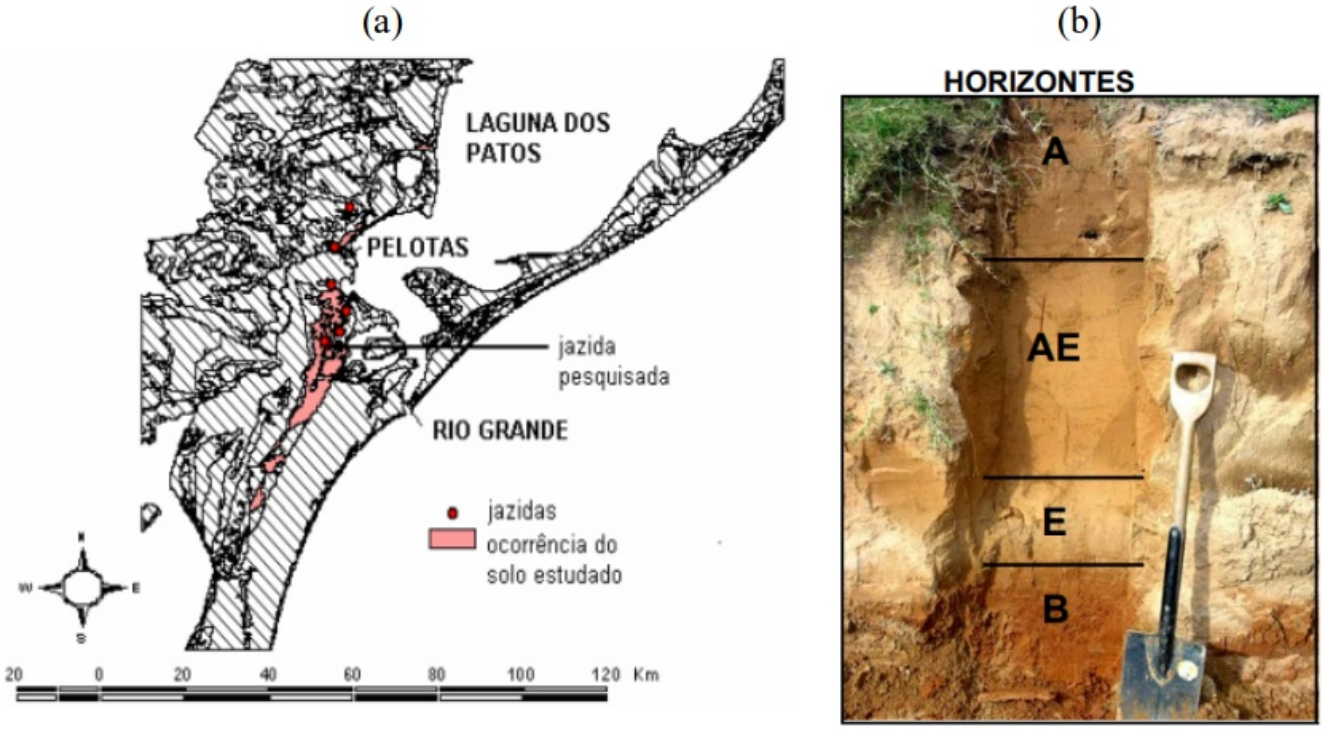


Figura 4. (a) Ocorrência do solo estudado no litoral sul do Rio Grande do Sul e localização da jazida estudada; (b) perfil do solo ARMAR. Fonte: Bastos et al. (2008).



Figura 5. Solo ARMAR: (a) depósito e local de coleta da amostra; e (b) exemplo de caixa de madeirite usada para o transporte da amostra.

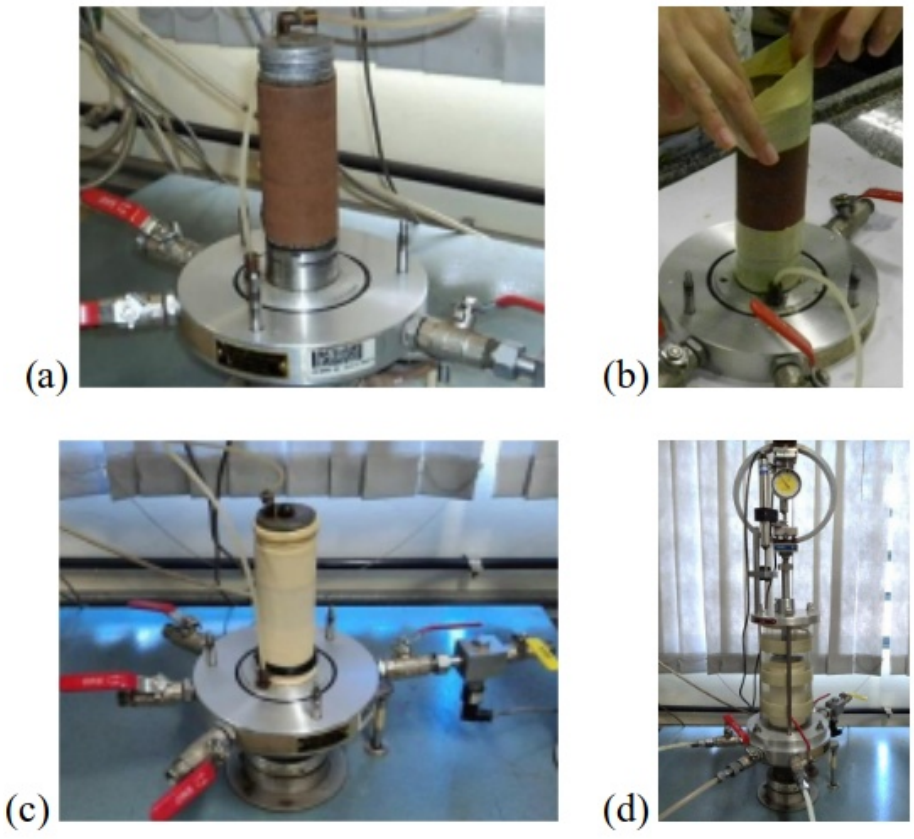


Figura 6. Instalação de CP em câmara triaxial: (a) instalação do CP na base; (b) instalação das membranas protetoras; (c) instalação da membrana; e (d) câmara montada.

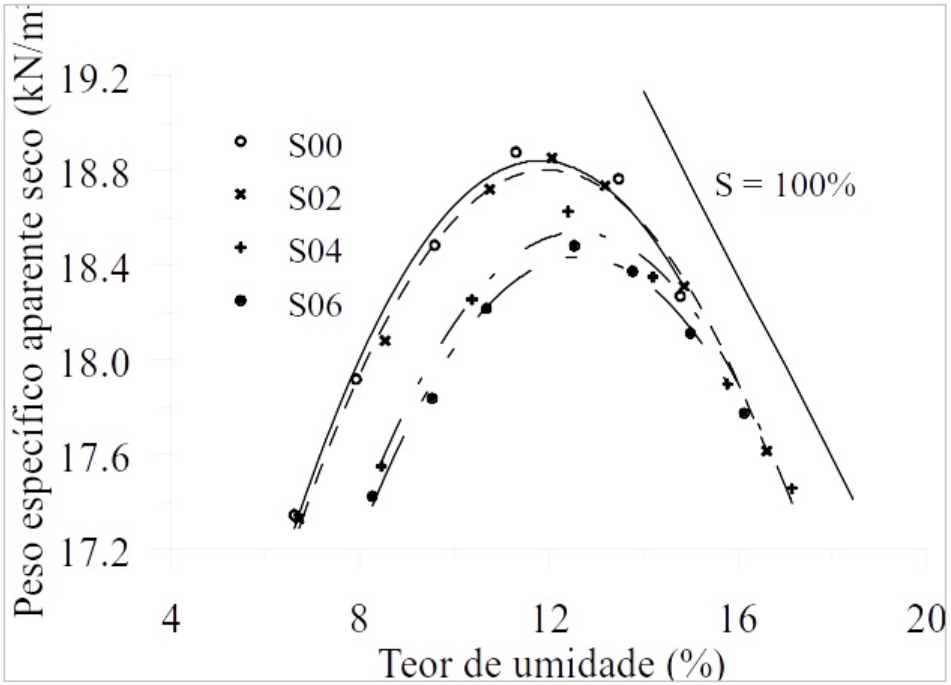


Figura 7. Curvas de compactação para o solo natural e misturas solo-bentonita

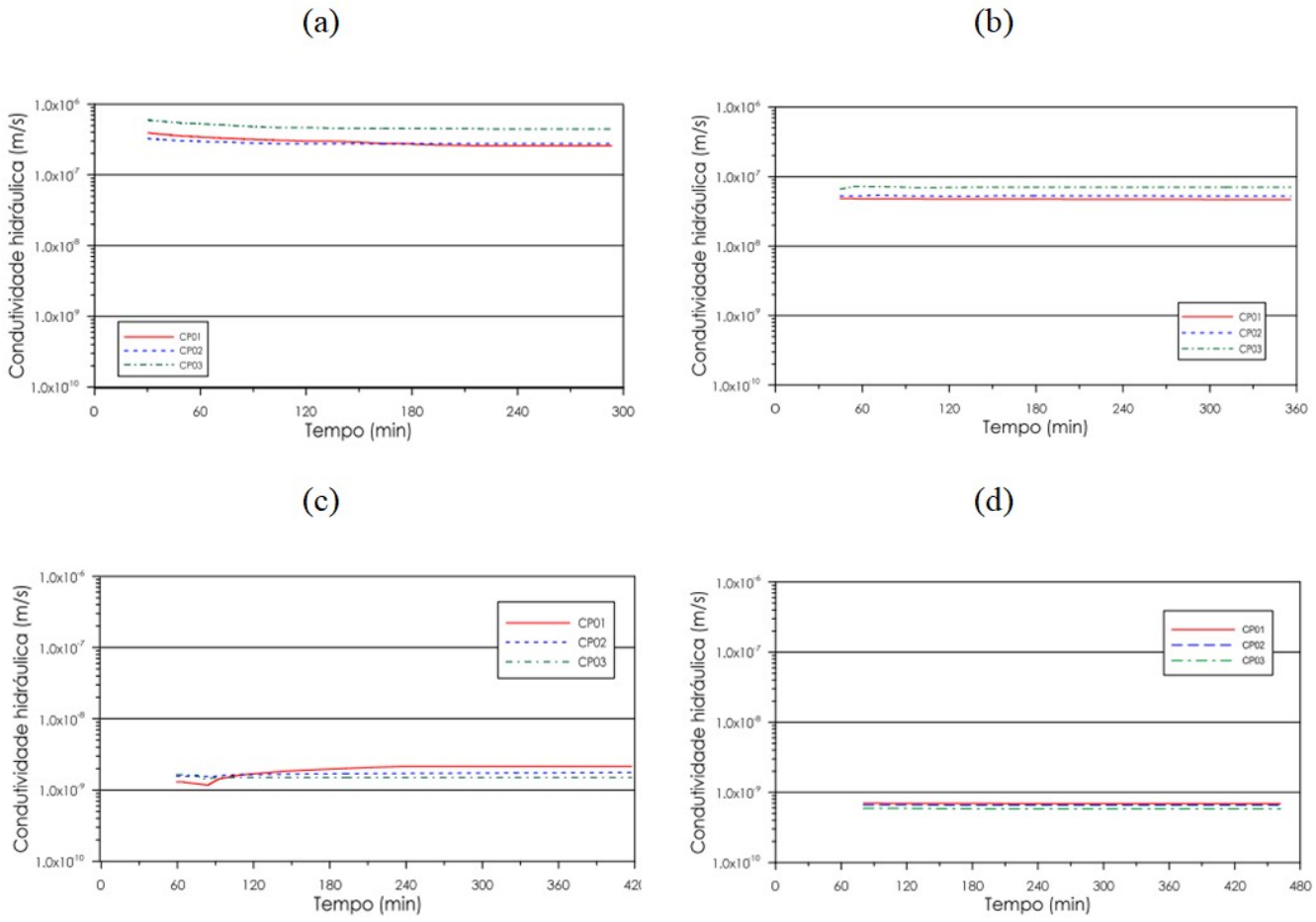


Figura 8. Condutividade hidráulica antes da fase de adensamento: (a) S00; (b) S02; (c) S04; e (d) S06.

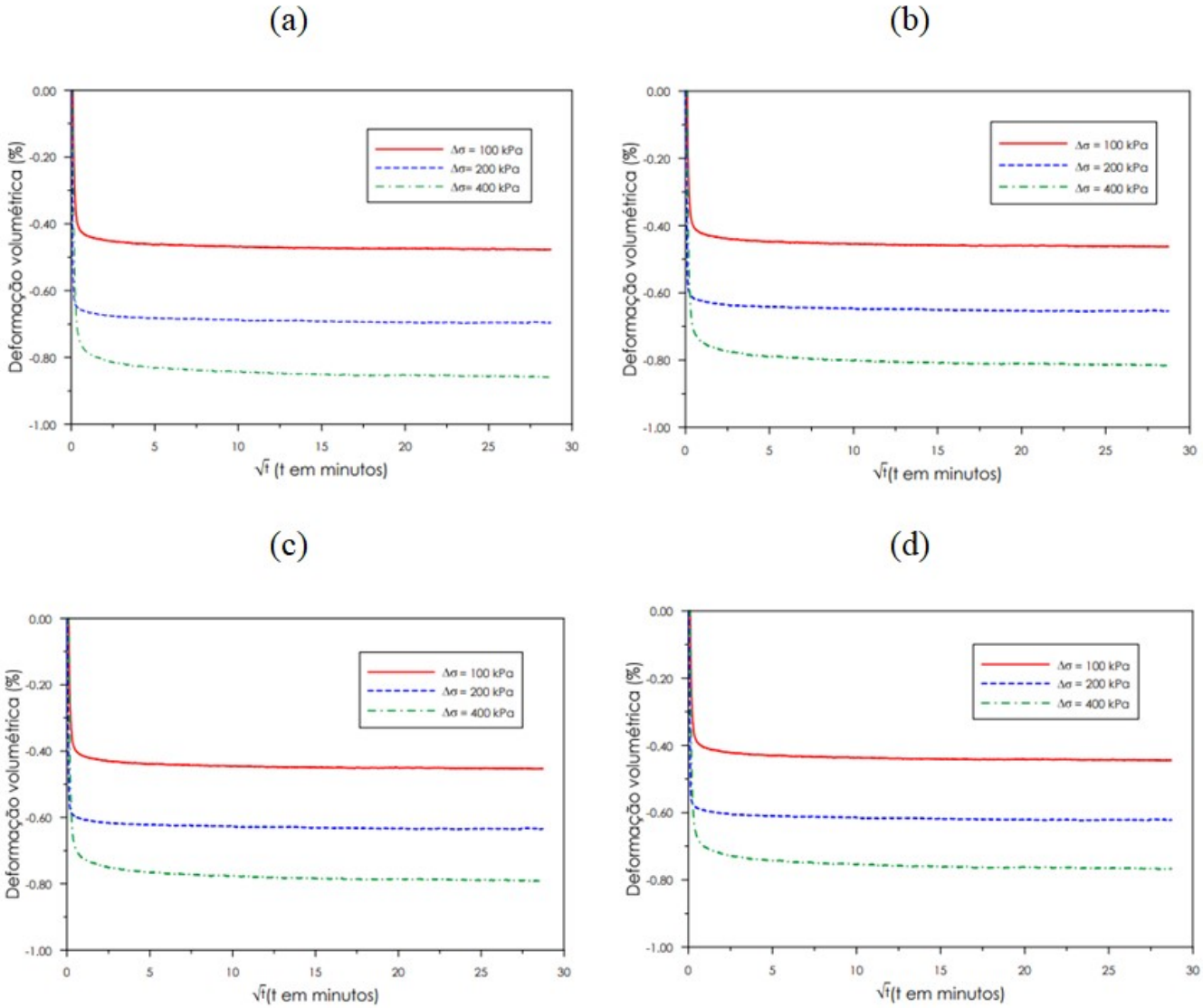


Figura 9. Variação volumétrica na fase de adensamento: (a) S00; (b) S02; (c) S04; e (d) S06.

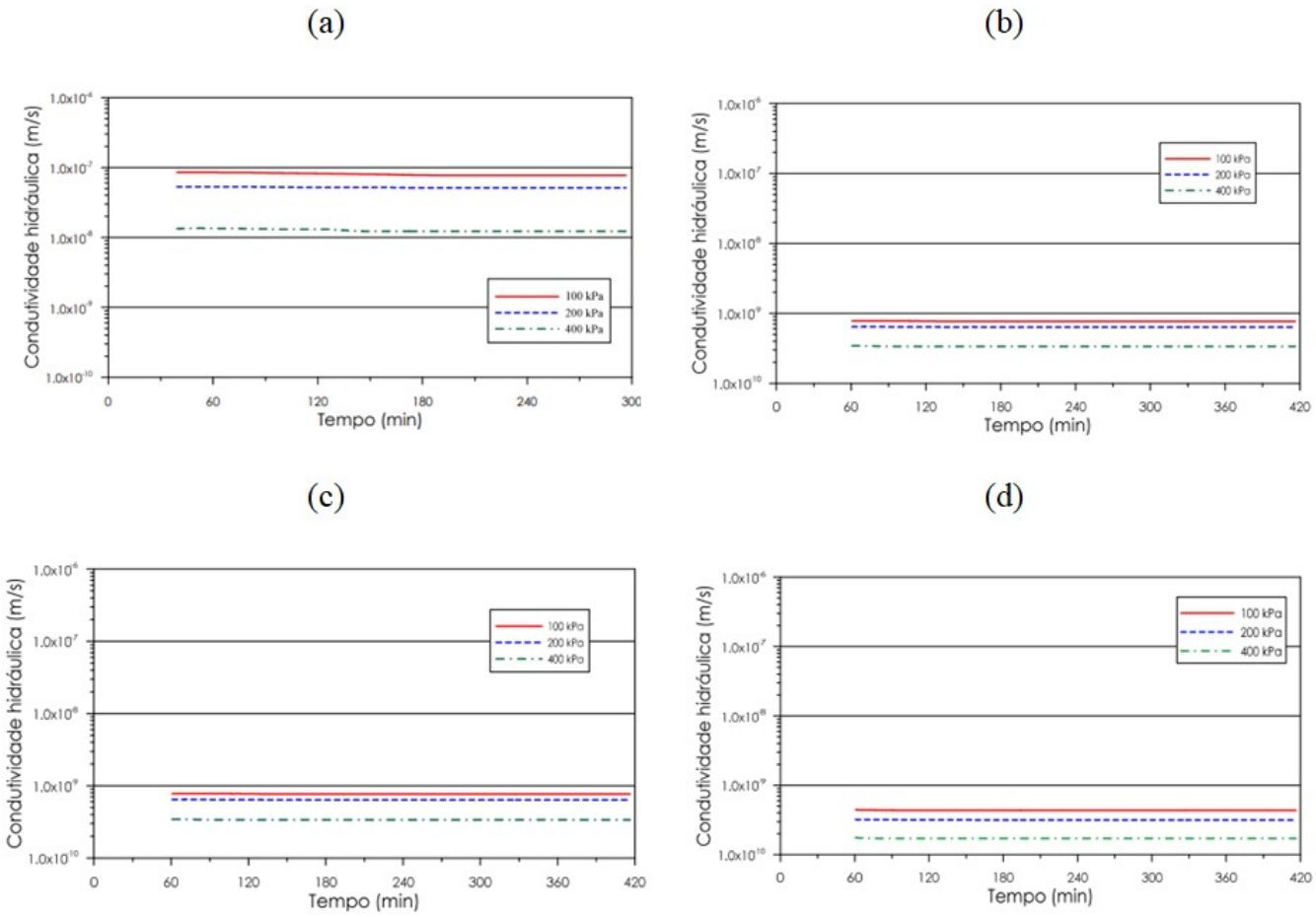


Figura 10. Condutividade hidráulica após fase de adensamento: (a) S00; (b) S02; (c) S04; e (d) S06.

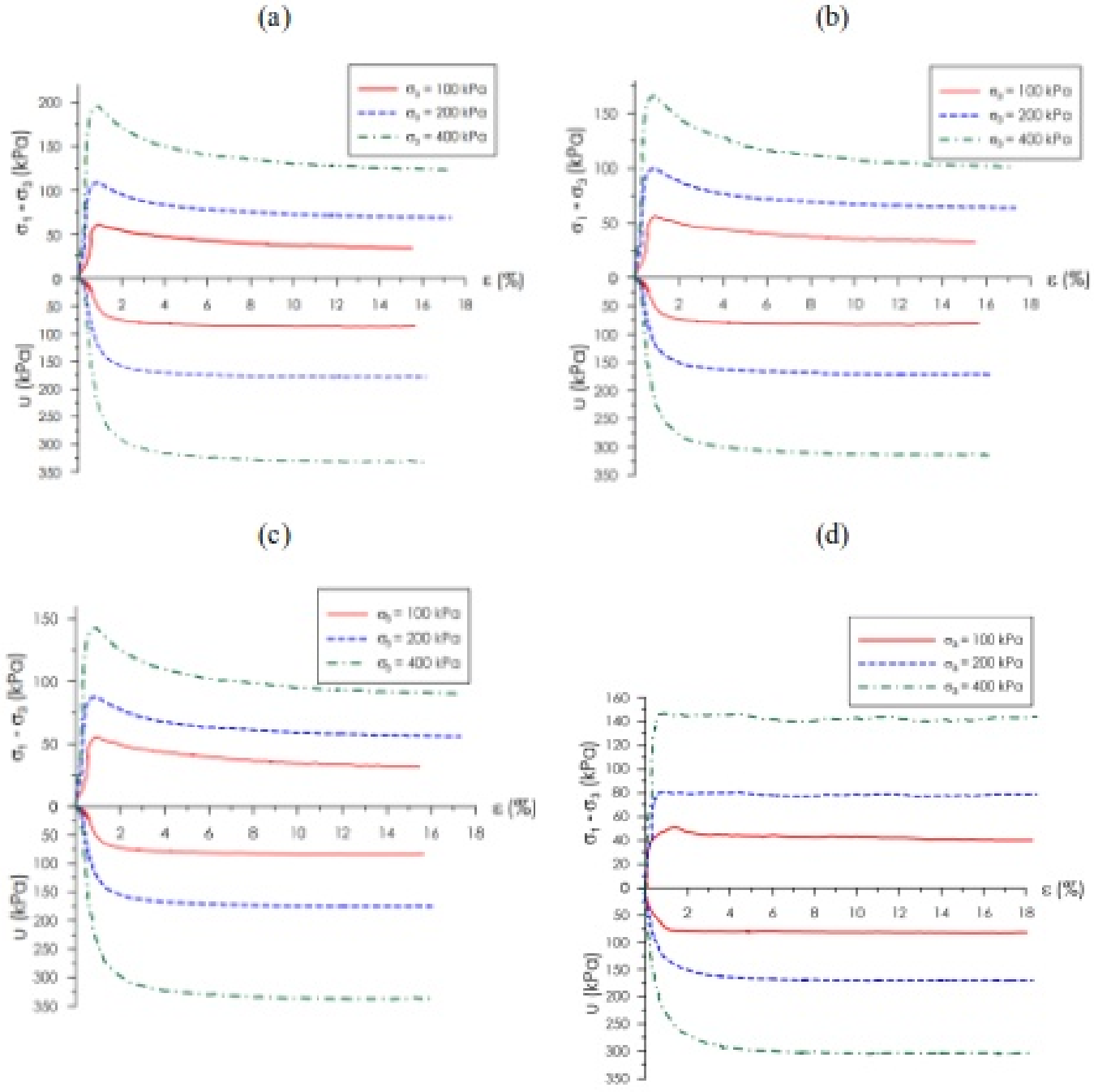


Figura 11. Curvas de tensão desviadora e poropressão em função da deformação axial: (a) S00; (b) S02; (c) S04; e (d) S06.

Tabela I: Composição química da bentonita

Composição química	%
Anidro silícico	60,20
Óxido de alumínio	18,50
Óxido férrico	7,20
Óxido de magnésio	2,00
Óxido de cálcio	2,40
Óxido de titânio	0,90
Óxido de potássio	0,53

Fonte: Bentonit (2023)

Tabela II: Propriedades geotécnicas da bentonita

Propriedade	%
Peso específico dos sólidos (kN/m³)	28 - 30
Limite de liquidez (%)	450 - 490
Limite de plasticidade (%)	40 - 65
Peso específico seco (kN/m³)	9,60
Teor de umidade ótimo	50
Umidade natural (%)	17 - 19
Condutividade hidráulica (m/s)	1×10^{-10}
pH – 4,5% suspensão (%)	9,5

Fonte: Bentonit (2023)

Tabela III: Caracterização geotécnica do solo natural e misturas analisadas

	S00	S02	S04	S06	Bentonita
γ_s (kN/m³)	26,3	26,5	26,6	26,7	28,3
w_l (%)	32	42	45	48	458
w_p (%)	16	16	16	17	55
I_p (%)	16	26	29	31	403
Ia	0,71	1,11	1,24	1,20	5,40

Tabela IV: Frações granulométricas do solo natural e misturas analisadas

	S00	S02	S04	S06	Bentonita
Argila (%)	24	24	24	25	75
Silte (%)	4	6	6	6	24
Areia fina (%)	45	44	45	44	0,5
Areia média (%)	27	26	25	25	0,5
Areia grossa (%)	0	0	0	0	0

Tabela V: Classificação geotécnica do solo natural e misturas analisadas

	S00	S02	S04	S06
TRB	A-6 (3)	A-7 (8)	A-7 (8)	A-7 (9)
SUCS	SC	SC	SC	SC

Tabela VI: Parâmetros de compactação na Energia do Proctor Intermediário do solo natural e misturas analisadas

	$\gamma_{d\,máx}$ (kN/m³)	$w_{ót}$ (%)
S00	18,92	11,09
S02	18,85	12,11
S04	18,61	12,36
S06	18,50	12,61

Tabela VII: Características de moldagem dos CPs do solo natural e misturas analisadas

Amostra	CP	$h_{o\ méd}$ (mm)	$D_{0\ méd}$ (mm)	m (g)	e	w (%)	n (%)	GC (%)	B
S00	1	124,9	50,5	533,01	0,406	13,92	28,88	98,90	0,99
	2	125,1	50,5	532,85	0,413	14,32	29,23	98,37	0,99
	3	124,8	50,5	536,55	0,392	13,69	28,16	99,84	0,98
S02	1	124,9	50,5	534,96	0,421	14,75	29,63	98,91	0,96
	2	124,9	50,5	534,91	0,421	14,69	29,63	98,95	0,95
	3	125,0	50,5	535,32	0,419	14,52	29,53	99,10	0,96
S04	1	125,1	50,5	532,19	0,444	15,33	30,75	99,01	0,94
	2	125,3	50,4	532,90	0,433	14,87	30,22	99,77	0,94
	3	125,3	50,4	531,72	0,439	15,16	30,51	99,30	0,92
S06	1	125,1	50,4	529,07	0,457	15,75	31,37	99,05	0,91
	2	125,3	50,4	530,50	0,452	15,45	31,13	99,41	0,91
	3	125,4	50,4	529,61	0,455	15,41	31,27	99,20	0,92

Tabela VIII: Condutividade hidráulica antes da fase de adensamento do solo natural e misturas analisadas

	CP 01	CP 02	CP 03	Média
S00	$2{,}6 \times 10^{-7}$	$2{,}8 \times 10^{-7}$	$4{,}5 \times 10^{-7}$	$3{,}3 \times 10^{-7}$
S02	$4{,}7 \times 10^{-8}$	$5{,}2 \times 10^{-8}$	$7{,}0 \times 10^{-8}$	$5{,}6 \times 10^{-8}$
S04	$2{,}1 \times 10^{-9}$	$1{,}8 \times 10^{-9}$	$1{,}5 \times 10^{-9}$	$1{,}8 \times 10^{-9}$
S06	$6{,}9 \times 10^{-10}$	$6{,}6 \times 10^{-10}$	$5{,}8 \times 10^{-10}$	$6{,}4 \times 10^{-10}$

Tabela IX: Deformação volumétrica de estabilização (%) do solo natural e misturas analisadas

	100 kPa	200 kPa	400 kPa
S00	-0,478	-0,697	-0,855
S02	-0,466	-0,654	-0,813
S04	-0,454	-0,635	-0,790
S06	-0,441	-0,623	-0,768

Tabela X: Condutividade hidráulica após fase de adensamento do solo natural e misturas analisadas

	100 kPa	200 kPa	400 kPa
S00	$3{,}3 \times 10^{-7}$	$7{,}7 \times 10^{-8}$	$1{,}2 \times 10^{-8}$
S02	$5{,}6 \times 10^{-8}$	$5{,}3 \times 10^{-9}$	$1{,}7 \times 10^{-9}$
S04	$5{,}4 \times 10^{-9}$	$7{,}7 \times 10^{-10}$	$3{,}4 \times 10^{-10}$
S06	$6{,}4 \times 10^{-10}$	$4{,}4 \times 10^{-10}$	$1{,}7 \times 10^{-10}$

Tabela XI: Parâmetros de resistência do solo natural e misturas analisadas

	c (kPa)	c' (kPa)	ϕ (°)	ϕ' (°)
S00	7,1	2,3	10,6	22,7
S02	9,0	6,3	9,0	18,1
S04	12,2	11,2	7,2	15,1
S06	7,4	12,8	8,0	14,0

Tabela XII: Comparação entre os requisitos impostos por CETESB (1993) e os parâmetros dos solos natural e misturas

	CETESB (1993)	S00	S02	S04	S06
Classificação SUCS	CL, CH, SC ou OH	SC	SC	SC	SC
k (m/s)	$< 1{,}0 \times 10^{-9}$	$3{,}3 \times 10^{-7}$	$5{,}4 \times 10^{-8}$	$5{,}4 \times 10^{-9}$	$6{,}4 \times 10^{-10}$
% passante na peneira de abertura 0,075 mm (#200)	≥ 30	42,5	45,3	45,6	45,9
w_l (%)	≥ 30	32	42	45	48
I_p (%)	≥ 15	16	26	29	31
pH em água	≥ 7	5,41	6,91	7,49	8,63

Capítulo XI

MAPAS MENTAIS E TURISMO LITORÂNEO: UM OLHAR SOBRE A VILA DE JERICOACOARA-CE NA PERCEPÇÃO DE ESTUDANTES DA ESCOLA NOSSA SENHORA DA CONSOLAÇÃO



MAPAS MENTAIS E TURISMO LITORÂNEO: UM OLHAR SOBRE A VILA DE JERICOACOARA-CE NA PERCEPÇÃO DE ESTUDANTES DA ESCOLA NOSSA SENHORA DA CONSOLAÇÃO

Leonor de Maria Rodrigues Melo[1]; Davis Pereira de Paula[2]; Carlos Pereira da Silva[3]

[1]Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará, Avenida Doutor Silas Mungunba, 1700, Fortaleza, Ceará, CEP 60714-903, leonordemaria.melo@uece.br
[2]Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Avenida Doutor Silas Mungunba, 1700, Fortaleza, Ceará, CEP 60714-903, davis.paula@uece.br
[3]Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade NOVA de Lisboa, Colégio Almada Negreiros, Lisboa, Portugal, 1070-312, cpsilva@fcsh.unl.pt

RESUMO

Ao longo das últimas décadas a vila de Jericoacoara, situada no litoral cearense, passou a receber um crescente volume de turistas, que hoje buscam atrativos como as ricas paisagens, os esportes náuticos e o animado cenário noturno. De acordo com classificação proposta pelo Ministério do Turismo (MTUR), o município de Jijoca de Jericoacoara, no qual a vila se insere, chegou à categoria A no desempenho turístico nacional, alcançando um fluxo turístico de mais de 800mil viajantes em um único ano (MTUR, 2018; SETUR, 2019). A constante expansão da atividade turística trouxe à vila significativas mudanças, seja de ordem socioespacial, econômica ou ambiental, o que de forma geral pode interferir na vida dos residentes. O envolvimento de moradores com as atividades turísticas, seja de maneira direta ou indireta, é muitas vezes inevitável (TUAN, 2012). Sendo assim, analisar a visão de residentes acerca das modificações do lugar em que estão inseridos, passa a ser uma via de compreensão também de modificações do próprio espaço turistificado. Em referindo-se à percepção do espaço, podemos atribuir que na vivência de moradores, suas experiências, têm uma atitude complexa, que deriva da imersão na totalidade do seu meio ambiente (TUAN, 2012). Dessa forma, as percepções de residentes da vila de Jericoacoara, acerca das alterações, provenientes do turismo, passam a ser o objetivo desta pesquisa, onde se teve como amostra estudantes dos últimos anos da Escola Municipal de Ensino Fundamental Nossa Senhora da Consolação, situada na vila de Jericoacoara. Como percurso metodológico para se chegar aos objetivos propostos, essa pesquisa teve seu desenvolvimento focado na representação do espaço vivido por meio de mapas mentais. Como resultado, ao categorizamos a natureza dos mapas produzidos, tivemos a compreensão da visão de estudantes, por meio amostral, onde as percepções de 36% dos envolvidos na pesquisa se relacionam às questões de natureza ambiental; 27% natureza urbana, voltada a equipamentos e serviços; 22% referentes à infraestrutura da vila e os demais 15% direcionados à natureza socioeconômica. Consideramos, que por meio do uso de mapas mentais, importante ferramenta de análise, foi possível compreender a percepção de residentes que se apresenta diversa e muitas vezes complexa.

Palavras- chave: Turismo; Percepção; Educação e Sustentabilidade.

ABSTRACT

Over the past few decades, the village of Jericoacoara, located on the coast of Ceará, has received a growing number of tourists, who today seek attractions such as the rich landscapes, water sports and the lively night scene. According to the classification proposed by the Ministry of Tourism (MTUR), the municipality of Jijoca de Jericoacoara, in which the village is located, reached category A in the national tourist performance, reaching a tourist flow of more than 800 thousand travelers in a single year (MTUR, 2018; SETUR, 2019). The constant expansion of tourist activity has brought significant changes to the village, whether socio-spatial, economic or environmental, which in general can interfere with the lives of residents. The involvement of residents with tourist activities, whether directly or indirectly, is often unavoidable (TUAN, 2012). Therefore, analyzing the view of residents about changes in the place where they live becomes a way of understanding changes in the touristic space itself. In referring to the perception of space, we can attribute that in the experience of residents, their experiences, they have a complex attitude, which derives from immersion in the totality of their environment (TUAN, 2012). In this way, the perceptions of residents of the village of Jericoacoara, about the changes arising from tourism, become the objective of this research, which had as a sample students in the last years of the Municipal Elementary School Nossa Senhora da Consolação, located in village of Jericoacoara. As a methodological route to reach the proposed objectives, this research had its development focused on the representation of lived space through mental maps. As a result, when we categorize the nature of the maps produced, we had an understanding of the students' view, through sampling, where the perceptions of 36% of those involved in the research are

related to environmental issues; 27% urban nature, focused on equipment and services; 22% referring to the infrastructure of the village and the remaining 15% directed to the socioeconomic nature. We consider that through the use of mental maps, an important analysis tool, it was possible to understand the perception of residents, which is diverse and often complex.

Keywords: Tourism; Perception; Education and Sustainability.

INTRODUÇÃO

O turismo, atividade econômica considerada de grande relevância para a economia mundial, muitas vezes torna lugares de pouca expressão ou localmente em destinos reconhecidos internacionalmente. Além da notoriedade, o turismo traz consigo alterações espaciais significativas, sejam modificações referentes ao espaço físico, de ordem sociocultural, ou questões ambientais, tornando lugares turistificados (FRATUCCI, 2007).

A vila de Jericoacoara, situada a aproximadamente 300km a oeste da capital cearense (Figura 1), na região nordeste do Brasil, teve, até a década de 1970, sua população em torno de pouco mais de 600 habitantes, envolvida prioritariamente no mar e seus desdobramentos, como economia, cultura, lazer e demais atividades sociais.

O povoado teve como denominação "Serrote" por ser situado entre o mar um extenso campo de dunas móveis e tendo a leste um serrote, ou pequena elevação que acompanha a linha da costa, sendo Jericoacoara a denominação dada a praia principal somente com a chegada do turismo, no início da década de 1980, quando, como dito, o lugar passou a denominação de Jericoacoara ou Jeri, como locais e turistas costumam se referir ao tratarem do lugar (GEORGEN, 1985).

A chegada de primeiros viajantes, composta de aventureiros, na sua maioria em busca de novos atrativos naturais, aconteceu no final da década de 1970. Já na década seguinte, 1980, a vila e seu entorno foram tomados como Unidade de Conservação (UC). Em 1984, foi instalada a Area de Proteção Ambiental - APA de Jericoacoara,

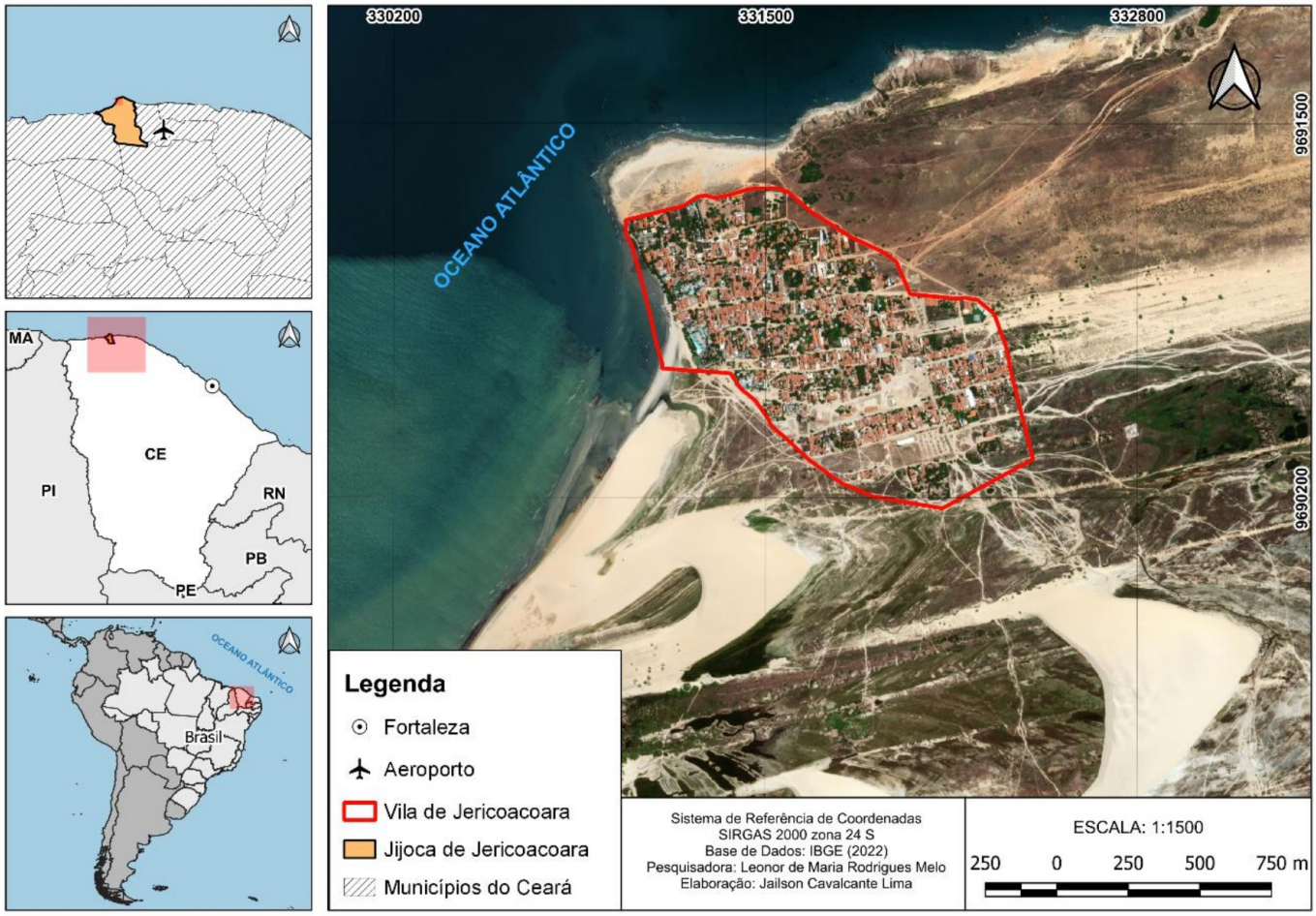


Figura 1. Mapa de localização. Fonte: Elaborado pelos autores.

unidade de uso sustentável que além do turismo, trazia ao lugar um reconhecimento do ponto de vista ambiental (FONTELES, 2005).

As décadas seguintes foram marcadas por intensa procura pelo destino, o que proporcionou a vila a implantação de uma série de equipamentos e serviços, que não existiam até então, como infraestrutura de saúde, educação, eletrificação, telefonia sendo também construídas dentro das normas da UC as primeiras unidades hoteleiras e demais serviços necessários à instalação e manutenção das atividades turísticas.

No início dos anos 2000, na perspectiva ambiental, a APA de Jericoacoara teve sua categoria alterada, passando a Unidade de Proteção Integral na categoria de Parque Nacional de Jericoacoara (PNJ). A alteração, além da forma de uso, teve sua área modificada. Nesse momento a vila foi excluída da UC e, inserida na Zona de Amortecimento do PARNA. Ainda como alteração se incorporou ao território uma faixa litorânea. Nessa década, o turismo, motivado por modificações infra estruturais na melhoria de meios de hospedagem, locomoção e divulgação, teve forte incremento.

Esse incremento, pode ser percebido no crescimento significativos da última década, principalmente com o crescimento dos equipamentos hoteleiros. Em 2018, Jericoacoara possuía cerca de 6.411 leitos, o que representou um incremento de 12,22% comparando com os 5.715 leitos, de 2017 (GURGEL, 2018), trazendo consigo marcantes alterações no espaço e consequentemente nas relações que se estabelecem entre residentes e turistas.

Nessa perspectiva partimos da hipótese de que as percepções de jovens residentes, referentes às modificações do lugar, sua visão de futuro, anteveem como possa se estabelecer as relações sociais entre residentes e toda a atividade turística do lugar, em uma perspectiva da sustentabilidade do turismo.

Desta forma, o uso de mapas mentais como forma de representação das percepções de alunos foi definido como metodologia para compreensão das percepções dos envolvidos nesta pesquisa. Assim, compreender como se estabelecem as relações e a percepção de estudantes da vila, passa a ser o objetivo desta pesquisa, que teve como unidade amostral alunos dos últimos anos do ensino fundamental da Escola Municipal de Ensino Fundamental Nossa Senhora da Consolação, situada na vila de Jericoacoara.

MATERIAL E MÉTODOS

A vila de Jericoacoara, importante destino turístico do Ceará, vem passando ao longo das últimas décadas por profundas modificações, em função da crescente demanda turística, assim como nas relações sociais, em decorrência de todas as alterações socioespaciais na vila. Nessa perspectiva se objetiva compreender a percepção de residentes sobre as alterações do espaço e perspectivas futuras.

REMOALDO & LOPES (2021) atestam que no quadro de desenvolvimento da atividade turística, assume-se como fundamental considerar a perspectiva dos residentes em relação ao desenvolvimento do seu território, partindo da constatação de que são os que melhor conhecem as fragilidades e pontos fortes que surgem como efeito do crescimento do turismo, nas perspectivas social, cultural ou ambiental. Daí tomar-se os residentes como agentes dessa resposta.

Sobre percepção, TUAN (2012) afirma que as relações de uma sociedade com seu território passam por uma longa sucessão de percepções. Na compreensão de TUAN (2012) as sociedades compartilham percepções comuns, mesmo que estas possuam filtros culturais e sociais diversos. Ainda sobre percepção e o espaço percebido, OLIVEIRA (2017) afirma que o fenômeno perceptivo não pode ser estudado com um evento isolado, nem pode ser isolável da vida cotidiana das pessoas. A percepção é justamente uma interpretação com o fim de nos restituir a realidade objetiva, por meio da atribuição de significado de objetos percebidos (OLIVEIRA, 2017).

Dentre as possíveis metodologias para se compreender a percepção dos residentes de Jericoacoara, optamos pelo uso de mapas mentais. Assim, é importante se delinear como a percepção se insere em pesquisas desenvolvidas em ambientes turísticos e de que forma o mapa mental, que pode ser nomeado por pesquisadores como "mapa afetivo", se adequa como ferramenta para se chegar ao objetivo proposto.

DA SILVA & BOMFIM (2019) definem os mapas afetivos como uma categoria ambiental e social relacionada ao conceito de identidade de lugar. E ainda afirma que esse tipo de representação se trata de uma ferramenta que mostra afetividade e indica o envolvimento do morador com a cidade ou com o ambiente. De forma prática, os mapas podem ser desenhados pela expressão gráfica, artística e metafórica de imagens e representações que as pessoas têm do lugar.

De acordo com REMOALDO & LOPES (2021) há a indicação de que os alunos participantes desse tipo de pesquisa sejam do ensino médio, acima de 15 anos. No entanto, a vila de Jericoacoara não possui escola de ensino médio, assim foram convidados a participar do estudo alunos dos últimos anos do ensino fundamental matriculados na escola local.

A pesquisa de campo foi realizada entre os meses de março e abril, após consentimento por parte da direção da única escola local, (Escola Municipal de Ensino Fundamental Nossa Senhora da Consolação). O universo amostral foi composto por alunos residentes na Vila de Jericoacoara e matriculados nos dois últimos anos: 8º (oitavo) e 9º (novo) ano.

Na busca do envolvimento dos estudantes na pesquisa, foi proposto um grupo de diálogo tendo como tema as transformações da vila. Como motivação os alunos foram convidados a comparecer ao auditório da escola, onde se apresentou uma série de imagens de diversos espaços na vila em diferentes momentos dos últimos anos, sendo inclusive expostas imagens do dia anterior. Em seguida, foram ao diálogo, tendo a visão das imagens sobre os lugares da vila e suas alterações como orientação.

Em seguida receberam, por meio digital e/ou impresso, inquérito levantando dados sociodemográficos, como gênero, idade, naturalidade e lugar que residem na vila. Além dos dados, foram convidados a responder três perguntas: 1. O que mudou em Jericoacoara nos últimos anos? 2. O que você acha que vai mudar em Jericoacoara em 10 anos e 3. O que você gostaria que mudasse nos próximos 10 anos na vila?

Dos 79 alunos matriculados nas últimas séries, que foram chamados a participar da pesquisa, um total de 77 responderam ao formulário. Destes 77 alunos, 64 participaram da atividade de produção dos mapas mentais construídos a partir das respostas obtidas na etapa anterior do formulário, que foram entregues na versão digital utilizando o *Google Forms* e, também impressos. Os alunos tiveram 24 horas para entregar os formulários respondidos, quando, então, ocorreu uma reunião para elaboração dos mapas mentais durante 50 minutos, por turma.

Para esta atividade, os alunos foram convidados, em posse de lápis de colorir e papel A4, a responder uma das três perguntas apresentadas anteriormente, sendo que desta vez de forma gráfica. As turmas foram divididas e cada aluno, por meio de sorteio, respondeu a uma das três perguntas, tendo assim a produção dos mapas imaginéticos.

Seguindo as proposições metodológicas, para fins de compreensão dos resultados, as produções foram classificadas em uma categoria de análise conforme as percepções identificadas com maior incidência. Estes dados são apresentados na forma de Quadros (I e II), onde são apresentados o percentual de incidência dos contributos assim como a listagem de contributos mais incidentes.

A análise das produções perceptivas é apresentada de maneira subjetiva, considerando dentro das naturezas de análise as produções mais significativas, segundo as interrogações propostas. A identidade dos alunos foi mantida em sigilo, desta forma, as produções de mapas mentais aqui apresentadas têm seus autores nomeados por letras do alfabeto, indo da letra A a F, onde se localizou os desenhos com maior representatividade de atributos.

O processo metodológico e suas etapas de desenvolvimento, descrito acima pode ser visualizado no histograma apresentado na Figura 2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de mapas mentais, voltados à compreensão da percepção de entes envolvidos na atividade turística, vem se apresentando como uma rica ferramenta na perspectiva da construção de

Quadro I. Síntese das categorias perceptivas dos estudantes da EMEF Nossa Senhora da Consolação.

Natureza da Percepção	Ocorrência %
Ambiental	36
Urbana (Equipamentos e serviços)	27
Infraestrutura	22
Socioeconômica	15

Fonte: elaborado pela autora

Quadro II. Naturezas perceptivas de alunos da vila de Jericoacoara

PERGUNTA	CATEGORIAS DE ANÁLISE	CONTRIBUTOS PERCEBIDOS
O que mudou em Jericoacoara nos últimos anos?	EQUIPAMENTOS URBANOS	Pousadas, praças, lojas, prédios, cinema, carros, segurança, lixo, som alto,
	SERVIÇOS	Caixa d'água, escola, "areninha", esgoto, sinalização e delegacia.
	SOCIOCULTURA	Segurança, praça, pescadores e a pesqueira, "padaria", muitas pessoas.
	AMBIENTAL (PAISAGEM)	Duna, árvores, coqueiros, mar, pôr-do-sol, animais e Parque Nacional
O que acha que vai mudar em Jericoacoara em 10 anos?	EQUIPAMENTOS URBANOS	Pousadas, asfalto, praças, Shopping Center, lojas, prédios, hotel, carros, restaurantes, bar e aeroporto
	SERVIÇOS	Lixo, muito lixo,
	SOCIOCULTURA	Praça, muitas pessoas,
	AMBIENTAL (PAISAGEM)	Duna, fim da duna, pôr-do-sol, animais maltratados, Parque Nacional.
O que você gostaria que mudasse nos próximos 10 anos em Jeri?	EQUIPAMENTOS URBANOS	Asfalto, motocicletas, sinalização
	SERVIÇOS	Escola, "areninha", segurança, esporte, lazer,
	SOCIOCULTURA	Pescadores
	AMBIENTAL (PAISAGEM)	Mais verde, limpeza.

Fonte: elaborado pela autora

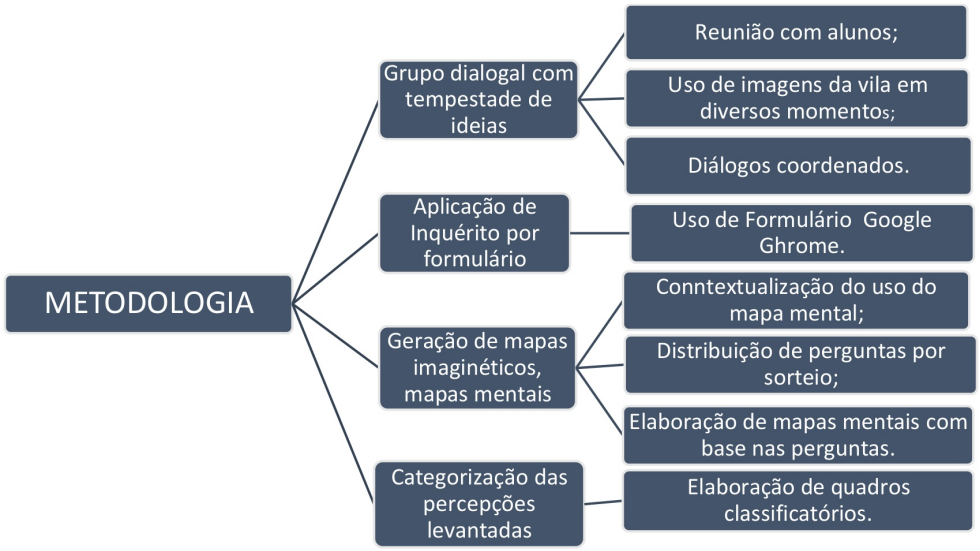


Figura 2. Histograma Metodológico. Fonte: Elaborado pelos autores.

resultados e no engajamento de jovens estudantes.
Nesta pesquisa realizada na vila de Jericoacoara -CE, a faixa etária dos alunos participantes da pesquisa ficou entre 12 e 15 anos (Figura 3), como dito na metodologia, o publico alvo é composto por alunos matriculados nas últimas séries da escola de Ensino Fundamental da vila, onde não existe escola de ensino médio.
Como resultado do levantamento referente à naturalidade dos participantes, observou-se que estes, embora sejam todos residentes na vila de Jericoacoara, a maioria declarou ter nascido em outros municípios do Ceará ou ainda em outros estados do país, como vemos no mapa de fluxo destes residentes (Figura 4).

Sobre a produção e análise dos mapas mentais, produzidos dentro da compreensão da percepção dos alunos, trazemos aqui a apresentação amostral do que foi gerado. Na análise dos mapas mentais, ou imaginéticos, produzimos quadro síntese geral onde são estabelecidas categorias de análise de naturezas perceptivas com maior ocorrência nos desenhos apresentados (Quadro I).

Para as primeiras ilustrações apresentamos como resultados amostrais imagens produzidas por alunos que responderam a seguinte pergunta ***"O que mudou em Jericoacoara nos últimos anos?"***. Os desenhos apresentados e discutidos trazem elementos dominantes no universo amostral.
Na produção, o aluno A (Figura 5), dividindo a representação em linhas e colunas, em um desenho livre, o estudante traz sua percepção do que foi a vila e seu entorno, assim como possa ser percebida atualmente. Na primeira coluna, as representações são identificadas com elementos imaginéticos referentes ao passado. "Antes", neste espaço as condições naturais aparecem no foco principal, sendo o desenho o mar, as dunas e o sol dominantes.

Tendo continuidade a interpretação da Figura 5, observou-se na segunda coluna, o que para o aluno é entendido como "depois", elementos naturais surgem alterados pela presença humana. É possível se identificar a substituição de uma árvore por um guarda-sol. Para o elemento praia, no depois, é identificado o predomínio de edificações. A duna, um dos elementos naturais dominantes na paisagem da vila, representada nas duas colunas, no depois surge em menores proporções.

Entendemos, que para o aluno A, a ação humana modificando o espaço, parece ser uma de suas principais percepções. Na primeira parte da ilustração, o desenho que representa uma pessoa, deixa de utilizar as águas do mar, para se refrescar e utiliza um aparato não natural, o guarda-sol, o que se configura com uma percepção social, nas alterações do espaço.
Assim como na Figura 5, a ilustração do aluno B (Figura 6), apresenta-se dividida entre o "antes" e o "depois", também referente a resposta da pergunta 1. Para este, o antes surge com dunas prevalecentes assim como a presença de vegetação. No que se refere a imagem representativa do depois, a duna surge ocupada por carros, o que se configura em

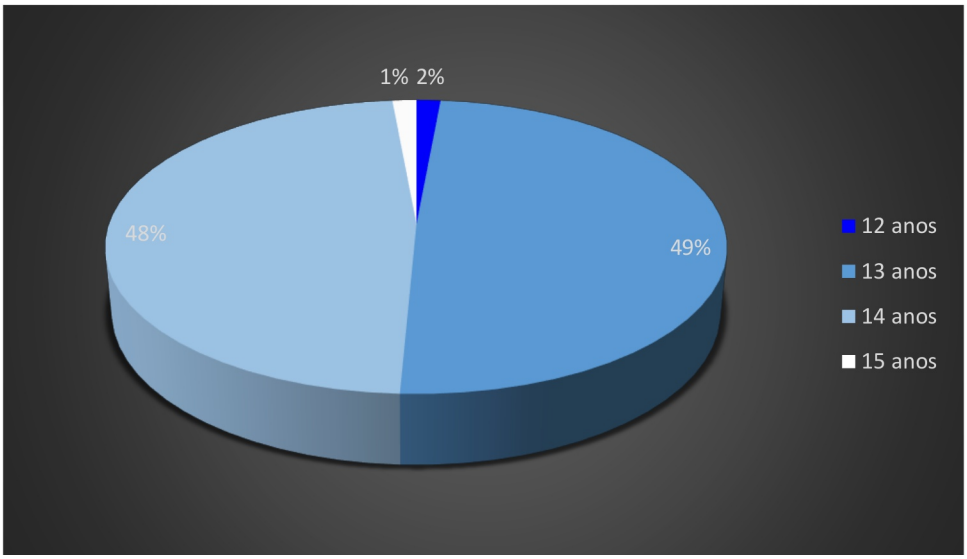


Figura 3. Distribuição etária dos alunos participantes da pesquisa. Fonte: Elaborado pelos autores.

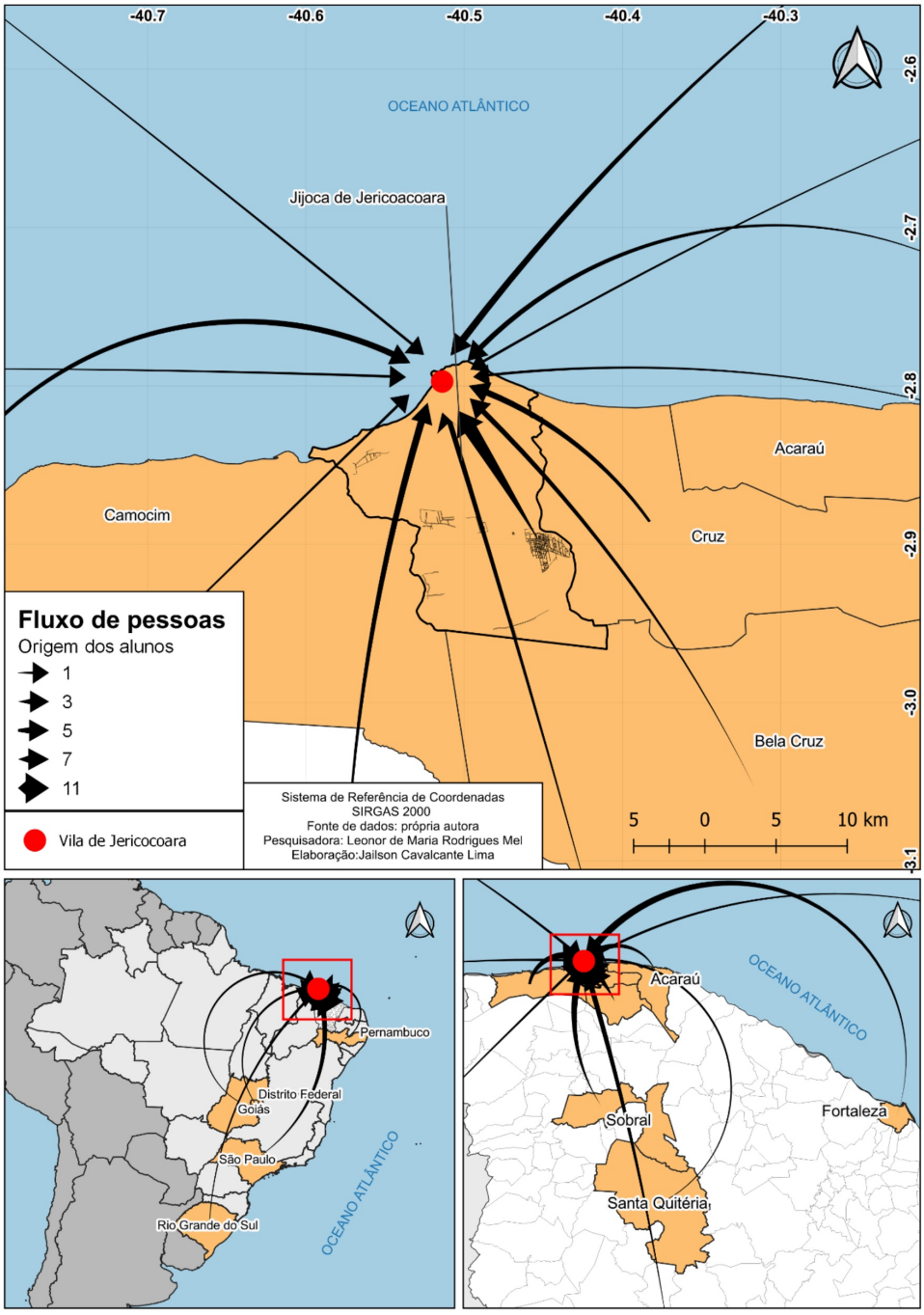


Figura 4. Mapa de fluxo dos alunos. Fonte: Elaborado pelos autores.

uma transformação do lugar pela forte presença do turismo, visto que uma das principais atividades desenvolvidas por turistas do lugar são os passeios em veículos adaptados a dunas, em direção a pontos turísticos das redondezas da vila.

Nas ilustrações da segunda linha do aluno B (Figura 6), o antes é representado pela presença de aves, vegetação, o azul do mar e cruzes, provavelmente referentes ao cemitério, que na vila se localiza de frente para o mar. Nesta ilustração também se observa o predomínio de elementos naturais no antes. No depois, o predomínio é de elementos humanizados, como a própria escola e outras obras de arquitetura.

Assim, ao tratarmos das percepções referentes as modificações ocorridas no lugar, fica clara a interpretação dos alunos que os últimos anos são marcados por modificações de um espaço anteriormente predominantemente natural, dominado por elementos locais, como as dunas e o mar, assim como da cultura local, o cemitério, estando alterados por forte atuação de elementos artificiais, principalmente modificações arquiteturais, decorrentes do turismo.

Como resposta à pergunta ***"o que você acha que vai mudar em Jericoacoara em 10 anos?***",

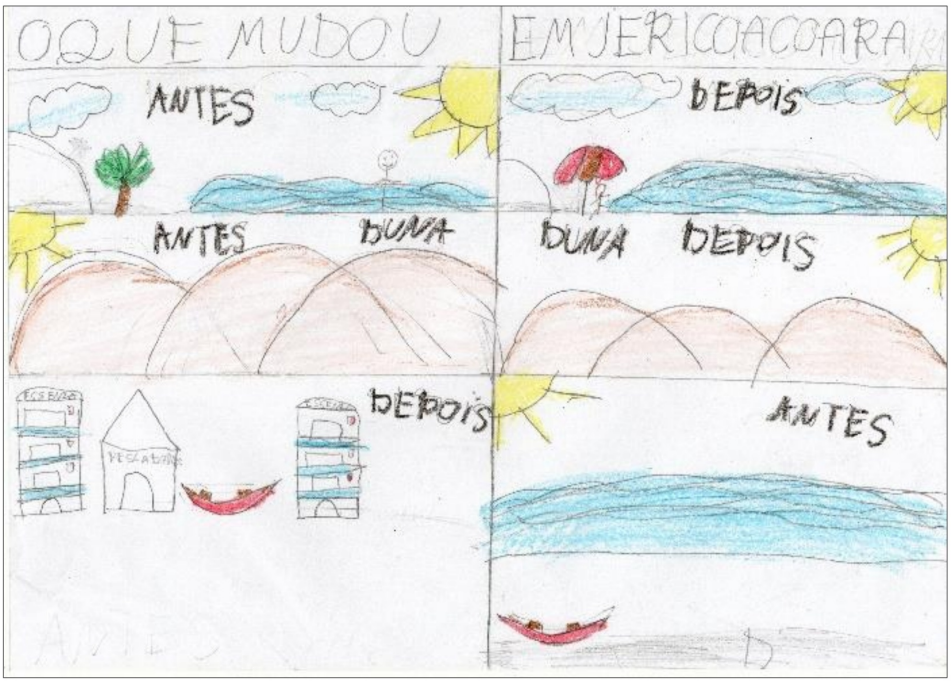


Figura 5. Mapa mental (aluno A). Fonte: Elaborado pelos autores.

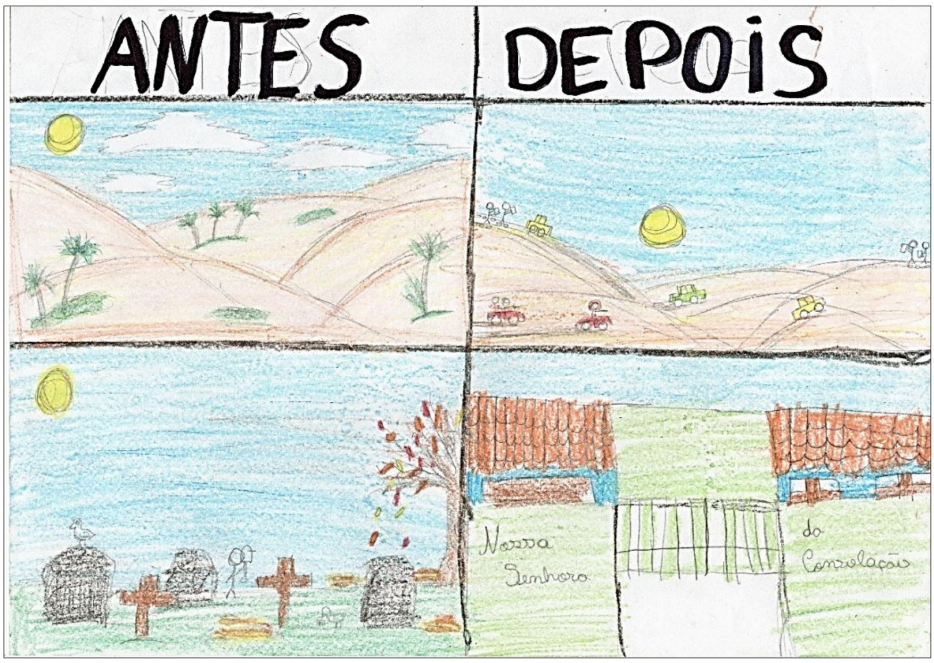


Figura 6. Mapa mental (aluno B). Fonte: Elaborado pelos autores.

atentando para a pergunta se referir ao que o respondente acha que vai mudar, independe de sua vontade, surgem imagens que possuem como características mais marcantes nos desenhos produzidos um elevado grau de poluição visual. Para a análise dessa pergunta, também são trazidos elementos imaginéticos mais representativos entre os atributos expostos.

Na percepção do aluno C (Figura 7), a paisagem da vila deve ser constituída por equipamentos e serviços como lojas, restaurantes, edificações que, bem como outros equipamentos urbanos prevalecem sobre elementos naturais. A presença de pessoas, representadas com garrafas na mão, sugere a influência social decorrente do turismo. Nos leva a crer que a percepção do aluno em relação à turistas e suas atitudes são de caráter negativo.

Não se observa na ilustração da Figura 7. elementos naturais, embora a vila e seu entorno, valores ambientais sejam de grande expressão. Para

o aluno C, componentes paisagísticos, como a duna e o mar, não estarão presentes perceptivamente no futuro da vila, o que nos leva a crer que no imaginário deste aluno, a paisagem da vila será predominantemente urbana.

Observamos na Figura 8, produzida pelo aluno D, o predomínio de uma imagem poluída do ponto de vista de elementos componentes do espaço. Em destaque, surge de forma desarmônica, a presença de uma pousada com dimensões que se destacam de outros elementos, como exemplo uma casa representada bem menor e mais simples que a pousada. Consideramos que no imaginário do aluno, haja significativa diferença entre a visão de residências e as ricas pousadas ou meios de hospedagem do lugar. Esta percepção reflete as diferenças identificadas entre residentes e equipamentos voltados ao turista.

Ainda avaliando os elementos contidos na Figura 8., a presença de carros nas proximidades da faixa litorânea, ação proibida atualmente, sugere uma mudança não só no ambiente como também



Figura 7. Mapa mental (aluno C). Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 8. Mapa mental (aluno D). Fonte: Elaborado pelos autores.

nas ações dos frequentadores da vila. Nesta representação, uma das ilustrações indica, por meio de uma placa, que aquele lugar se trata de uma Unidade de Conservação, o PARNA Jeri. Dessa forma, entendemos que na percepção do aluno D, embora considere que a vila estará mais urbanizada, ainda será uma Unidade de Conservação, uma luta entre a sustentabilidade do ambiente e a presença marcante do turismo e seus agentes.

Sobre essas considerações, entendemos que a vila, na percepção dos alunos investigados, deve estar daqui a 10 anos um lugar sem os elementos identitários que a tornaram destino turístico, principalmente em relação à paisagem, devendo ser um ambiente fortemente urbanizado, sem as principais características de vila atual ou passada.

Partindo para a compreensão do que se refere a percepções de alunos que respondem ao ***"O que você gostaria que mudasse nos próximos 10 anos em Jeri?"***, as necessidades sociais passaram a ser um dos pontos principais das produções.

Para esta pergunta alguns alunos fugiram a proposta da pesquisa, que consistente em responder à pergunta sorteada por meio de ilustração, e não de maneira escrita. Entendemos ser o esforço do participante em expressar suas necessidades e expectativas válidas para nossa análise e compreensão, visto as produções apresentarem rica manifestação perceptiva.

Ao analisarmos a imagem produzida pelo aluno E (Figura 9), respondendo a pergunta proposta, observamos a insatisfação do residente em uma visão do futuro da vila. No desenho, que foi complementado com texto, segundo o aluno, por não "saber desenhar", surgem insatisfações como o acúmulo de lixo nas ruas. Na ilustração os resíduos surgem acondicionados assim como expostos, apresentando uma visão perceptiva bem detalhada da situação.

Outro fato que o aluno E ilustra e descreve verbalmente se refere a presença de edificações próximas à zona da praia, além de desenhar prédios com vários pavimentos ainda expressa sua percepção de haver muitas construções naquela área. Embora a pergunta a ser respondida se refira a como o aluno gostaria que estivesse a vila, ele representa e expressa suas insatisfações, o que provavelmente gostaria que mudasse na vila (Figura 9).

Ainda avaliando a percepção do aluno E (Figura 9), é perceptível sua insatisfação em relação à quantidade de turistas presentes na vila, assim como acerca do preço da Taxa de Turismo Sustentável (TTS), cobrada pela prefeitura local para permanência na vila. Também surge representada a presença de carros na unidade de conservação, e segundo ele, no estacionamento na entrada da vila, que não deveriam mais existir.

Entendemos que as insatisfações e anseios de mudança na vila se referem diretamente ao crescente número de turistas e consequência das ações destes, fato que o aluno E apresenta como sugestão ações do controle de turistas em determinadas épocas do ano. Outro ponto, no que se refere a educação, entendemos que seja destinada às pessoas que frequentam a vila, visto não haver no desenho referência à escola ou outra instituição educacional.

Ainda, considerando a percepção de alunos sobre seus anseios para a vila de Jericoacoara para os próximos 10 anos, trazendo o desenho do mapa mental da Figura 10, elaborado pelo aluno F, que também traz, além da ilustração, a forma textual de suas percepções no que se refere ao futuro na vila.

Um elemento que surge expresso pelo aluno F é a escola (Figura 10). Esse fato é entendido por não haver na vila uma escola de ensino médio, o que obriga os alunos, quando concluído o ensino fundamental, se deslocarem para a sede do município Jijoca de Jericoacoara, distante 18 km da vila ou ainda para o distrito do Preá, a 12 km da vila. Essa limitação pode fazer com que alunos abandonem o processo educacional ao final do ensino fundamental.

Também observamos necessidades de caráter social entre as mudanças que o aluno gostaria de ter para a vila. Dentre estas, melhorias, como a já citada na educação, na saúde e segurança. A vila conta com serviço médico público, posto de saúde, que se destina a cuidados básicos, onde se realizam exames, consultas, além da entrega de remédios e aplicação de vacinas, e uma Unidade de Pronto Atendimento (UPA), destinada à atenção de urgência, incluindo

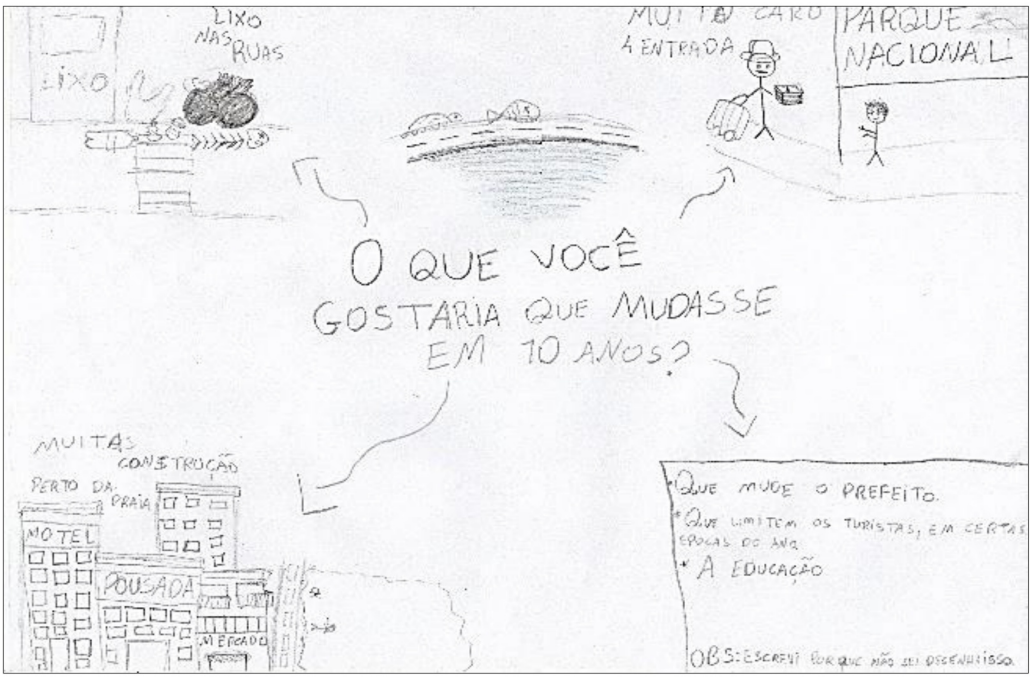


Figura 9. Mapa mental (aluno E). Fonte: Elaborado pelos autores.

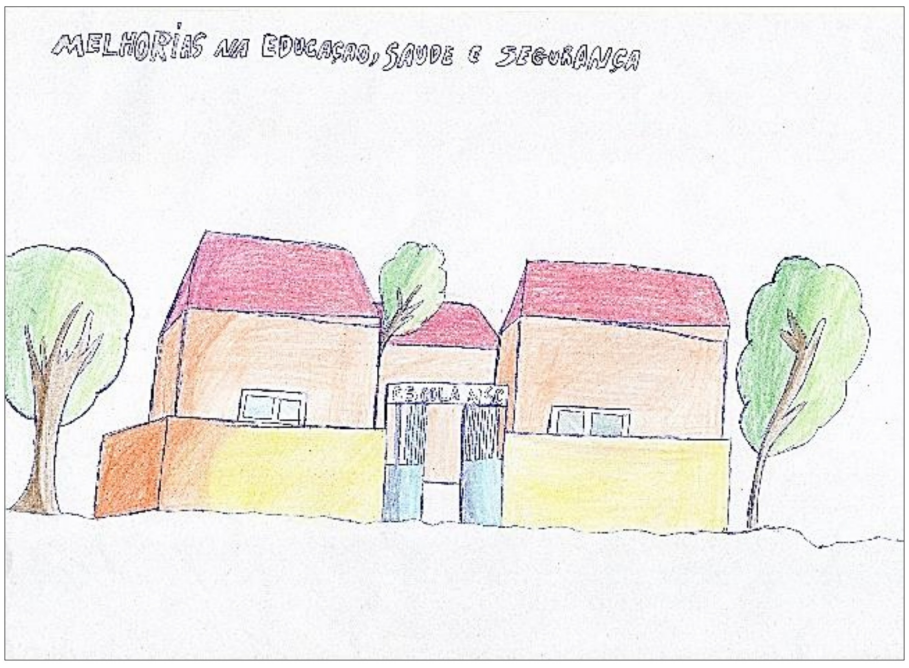


Figura 10. Mapa mental (aluno F). Fonte: Elaborado pelos autores.

atendimento de baixa complexidade. Assim entendemos, que na percepção do aluno, estes serviços se encontram deficitários.

No diagnóstico dos mapas mentais foi possível se categorizar as produções de acordo com categorias de análise como exposto no Quadro I. Já no que se refere a Natureza Perceptiva foram listados os contributos com maior ocorrência para as representações. Para o Quadro II. São expressos os elementos percebidos que se apresentaram com maior incidência conforme as perguntas propostas.

Observamos que alguns contributos não foram citados como análise das produções, no entanto, suas ocorrências fazem necessária discussão. Como a vontade que houvesse asfaltamento na vila que nos causou estranheza, entendemos que o fato de, em períodos de chuva, ocorrerem situações de desconforto para locomoção nas ruas, fato decorrente das fortes enxurradas que carreiam areia das ruas para as áreas mais baixas do lugar e para o mar, assim o asfaltamento pode parecer para alunos solução ao problema, o que não

é permitido em função de, como dito, a vila se localizar na Zona de Amortecimento do Parque Nacional de Jericoacoara.

A padaria, um equipamento que de modo geral é comum, surge como parte das ilustrações e pode ser entendida não só como um equipamento urbano, mas também social. Isso pelo fato de que, durante os anos do final da década de 1990 até 2017, a vila ter contado com uma padaria que tinha seu funcionamento atípico. O estabelecimento começava seu funcionamento às 2:00h da madrugada, para alimentar turistas que retornavam das atividades noturnas da vila e encerrava por volta das 7:00h da manhã, quando normalmente os residentes já haviam comprado o pão. A padaria Santo Antônio foi vendida no ano de 2017 e teve não só sua estrutura alterada como os produtos vendidos e sua forma de funcionamento, perdendo a peculiaridade do lugar.

Dessa forma, entendemos que, a percepção dos alunos de 12 a 15 anos, da escola Nossa Senhora da Consolação, acerca das alterações do espaço e perspectivas futuras, se apresentou de forma diversa. Os mapas mentais são instrumentos fundamentais na apreensão de suas experiências e opiniões, passando pelo campo da subjetividade, criticidade e afetividade.

Elementos que sejam diretas ou indiretamente relacionados a atividade turística, desenvolvida na vila, foram insistentemente apresentados. Embora, no que se apresenta no Quadro II, a presença de elementos como pousada, restaurantes, lojas, sinalização e atrativos turísticos, como a praia e as dunas, que estejam diretamente associadas ao turismo, a incidência desses elementos, ao menos um por ilustração, surge em mais de 70% dos desenhos, tornando o turismo fortemente marcado na percepção dos alunos investigados.

CONCLUSÕES

Por meio do desenvolvimento da pesquisa foi possível identificarmos, com o uso de mais de uma ferramenta, como se dá a percepção dos residentes que de, alguma forma, se encontram envolvidos no turismo na vila de Jericoacoara.

A escolha de pesquisar as percepções de residentes, em idade escolar, acerca das transformações do espaço, por meio de mapas mentais, nos pareceu uma ferramenta importante na ótica de análise do contexto atual e futuro de um ambiente fortemente atingido pelo turismo. Os mapas mentais produzidos nos trouxeram concepções críticas, onde os alunos nos apresentaram problemas e possíveis soluções para estes.

As percepções dos alunos a respeito da vila de Jericoacoara, ficou evidenciada a preocupação com problemas de ordem ambiental, social e urbanos, em várias escalas. Desta forma, se destaca a relação identitária dos residentes com a cultura local, tendo os elementos ambientais como o cenário das relações sociais.

O fato de questões importantes à manutenção da sustentabilidade do lugar, surgirem sob diversas manifestações, no faz considerar que os alunos possuem uma forte sensibilidade em relação aos problemas locais, o que se configura fator relevante para conservação do ambiente assim como de suas relações sociais provenientes do turismo.

Considerando ser Jericoacoara um importante destino turístico de litoral, com serviços de toda ordem, entende-se que não haja interferência a ponto de fazer com que jovens deixem de percebê-la como um lugar, na perspectiva de suas identidades e individualidades, tornando as percepções de residentes consideravelmente relevantes nos processos que configuram o espaço.

Outra constatação se trata de o turismo ser visto de forma importante para os residentes, no entanto, também é percebido como problema, em função de seu volume, de fluxo e demandas próprias à atividade, assim como nas alterações ambientais percebidas.

Assim, consideramos ter sido adequada e produtiva a prática desenvolvida na Escola Municipal de Ensino Fundamental Nossa Senhora da Consolação, em Jericoacoara, que teve como objetivo principal identificar as percepções de residentes estudantes sobre as transformações do espaço litorâneo, decorrentes da atividade turística.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOMFIM, Zulmira Áurea Cruz; et al. (2014). Affective maps: validating a dialogue between qualitative and quantitative methods. In: MIRA, Ricardo García; DUMITRU, Adina. (Eds.). Urban sustainability: innovate spaces, vulnerabilities and opportunities. Coruña: Deputación da Coruña,. p. 131-147. http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/20210.

BRASIL-MTUR. Jericoacoara atinge o topo do turismo nacional. Últimas Notícias. Disponível em: https://www.gov.br/turismo/pt-br/assuntos/noticias/jericoacoara-atinge-o-topo-do-turismo-nacional. (Acesso: abril 2023).

CEARÁ. Projeto Areninha 2. Secretaria de esportes do Governo do estado do Ceará. Disponível em https://www.esporte.ce.gov.br/areninha-tipo-2/. (Acesso ABRIL 2023).

DA SILVA, D. L., & BOMFIM, Z. Á. C. (2019). Relações entre a Estima de Lugar e a construção dos Projetos de Vida de jovens adolescentes de escolas públicas de Fortaleza/CE–um estudo avaliativo. Revista Pesquisas e Práticas Psicossociais, 14(1), 1-20. São João del-Rei, v. 14, n. 1, p. 1-20.

FONTELES, José Osmar (2005). RECONSTRUÇÃO DE TERRITÓRIOS E IDENTIDADE: um olhar sobre Jericoacoara-Ceará. Mercator-Revista de Geografia da UFC, v. 4, n. 8, p. 47-50.

FRATUCCI, Aguinaldo César. (2007). Os processos de turistificação do espaço e a atuação dos seus agentes produtores. In: X Encontro Nacional de Turismo em Base Loca. Anais... X Encontro Nacional de Turismo em Base Local. João Pessoa, PB: UFPB, p. 1099-1109.

GEORGEN, J. (1985). Área de Proteção Ambiental Jericoacoara. PRINTER/CE, UECE/NUGA, SUDEC/DRN, PRMA/DF, PMA/CE, CEDCT/CE, GTZ, Fortaleza.

GURGEL, Geraldo. (2018) Ceará vive novo boom na economia do turismo. Últimas Notícias. Disponível em: http://antigo.turismo.gov.br/2020/17-ultimas-noticias/11867-cear%C3%A1-vive-novo-boom-na-economia-do-turismo.html. (Acesso: abril, 2023).

OLIVEIRA, Lívia de. (2017). Percepção do meio ambiente e geografia: estudos humanistas do espaço, paisagem e do lugar. Organizado por: Eduardo Marandola Jr.; Tiago Vieira Cavalcante. Cultura Acadêmica. São Paulo. (ISBN 8579838932).

PINHO, T. R. R., DANTAS, E. W. C., & de OLIVEIRA SANTOS, J. (2019). Turismo e sustentabilidade em comunidades costeiras: reflexões sobre mudanças socioambientais em Jericoacoara (CE) e Barreirinhas (MA). Revista Brasileira de Ecoturismo (RBEcotur), 12(4). São Paulo, pp.531-562. DOI:10.34024/rbecotur.2019.v12.6698.

REMOALDO, Paula & LOPES, Hélder. (2021). Abordagens metodológicas na investigação sobre percepção dos residentes em relação ao turismo. DOI:10.34037/978-989-9053-04-5_1.1_44.

TUAN, Yi-Fu. (2012). Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. Tradução: Livia de Oliveira. Eduel, Londrina, PR. (ISBN 978-85-7216-627-0).

Capítulo XII

O ECÓTONO MAR / CONTINENTE: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES



O ECÓTONO MAR / CONTINENTE: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Luís Cancela da Fonseca[1]

[1]Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, Universidade de Lisboa, Avenida Nossa Senhora do Cabo, 939, Cascais, Portugal, 2750-374, lcfonseca@fc.ul.pt; Centro de Ciências e Tecnologias da Água, Universidade do Algarve, Campus Gambelas, Faro, Portugal, 8005-139, lfonseca@ualg.pt

RESUMO

Pretende-se apenas fazer não um trabalho científico, mas antes uma breve reflexão sobre o ecótono mar/continente e problemas decorrentes da respectiva degradação. Este ecótono constitui a fronteira entre a terra e o mar, sendo responsável pelo surgimento e manutenção de sistemas costeiros, aos quais se associam grandes áreas de biodiversidade. Por outro lado, este limite também está associado à emergência de doenças infecciosas, sendo determinante para a compreensão e prevenção destas doenças. Dados disponíveis para as doenças infecciosas emergentes (EID's) e para o aumento das taxas de transmissão, dispersão e adaptação dos agentes patogénicos, sugerem uma ligação estreita entre os processos que ocorrem nos ecótonos e os ecológicos e evolutivos responsáveis pelas infecções zoonóticas. Estes ecossistemas são fundamentais para a preservação da biodiversidade, a estabilização climática e a regulação de temperaturas e humidade, e constituem ainda importantes áreas para o desenvolvimento de actividades económicas como a pesca, exploração mineral e turismo. No entanto, a antropização excessiva, a destruição da vegetação costeira, a contaminação por poluição, a ausência de um ordenamento do território eficaz, entre outros, contribuem para a degradação deste limite, a qual tem consequências graves nas áreas de pesca, no aumento da erosão costeira, no aumento das doenças infecciosas, nos riscos económicos e de catástrofes, entre outros problemas. Assim, é necessário criar medidas para a sua preservação. Estas medidas passam pelo estabelecimento de áreas protegidas, pela reabilitação de áreas costeiras degradadas, pela reintrodução de espécies, por um ordenamento informado e real das actividades com expressão na ocupação do litoral e pela melhoria dos hábitos de produção para reduzir a contaminação. A manutenção da sua funcionalidade é de extrema importância para garantir a perenidade dos serviços ecológicos que desempenha. Sendo uma das áreas fundamentais para a riqueza das zonas neríticas, a sua preservação deve ser uma prioridade, pois é essencial para garantir a respectiva produtividade com reflexo maior na riqueza piscícola que sustenta as actividades de pesca, as quais são fundamentais para a economia de muitas comunidades litorais.

Palavras-chave: Litoral; biodiversidade; zonas de transição; doenças infecciosas emergentes.

ABSTRACT

It is only intended to do not a scientific work, but rather a brief reflection on the sea/continent ecotone and problems resulting from its degradation. This ecotone forms the boundary between land and sea, being responsible for the emergence and maintenance of coastal systems, which are associated with large areas of biodiversity. On the other hand, this limit is also associated with the emergence of infectious diseases, being crucial for the understanding and prevention of these diseases. Available data for emerging infectious diseases (EID's) and for the increase in its rates of transmission, dispersal and adaptation of pathogens, suggest a close link between the processes that occur in ecotones and the ecological and evolutionary ones responsible for zoonotic infections. These ecosystems are fundamental for the preservation of biodiversity, climate stabilization and temperature and humidity regulation, and are also important areas for the development of economic activities such as fishing, mineral exploration and tourism. However, excessive anthropization, the destruction of coastal vegetation, contamination by pollution, the absence of effective land management, among others, contribute to the degradation of this limit, which has serious consequences in fishing areas, in the increase in coastal erosion, the increase in infectious diseases, economic and catastrophic risks, among other problems. Thus, it is necessary to develop precautionary measures for its preservation. These measures involve the establishment of protected areas, the rehabilitation of degraded coastal areas, and the reintroduction of species, an informed and real ordering and management of activities with expression in the occupation of the coast and the improvement of production habits to reduce contamination. Maintaining its functionality is extremely important to guarantee the continuity of the ecological services it performs. Being one of the fundamental areas for the richness of the neritic zones, its preservation must be a priority, as it is essential to guarantee the respective productivity with greater reflection in the fish wealth that sustains the fishing activities, which are fundamental for the economy of many coastal communities.

Key words: Littoral; biodiversity; transition zones; emerging infectious diseases.

INTRODUÇÃO

A zona costeira (linha de costa e áreas adjacentes) constitui um limite muito importante para a manutenção dos ecossistemas costeiros, pois permite a existência de um grande número de espécies e biótipos, bem como influencia a regulação bioclimática nos espaços litorais (BARNES, 1977; VILES & SPENCER, 1995; VASCONCELOS, 2008). Pretende-se com esta contribuição não um trabalho científico, mas antes uma reflexão sobre a importância do limite que se estabelece entre o mar e a terra, ou seja, o ecótono mar/continente. Nesta reflexão interessa abordar os impactos negativos da antropização excessiva deste espaço. A destruição da vegetação costeira provoca o aumento da erosão, o empobrecimento da diversidade biológica, a degradação dos habitats e a perda de biodiversidade (BARNABÉ & BARNABÉ-OUET, 1997). Da mesma forma, o desenvolvimento de actividades humanas como a agricultura, a pesca intensiva, a construção de infraestruturas, a contaminação por poluição, entre outras, também contribuem para a degradação desta zona (CARTER, 1989; VILES & SPENCER, 1995; VASCONCELOS, 2002).

"O uso indiscriminado e continuado dos oceanos como local de despejo para os desperdícios humanos duradouros terá certamente efeitos muito sérios e, talvez, irreversíveis na sua produtividade" (HEYERDAHL, 1971). Esta afirmação tornou-se realidade e os oceanos, que estão na origem da vida na Terra e desempenham um papel fundamental nos sistemas de suporte da vida, são cada vez mais perturbados pela actividade humana e contaminados com os respectivos desperdícios (VLACHOGIANNI et al. 2015). Infelizmente tal carga afecta todos os seres vivos - humanos e não humanos - (SCBDSTAP 2012), com enorme impacto nas zonas litorais, ou de transição mar/continente, comummente palco de intervenções humanas descontextualizadas e ao arrepio de qualquer ponderação sensata, e da deposição de uma fracção importante dos lixos disseminados pelo ambiente marinho (VASCONCELOS, 2008; FREITAS et al., 2017). Por outro lado, este limite também está associado à emergência de doenças infecciosas, sendo determinante para a compreensão e prevenção destas doenças (KNAP et al., 2002).

ALGUNS CONCEITOS

Convém relembrar que os Ecossistemas são sistemas abertos que dependem da energia externa para a manifestação das suas propriedades – são sistemas interdependentes. Neste enquadramento a Biosfera é o único "sistema completo" constituído pelo "conjunto de todos os ecossistemas", os quais são unidades relativamente arbitrárias de dimensões muito diversas, aos quais se pode atribuir uma organização identificável e sustentada por um fluxo de energia (VIEIRA DA SILVA, 1979). Os sistemas viáveis necessitam de energia para manter a sua organização e compensar a formação da entropia (SCHROEDINGER, 1963).

Encontrando-se interligados, a sua interrelação permite a manutenção da heterogeneidade nos ecossistemas uma vez que havendo trocas entre eles, estas se dão sempre no sentido de aquisição de energia pelo sistema mais organizado (MARGALEF, 1968; PEARSON & ROSENBERG, 1978; FRONTIER, 1999). Quando as delimitações que se estabelecem correspondem a uma realidade ecológica, fronteiras perceptíveis separam ecossistemas de características claramente diferentes e constituem uma alteração brusca no seu estado de organização (MARGALEF, 1968). Nestas condições, as zonas de contacto e de fronteira, os "Ecótonos", representam uma separação nítida, frequentemente de grande biodiversidade, onde se encontram espécies pertencentes aos dois ecossistemas em contacto, acrescidas de espécies características destas zonas de fronteira (ODUM, 1993; SCHLACHER et al:, 2020).

Ecótonos (do grego "oikos" – casa e "tonos" – tensão) constituem espaços de uma actividade de trocas intensa, com vantagem para o sistema mais organizado, logo mais maduro. Nos contactos entre sistemas complexos e de maturidade elevada, desenvolvem-se sinuosidades e os ecótonos aumentam de importância. Tal facto é de grande relevância para a riqueza dos ecossistemas, os quais apresentam simultaneamente regiões de grande produtividade e outras de elevada diversidade, com uma grande fronteira de trocas onde ocorrem a

maior parte dos fenómenos de transferência (MARGALEF, 1968; ODUM, 1993; DUVIGNEAUD, 1996).

Ecótonos são assim zonas de transição ou fronteira entre duas entidades ecológicas diferentes que combinam características das duas partes que separam, possuindo, com frequência, grande abundância e diversidade de vida, pelo que são altamente benéficos para os sistemas confinantes (RICKLEFS, 1973; ODUM, 1993).

Recentemente os ecótonos têm vindo a ser encarados não apenas como zonas de transição, mas antes como constituintes mais complexos e dinâmicos dos sistemas ecológicos, que influenciam a biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas de uma forma desproporcional, relativamente à sua extensão geográfica em todas as escalas espaciais (ODUM, 1993; FORTIN et al., 2000; MOLLES Jr., 2002; JOHNSTON, 2016; SCHLACHER et al., 2020).

As zonas de ecótono constituem, na realidade, um espaço tridimensional com fronteiras internas e dependem das escalas e do ponto de vista dos investigadores; com base nestes considerandos HOLLAND (1988) sugeriu uma outra definição de ecótono: "zona de transição entre sistemas ecológicos adjacentes, tendo um conjunto de características definidas exclusivamente por escalas de espaço e tempo e pela força das interacções entre sistemas ecológicos adjacentes". Podem portanto ser descritos como áreas nas quais os factores biofísicos, a actividade biológica e os processos ecológicos evolutivos são concentrados e intensificados (produtividade biológica, diversificação genética, adaptação evolutiva, interacções interespecíficas, agregação e movimento de organismos, nutrientes e outros materiais), criando as condições necessárias para o surgimento e manutenção da diversidade biológica (RICKLEFS, 1973; MARGALEF, 1980; ODUM, 1993; GAO et al., 2019). Isto aplica-se igualmente a sistemas de escalas distintas – biótopos, biocenoses, biomas… (WILMKING, 2004; DESPOMMIER et al., 2007).

LITORAIS

O ecótono mar/continente é um limite que se estabelece entre o mar e a terra, fazendo a ponte entre o oceano e a terra firme. Nesse limite, ocorrem processos naturais como erosão, deposição, sedimentação e outros processos geomorfológicos, os quais são responsáveis pelo estabelecimento dos sistemas costeiros que estão entre a água salgada e a terra firme.

Assim, as zonas litorais podem (e devem!) ser consideradas uma vasta zona de ecótono entre ecossistema(s) marinho(s) e terrestre(s), que se espraia desde a zona das marés até, para o lado marinho, à profundidade limite da penetração da luz solar e, para o interior terrestre, à zona limite de influência dos aerossóis marinhos (PÉRÈS & PICARD, 1964; DIKINSON, 1977; UNEP, 2006); nele se incluem: sapais, mangais, salinas, estuários, lagunas, rasos de maré, pradarias de ervas marinhas, comunidades de algas fotófilas, ilhas-barreira, sistemas dunares, praias de areia, zonas de arribas litorais, áreas de vegetação ripícola e rupícola… É no ecótono mar/continente que se estabelece a maior biodiversidade, com a presença de espécies aquáticas e terrestres e a existência de habitats complexos. Muitas destas formações estão entre os locais de maior produtividade primária e, logo, dos que apresentam maior capacidade de suporte, no que às diferentes redes tróficas planetárias diz respeito (BARNES, 1977; CARTER, 1989; VILES & SPENCER, 1995; BARNABÉ & BARNABÉ-OUET, 1997; UNEP, 2006). Além disso, o ecótono desempenha um papel fundamental na estabilização climática, uma vez que os ecossistemas costeiros desempenham um papel importante na regulação da temperatura e da humidade (VASCONCELOS, 2008; JOHNSTONE & DAWSON, 2010).

Tratando-se das zonas costeiras mundiais há que entender que estão envolvidos processos e ciclos que dizem respeito a toda a Biosfera e, por conseguinte, a toda a capacidade de suporte da vida na Terra. Ou, recuperando VERNADSKY (1926), nos processos biogeoquímicos (base do funcionamento da biosfera) é fundamental considerar as deslocações das espécies que promovem "a migração" (transporte) de elementos químicos e energia a distâncias, por vezes consideráveis, tal como outras correntes e fenómenos de circulação (oceânicos, atmosféricos…).

Um exemplo eloquente são as zonas húmidas costeiras, palco de estadia e paragem de inúmeras espécies de aves em migração, que nelas se alimentam, promovendo o transporte de energia e nutrientes de e para distâncias importantes. São consideradas áreas vitais, que desempenham um papel crítico e fundamental no funcionamento dos ecossistemas costeiros, nomeadamente na respectiva capacidade de suporte (BARNES, 1977; 1999; NOWICK & NIXON, 1985; UNEP, 2006), sendo consideradas como dos mais valiosos sistemas ecológicos mundiais (COSTANZA et al., 2014). A zona de contacto entre as águas-costeiras e as terras-costeiras constitui um ecótono multifacetado, um dos mais importantes e extensos a nível planetário (DESPOMMIER et al., 2007; SCHLACHER et al., 2013a; 2013b; FREITAS et al., 2021). Nele se encontram importantes zonas de viveiros ("nursery"), de alimentação de muitas espécies costeiras (e não só…), de corredores de migração para numerosas espécies aquáticas (peixes, aves,…) e de invernada para inúmeras espécies de aves (CLARK, 1977; MARGALEF, 1980; PIENKOWSKI, 1997; BARNES, 1999; FONSECA, et al., 2004). O ecótono mar/continente tem assim um papel importante não apenas para a biodiversidade, mas também para a economia, pois é nesse limite que se estabelecem as principais áreas de pesca, portos e navegação, turismo, exploração mineral, entre outras actividades (BARNABÉ & BARNABÉ-OUET, 1997; DIAS, 2004; UNEP, 2006). Constitui, na realidade, um conjunto de ecótonos multifacetados que são considerados zonas vitais (CLARK, 1977; STEERS et al., 2008) – habitat, produtividade, unidades estruturais – sendo elementos críticos dos ecossistemas.

Estas áreas, por serem intermediárias e estarem sujeitas a maiores variações, são cruciais para o desenvolvimento e a manutenção dos ecossistemas. A "franja submarítima" (*"submaritime fringe"*) constitui, de entre os ambientes de influência marinha, aquela com maior diversidade de habitats e, simultaneamente, aquela a que se presta menos atenção; esta é a área imediatamente para o interior das zonas ocupadas por comunidades vegetais e animais dominante e directamente afectadas pelo mar – acima do "supralitoral" (PÉRÈS & PICARD, 1964) e limitada, para o interior continental, pela zona de influência da salsugem (DIKINSON, 1977; BELLAN et al., 2002). A sua diversidade é influenciada pelo balanço entre os factores endógenos (biótopo, relevo e sedimentação) e os factores exógenos (ondas, correntes e ventos). De entre os ambientes de influência marinha é uma zona relativamente difusa que, geralmente, se espraia para o interior por ± 2 km, podendo ser substancialmente maior em zonas sob forte influência de nevoeiros de advecção ou ventos marítimos (BELLAN et al., 2002). Esta zona pode, portanto, considerar-se um produto de processos marítimos e terrestres cuja morfologia exacta depende do balanceamento entre tais processos, mas também da natureza de outras variáveis – materiais envolvidos, natureza geológica, tempo a que está sujeita aos processos referidos e, fundamentalmente, ao papel do Homem (DIKINSON, 1977; FREITAS et al., 2017; 2021). As suas características geomorfológicas foram e são moldadas por processos marinhos e não marinhos e a respectiva natureza complexa deles resultante influencia fortemente a ecologia das plantas e animais dependentes dessa área. Podem abordar-se em termos de habitat (dunas cinzentas, matos dunares, p. ex.) ou das respectivas comunidades (plantas resistentes à salsugem, hábitos pulvinares da vegetação submetida aos ventos marítimos, comunidades animais dependentes das arribas), mas podem considerar-se como características diagnosticantes desta área a localização acima do nível da preia-mar das marés normais e o espraiar-se terra dentro até ao ponto em que as influências marinhas e as comunidades a elas associadas se tornam componentes negligenciáveis do ecossistema (BELLAN et al., 2002). A franja submarítima é, pois, responsável por conectar o mar à terra e por contribuir para a riqueza de espécies e de ecossistemas presentes nas zonas costeiras.

De todos os habitats costeiros é, normalmente, o mais estável e menos sujeito a variações periódicas das condições ecológicas, pelo que actua como zona-tampão para diversas

espécies, particularmente para as de nível trófico mais elevado, que podem não suportar as condições desfavoráveis dos habitats contíguos (nomeadamente os intertidais). Em tempos de expectável subida do nível médio do mar possuem um elevado banco (*"pool"*) de espécies vegetais disponíveis para a colonização dos novos habitats previsíveis (DIKINSON, 1977). As maiores pressões sofridas pelos biótopos desta franja submarítima são directa ou indirectamente devidas à acção humana – pastorícia, agricultura arável e agricultura intensiva impõem severos constrangimentos num ecossistema de solos frágeis, deficientes em nutrientes e matéria orgânica e, logo, muito instáveis (estrutura dos solos, suprimento de nutrientes, capacidade de retenção de água, resistência à erosão), implicam importantes cautelas na gestão de tais áreas. Já actividades como a sua utilização para indústria, fins recreativos, vias de comunicação e urbanizações turísticas acarretam geralmente alterações drásticas e irreversíveis nas respectivas comunidades biológicas (DIKINSON, 1977; VASCONCELOS, 2008; FREITAS et al., 2021).

A necessidade de informação actualizada e rigorosa acerca das pressões sobre os habitats das zonas costeiras continua a ser urgente e indispensável, já que os maiores impactos sobre as comunidades biológicas respectivas foi causado por alterações do seu ambiente provocadas pelos humanos; logo, acções e políticas efectivas de gestão têm que ter por foco as causas principais (DIKINSON, 1977). No mínimo os seres humanos têm que ser olhados como um componente que integra estes ecossistemas, uma vez que o seu envolvimento em tais áreas tem sido contínuo ao longo da sua evolução pelo que têm que ser olhados como "sócio-ecossistemas" (CARTER, 1989; BARNABÉ & BARNABÉ-OUET, 1997; PEREIRA et al., 2009).

Para poder manter a nossa herança patrimonial nas zonas costeiras tem que ser atribuída primazia às perspectivas ecológicas, tendo em vista manter estas áreas como habitats vivos para comunidades biológicas tão interessantes como importantes para o nosso futuro (DASMANN et al., 1973; RAMADE, 1978; DESAIGUES & TOUTAIN, 1978; VILES & SPENCER, 1995; UNEP, 2006)!

SOBRE OS ECÓTONOS

Ecótonos são, como vimos, transições de, por exemplo, um tipo de ecossistema para um outro, podendo ser considerados como uma transição de fase (ex: água líquida para sólida). A sua extensão pode (e deve!) traduzir o gradiente que se estabelece no seu interior; se as zonas de fronteira se sobrepõem ou estão muito próximas o gradiente ambiental deve ser abrupto; se, pelo contrario, a zona ecotonal se torna extensa, ela traduzirá certamente gradientes ambientais que evoluem de uma forma mais gradual (ODUM, 1993; MOLLES Jr,, 2002).

Diversos autores sugerem que é nestas áreas de ecótono, em que se assiste a modificações ambientais graduais dentro de uma paisagem, que se devem procurar respostas biológicas às alterações ambientais (MOLLES Jr,, 2002; YANDO et al., 2018; SANTILAN et al., 2019). Ou seja, será na geometria dos ecótonos que se devem procurar as respostas ecológicas às previsíveis futuras alterações climáticas e ambientais.

Neste contexto, no ecótono entre sapais e mangais nos limites norte de distribuição destes últimos, tem-se vindo a assistir à sua progressão para norte, colonizando as áreas de sapal. As projecções climáticas mais recentes sugerem que esta tendência se vai tornar uma deriva mais frequente devida aos efeitos das alterações climáticas (CAVANAUGH et al, 2019). Estas, sabe-se, deverão incrementar a eutrofização das zonas costeiras, com aumento da disponibilidade de nutrientes, nomeadamente azoto, que se sabe favorecer o desenvolvimento dos mangais em detrimento dos sapais, o que acontece no ecótono tropical-temperado (DANGREMOND et al., 2020). Assim, a variação geográfica deste ecótono será um bom indicador das alterações climáticas (YANDO et al., 2018; SANTILAN et al., 2019).

Outras consequências das alterações climáticas em zonas de ecótono: i) redução da pluviosidade – durante os últimos 50 anos a redução da escorrência de água doce juntamente com a compartimentação dos Everglades e um aumento de ±10 cm no nível do mar fez com que o ecótono do mangal tenha transgredido para o

interior cerca de 1,5 km (RIVERA-MONROY et al., 2011); ii) a redução dos nevoeiros de advecção litoral no verão na costa da Califórnia têm produzido situações mais secas e quentes junto à zona costeira (o mesmo, embora sem estudos que o confirmem, deverá ser o que está a ocorrer na costa sudoeste portuguesa, segundo testemunho dos habitantes locais mais idosos), estimando-se uma redução de 33% na frequência de nevoeiros desde o início do século XX (JOHNSTONE & DAWSON, 2010); iii) a emergência de formações de mangal no interior de zonas de sapal, não fornece habitat equivalente, conduzindo a alterações das comunidades animais no interior dos diversos espaços e no ecótono que podem ser significativas, influenciando os processos ecológicos de estruturação das comunidades (JOHNSTON, 2016); iv) no interior de zonas de sapal a definição de ecótonos pode estar igualmente relacionada com a disponibilização de nutrientes e a capacidade das diferentes espécies para os utilizarem e acumularem (GAO et al., 2019; DANGREMOND et al., 2020); v) as zonas de transição são frequentemente ignoradas ou reduzidas a linhas nos mapas, mas estas zonas são activas e desempenham inúmeros papeis funcionais na dinâmica dos ecossistemas controlando, por exemplo, o fluxo de materiais entre eles, influenciando a biodiversidade (FORTIN et al., 2000).

Estes são, assim, sistemas dinâmicos e alterações na sua localização podem indicar alterações ambientais pelo que se tornaram foco de investigação em Ecologia da Paisagem e alterações climáticas globais (FORTIN et al., 2000). De acordo com GAO et al. (2019) ainda será necessária muita investigação para esclarecer tudo isto.

Muitas zonas húmidas podem ser zonas de transição entre sistemas aquáticos e terrestres, logo ecótonos, os quais estão gradualmente a desaparecer devido à fragmentação antrópica da paisagem e dos sistemas hidrológicos, sendo raramente considerados unidades de conservação. Quando os ecótonos desaparecem as relações estruturais e funcionais entre os ecossistemas adjacentes são desestruturadas, reduzindo a resiliência de cada um dos subsistemas e da totalidade do sistema; para reabilitar e proteger estas áreas devem visar-se múltiplas zonas que representem toda a diversidade dos ecossistemas incluindo os ecótonos respectivos - do mar para terra; dos mangais para os paúis e sapais; entre zonas húmidas e planícies marginais... (DUVIGNEAUD, 1996; ODUM, 1993; BARNES, 1999; POLGAR & JAAFAR, 2018).

Reconhecem-se ecótonos bióticos ou ambientais: os primeiros traduzem a resposta das espécies às alterações ambientais (abruptas ou graduais), às interacções entre as espécies ou a ambas; os segundos correspondem a modificações físicas abruptas relativamente a diferentes parâmetros - solo, topografia, geologia, tipos e granulometria do sedimento... (FORTIN et al., 2000). Haverá, todavia, que considerar três grandes categorias de ecossistemas com funcionamentos muito diferentes: terrestres, aquáticos e seus interfaces litorais (FRONTIER, 1999).

Segundo FRONTIER (1999) o interface litoral, muito produtivo, é sede de fenómenos físicos e biológicos muito interligados – diversidade natural de massa de água e seus movimentos (correntes, marés, vagas, salinidade, nutrientes, seston, matéria orgânica), dos substratos de contacto e da geometria da interface (fractal) – que determinam uma grande variedade de processos. Os interfaces (ecótonos) desempenham um papel fundamental à escala da paisagem (lagunas, pântanos, redes hidrográficas, estuários, sapais, mangais, praias, planícies costeiras, litorais rochosos). Há aqui muitos exemplos de ecossistemas juvenis (eutróficos) que exportam matéria/energia para ecossistemas maduros (oligotróficos). Podem assim ser vistos como zonas nas quais as taxas espaciais de variação na sua estrutura ou função ecológica são rápidas relativamente às taxas relativas à paisagem no seu conjunto (WILMKING, 2004).

Globalmente, o litoral constitui um ecótono entre os ecossistemas continentais e os aquáticos, cujas características principais se relacionam com a existência de uma enorme diversidade de biótopos (calmos/agitados, com/sem água doce, natureza geológica, tipos de marés, etc.), e com um regime de perturbação quase permanente e comando da

ecologia pela física, com forte interacção entre as diferentes comunidades biológicas aquáticas (plâncton, necton, bentos), e destas com algumas terrestres (insectos, aves, mamíferos) (BARNES, 1999; SCHLACHER et al., 2013a). Segundo FRONTIER (1999) a zona litoral pode apresentar-se como uma zona de:

• forte produtividade e biodiversidade elevada;

• forte biomassa nos mares frios e grande biodiversidade nos mares quentes;

• fornecimento de nutrientes de origem oceânica (upwelling), continental (lixiviação), atmosférica (ventos, chuvas, cianofíceas...);

• forte interacção com o continente (estuários, deltas, lagunas, sapais, mangais) com misturas de águas doces/salgadas, variação de salinidade e contributo em sedimentos.

Esta zona constitui igualmente uma importante área de trocas com:

• diversos exemplos de cadáveres marinhos arrojados nas praias e utilizados por inúmeros necrófagos marinhos e terrestres (SCHLACHER et al., 2013a, 2013b, 2020);

• plumas de rios que carreiam matéria orgânica e nutrientes que são processados e incorporados nos organismos marinhos (CONNOLLY et al., 2009).

BREBER et al. (2008) referem que vastas áreas de zonas húmidas têm vindo a ser reclamadas para agricultura intensiva com perda de ecótonos e reflexos muito negativos para, por exemplo, o rendimento da pesca.

ECÓTONOS E DOENÇAS INFECCIOSAS EMERGENTES

A análise de aproximadamente 130 doenças infecciosas emergentes (EID's) causadas por agentes zoonóticos (vírus, bactérias, fungos e protozoários) sugere que poderão estar maioritariamente associados a zonas de ecótono, como é o caso do ecótono mar/continente, nomeadamente aos de origem antrópica ou grandemente modificados por acções humanas, e nos quais o transito humano é mais ou menos intenso (DESPOMMIER et al., 2017). Estas áreas são extremamente importantes para o surgimento e proliferação de patogenias, pois são estas fronteiras, em que ocorre uma biodiversidade elevada, um dos principais berçários de novas doenças infecciosas.

A maior parte das zoonoses emergentes parecem poder associar-se a alterações antrópicas dos diferentes ecossistemas as quais podem alterar as relações parasita–vector–hospedeiro, podendo culminar numa situação de transmissão de hospedeiro não-humano para humano (DESPOMMIER et al., 2007).

Estas dinâmicas parecem estar associadas com i) cobertura do solo/alterações do uso e/ou ii) alterações da interface terra/água e podem provocar trocas de parasitas e hospedeiros (ex: transmissões entre espécies, introduções e/ou extensões de alcance geográfico em habitats novos ou alterados); podem igualmente ser efectivamente descritas como variação de ecótonos (extensão geográfica ou sobreposição) e dos processos que neles ocorrem. O resultado é, não raro, a intersecção de múltiplos ecótonos naturais e antrópicos (orlas de florestas e paisagens florestais fragmentadas, ecótonos terrestre/aquáticos/habitats ripários, paisagens ribeirinhas e zonas húmidas dulçaquícolas ou estuarinas, ecótonos floresta/pradarias/tundras e terrestre/mar/zona costeira à escala de biomas) (DESPOMMIER et al., 2007; 2017).

No que à zona costeira interessa tem aumentado o risco das zoonoses associadas às zonas de ecótonos costeiros, nomeadamente malária, dengue, leptospirose, diarreias e cólera. Adicionalmente há também um consenso de que as alterações climáticas têm causado avanços de espécies microbianas tropicais (muitas patogénicas) para as zonas temperadas frias, historicamente livres desses agentes (PARMESAN & ATTRILL, 2016; VEZZULLI et al., 2016). Relativamente à cólera, o comércio mundial de um poliqueta (*Namalycastis rhodochorde*) utilizado como isco vivo para pesca, pode bem ser um agente de dispersão, a partir do Vietname, dos vibriões da cólera a longa distância (COHEN, 2012).

Afigura-se, assim, necessário compreender e estudar melhor o ecótono mar/continente, para que possamos prevenir futuras epidemias e pandemias, e para a compreensão e a prevenção de doenças infecciosas emergentes.

ALGUNS COMENTÁRIOS FINAIS

Os ecossistemas costeiros integrados numa orla fisicamente limitada, são, por isso mesmo, muitíssimo sensíveis às pressões com origem na actividade humana que, a nível mundial, lhes provocaram já acentuada degradação (VASCONCELOS, 2002, 2008). Na realidade integram o ecótono mar/continente, o elo de ligação entre o mar e a terra firme. Nesse limite, ocorrem processos naturais biogeomorfológicos, mas também os decorrentes das actividades humanas (implantação de infraestruturas portuárias, de indústrias, de núcleos urbanos...), os quais em conjunto são responsáveis pela natureza e aspecto do ecótono. A crescente invasão dos espaços litorais pelas populações humanas é a causa do "confronto de duas lógicas frequentemente contraditórias: a dinâmica do avanço do mar e a progressão inversa da implantação humana" (VASCONCELOS, 2008).

É comum afirmar-se que entre os ecossistemas litorais se encontram alguns dos de maior produtividade natural, sendo igualmente dos mais interessantes do ponto de vista científico e dos de maior valor em termos de bens e serviços fornecidos à Humanidade. são também dos mais vulneráveis ao desenvolvimento socioeconómico humano (BARNES, 1977; 1999; VASCONCELOS, 2008; COSTANZA et al., 2014). Assim, a função que desempenham na economia global desvirtua-se à medida que são alterados, sendo geralmente irrecuperáveis (à escala do tempo humano), afectando um maior ou menor grupo de espécies com interesse económico, sabendo-se que cerca de 70% das espécies marinhas pescadas dependem da faixa costeira (VASCONCELOS, 2002; 2008).

Infelizmente tem vindo a constatar-se o desaparecimento gradual dos ecótonos devido à fragmentação antrópica das paisagens, uma vez que raramente são considerados como unidades de conservação. Como já foi referido, perdidas as zonas de ecótono a resiliência dos ecossistemas adjacentes é, normalmente, drasticamente reduzida. (POLGAR & JAAFAR, 2018). Deste modo, estas zonas de transição são frequentemente mencionadas como zonas de alerta precoce para alterações a ocorrer nos ecossistemas (WILMKING, 2004). Como aludido, FORTIN et al., (2000) salientam que as alterações detectadas no posicionamento dos ecótonos podem ser utilizadas como indicadores de alterações ambientais, pelo que a sua dinâmica e a deriva dos respectivos limites podem ser úteis para incrementar a nossa compreensão das implicações ecológicas das alterações climáticas (YANDO et al., 2018).

Tem vindo a ser verificado que as modificações detectadas na distribuição de mangais e de sapais pode servir de sentinela às modificações decorrentes de alterações climáticas, as quais porão certamente em causa o grande número de serviços ecológicos ligados a esses habitats (RIVERA-MONROY et al., 2011; SANTILAN et al., 2019). CAVANAUGH et al. (2019) mostraram que no nordeste da Florida, mangais e sapais trocaram de dominância pelo menos seis vezes entre o final de 1700 e 2017 devido a flutuações na frequência e intensidade de eventos de frio extremo. Todavia, conquanto a recente expansão do mangal possa ser integrada nesse contexto histórico de um sistema sujeito a oscilações, as projecções relativas às alterações climáticas em curso patenteiam que a tendência recente pode representar uma alteração mais permanente. Sabe-se que as florestas de mangal estão a expandir-se para as zonas de sapal na zona de ecótono mangal-sapal histórica, um fenómeno associado ao aquecimento e que terá implicações importantes no sequestro de carbono (DOUGHTY et al., 2016).

SCHLACHER et al. (2013a; 2013b; 2020) referem a importância do transporte de matéria e de energia do mar para o continente através do material que se deposita nos areais. Cadáveres de animais marinhos depositados nos areais são geralmente consumidos por animais terrestres (desde insectos a aves e mamíferos; de catadores a carnívoros e necrófagos). Foi igualmente mostrado que os ecossistemas intertidais marinhos podem depender energeticamente de inputs continentais (eg. descargas de rios), levantando a hipótese de que os ciclos de carbono e azoto nas margens oceânicas a nível mundial podem ser vulneráveis a impactos decorrentes das alterações climáticas, devido à redução da precipitação e, logo, da

escorrência continental (SCHLACHER & CONNOLLY, 2009). Os grandes rios carreiam grandes quantidades de material que promovem teias tróficas bentónicas marinhas exuberantes. Por outro lado, descargas menores podem também contribuir para necessidades energéticas de espécies-alvo das pescarias costeiras, mas as suas características mais efémeras e as pequenas dimensões físicas estabelecem os limites para o desenvolvimento do ecótono terra-água (CONNOLLY et al., 2009); a redução destas contribuições pode portanto afectar o rendimento de algumas pescarias (VASCONCELOS, 2008).

Dados disponíveis para as EID's e respectivas causas do aumento das taxas de transmissões patogénicas, dispersão e adaptação sugerem uma ligação estreita entre os processos que ocorrem nos ecótonos e os responsáveis pelas infecções zoonóticas. Os ecótonos e a sua provável relação com os processos biofísicos, ecológicos e evolutivos dos agentes patogénicos estão certamente na base das EID's zoonóticas. O estudo de tais processos pode vir a ser muito útil no entendimento das causas da recente tendência de aumento global destas doenças (DESPOMMIER et al., 2007; 2017).

Uma aturada revisão recente encontrou vários exemplos de doenças zoonóticas emergentes na interface vida selvagem-gado-humanos, as quais estavam associadas com diferentes combinações de intensificação agrícola e alterações ambientais como, por exemplo, fragmentação do habitat e ecótonos, biodiversidade reduzida, mudanças na agricultura e aumento da densidade humana nos ecossistemas (JONES et al., 2013).

Sabe-se hoje que os animais selvagens são hospedeiros de cerca de 62% dos agentes patogénicos humanos, pelo que alterações na dinâmica das comunidades dessas espécies podem alterar o grau de risco para o Homem. (PARMESAN & ATTRILL, 2016).

Segundo FORTIN et al. (2000), o desafio é tratar estas zonas heterogéneas que constituem os ecótonos como entidades em si mesmas, em lugar de as reduzir simplesmente a uma linha entre manchas adjacentes. Deste modo, a investigação, conservação e restauro de habitats tem, obrigatoriamente, que se focar também nos ecótonos, já que, a diversas escalas, estes mostram ser áreas de aumento da biodiversidade e de habitat crítico para as diferentes espécies de numerosos grupos – de insectos a mamíferos (TRAUT, 2005). Constituem portanto componentes fundamentais da paisagem que têm sido normalmente ignorados em proveito do estudo de ecossistemas mais homogéneos (FORTIN et al., 2000).

A preservação deste ecótono, que é de extrema importância para garantir a saúde humana e a segurança das zonas costeiras, bem como para a manutenção da biodiversidade e dos ecossistemas costeiros, passa pelo estabelecimento de áreas protegidas onde se limitem as actividades humanas (e, logo, de protecção essencial, pelo que não devem ser aradas, limpas, drenadas, dragadas, entulhadas...), pela reabilitação de áreas costeiras degradadas, pela reintrodução de espécies, pela melhoria dos hábitos de produção para reduzir a contaminação e pelo ordenamento e gestão integrada dos interesses naturais e socioeconómicos em presença (VILES & SPENCER, 1995; ANDRADE et al., 2009; DOMINGOS et al., 2009). O restauro dos ecótonos, sapais e planícies inundadas e a preservação dos ecossistemas semi-naturais de agro-silvo-pastorícia têm que ser prioridades a ser consideradas (BREBER et al., 2008).

É importante referir que a presença e a intensidade das relações entre as espécies serão influenciadas pelo tipo e extensão do ecótono criado. Em suma, o ecótono mar/continente possui um papel fundamental na estabilização climática, na preservação da biodiversidade e na regulação das actividades humanas. Além disso, é também responsável por uma parte não negligenciável das EID's devido a ser a provável origem de novos agentes patogénicos. Sendo assim, é de extrema importância compreender e preservar esta zona de fronteira para garantir a saúde humana e a segurança das zonas costeiras.

AGRADECIMENTOS

Trabalho financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projecto UIDB/MAR/04292/2020, atribuído ao MARE - Centro de Ciências do Mar e do Ambiente.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F.; CABRAL, H. & BORGES, F. 2009. Ambientes costeiros. In: PEREIRA, H.M.; DOMINGOS, T.; VICENTE, L. & PROENÇA, V. (Eds.). Ecossistemas e bem-estar humano. Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment. pp.413-435, Escolar Editora, Lisboa. (ISBN: 978-972-592-274-3).

BARNABÉ, G. & BARNABÉ-OUET, R. 1997. Écologie et amenagement dês eaux côtières. xii+392p., Lavoisier Tec & Doc, Paris. (ISBN: 2-7430-0100-3).

BARNES, R.S.K. 1977. The coastline. In: BARNES, R.S.K. (Ed.), The coastline, pp.3-27. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, (ISBN: 0-471-99470-7).

BARNES, R.S.K. 1999. The conservation of brackish-water systems: priorities for the 21st century. Aquatic Conservation: Marine And Freshwater Ecosystems, 9: 523–527.

BELLAN, G.; BELLAN-SANTINI, N. & DAUVIN, J.C. 2002. Définition et perception de l'espace littoral. Le point de vue de naturalistes. In: DAUVIN, J.C. (Ed.) Gestion Intégrée des zones côtières: outils et perspectives pour la préservation du patrimoine naturel. Patrimoines Naturels, 57: 36-42. (ISBN: 2-85653-549-6).

BREBER, P.; POVILANSKAS, R. & ARMAITIENÈ, A. 2008. Recent evolution of fishery and land reclamation in Curonian and Lesina lagoons. Hydrobiologia, 611:105–114. (doi: 10.1007/s10750-008-9453-6).

CARTER, R.W.G. 1989. Coastal Environments. An introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines. xvi+619p., Academic Press Ltd., London. (ISBN: 0-12-161856-0).

CAVANAUGH, K.C.; DANGREMOND, E.M.; DOUGHTY, C.L.; WILLIAMS, A.P.; PARKER, J.D.; HAYES, M.A.; RODRIGUEZ, W. & FELLER, I.C. 2019. Climate-driven regime shifts in a mangrove–salt marsh ecotone over the past 250 years. PNAS, 116(43): 21602–21608. (doi: 10.1073/pnas.1902181116).

COHEN, A.N. 2012. Aquatic Invasive Species Vector Risk Assessments: Live Saltwater Bait and the Introduction of Non-native Species into California. Final Report, 93p.

CONNOLLY, R.M.; SCHLACHER, T.A. & GASTON, T.F. 2009. Stable isotope evidence for trophic subsidy of coastal benthic fisheries by river discharge plumes off small estuaries. Marine Biology Research, 5(2):164-171. (doi: 10.1080/17451000802266625).

CLARK, J.R., 1977. Coastal ecosystem management. xii+928p., John Wiley & Sons, Inc, N.Y., (ISBN: 0-471-15854-2).

COSTANZA, R., DE GROOT, R., SUTTON, P., van der PLOEG, S., ANDERSON, S.J., KUBISZEWSKI, I., FARBER, S., TURNER, R.K., 2014. Changes in the global value of ecosystem services. Global Environmental Change, 26: 152-58. (doi: 10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002).

DANGREMOND, E.M.; SIMPSON, L.T.; OSBORNE, T.Z. & FELLER, I.C. 2020. Nitrogen Enrichment Accelerates Mangrove Range Expansion in the Temperate–Tropical Ecotone. Ecosystems, 23: 703–714. (doi: 10.1007/s10021-019-00441-2).

DASMANN, R.F.; MILTON, J.P. & FREEMAN, P.E. 1973. Ecological principles for economical development. viii+452p., John Wiley and Sons Ltd, London. (ISBN: 0-471-19606-1).

DESAIGUES, B. & TOUTAIN, J.C. 1978. Gérer l'environnement. xiii+324p. Ed. Economica, Paris.

DESPOMMIER, D.D.; ELLIS, B.R. & WILCOX, B.A. 2007. The Role of Ecotones in Emerging Infectious Diseases. EcoHealth 3: 281–289. (doi: 10.1007/s10393-006-0063-3).

DESPOMMIER, D.D.; GRIFFIN, D.O.; GWADZ, R.W.; HOTEZ, P.J. & KNIRSCH, C.A. 2017. Parasitic Diseases (6th Ed.). x+590 p., Parasites Without Borders, Inc. New York, (ISBN: 978-0-9978400-1-8).

DIAS, J.A. 2004. Portugal e o Mar – Importância da Oceanografia em Portugal. 44p., Colecção OmniCiência, nº4, Apenas Livros Lda, Lisboa. (ISBN: 972-8777-73-6).

DIKINSON, G. 1977. The submaritime fringe. In: BARNES, R.S.K. (Ed.), The coastline, pp.271-288. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, (ISBN: 0-471-99470-7).

DOMINGOS, T.; SEQUEIRA, E.; MAGALHÃES, M.; VALADA, T.; VICENTE, L.; MARTINS, H. &

FERREIRA, M. 2009. Promotores de alterações nos ecossistemas. In: PEREIRA, H.M.; DOMINGOS, T.; VICENTE, L. & PROENÇA, V. (Eds.). Ecossistemas e bem-estar humano. Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment. pp.56-89, Escolar Editora, Lisboa. (ISBN: 978-972-592-274-3).

DOUGHTY, C.L.; LANGLEY, J.A.; WALKER, W.S.; FELLER, I.C.; SCHAUB, R. & CHAPMAN, S.K. 2016. Mangrove range expansion rapidly increases coastal wetland carbon storage. Estuaries and Coasts, 39(2): 385–396. (doi:10.1007/s12237-015-9993-8).

DUVIGNEAUD, P. 1996. A síntese ecológica. xxxvi+787p., Colecção Perspectivas Ecológicas, Instituto Piaget, Lisboa. (ISBN: 972-8245-43-2).

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.

FORTIN, M.J.; OLSON, R.J.; FERSON, S.; IVERSON, L.; HUNSAKER, C.; EDWARDS, G.; LEVINE, D.; BUTERA, K. & KLEMAS, V. 2000. Issues related to the detection of boundaries. Landscape Ecology, 15(5): 453–466. (doi: 10.1023/a:1008194205292).

FREITAS, J.G.; DIAS, J.A.; PAULA, D.P.; CANCELA DA FONSECA, L.; VASCONCELOS JUNIOR, R. & SCHMIDT, L. 2017. Contra a maré cremos, crianças, que basta edificar mais cubos e muralhas de areia: Reflexões interdisciplinares sobre a Gestão Costeira. In: PEREIRA, S.D.; RODRIGUES, M.A.C.; BERGAMASCHI, S.; ARAÚJO-JÚNIOR, H.; CANCELA DA FONSECA, L.; GARCIA, A.C. & ROQUE, A.C. (Eds.). O Homem e o Litoral: Transformações na paisagem ao longo do tempo - Tomo VI da Rede BrasPor. pp.52-67. Rio de Janeiro: UERJ. (ISBN: 978-85-5676-018-0).

FREITAS, J.G.; JAMES, R. & LAND, I. 2021. Coastal studies and society: The tipping point. Coastal Studies & Society, 0(0): 1–7. (doi: 10.1177/26349817211047765).

FRONTIER, S. 1999. Les écossystèmes. 128p., Col. Que sais-je?, Presses Universitaires de France, Paris. (ISBN: 978-2130500728).

GAO, H.; ZHAI, S.; SUN, Z.; LIU, J. & TONG, C. 2019. Differences in biomass and silica content in typical plant communities with ecotones in the Min River estuary of southeast China. PeerJ, 7:e7218. (doi: 10.7717/peerj.7218).

HEYERDAHL, T. 1971. Atlantic Ocean Pollution and Biota Observed by the 'Ra' Expeditions. Biological Conservation, 3(3): 164-167. (doi: 10.1016/0006-3207(71)90158-3).

HOLLAND, M.M. 1988. Scope/Mab technical consultations on landscape boundaries: report of a Scope/Mab workshop on ecotones. Biology International, Special Issue 17: 47–106.

JONES, B.A.; GRACE, D.; KOCK, R.; ALONSO, S.; RUSHTON, J.; SAID, M.Y.; McKEEVER, D.; MUTUA, F.; YOUNG, J.; McDERMOTT, J. & PFEIFFER, D.U. 2013. Zoonosis emergence linked to agricultural intensification and environmental change, PNAS, 110(21): 8399-8404. (doi: 10.1073/pnas.1208059110).

JOHNSTON, C.A. 2016. Marine community assembly in a dynamic ecotone. PhD Thesis, Faculty of the Graduate School, University of Maryland. 164pp.

JOHNSTONE, J.A. & DAWSON, T.E. 2010.Climatic context and ecological implications of summer fog decline in the coast redwood region. PNAS, 107(10): 4533–4538. (doi: 10.1073/pnas.0915062107).

KNAP, A.; DEWAILLY, E.; FURGAL, C.; GALVIN, J.; BADEN, D.; BOWEN, R.E.; DEPLEDGE, M.; DUGUAY, L.; FLEMING, L.E.; FORD, T.; MOSER, F.; OWEN, R.; SUK, W.A. & UNLUATA, U. 2002. Indicators of ocean health and human health: developing a research and monitoring framework. Environmental Health Perspectives, 110(9): 839–845. (doi:10.1289/ehp.02110839).

MARGALEF, R. 1968. Perspectives de la Teoria Ecológica. 110p., (version castellana, 1978). Ed.Blume, Barcelona. (ISBN: 84-7031-099-2).

MARGALEF, R. 1980. Ecologia. xv+951p. Ediciones Ómega S.A., Barcelona. (ISBN: 84-282-0405-5).

MOLLES Jr. M.C. 2002. Ecology. Concepts and applications, 2nd edition. xxiv+586p., McGraw-Hill Inc., New York. (ISBN: 0-07-029416-X).

NOWICKI, B.L. & NIXON, S.W. 1985. Benthic

community metabolism in a coastal lagoon ecosystem. Marine Ecology Progress Series, 22(1): 21-30.
ODUM, E.P. 1993. Ecology and our endangered life-support systems (2nd edition). xvi+303p., Sinauer Associates, Inc., Sunderland. (ISBN: 0-87893-634-3).
PARMESAN C. & ATTRILl M.J. 2016. Impacts and effects of ocean warming on human health (disease). In: LAFFOLEY D. & BAXTER J.M. (Eds.): Explaining Ocean Warming: Causes, scale, effects and consequences, pp.439-449. Full report. Gland, Switzerland: IUCN. (doi: 10.2305/IUCN.CH.2016.08.en).
PEARSON, T.H. & ROSENBERG, R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.,16: 229-311.
PEREIRA, H.M.; MOTA, R.; FERREIRA, M. & GOMES, I. 2009. Cenários socioecológicos para Portugal. In: PEREIRA, H.M.; DOMINGOS, T.; VICENTE, L. & PROENÇA, V. (Eds.). Ecossistemas e bem-estar humano. Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment. pp.91-125, Escolar Editora, Lisboa. (ISBN: 978-972-592-274-3).
PÉRÈS, J-M. & PICARD, J. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume. 31(47): 1-137.
PIENKOWSKI, M. 1997. Shorebird networks in north and west Europe in the context of artic-African migration systems. In: Amigos de la Tierra (ed.). La conservación de las zonas húmedas en una perspectiva Norte-Sur: La ruta migratoria Atlántico Oriental. pp. 63-82. Actas de la Conferencia Internacional, Sevilla, España, 26-29/11/1995. Amigos de la Tierra, Junta de Andalucia - Consejeria de Medio Ambiente. (ISBN: 84-8100-012-4).
POLGAR, G. & JAAFAR, Z. 2018. Ecotonal Networks (ENTs). In: Endangered Forested Wetlands of Sundaland. pp.41-55. Springer, Cham. (doi: 10.1007/978-3-319-52417-7_3).
RAMADE, F. 1978. Eléments d'écologie appliquée. Action de l'Homme sur la biosphère. vi+576p., McGraw Hill Inc., Paris. (ISBN: 2-7042-1002-0).
RICKLEFS, R.E. 1973. Ecology. x+861p., Chiron Press, Massachusetts.
RIVERA-MONROY, V.H.; TWILLEY, R.R.; DAVIS III, S.E.; CHILDERS, D.L.; SIMARD, M.; CHAMBERS, R.; JAFFE, R.; BOYER, J.N.; RUDNICK, D.T.; ZHANG, K.; CASTAÑEDA-MOYA, E.; EWE, S.M.L.; PRICE, R.M.; CORONADO-MOLINA, C.; ROSS, M.; SMITH III, T.J.; MICHOT, B.; MESELHE, E.; NUTTLE, W.; TROXLER, T.G. & NOE, G.B. 2011. The Role of the Everglades Mangrove Ecotone Region (EMER) in regulating nutrient cycling and wetland productivity in South Florida. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 41(sup1): 633-669. (doi: 10.1080/10643389.2010.530907).
SAINTILAN, N.; ROGERS, K. & McKEE, K.L. 2019. The Shifting Saltmarsh-Mangrove Ecotone in Australasia and the Americas, In: PERILLO, G.M.E.; WOLANSKI, E.; CAHOON, D.R. & HOPKINSON, C.S. (Eds.), Coastal Wetlands: An Integrated Ecosystem Approach (2nd Edition), pp.915-945, Elsevier, (ISBN: 978-0444638939, doi: 10.1016/B978-0-444-63893-9.00026-5).
SCBDSTAP 2012. Secretariat of the Convention on Biological Diversity and the Scientific and Technical Advisory Panel—GEF. Impacts of Marine Debris on Biodiversity: Current Status and Potential Solutions, Montreal, Technical Series No. 67, 61pp.
SCHLACHER, T.A. & CONNOLLY, R.M. 2009. Land–ocean coupling of carbon and nitrogen fluxes on sandy beaches. Ecosystems, 12: 311–321. (doi: 10.1007/s10021-008-9224-2).
SCHLACHER, T.A.; STRYDOM, S.; CONNOLLY, R.M. 2013a. Multiple scavengers respond rapidly to pulsed carrion resources at the landeocean interface. Acta Oecologica, 48: 7-12. (doi: 10.1016/j.actao.2013.01.007).
SCHLACHER, T.A.; STRYDOM, S.; CONNOLLY, R.M. & SCHOEMAN, D. 2013b. Donor-control of scavenging food webs at the land-ocean interface. PLoS ONE, 8(6): e68221. (doi: 10.1371/journal.pone.0068221).
SCHLACHER, T.A.; GILBY, B.L.; OLDS, A.D.; HENDERSON, C.J. & CONNOLLY, R.M.; PETERSON, C.H.; VOSS, C.M.; MASLO, B.;

WESTON, M.A.; BISHOP, M.J. & ROWDEN, A. 2020. Key ecological function peaks at the land–ocean transition zone when vertebrate scavengers concentrate on ocean beaches. Ecosystems, 23: 906–916. (doi: 10.1007/s10021-019-00445-y).

SCHROEDINGER, E. 1963. Vida Espírito e Matéria. 226p., Colecção Estudos e Documentos, nº26. Publicações Europa-América, Lisboa. [Edição fac-simile 2020, A Bela e o Monstro/Rapsódia Final, Lisboa], (ISBN: 978-989-8737-56-4).

STEERS, R.J.; CURTO, M. & HOLLAND, V.L. 2008. Local scale vegetation mapping and ecotone analysis in the southern coast range, California. Madroño, 55(1): 26–40.

TRAUT, B.H. 2005. The role of coastal ecotones: a case study of the salt marsh/upland transition zone in California. Journal of Ecology, 93: 279–290. (doi: 10.1111/j.1365-2745.2005.00969.x).

UNEP 2006. Marine and coastal ecosystems and human wellbeing: A synthesis report based on the findings of the Millennium Ecosystem Assessment. United Nations Environment Programme, Nairobi, 76p.

VASCONCELOS, M.S. 2002. A Condição Humana e os Oceanos. Breviário de Meditação. 372p., Lisboa: Instituto de Investigação das Pescas e do Mar – IPIMAR, (ISBN: 972-9372-28-4).

VASCONCELOS, M.S. 2008. Océan et Zones Côtières. Le défi d'une politique intégrée. In: Actes de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques pp. 207-231. (Session Plénière, Thématique: Océanographie). Rabat.

VERNADSKY, W. 1926. La Biosphère. 285p., Éditions du Seuil (2002), Paris. (ISBN: 2-02-052782-0).

VEZZULLI, L.; GRANDEA, C.; REIDB, P.C.; HÉLAOUËTB, P.; EDWARDSB, M.; HÖFLED, M.G.; BRETTARD, I.; COLWELLE, R.R. & PRUZZO, C. 2016. Climate influence on Vibrio and associated human diseases during the past half-century in the coastal North Atlantic. PNAS, E5062–E5071. (doi: 10.1073/pnas.1609157113).

VIEIRA DA SILVA, J, 1979. Introduction à la théorie écologique. 112p., Paris, Masson, Collection d'Ecologie, n° 14, (ISBN: 2-225-63492-0).

VILES, H. & SPENCER, T. 1995. Coastal problems: Geomorphology, ecology and society at the coast. x+350p., Edward Arnold, Pub., London, (ISBN: 0-340-53197-5).

VLACHOGIANNI, T., RONIOTES, A., VEIGA, J., MIO-ECSDE, 2015. Marine litter brochure sectors-specific 'Stopping marine litter together!'. Deliverable D6.4. MARLISCO project Marine Litter in European Seas: Social Awareness and Co-Responsibility. (EC FP7 Coordinated and Support Action, SIS-MML-289042).

WILMKING, M. 2004. The treeline ecotone in interior Alaska: From theory to planning and the ecology in between. PhD Thesis, University of Alaska Fairbanks. xii+130p.

YANDO, E.S.; OSLAND, M.J. & HESTER, M.W. 2018. Microspatial ecotone dynamics at a shifting range limit: plant–soil variation across salt marsh–mangrove interfaces. Oecologia, 187: 319-331. (doi: 10.1007/s00442-018-4098-2).

Capítulo XIII

CLADÍSTICA 3D: UMA NOVA PERSPETIVA PARA ANÁLISES FILOGENÉTICAS COMO FERRAMENTA PARA CONSERVAÇÃO COSTEIRA E CIÊNCIA CIDADÃ



CLADÍSTICA 3D: UMA NOVA PERSPETIVA PARA ANÁLISES FILOGENÉTICAS COMO FERRAMENTA PARA CONSERVAÇÃO COSTEIRA E CIÊNCIA CIDADÃ

Márcia Filipa Sousa Venâncio[1]; José Carlos Antunes[2]; Dimítri de Araújo Costa[3]

[1,2,3]Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Porto, Avenida General Norton de Matos, s/n, Matosinhos, Portugal, 4450-208, [1]mvenancio@ciimar.up.pt, [2]cantunes@ciimar.up.pt, [3]dimitri.costa@ciimar.up.pt

RESUMO

Neste trabalho revisitamos o estudo da cladística e a sua importância para a ciência cidadã/comunicação científica, juntamente com a componente da ilustração 3D como ferramenta útil para a análise filogenética. A cladística é uma análise filogenética criada por Willi Hennig, que permite formular hipóteses sobre as relações ancestral-descendente, usando um cladograma para representar graficamente um sistema biológico. Visto que a cladística morfológica caiu em desuso nas últimas décadas, pretendemos com este trabalho inovar a forma desta análise, de maneira que ela se torne mais percetível e visualmente mais interessante, o que pode despertar um novo interesse para estudos filogenéticos baseados na morfologia. O objetivo não é produzir uma análise cladística exaustiva, mas é mostrar a importância da ilustração 3D para auxiliar a análise cladística, tornando-se um componente promovedor para a divulgação científica. Como exemplo demostrativo de aplicabilidade, para este estudo analisamos espécies dos géneros de equinodermos *Marthasterias* e *Asterias* e produzimos modelos 3D dos organismos, do cladograma, e das características distintivas (incluindo as apomórficas) usando o software *ZBrush*. Este tipo de comunicação visual tem especial importância para captar a atenção do público em geral para a ciência, sendo uma forma apelativa de comunicar, permitindo melhorar a literacia oceânica e o crescimento da ciência cidadã. Este estudo é um ponto de partida, mas futuramente a "cladística 3D" poderá ser amplamente aplicada em museus, livros, websites, etc.

Palavras-chave: Cladística; Divulgação e comunicação científica; Sistemática filogenética; Ilustração científica 3D; Ecossistemas marinhos.

ABSTRACT

Cladistics is a phylogenetic analysis created by Willi Hennig, that allows to make hypothesis about ancestor-descendent relationships using a cladogram to represent graphically a biological system. In this study, we revisit the study of cladistics and its importance for citizen science/science communication, along with the component of 3D illustration as a useful tool for phylogenetic analysis. Since morphological cladistics has fallen somewhat into disuse in recent decades, we intend through this work to innovate the form of this analysis, so it becomes more perceptible and visually more interesting, which may awaken a new interest for phylogenetic studies based on morphology. The objective is not to produce an exhaustive cladistic analysis, but to show the importance of 3D illustration for science communication. To this study we analysed species from the echinoderm genera *Marthasterias* and *Asterias* and we did the 3D model of the distinctive characteristics using the software *Zbrush*. This kind of visual science communication has special importance to capture attention of the general public to science, as is an appealing way of communicate, allowing to improve ocean literacy and the growing of citizen science. This study is a start point, but in the future the 3D cladistics can be applied in museums, books, websites, etc.

Keywords: Cladistics; Scientific divulgation; Phylogenetic systematics; Scientific illustration; Marine ecosystems.

INTRODUÇÃO

A filogenética assenta nos pressupostos de que: a evolução ocorre; existe uma única filogenia da vida e é o resultado da descendência genealógica; as características são passadas de geração em geração, modificadas ou não, durante a descendência genealógica (Brooks et al., 1984).

A cladística é uma análise filogenética criada por Willi Hennig (O'Brien et al., 2001; Platnick & Cameron, 1977), com um método comparativo que permite formular hipóteses sobre as relações ancestrais-descendentes (O'Brien et al., 2001; Platnick & Cameron, 1977), utilizando um cladograma (um dendrograma bifurcado, assimétrico e sem eixos verticais e horizontais definidos) para representar graficamente um sistema biológico (Christoffersen, 1995).

A análise cladística combina a morfologia, fisiologia, comportamento, ecologia e distribuição geográfica de modo a compreender como as espécies evoluíram (Hennig, 1966; Wheeler et al., 2013), num panorama temporal de seleção natural.

Nesse tipo de estudo, o foco central não é apenas o grau de semelhança ou diferença entre as espécies, mas sim a forma como essas características se relacionam com condições anteriores (Hennig, 1966).

A cladística mudou ao longo dos anos devido ao advento de novos métodos e fontes de dados (Kluge & Wolf, 1993; Wheeler et al., 2013). Um exemplo são os dados moleculares, que têm vindo a ganhar um papel importante na análise filogenética. Apesar disso, é importante combinar este método com os tradicionais, uma vez que os dados moleculares oferecem resolução de escala fina pouco confiável dentro de vários clados (Assis, 2017; Jenner et al., 2004).

Sendo a cladística um método comparativo, é importante fazer a sua representação e documentação através de ilustrações. No entanto, os materiais de referência (neste caso, os cladogramas) são frequentemente limitados a desenhos meramente planos, esquemáticos e simplistas (Yeager, 2016). É essencial criar representações anatómicas claras e precisas, mas ao mesmo tempo incorporar as texturas, cores e volumes, sendo objetivo não apenas fornecer ilustrações precisas, mas também ilustrações que envolvam ativamente o observador, de modo a ajudar a moldar a maneira como o público interpreta a ilustração representada (Yeager, 2016). Desta forma, o observador poderá tirar conclusões sobre as semelhanças e relações entre os diferentes grupos representados no cladograma.

Num estudo realizado por Yeager (2016), foram explorados e representados, fazendo a conciliação do desenho técnico e da incorporação de cores e texturas nas ilustrações, os músculos da mandíbula de diferentes dinossauros terópodes e seus parentes existentes, sendo descritas visualmente as diferenças e semelhanças morfológicas num cladograma (Yeager, 2016). No presente estudo, queremos ir mais longe e incorporar também a componente da ilustração 3D, uma vez que este tipo de representação permite uma visão mais ampla, através da visualização do espécime em diferentes perspetivas e diferentes ampliações.

Assim, neste trabalho revisitamos o estudo da cladística e a sua importância para a ciência cidadã/comunicação científica, juntamente com a componente de ilustração 3D como ferramenta útil para a análise filogenética. No entanto, o objetivo não é realizar uma análise cladística exaustiva, mas mostrar a importância da ilustração 3D para a divulgação científica.

METODOLOGIA

Pesquisa, análise em campo e observação laboratorial

Para este estudo escolhemos os géneros *Marthasterias* Jullien, 1878 e *Asterias* Linnaeus, 1758 para fazer a análise cladística e a ilustração 3D das espécies deste grupo.

A escolha de *Marthasterias* deve-se ao facto de ser muito comum em toda a Europa (Atlântico Norte Ibérico, a nossa área de estudo) e também porque as espécies deste género possuem controvérsia quanto aos seus estatutos taxonómicos e, consequentemente, pode ser interessante fazer uma revisão das espécies de *Marthasterias* (mesmo que nosso objetivo aqui não seja resolver esse problema). Este género possui duas espécies aceites: *Marthasterias africana* (Müller & Troschel, 1842) e *Marthasterias glacialis* (Linnaeus, 1758) (WoRMS Editorial Board, 2023). No entanto, para além destas duas espécies, também analisamos: *Marthasterias foliacea* Jullien, 1878, aceite como *M. glacialis* (sinonimizado de acordo com Sladen, 1889); *Marthasterias rarispina* (Perrier, 1875), aceite como *M. glacialis* (Clark & Courtman-Stock, 1976); e *Marthasterias sertulifera* (Xantus, 1860), aceite como *Astrometis sertulifera* (Xantus, 1860) (WoRMS Editorial Board, 2023).

Também analisámos o género *Asterias*, por ser um grupo irmão de *Marthasterias*, pertencendo à mesma família (Jullien, 1878; Linchangco et al., 2017), de maneira a comparar as características distintivas, incluindo as apomórficas. Deste género, escolhemos duas espécies: *Asterias rubens* (Linnaeus, 1758), uma vez que é uma espécie bem distribuída pela Europa, e *Asterias amurensis* (Lutken, 1871), uma espécie com algumas ocorrências na Europa (GBIF, 2023). Para esta escolha analisámos quais as espécies deste género que ocorrem em toda a Europa (já que queríamos

focar o nosso estudo nesta área), as quais são: *Asterias amurensis* (Lutken, 1871), *Asterias forbesi* (Desor, 1848) e *Asterias rubens* (MarBEF Data System - European Register of Marine Species (ERMS), 2023) Destas três espécies escolhemos a melhor distribuída pela Europa – *Asterias rubens* (GBIF, 2023).

Foi realizado um estudo pela literatura a fim de listar as principais características do grupo de estudo. Além disso, também observamos a espécie *M. glacialis*, coletada na Praia de Moledo (Norte de Portugal), na zona intertidal (Figura 1a), em 29/out/2022, por Márcia Venâncio e Dimítri de Araújo Costa, GPS 41º50'33.7013" N, 8º52'24.8851" W. Os organismos observados encontravam-se entre as rochas (Figura 1b) e foram avistados com os braços retraídos (Figura 1c) e com os braços relaxados (Figura 1d).

Depois de coletado, o espécime foi observado em laboratório com recurso ao estereomicroscópio Nikon SMZ800 e foram tiradas fotografias das principais características com câmera digital acoplada ao estereomicroscópio.

Análise filogenética

Para a realização da análise filogenética, foram listadas as características distintivas do grupo de estudo. Para cada característica, foi aplicada a condição 0 (zero) como plesiomórfica e os números sucessivos seguintes (1, 2, …) como condições apomórficas do mesmo caráter (Tabela I). O cladograma obtido foi construído manualmente através das interpretações das características, produzindo a árvore mais parcimoniosa possível, ou seja, com o menor número de passos evolutivos.

Modelagem 3D

Para modelos 3D das características observadas utilizamos o software *ZBrush*, versão 2022.0.6 (ZBrushCentral, 2023). O processo de modelação iniciou-se com uma esfera que foi esculpida com os *brushes* disponíveis neste software, nomeadamente: "Claybuildup", "Move", "Slash" e "Trimdynamic". Tivemos em conta as diferentes referências (fotografias, observações, anotações e literatura) de cada característica de forma a esculpir o mais fielmente possível. Além

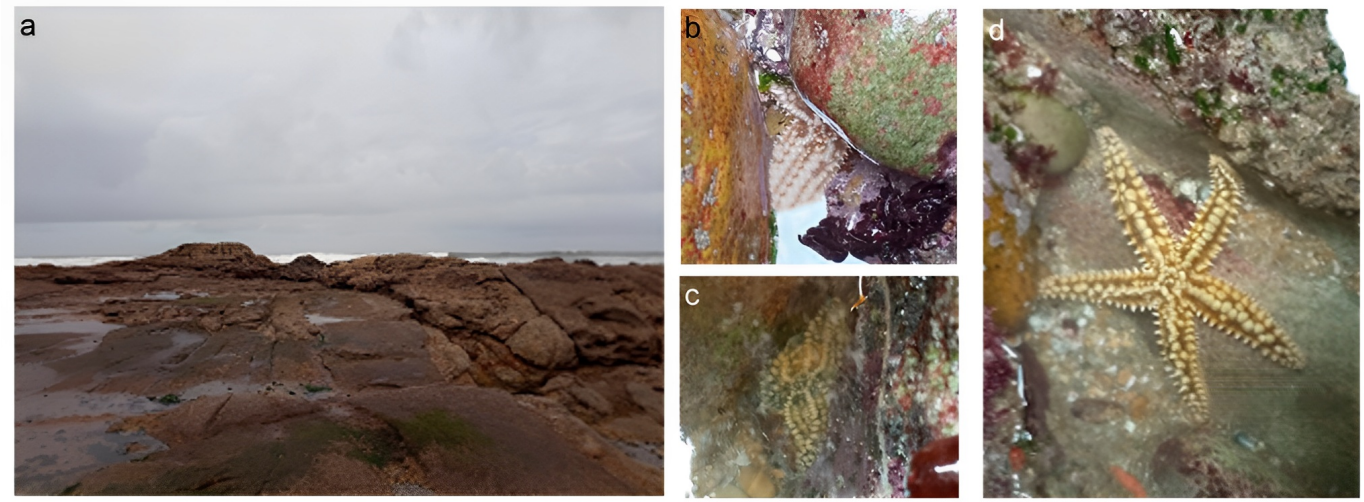


Figura 1. Fotografias do local de amostragem e dos exemplares observados na Praia de Moledo, Norte de Portugal: (a) Área de estudo, visão geral da zona intertidal; (b) *Marthasterias glacialis* entre rochas; (c) *M. glacialis* com os braços retraídos; (d) *M. glacialis* na rocha, com os braços relaxados. Fotos: M. Venâncio, D. Costa.

Tabela I. Matriz das características das espécies de Marthasterias e Asterias. **0**, estado plesiomórfico; **1**, estado apomórfico.

Espécies/Características	1	2	3	4	5	6	7	8
M. glacialis	1	1	0	1	0	1	1	1
M. africana	0	0	1	0	1	1	1	1
A. rubens	0	0	0	0	0	0	0	0

disso, fizemos o processo de coloração do modelo e, por último, a renderização do modelo final. Por fim, foi realizada uma pequena animação com os modelos 3D obtidos de modo a mostrar as características das três espécies ao longo do cladograma.

Glossário

Para auxiliar a compreensão/significado de algumas palavras importantes, adicionamos um glossário em ordem alfabética (Anexo 1), indicado no manuscrito por um número sobrescrito.

RESULTADOS

O género *Marthasterias Jullien*, 1878

O género *Marthasterias*, originalmente descrito por Jullien em 1878 como um táxon pertencente à família Asteriidae Gray, 1840, caracteriza-se por possuir tubos ambulacrais[1] em série de quatro, esqueleto dorsal reticulado, cinco braços[2], placas[3] marginais[4] delimitadas por uma membrana na qual os espinhos[5] marginais estão alojados, pedicelários[6] retos e sésseis (Jullien, 1878; Madeira et al., 2019). *Marthasterias* era considerado um grupo irmão do género *Asterias* (Société zoologique de France, 1878), contudo, num estudo mais recente, *Marthasterias* é atualmente aceite como grupo irmão de toda o clado Asteriidae (Mah & Foltz, 2011). Este género está distribuído do intertidal baixo até quase 200 m de profundidade, em rocha e cascalho, no norte da Noruega até o Mediterrâneo e a África Ocidental e com populações periféricas distantes ao redor do Cabo da Boa Esperança, África do Sul (GBIF, 2023; WoRMS Editorial Board, 2023; Wright et al., 2016).

O género *Marthasterias* contém duas espécies aceites: *M. africana* e *M. glacialis*. A espécie *M. glacialis* é encontrada desde o norte da Noruega até o Mediterrâneo e a África Ocidental, enquanto que *M. africana* é encontrada somente na África do Sul (GBIF, 2023; WoRMS Editorial Board, 2023).

A espécie *M. glacialis* é descrita por possuir um forte esqueleto abactinal[7], com três séries longitudinais de placas primárias; as placas na linha

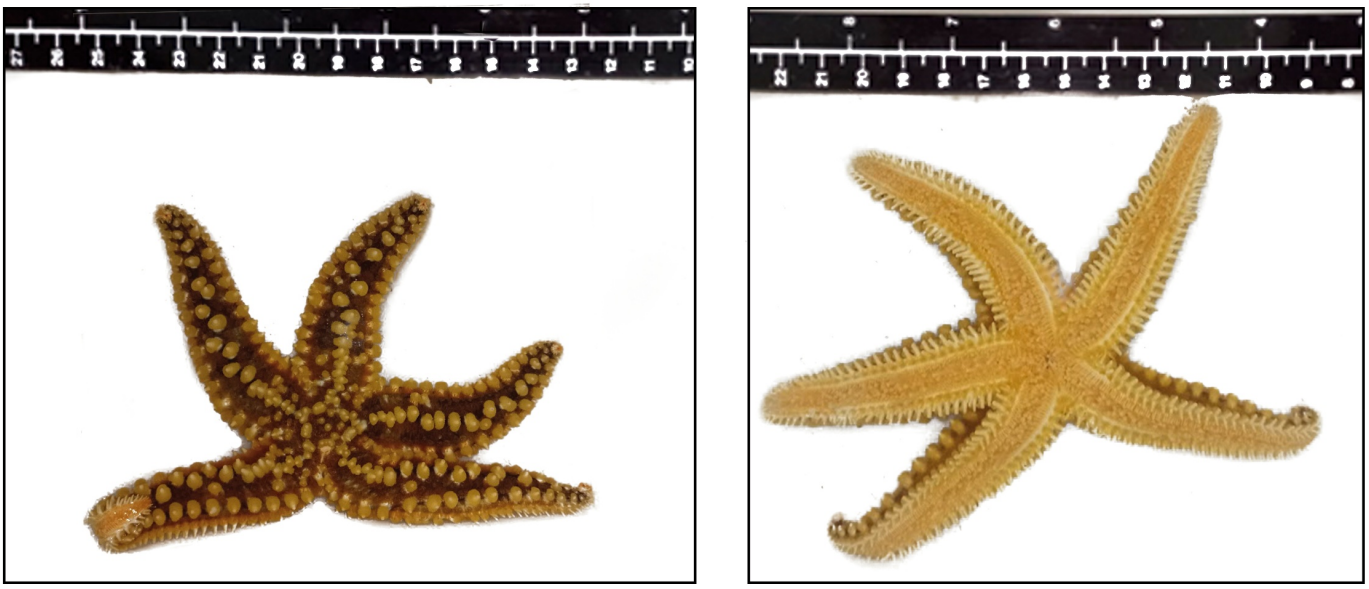


Figura 2. Aspeto geral da espécie *Marthasterias glacialis*: (a) vista dorsal; (b) visão ventral. Fotos: M. Venâncio.

[1]Pequenos sistemas tubulares flexíveis da maioria dos equinodermos que são extensões do sistema hidrovascular e que se projetam através de aberturas no esqueleto ou entre os elementos esqueléticos e são usados especialmente na locomoção e preensão.
[2]Em asteróides, crinóides e ofiuróides, é uma projeção móvel ambulacral das articulações, distal ao disco ou cálice, que carrega um ramo radial do sistema vascular da água e do sistema nervoso. Às vezes é chamado de raio.
[3]As estruturas tubulares com uma forma característica e uma posição fixa.
[4]Região de borda de uma estrutura. Nos asteroides, é a região que cobre as laterais dos braços.
[5]Pequenas estruturas apicais pontiagudas, fixadas na superfície das placas.
[6]Pequenos elementos com mandíbulas no corpo de ouriços-do-mar e estrelas-do-mar usados para limpar a superfície do corpo e como meio de defesa.

médio-dorsal do braço (Figura 2a) formam uma série regular, ziguezagueando distalmente com um a dois espinhos cónicos firmes, circundados por uma grande coroa de pedicelários cruzados (Figura 3a); a série dorsolateral de cada lado parcialmente espinhosa com espinhos (quando presentes) geralmente menores que os carinais em todos os espécimes, exceto nos menores, onde estão ausentes; placas superomarginais[8] como na região médio-dorsal do braço dispostas em série regular com um a dois espinhos, também circundadas por coroa de pedicelários cruzados (Figura 3b); na região ventral (Figura 2b), encontram-se os tubos ambulacrais organizados em quatro (Figura 3c), a placa inferomarginal contém dois espinhos oblíquos (bicantídeos[9]) ligeiramente achatados e de comprimento semelhante aos abactinais (Figura 3d), o externo com pedicelários cruzados circundando apenas a face externa; uma única série actinal[10] sem espinhos; placas adambulacrais monocantídas[11]; pedicelários retos e lanceolados espalhados na superfície ventral, particularmente dentro do sulco (Madeira et al., 2019).

A espécie *M. africana* foi originalmente descrita espécie e posteriormente reduzida a um nível de variedade de glacialis por Mortensen (1933) e como forma por Clark (1974). Após revisão deste género, em 2016 *M. africana* foi restabelecida como espécie por Wright et al. (WoRMS Editorial Board, 2023; Wright et al., 2016).

A espécie *M. foliacea*, atualmente aceite como *M. glacialis*, e foi descrita pela primeira vez por Jullien em 1878 como tendo tubos ambulacrais em séries de quatro, cinco braços com comprimento desigual ligeiramente convexo e apenas uma fileira de espinhos ambulacrais (Jullien, 1878).

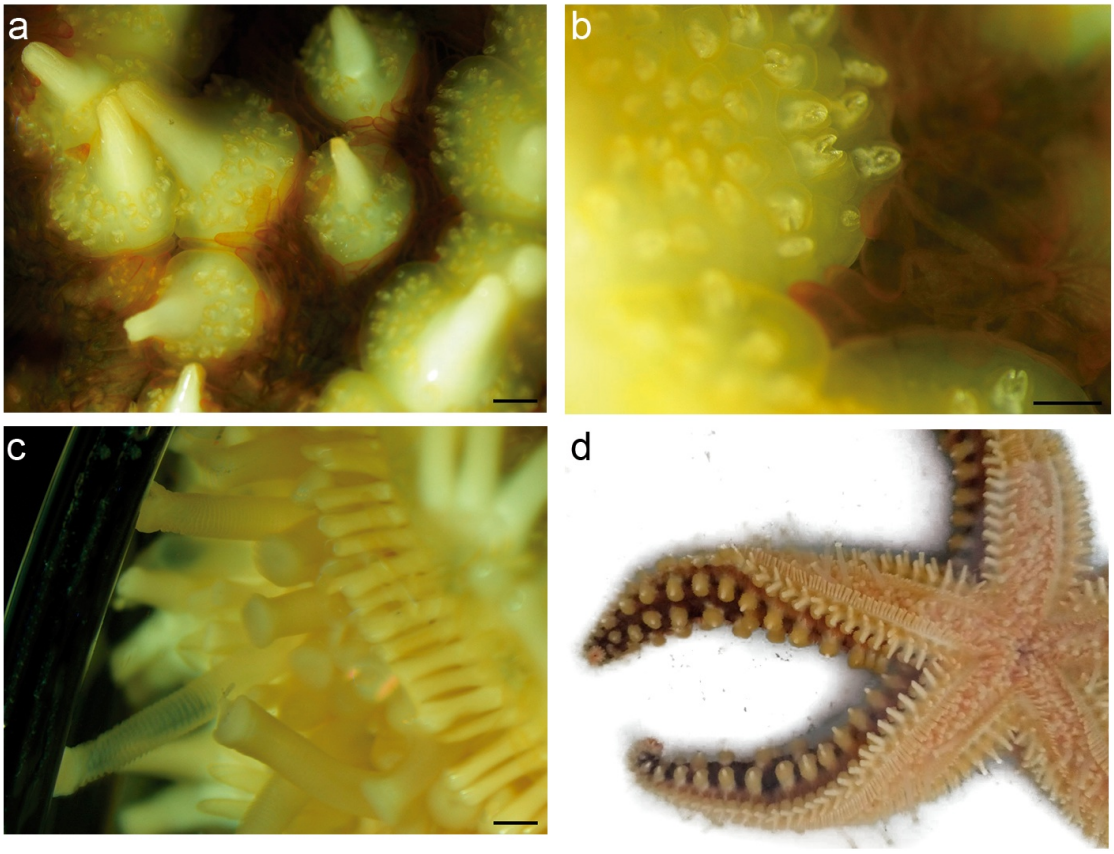


Figura 3. Características da espécie *Marthasterias glacialis*: (a) espinhos circundados por pedicelários; (b) pedicelários organizados em rosetas; (c) tubos ambulacrais; e (d) espinhos bicantídeos ínferomarginais. A barra de escala representa 1mm. Fotos: M. Venâncio.

[7]A área do corpo oposta à boca.
[8]Uma fileira de placas definindo a borda dorsal do corpo. Estas estão abaixo das placas cranianas e sobrepõem uma fileira de placas ínferomarginais.
[9]O espinho da placa divide-se, há dois espinhos visíveis.
[10]A superfície do corpo que contém a boca.
[11]O espinho da placa não se divide, apenas um espinho é visível.Pequenas estruturas apicais pontiagudas, fixadas na superfície das placas.

A espécie *M. rarispina* foi descrita por Perrier em 1875, e atualmente é aceite como *M. glacialis*, com várias semelhanças morfológicas compartilhadas, mas com braços um pouco mais curtos, mais angulosos e com menos espinhos (Perrier, 1875).

A espécie *M. sertulifera*, atualmente aceite como *Astrometis sertulifera*, foi descrita pela primeira vez por Xantus em 1860 (Xantus, 1860). Possui cinco braços angulares, cada braço com duas vezes e um quarto do diâmetro do disco[12], espinhos ambulacrais delgados e em fileira única. O lado dorsal do braço tem cinco fileiras regulares de espinhos cilíndricos ou moderadamente pontiagudos, quase tão grandes quanto os do lado ventral. As fileiras laterais são mais regulares que as outras, e os espinhos dessas fileiras surgem de uma série muito regular de ossículos[13] subtriangulares, um espinho para cada ossículo alternado. Esses espinhos dorsais são todos rodeados em ou perto das suas pontas com uma espessa coroa de pedicelários. Não possui pedicelários nos intervalos entre os espinhos (Xantus, 1860).

O género *Asterias Linnaeus*, 1758

Asterias é outro género da família Asteriidae. Este género foi descrito pela primeira vez por Carl Linnaeus na 10ª edição do Systema Naturae em 1758, quando publicou a espécie *A. rubens* (Linnaeus, 1758). *Asteria*s, como a maioria dos géneros de estrelas do mar na ordem Forcipulatida Perrier, 1884, são reconhecíveis externamente pelos seus pedicelários, muitos milhares de minúsculas estruturas semelhantes a mandíbulas na pele que podem se fechar para beliscar presas ou predadores. O género *Asterias* possui dois tipos de pedicelários presentes: os pedicelários retos, que se encontram dispersos em sua pele, e os pedicelários cruzados, que são encontrados em tufos ou coroas ao redor dos grandes espinhos dorsais. Todas as espécies normalmente têm cinco braços. Internamente, o exoesqueleto também apresenta alguns caracteres diagnósticos, como as placas dorsais com apenas um único espinho no centro. Esses organismos habitam áreas oceânicas rasas (a zona litoral) de partes frias a temperadas do Holártico; e possuem uma fase de larvas planctónicas (Sladen, 1889; Verrill, 1914).

Este género contém um total de oito espécies válidas: *Asterias amurensis* Lutken, 1871, *Asterias argonauta* Djakonov, 1950, *Asterias forbesi* (Desor, 1848), *Asterias microdiscus* Djakonov, 1950, *Asterias rathbuni* (Verrill, 1909), *Asterias rollestoni* Bell, 1881, *Asterias rubens* Linnaeus, 1758 e *Asterias versicolor* Sladen, 1889 (WoRMS Editorial Board, 2022).

Para a análise proposta neste estudo, escolhemos a espécie *Asterias rubens* como grupo irmão, por ser considerada um táxon representativo deste género, e por poder ser encontrada em ambiente semelhante a *Marthasterias* nas costas europeias (localidade foco deste estudo). Além disso, *Asterias rubens* representa o táxon homônimo para a descrição original da família *Asteriidae* para o estabelecimento do género *Asterias* (WoRMS Editorial Board, 2023).

A espécie *Asterias rubens* é a estrela-do-mar mais comum na região do Atlântico Nordeste, pode crescer até 52 cm de diâmetro, mas geralmente tem entre 10 a 30 cm, com variação de cor, embora geralmente seja laranja, marrom claro ou violeta (*Asterias rubens - Marine Life Encyclopedia*, 2023; *Structure of Asterias*, 2023) (Figura 4). Possui cinco braços delgados (raramente 4-8) e um pequeno disco, a parede corporal é muito flexível com numerosos grupos de pápulas[14] (brânquias da pele) em áreas moles. Os espinhos principais na superfície superior estão geralmente numa ou mais fileiras longitudinais, às vezes cercados por feixes de pedicelários retos e cruzados. Pedicelários retos na superfície inferior em sulcos ambulacrais e presos a espinhos do sulco (*Marine Species Identification Portal*, 2023). Os espinhos adambulacrais na parte proximal do braço estão alternados regularmente em um e dois (*Marine Species Identification Portal*, 2023) (Figura 5).

[12]A região redonda ou pentagonal da região central do corpo de ofiuróides e asteroides.
[13]Elemento esquelético pequeno, geralmente microscópico, embutido no tegumento.
[14]Uma das pequenas projeções ciliadas da parede do corpo de um equinodermo, servindo para a respiração. As pápulas podem ser em forma de dedo ou luva e, às vezes, estão dispostas em manchas densas.

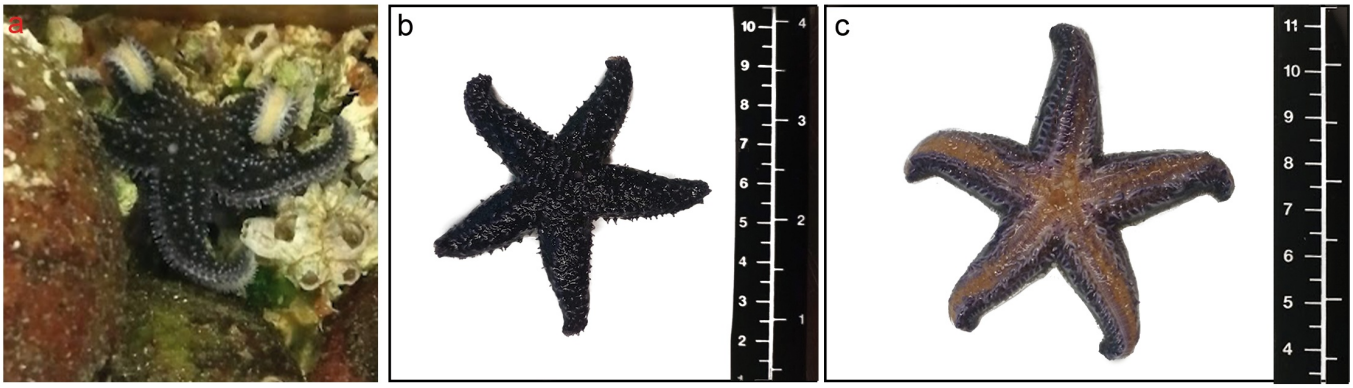


Figura 4. (a) Ambiente da espécie *Asterias rubens* e seu aspeto geral: (b) vista dorsal; (c) vista ventral. Fotos: M. Venâncio.

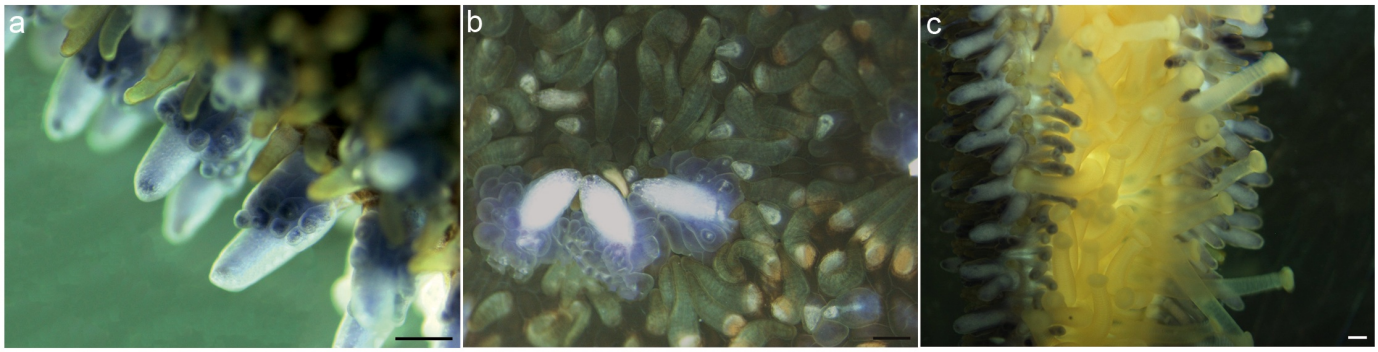


Figura 5. Características da espécie *Asterias rubens*: (a) espinhos circundados por pedicelários; (b) pedicelários organizados em rosetas envolvendo os espinhos e pedicelários individuais sobre o corpo; (c) tubos ambulacrais e espinhos bicantídeos inferomarginais. A barra de escala representa 1mm. Fotos: M. Venâncio.

Filogenia de *Marthasterias* e *Asterias* – Abordagem biogeográfica-temporal

A evidência fóssil sugere que o género *Asterias* chegou ao Atlântico Norte durante o intercâmbio trans-ártico (cerca de 3,50 Ma - Milhões de anos), num período em que esta região era 5-6ºC mais quente (Wares & Cunningham, 2001).

A filogenia do género *Marthasterias* provavelmente foi moldada por mudanças recentes nos padrões oceanográficos e no clima (Pérez-Portela et al., 2017). As principais mudanças nos padrões oceânicos resultaram inicialmente na divisão entre as linhagens do Norte e do Sul. Posteriormente, os períodos glaciais provavelmente aumentaram a variação das linhagens europeias, seguidas pela expansão pós-glacial, facilitando os contatos secundários e a mistura genética (Pérez-Portela et al., 2017).

As flutuações climáticas quaternárias nos últimos 2,40 Ma provavelmente desencadearam a divisão das linhagens de *Marthasterias* entre os hemisférios norte e sul. Esta diferenciação foi intensificada pelo aumento da ressurgência de Benguela durante a transição entre o final do Pliocénico e o início do Pleistocénico (cerca de 1,80 Ma), juntamente com o estabelecimento da atual circulação oceânica ao longo do Atlântico Este, promovendo a descontinuidade genética entre os hemisférios. Portanto, as árvores filogenéticas sugerem uma divergência de *M. africana* da linhagem do Norte entre 1,78 e 1,41 Ma (Pérez-Portela et al., 2017).

Cladograma 3D

Através da análise das características obtidas na literatura e na observação (Anexo 1), construímos um cladograma (Figura 6) e os modelos 3D de cada característica distintiva e de cada espécie analisada (Figura 7). Com os modelos obtidos foi feito um pequeno vídeo do cladograma 3D (link para o vídeo:

https://drive.google.com/drive/folders/1kehCr7dL_myqoGEeFJzdpIsg6wdBqGvE).

DISCUSSÃO

Análise filogenética hipotética de *Marthasterias*

As diferenças encontradas entre *Asterias* rubens e as duas espécies aceites de *Marthasterias* estão no número de fileiras de espinhos da placa

adambulacral[15] e no tipo de pedicelários que circundam os espinhos (Figura 6). Enquanto *A. rubens* tem duas fileiras de espinhos ambulacrais [6(0)] e dois tipos de pedicelários envolvendo os espinhos [7(0)], *Marthasterias spp.* possuem apenas uma fileira de espinhos ambulacrais [6(1)] e apenas pedicelários cruzados envolvendo os espinhos [7(1)]. Além disso, a espécie *M. glacialis* diferencia-se de A. rubens por ter os espinhos totalmente agrupados [1(1)], três ou mais fileiras de espinhos agrupados na superfície dorsal [2(1)] e espinhos dorsolaterais reduzidos ou ausentes [4(1)], e a espécie *M. africana* por portar múltiplos espinhos por placa dorsal [3(1)] e espinhos actinais [5(1)].

As características distintivas entre as duas espécies de *Marthasterias* estão no padrão de armamento dos espinhos (distribuição dos espinhos), no número de fileiras de espinhos agrupados na superfície dorsal, no número de espinhos por placa dorsal (ou placa carinal[16]), na presença ou ausência de espinhos dorsolaterais e na presença ou ausência de espinhos actinais. A espécie *M. glacialis* possui espinhos dorsolaterais e

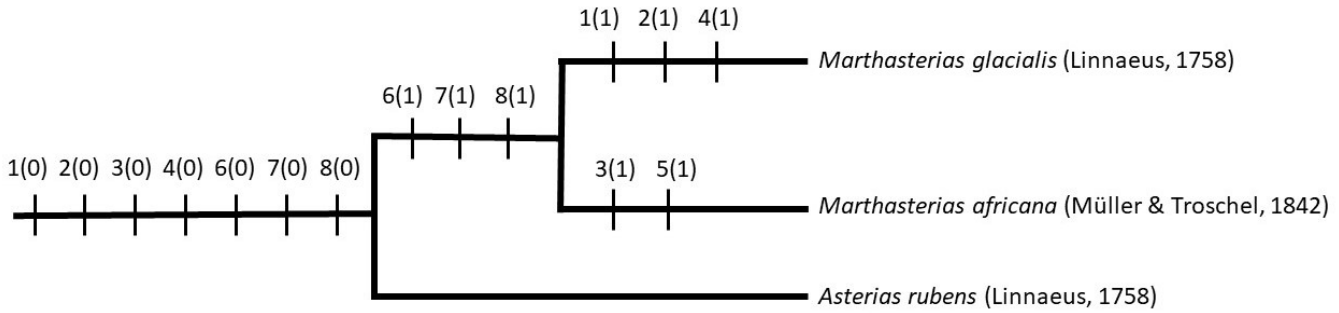


Figura 6. Cladograma hipotético evidenciando as diferentes características das espécies de estudo: *Marthasterias glacialis, Marthasterias africana e Asterias rubens*. 1-9 - características distintivas. Condição (0) plesiomórfica; (1) apomórfica.



Figura 7. Modelos 3D das espécies de estudo (produzidas no software *ZBrush*): *Asterias rubens* – (a) vista dorsal e (b) vista ventral; *Marthasterias glacialis* – (c) vista dorsal e (d) vista ventral; e *Marthasterias africana* - (e) vista dorsal e (f) vista ventral.

[15]Placas que formam uma série distinta em cada lado da ranhura do pé ou sulco ambulacral na parte inferior dos braços de Asteroidea.
[16]Relativo a, ou envolvendo a área no lado dorsal superior.

dorsais totalmente agrupados [1(1)] em três ou mais fileiras [2(1)], enquanto que a espécie *M. africana* possui espinhos agrupados apenas na linha dorsal [1(0)] (uma fileira de espinhos agrupados [2(0)]). Em relação ao número de espinhos por placa, *M. glacialis* tem um espinho por placa [3(0)], enquanto *M. africana* tem múltiplos espinhos por placa [3(1)]. Os espinhos dorsolaterais estão presentes em *M. africana* [4(0)] e reduzidos ou ausentes em *M. glacialis* [4(1)] (Clark 1951). Finalmente, *M. africana* pode ter um espinho actinal [5(1)] simulando a presença de um terceiro espinho inferomarginal (Wright et al. 2016), provavelmente representando um caráter autapomórfico.

Em relação às espécies não aceites, *M. foliacea* e *M. rasparina*, não encontramos nenhuma característica distintiva de *M. glacialis*, reforçando a ideia de serem sinónimos.

M. sertulifera, aceite como *Astrometis sertulifera*, difere das espécies *A. rubens*, *M. glacialis* e *M. africana* por possuir cinco fileiras regulares de espinhos no lado dorsal do braço e por possuir pedicelários apenas circundando os espinhos (Xantus 1860).

Importância da cladística e da Ciência Cidadã

A Ciência Cidadã tem sido uma mais-valia em diferentes áreas de estudo. Com este trabalho, pretendemos mostrar que a combinação de cladística/sistemática filogenética e ciência cidadã pode também trazer diversos benefícios (como entendimento mais fidedigno do contexto evolutivo, e importância da conservação/preservação biológica), aproximando este tema complexo à sociedade em comum. As iniciativas de ciência cidadã, como plataformas online de biodiversidade, possibilitam documentar espécies observadas pelo público em grandes áreas geográficas (Klemann-Junior et al., 2017; Vendetti et al., 2018). A aplicabilidade da ciência cidadã ao estudo da biodiversidade pode impulsionar os inventários faunísticos, aumentando os registros de taxa de vida urbana (através de registos efetuados pela população), e contribuir para o conhecimento biogeográfico e políticas de conservação, auxiliando no desenvolvimento da ciência e da educação (Klemann-Junior et al., 2017; Oh et al., 2019; Vendetti et al., 2018). Além disso, a ciência cidadã apoia registros disponíveis gratuitamente (como o site iNaturalist: https://www.inaturalist.org/), permitindo o rastreamento de mudanças em populações, comunidades e ecossistemas e a compreensão de padrões ecológicos (Klemann-Junior et al., 2017). Por outro lado, as iniciativas de ciência cidadã são um meio eficaz de disseminação do conhecimento, beneficiando os participantes, melhorando sua compreensão da ciência e o seu compromisso com a natureza e a comunidade (Vendetti et al., 2018).

No entanto, como os bancos de dados de ciência cidadã são coletados principalmente por não especialistas, é importante a verificação e validação dos dados recolhidos para detetar desinformação (Klemann-Junior et al., 2017).

Para fazer esse tipo de combinação entre cladística e ciência cidadã, é importante transmitir as informações e as definições de forma clara e explícita, a fim de reduzir problemas de comunicação ao transmitir ciência para quem está fora da comunidade científica e até mesmo para cientistas (Bronzati, 2017). Um exemplo disto é o ensino de ciências a crianças. Conforme mostrado num estudo recente em duas escolas públicas primárias na região tropical brasileira, com a inclusão de atividades lúdicas/práticas, que possibilitou melhoras ao processo de aprendizagem (Costa et al., 2021). No referido estudo, foram incluídas diferentes atividades (coletas de campo, visita a aquários/museus, representações teatrais, escrita criativa/"cordel" e feiras de ciências), que demonstraram serem mais eficientes para consolidar o processo de aprendizagem do que o ensino tradicional, pois fornecem motivação adicional aos alunos (Costa et al., 2021). Num outro estudo, foram realizadas atividades pedagógicas no ambiente formal de ensino como estratégia de reconhecimento, sensibilização e conservação de organismos do Filo Echinodermata (Stevenson et al., 2023). As atividades realizadas consistiram em: aula expositiva dialogada; aula de campo; aula prática; e oficina pedagógica. Destas atividades, a aula de campo foi a alternativa pela qual os alunos mais se interessaram. Após a realização destas atividades, foi observada uma maior percentagem de respostas corretas ao questionário (realizado antes e após as atividades), mostrando assim que a

realização de atividades lúdicas e diferenciadas é uma estratégia que facilita a assimilação do assunto e desperta a curiosidade e participação dos alunos (Stevenson et al., 2023).

A animação obtida neste estudo poderá ser exposta em diferentes plataformas (através de vídeos e links) de modo a ser utilizada como ferramenta de divulgação científica para o público em geral, fazendo com que as pessoas achem a ciência mais atrativa e desenvolvam interesse por ela.

Ilustração 3D e cladística

Através da ilustração 3D, a ciência pode ser mais atrativa para a comunidade, pois permite a manipulação do modelo observado, dando a possibilidade ao observador de interpretar o objeto à sua maneira individual, fomentando a curiosidade e a memorização a longo prazo (Ruthensteiner & Heß, 2008).

De acordo com um estudo realizado com alunos do 12.º ano selecionados aleatoriamente de várias escolas da Grécia, a utilização de aplicações multimédia 3D pode melhorar a forma como os alunos interpretam um objeto, permitindo um processo de aprendizagem de ciências mais eficiente (Korakakis et al., 2012). Neste estudo, foram utilizados diferentes tipos de visualização 3D (*Interactive 3D Virtual Environment* (I3DVE), *3D Animations Interface* (3DAIF) e *3D Static Illustrations Interface* (3DSIIF)) combinados com narração e texto em aplicações multimédia, de forma a compreender como este tipo de visualização interfere no processo de aprendizagem. O processo de aprendizagem foi avaliado através das respostas dos alunos ao questionário aplicado (Korakakis et al., 2012). As maiores taxas de respostas corretas às questões foram observadas nos alunos que utilizaram o I3DVE, devido a permitirem uma melhor compreensão e a poderem ser mais prontamente utilizadas pelos alunos na realização de tarefas de diferentes complexidades (Korakakis et al., 2012).

Por outro lado, a visualização gráfica 3D é também um recurso significativo entre a comunidade científica. Por exemplo, em estudos morfológicos é indispensável dar informação visual detalhada dos dados/caracteres (Ruthensteiner & Heß, 2008).

CONCLUSÕES

Este estudo mostra a importância do uso de modelos 3D para ilustrar as características distintivas de cada ramo do cladograma para melhor compreender as relações entre cada grupo, i.e. análise gráfica 3D aplicada à cladística. Esta abordagem de comunicação visual tem especial importância para captar a atenção do público em geral/sociedade para a ciência, uma vez que é uma forma de comunicação eficiente. Assim, permite melhorar a literacia oceânica e o crescimento da ciência cidadã.

Este estudo é um ponto de partida, mas futuramente a "cladística 3D" poderá ser amplamente aplicada em museus, livros, websites, ações para conservação, etc.

REFERÊNCIAS

Assis, L. C. S. (2017). The jazz of cladistics. In Systematics and Biodiversity (Vol. 15, Issue 5, pp. 385–390). Taylor and Francis Ltd. https://doi.org/10.1080/14772000.2017.1279693

Asterias rubens - Marine Life Encyclopedia. (2023). http://www.habitas.org.uk/marinelife/species.asp?item=ZB1900

Bronzati, M. (2017). Should the terms 'basal taxon' and 'transitional taxon' be extinguished from cladistic studies with extinct organisms? In Palaeontologia Electronica (Vol. 20, Issue 2). Texas A and M University. https://doi.org/10.26879/173e

Brooks, D. R., Caira, J. N., Platt, T. R., & Pritchard, M. R. (1984). Principles and Methods of Phylogenetic Systematics: A Cladistics Workbook. https://doi.org/https://doi.org/10.5962/bhl.title.46889

Christoffersen, M. L. (1995). Cladistic taxonomy, phylogenetic systematics, and evolutionary ranking. Systematic Biology, 44(3), 440–454. https://doi.org/10.1093/sysbio/44.3.440

Clark, A. M., & Courtman-Stock, J. (1976). The echinoderms of southern Africa. British Museum Press, 776.

Costa, D. A., Lucena, R. F. P., Christoffersen, M. L., Piñeiro-Corbeira, C., & Dolbeth, M. (2021).

Improving environmental awareness and ocean literacy through hands-on activities in the tropics. Applied Environmental Education & Communication, Decade for Education for Sustainable Development, 1–20. https://doi.org/10.1080/1533015X.2021.1887778

GBIF. (2023). GBIF - Occurrences. Global Biodiversity Information Facility. https://www.gbif.org/

Hennig, W. (1966). Phylogenetic Systematics. 97–115.

Jenner, R. A., Onald, R., & Enner, A. J. (2004). The scientific status of metazoan cladistics: why current research practice must change.

Jullien, J. (1878). Description d'un nouveau genre de Stelleride de la famille des Asteriadees. Bulletin de La Société Zoologique de France, 3, 141–143.

Klemann-Junior, L., Vallejos, M. A. V., Scherer-Neto, P., & Vitule, J. R. S. (2017). Traditional scientific data Vs. Uncoordinated citizen science effort: A review of the current status and comparison of data on avifauna in Southern Brazil. PLoS ONE, 12(12). https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0188819

Kluge, A. G., & Wolf, A. J. (1993). Cladistics: What's in a word? Cladistics, 9, 183–199.

Korakakis, G., Boudouvis, A., Palyvos, J., & Pavlatou, E. A. (2012). The impact of 3D visualization types in instructional multimedia applications for teaching science. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 31, 145–149. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.032

Linchangco, G. V., Foltz, D. W., Reid, R., Williams, J., Nodzak, C., Kerr, A. M., Miller, A. K., Hunter, R., Wilson, N. G., Nielsen, W. J., Mah, C. L., Rouse, G. W., Wray, G. A., & Janies, D. A. (2017). The phylogeny of extant starfish (Asteroidea: Echinodermata) including Xyloplax, based on comparative transcriptomics. Molecular Phylogenetics and Evolution, 115, 161–170. https://doi.org/10.1016/j.ympev.2017.07.022

Linnaeus, C. (1758). Systema naturae per regna tria naturae :secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis (Editio dec). Impensis Direct. Laurentii Salvii. https://doi.org/10.5962/bhl.title.542

Madeira, P., Kroh, A., Cordeiro, R., De Frias Martins, A. M., & Ávila, S. P. (2019). The Echinoderm Fauna of the Azores (NE Atlantic Ocean). Zootaxa, 4639(1), 1–231. https://doi.org/10.11646/zootaxa.4639.1

Mah, C., & Foltz, D. (2011). Molecular phylogeny of the Forcipulatacea (Asteroidea: Echinodermata): systematics and biogeography. Zoological Journal of the Linnean Society, 162(3), 646–660. https://doi.org/10.1111/J.1096-3642.2010.00688.X

MarBEF Data System - European Register of Marine Species (ERMS). (2023). https://www.marbef.org/data/erms.php

Marine Species Identification Portal. (2023). http://species-identification.org/index.php?groep=Starfish+and+other+echinoderms&selectie=16&hoofdgroepen_pad=%2C1%2C16

MarLIN - The Marine Life Information Network - Home. (2023). https://www.marlin.ac.uk/

O'Brien, M. J., Darwent, J., & Lyman, R. L. (2001). Cladistics Is Useful for Reconstructing Archaeological Phylogenies: Palaeoindian Points from the Southeastern United States. Journal of Archaeological Science, 28(10), 1115–1136. https://doi.org/10.1006/jasc.2001.0681

Oh, R. M., Neo, M. L., Yap, N. W. L., Jain, S. S., Tan, R., Chen, C. A., & Huang, D. (2019). Citizen science meets integrated taxonomy to uncover the diversity and distribution of Corallimorpharia in Singapore. Raffles Bulletin of Zoology, 67, 306–321. https://doi.org/10.26107/RBZ-2019-0022

Pérez-Portela, R., Rius, M., & Villamor, A. (2017). Lineage splitting, secondary contacts and genetic admixture of a widely distributed marine invertebrate. Journal of Biogeography, 44(2), 446–460. https://doi.org/10.1111/JBI.12917

Perrier, E. (1875). Révision de la collection de stellérides du Museum d'Histoire naturelle de Paris. In Reinwald (p. 384).

Platnick, N. I., & Cameron, H. D. (1977). Cladistic Methods in Textual, Linguistic, and Phylogebetic Analysis. Systematic Zoology, 380–385. http://sysbio.oxfordjournals.org/

Ruthensteiner, B., & Heß, M. (2008). Embedding 3D models of biological specimens in PDF publications. Microscopy Research and Technique, 71(11), 778–786. https://doi.org/10.1002/jemt.20618

Sladen, W. P. (1889). Report on the Asteroidea. Report on the Scientific Results of the Voyage of

H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Zoology, 30(51), 583. http://www.19thcenturyscience.org/HMSC/HMSC-Reports/Zool-51/htm/doc.html
Société zoologique de France. (1878). Bulletin de la Société zoologique de France: Vol. v.3 (1878). La Société. https://www.biodiversitylibrary.org/item/110204
Stevenson, V., Prata, J., & Christoffersen, M. L. (2023). Filo Echinodermata: percepção e modelagem tridimensional com alunos de uma escola estadual em João Pessoa. REnCiMa - Revista de Ensino de Ciência e Matemática, 14(1), 1–25.
Structure of Asterias. (2023).
Vendetti, J. E., Burnett, E., Carlton, L., Curran, A. T., Lee, C., Matsumoto, R., Mc Donnell, R., Reich, I., & Willadsen, O. (2018). The introduced terrestrial slugs Ambigolimax nyctelius (Bourguignat, 1861) and Ambigolimax valentianus (Férussac, 1821) (Gastropoda: Limacidae) in California, with a discussion of taxonomy, systematics, and discovery by citizen science. Journal of Natural History, 53(25–26), 1607–1632. https://doi.org/10.1080/00222933.2018.1536230
Verrill, A. E. (1914). Monograph of the shallow-water starfishes of the North Pacific coast from the Artic Ocean to California. Harriman Alaska Series, 14(101–116), 188–196. https://doi.org/10.5962/BHL.TITLE.2461
Wares, J. P., & Cunningham, C. W. (2001). Phylogeography and Historical Ecology of the North Atlantic Intertidal. Evolution, 55(12), 2455–2469. https://doi.org/10.1111/J.0014-3820.2001.TB00760.X
Wheeler, Q., Assis, L., & Rieppel, O. (2013). Heed the father of cladistics. Nature, 496, 295–296.
WoRMS Editorial Board. (2023). WoRMS - World Register of Marine Species. https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=123224#sources
Wright, A. G. (2013). Resolution of the Marthasterias Taxonomic "Disar-star." University of Cape Town - Department of Biological Sciences.
Wright, A. G., Pérez-Portela, R., & Griffiths, C. L. (2016). Determining the correct identity of South African Marthasterias (Echinodermata: Asteroidea). African Journal of Marine Science, 38(3), 443–455. https://doi.org/10.2989/1814232X.2016.1222308
Xantus, J. (1860). Descriptions of three new species of starfishes from Cape St. Lucas. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 12(568), 568. https://www.biodiversitylibrary.org/item/84757
Yeager, M. (2016). Visualization of Comparative Anatomy: Jaw muscles of Theropod Visualization of Comparative Anatomy: Jaw muscles of Theropod Dinosaurs and their extant relatives; Illustrating the story of Dinosaurs and their extant relatives; Illustrating the story of fun. https://scholarworks.rit.edu/theses
ZBrushCentral. (2023). ZBrush (2022.0.5).

ANEXO 1

Características dos géneros Marthasterias e Asterias, utilizadas para elaboração da árvore de relações hipotética neste estudo

1. Padrão de armamento dos espinhos (distribuição dos espinhos)

(0) Apenas dorsalmente agrupados
(1) Totalmente agrupados
Asterias rubens: (0)
Marthasterias africana: (0)
Marthasterias glacialis: (1)

Os espinhos podem estar distribuídos aleatoriamente por todo o corpo, ou apenas nas placas dorsal, superomarginal e inferomarginal1. A espécie M. glacialis tem espinhos dorsolaterais e dorsais totalmente agrupados, enquanto M. africana pode variar de uma superfície extraordinariamente nua, com espinhos apenas nas placas dorsal e superomarginal, a muitos espinhos espalhados irregularmente, muitas vezes com múltiplos espinhos em cada placa (Wright, 2013; Wright et al., 2016). Os espinhos em A. rubens são distribuídos aleatoriamente, com espinhos agrupados apenas na linha dorsal, semelhante a M. africana, o que pode representar uma condição plesiomórfica desse caráter (MarLIN - The Marine Life Information Network - Home, 2023).

2. Número de fileiras de espinhos agrupados na superfície dorsal

(0) Uma ou duas
(1) Três ou mais
A. rubens: (0)
M. africana: (0)
M. glacialis: (1)

A espécie M. glacialis tem um padrão de armamento de espinhos de uma série de três ou mais fileiras regulares de espinhos ao longo de cada braço, enquanto M. africana é coberta por muitos espinhos espaçados irregularmente, ou tem uma superfície extraordinariamente nua com apenas uma ou mais fileiras de espinhos por braço (Wright, 2013; Wright et al., 2016). A espécie A. rubens possui os espinhos maiores na face superior dispostos numa ou mais fileiras longitudinais (MarLIN - The Marine Life Information Network - Home, 2023).

3. Número de espinhos por placa dorsal (ou placa carinal)

(0) Um único
(1) Múltiplos
A. rubens: (0)
M. glacialis: (0)
M. africana: (1)

O número de espinhos por placa foi categorizado como único ou múltiplo. A espécie M. glacialis tem um espinho por placa, enquanto M. africana tem vários espinhos para cada placa. A. rubens tem um espinho por placa, semelhante a M. glacialis (Wright, 2013; Wright et al., 2016), compartilhando assim a provável condição plesiomórfica deste caráter.

4. Espinhos dorsolaterais

(0) Presentes
(1) Reduzidos ou ausentes
A. rubens: 0
M. africana: 0
M. glacialis: 1

A espécie M. glacialis tem os espinhos dorsolaterais reduzidos ou ausentes (Clark, 1951), possivelmente representando uma condição autapomórfica do caracter. Os espinhos reduzidos surgem distintamente em indivíduos adultos.

5. Espinhos actinais

(0) Ausentes
(1) Presentes

A espécie M. africana pode ter um espinho actinal simulando a presença de um terceiro espinho inferomarginal (Wright et al., 2016), provavelmente representando um caráter autapomórfico.

6. Espinhos da placa adambulacral

(0) Linha dupla
(1) Uma só linha
A. rubens: (0)
M. glacialis: (1)
M. africana: (1)

Os espinhos da placa adambulacral foram registrados como ocorrendo numa ou duas fileiras (Wright, 2013; Wright et al., 2016). Os espinhos ambulacrais de M. glacialis e de M. africana estão organizados numa única fileira regular (Marine Species Identification Portal, 2023). Na espécie A. rubens, o sulco ambulacral é delimitado e protegido lateralmente por duas fileiras de espinhos ambulacrais calcários móveis que são capazes de se fechar sobre o sulco.

7. Tipos de pedicelários ao redor dos espinhos

(0) Retos e cruzados
(1) Apenas cruzados
A. rubens: (0)
M. glacialis: (1)
M. africana: (1)

As espécies M. glacialis e M. africana têm apenas pedicelários cruzados à volta dos espinhos marginais e abactinais, agrupados em estruturas móveis (as rosetas) (Lambert et al., 1984; Wright et al., 2016). A espécie A. rubens tem os espinhos maiores por vezes rodeados por feixes de pedicelários retos e cruzados (Madeira et al., 2019; (MarLIN - The Marine Life Information Network - Home, 2023).

8. Presença de pedicelários entre os espinhos na superfície dorsal

(0) Presentes
(1) Ausentes
A. rubens: (0)
M. glacialis: (1)
M. africana: (1)

A espécie A. rubens apresenta dois tipos de pedicelários: os pedicelários retos, que se encontram dispersos na pele; e os pedicelários cruzados, que se encontram em tufos ou grinaldas ao redor dos grandes espinhos dorsais (Sladen, 1889; Verrill, 1914). Marthasterias spp. têm pedicelários cruzados apenas ao redor dos espinhos (Jullien, 1878; Madeira et al., 2019).

Capítulo XIV

APLICAÇÃO DO *NORMALIZED DIFFERENCE WATER INDEX* (NDWI) PARA AVALIAR AS CONSEQUÊNCIAS DO IMPACTO DE TEMPESTADE DE GRANIZO EM MANGUES NO SUDESTE DO BRASIL



APLICAÇÃO DO NORMALIZED DIFFERENCE WATER INDEX (NDWI) PARA AVALIAR AS CONSEQUÊNCIAS DO IMPACTO DE TEMPESTADE DE GRANIZO EM MANGUES NO SUDESTE DO BRASIL

Marco Antonio Saraiva da Silva[1]; André Luiz Lopes de Faria[2]

[1]Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista, Rua Roberto Simonsen, 305, Presidente Prudente, São Paulo, CEP 19060-900, marco.saraiva@unesp.br (autor correspondente)
[2]Departamento de Geografia, Universidade Federal de Viçosa, Avenida Paulo Henrique Rolfs, s/n, Viçosa, Minas Gerais, CEP 36570-900, andre@ufv.br

RESUMO

Os manguezais são ecossistemas de planícies costeiras, formados em locais específicos onde há o encontro das águas continentais com as oceânicas. Ricos em biodiversidade, a importância desse ecossistema ultrapassa a escala do local na medida que muitas espécies de peixe, que vivem em mar aberto, só se reproduzem nesses ambientes. Dentre as espécies da flora que vivem nesse ecossistema, faz-se um destaque para as florestas de mangues, que são provedoras de uma série de serviços ecossistêmicos como, por exemplo, abrigo a animais, retenção de sedimentos, proteção da linha da costa e fixação de CO2. Quaisquer alterações nessas florestas podem desencadear uma série de problemas gerando perdas de difícil recuperação. Dentre os métodos que podem fornecer informações sobre o vigor vegetativo das plantas, a aplicação de índices radiométricos em imagens de satélites estão entres mais eficazes, pois além de implicar em menor custo, possibilita obter informações de períodos pretéritos. O objetivo geral dessa pesquisa foi avaliar, por meio do *Normalized Difference Water Index* (NDWI), as alterações na vegetação de mangue provocadas por uma tempestade de granizo que o atingiu, no dia 1 de junho de 2016, a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Piraquê Açu-Mirim, localizada em Aracruz, Espírito Santo, Brasil. Tanto o índice utilizado quanto as estatísticas aplicadas foram eficazes em registrar, com detalhes, os diferentes graus de impacto que ocorreram na reserva. Foi constatado que na área de médio impacto do Piraquê-Açu as vegetações se recuperaram, completamente, após uma brusca redução da umidade registrada em janeiro de 2017. Nesse mesmo estuário, porém de forma mais lenta, as vegetações da área mais impactada também registraram melhoras após sofrerem reduções de até 66% da umidade. No Piraquê-Mirim, apesar das vegetações da área de médio impacto terem esboçado melhoras até abril de 2019, em maio de 2020 elas tiveram um declínio. Por sua vez, na área de maior impacto, com exceção para 2019 que apresentou uma melhora, os valores de umidade registrados em maio de 2020 estavam 88% menores ao que se tinha antes do evento climático. Após comparar os dados do índice com os registros de campo, é possível afirmar que o estuário do Piraquê-Mirim dificilmente irá se recuperar sem a intervenção humana. Dentre outras coisas, os dados gerados nessa pesquisa evidenciam o quão suscetíveis são as florestas de mangues a eventos climáticos extremos, que podem ou não estarem relacionados às mudanças climáticas. Independente disso, espera-se que esta pesquisa possa contribuir com outras que buscam ampliar o conhecimento acerca desse importante ecossistema.

Palavras-chave: Manguezais. Sensoriamento Remoto. Índice de vegetação. Ecossistema costeiro.

ABSTRACT

Present in various places on the planet, mangroves are ecosystems of coastal plains, formed in specific places where continental and oceanic waters meet. Rich in biodiversity, the importance of this ecosystem goes beyond the scale of the place, as many species of fish, which live in the open sea, only reproduce in these environments. Among the flora species that live in this ecosystem, the mangrove forests stand out, as they provide a series of ecosystem services such as, for example, shelter for animals, retention of sediments, protection of the coastline and fixation of CO2. Any changes in these forests can trigger a series of problems, generating losses that are difficult to recover. Among the methods that can provide information on the vegetative vigor of plants, the application of radiometric indices in satellite images are among the most effective, as in addition to implying a lower cost, it makes it possible to obtain information from past periods. The general objective of this research was to evaluate, through the Normalized Difference Water Index (NDWI), the changes in the mangrove vegetation caused by a hail storm that hit, on June 1, 2016, the Piraquê Municipal Sustainable Development Reserve Açu-Mirim, located in Aracruz, Espírito Santo, Brasil. Both the index used and the statistics applied were effective in recording, in detail, the different degrees of impact that occurred in the reserve. It was found that in the medium impact area of Piraquê-Açu, the vegetation recovered completely after a sudden reduction in humidity recorded in January 2017. In this same estuary, but more slowly, the vegetation in the most impacted area also recorded improvements after suffering reductions of up to 66% of the

humidity. In Piraquê-Mirim, despite the vegetations in the medium impact area showing improvement until April 2019, in May 2020 they had a decline. In turn, in the area of greatest impact, with the exception of 2019, which showed an improvement, the humidity values recorded in May 2020 were 88% lower than before the weather event. After comparing the index data with field records, it is possible to state that the Piraquê-Mirim estuary will hardly recover without human intervention. Among other things, the data generated in this research show how susceptible mangrove forests are to extreme weather events, which may or may not be related to climate change. Regardless, it is expected that this research can contribute to others that seek to expand knowledge about this important ecosystem.

Keywords: Mangroves. Remote sensing. Vegetation index. Coastal ecosystem.

INTRODUÇÃO

Presentes em vários lugares do planeta, os manguezais são ecossistemas de planícies costeiras formados em locais específicos, onde há o encontro das águas continentais com as oceânicas (SILVA & FARIA, 2022). Fornecedores de uma série de serviços ecossistêmicos, eles são para muitas espécies marinhas o principal local para reprodução.

Dentre as características que tornam esse local especial, uma das principiais é a estrutura de raízes de algumas espécies de mangues como é o caso da *Rhizophora mangle* (mangue vermelho) que além de amortecer a energia das ondas do mar em ocasiões de ressacada, servem de abrigo e proteção para uma série de animais. Ademais, os manguezais são para as comunidades locais (Indígenas, pescadores, marisqueiros e catadores de caranguejo), a principal fonte de sustento.

No litoral brasileiro, com exceção para o estado do Rio Grande do Sul que não apresenta formações de bosques de mangue, mas sim de marismas, é possível identificar feições desse ecossistema desde o Oiapoque no estado do Amapá à Laguna em Santa Catarina (SCHAEFFER-NOVELLI, 2018b).

Entre os locais que possuem a presença de manguezais no Brasil, faz-se um destaque para o município de Aracruz, no estado do Espírito Santo, que após a ocorrência de um evento climático extremo em 2016, teve, além de casas com telhados danificados, mais de 500 hectares de florestas de mangue impactas por tempestade de granizo (SERVINO et al., 2018; SILVA & FARIA, 2022). Por ser um ecossistema sensível, situações como esta geram stress e interferem na dinâmica das interações entre as espécies.

Como não há registros da ocorrência de eventos desse tipo no local e, portanto, não existem informações suficientes para prever quais serão as consequências para o mangue afetado pela tempestade, o local carece de maiores investigações. Quanto a isso BERNARDINO et al. (2015) e SERVINO et al. (2018) foram uns dos primeiros a empreenderem esforços para entender as repercussões do evento no manguezal de Aracruz, Espírito Santo, Brasil.

Apesar de existir uma quantidade muito grande de espécies que compõem esse ecossistema, as florestas são, sem dúvida, as que mais se destacam, seja pelo tamanho e formato das árvores, seja pelas múltiplas funções que elas desempenham como, por exemplo, abrigo a animais, retenção de sedimentos, proteção da linha da costa e fixação de CO2. Desse modo, a análise da sanidade das florestas de mangue torna-se fundamental para ampliar o conhecimento sobre as consequências do impacto da tempestade ocorrida.

Dentre os métodos capazes de fornecer resultados confiáveis, quanto ao vigor das vegetações, o Sensoriamento Remoto é um dos mais utilizados, pois, além de reduzir o número de investidas a campo, possibilita o acesso a dados pretéritos que, a depender da fonte, podem ser adquiridos gratuitamente. Os avanços tecnológicos empregados nos satélites de monitoramento da superfície da Terra têm possibilitado, dentre outras coisas, o desenvolvimento de uma grande variedade de índices de vegetação. Obviamente, a potencialidade e a aplicabilidade de cada um desses índices vão depender das especificidades de cada local e das propriedades do sistema sensor disponível.

Apesar de alguns índices como o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), que foi proposto por ROUSE et al. (1973), possuir

ampla aplicação, sabe-se que seus resultados podem sofrer variações a depender das características da vegetação. Desse modo, ao se analisar um determinado tipo de vegetação, recomenda-se a utilização de diferentes índices, pois esses poderão gerar informações complementares. Caso o índice utilizado apresente resultados melhores, ele servirá de base até que apareça um sucessor.

Nesse sentido, um importante índice, que possui relação direta com as vegetações, é o *Normalized Difference Water Index* (NDWI). Um fator positivo desse índice, é que ele possibilita identificar diferentes níveis de umidade nas folhas das plantas. Isso, faz com que seja possível diferenciar áreas em que as atividades fotossintéticas da vegetação estão mais ativas ou reduzidas.

Apesar deste índice ter a eficácia comprovada para analisar vários tipos de vegetação, em mangues, seu uso ainda é insipiente. Dentre os que o fizeram, destaca-se FERREIRA et al. (2013) que, juntamente com outros índices, utilizou o NDWI para identificar mudanças espaço-temporal em áreas de vegetação de mangue no estado de Pernambuco, Brasil.

Outro autor que também se valeu do NDWI foi OLIVEIRA (2013). Esse por sua vez, o fez com o intuito de gerar subsídios para a gestão do uso e ocupação da terra na zona de amortecimento da Reserva Biológica Saltinho, Pernambuco, Brasil. Novamente o índice em questão mostrou-se eficiente, pois possibilitou gerar mapas com registros das variações da vegetação de mangue para um recorte temporal de 14 anos (2006-2010). Como pode ser observado nos exemplos acima, a aplicação do NDWI em manguezais foi feita com a finalidade de estabelecer distinções entre as vegetações de mangues e outras.

Diante disso, entende-se que existe lacunas a serem preenchidas quanto as potencialidades do NDWI nessas vegetações. Portanto, acredita-se que análises mais detalhadas dos dados fornecidos por esse índice podem fornecer informações mais precisas sobre a sanidade das florestas de mangues.

Frente ao exposto, o objetivo geral dessa pesquisa foi avaliar, por meio do *Normalized Difference Water Index* (NDWI), as alterações na vegetação de mangue provocadas por uma tempestade de granizo que atingiu, no dia 1 de junho de 2016, a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Piraquê Açu-Mirim, localizada em Aracruz, Espírito Santo, Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de pesquisa

A área escolhida para realizar a pesquisa é a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piraquê Açú-Mirim, que se localiza no município de Aracruz no estado do Espírito Santo, Brasil (Figura 01). O clima da região é caracterizado por uma estação seca, que compreende os meses de outubro a março, e outra úmida, que vai de abril a setembro.

A reserva em questão recebeu este nome, pois sua área de 2.079 hectares abarca tanto o estuário Piraquê-Açú quanto o Piraquê-Mirim. De forma geral, tem-se que a floresta da reserva é composta majoritariamente pelas espécies *Laguncularia racemosa* (mangue branco), *Avicennia schaueriana* (mangue preto) e *Rhizophora mangle* (mangue vermelho). Contudo, essa última é a que ocupa maior área.

Como já exposto, o manguezal englobado pela reserva é de real importância para uma série de pessoas que mantêm o sustento de suas famílias com o que é gerado nesse ecossistema. Dentre as atividades desenvolvidas por elas, destaca-se a pesca e a coleta de caranguejos. Quanto a isso, sabe-se que além da vegetação, a tempestade de granizo também interferiu na a reprodução dessas espécies, uma vez que as árvores servem de proteção elas. Isso por si só justifica maiores esforços para entender as reais consequências do impacto nesse ecossistema.

Fonte e base de dados

Os dados utilizados nessa pesquisa, foram obtidos, gratuitamente, de diferentes instituições. Ao passo que as imagens matriciais provenientes do sensor *MultiSpectral Instrument* (MSI), que está acoplado ao satélite *Sentinel-2*, foram adquiridas junto ao Copernicus (programa de observação da Terra da União Europeia vinculado a *European Space Agency* - ESA), os arquivos com os dados

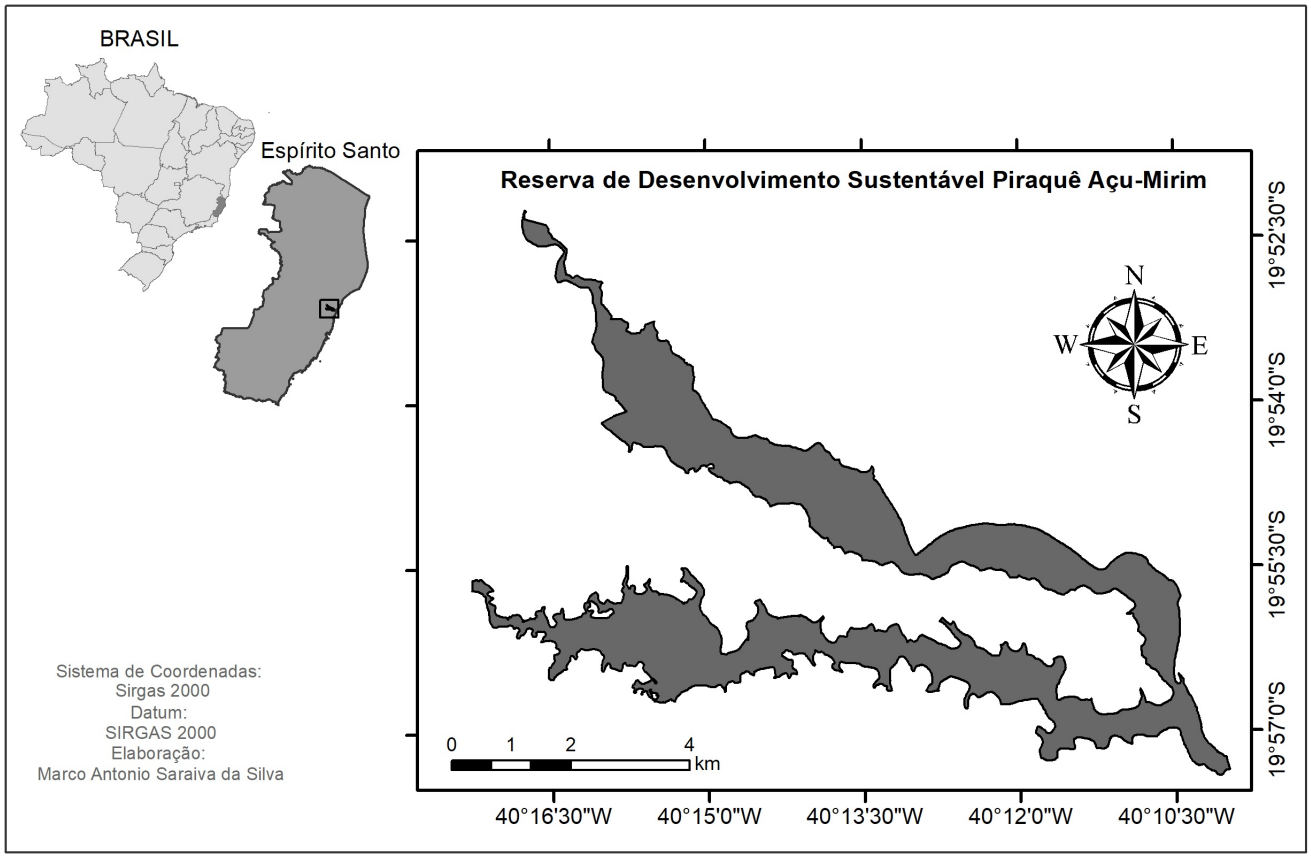


Figura 1. Localização da área de pesquisa. Fonte: Elaborado pelos autores.

vetoriais referentes aos limites políticos e administrativos do Brasil e a área da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piraquê Açú-Mirim, são provenientes, respectivamente, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Secretaria de Meio Ambiente (SEMAM) do município de Aracruz, Espírito Santo, Brasil.

Enquanto o mapa de localização (Figura 01) foi construído utilizando o sistema de coordenadas geográficas SIRGAS 2000, os outros materiais cartográficos foram confeccionados a partir do sistema de coordenadas projetadas (SIRGAS_2000_UTM_Zona_24S). A projeção utilizada foi a transversa de Mercator.

Procedimentos metodológicos

Em suma, os métodos empregados nessa pesquisa seguiram uma ordem procedimental dividida em diferentes etapas:

I. Aquisição e tratamento das imagens;

II. Geração de imagem RGB/Cor verdadeira e do índice *Normalized Difference Water Index* (NDWI);

III. Divisão da área de acordo com os diferentes graus de impacto;

IV. Geração dos pontos amostrais e análises estatísticas;

V. Validação de campo;

Conforme já exposto, os dados do MSI/ *Sentinel-2* foram adquiridos junto ao programa de observação da Terra da União (Copernicus). O motivo da escolha desse, em detrimento a outros, foi devido a um conjunto de fatores que variam desde características técnicas do equipamento como, por exemplo, resolução espacial de 10 m e 20 m para as bandas utilizadas, tempo de revisita de até 5 dias, 13 bandas espectrais e radiometria de 12 bits. Além disso, também foi priorizado a padronização dos dados quanto aos períodos do ano e a qualidade da imagem quanto a presença de nuvens.

Na etapa (I), que se refere à aquisição e tratamento das imagens, foram adquiridos 6 arquivos datados de 11/02/2016, 09/08/2016, 26/01/2017, 11/05/2018, 21/04/2019 e 10/05/2020. Com relação as datas dos arquivos, algumas observações se fazem necessárias; A primeira é que o arquivo de fevereiro de 2016 possui registros da

área antes de acontecer o impacto da tempestade e, por isso, serviu de base comparativa para as demais.

Uma importante observação é que com exceção ao de janeiro de 2017, todos os arquivos com dados de pós evento, estão compreendidos entre abril e setembro que, para região, refere-se ao período seco. A justificativa para essa exceção, é que para o ano em questão, não havia imagens sem a presença de nuvens que atendessem os critérios estabelecidos.

Outro detalhe sobre as imagens, é que elas foram baixadas no Nível-1C, ou seja, com correções de ortorretificações e refletâncias no topo da atmosfera (*Top of Atmosphere-TOA*). Diante disso, para a efetuar correções na base da atmosfera (*Bottom of Atmosfera-BOA*) e obter dados com melhor qualidade, optou-se por utilizar o pacote Sen2Cor do software SNAP. Após os procedimentos, os dados passaram para Nível-2A.

Após essas correções, seguiu-se para a etapa II, que abarca os processos de composição da imagem RGB em cor verdadeira e a geração do índice *Normalized Difference Water Index* (NDWI). O índice em questão foi obtido a partir de cálculos matemáticos (Equação 1) desenvolvidos por GAO (1996). De forma geral, o NDWI possibilita obter informações quanto ao estado fisiológico das vegetações, uma vez que permite a mensuração do teor de umidade presente nas plantas.

$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \qquad 1$$

Como pode ser observado, o NDWI é o quociente da divisão entre a diferença e a soma do infravermelho próximo (NIR) e o infravermelho de ondas curtas (SWIR). De acordo com CECCATO et al. (2001), a combinação dessas bandas são fundamentais para obter informações quanto ao teor de água nas vegetações.

Com valores compreendidos entre -1 e +1, tem-se que quanto mais próximo de 1, melhor é a sanidade da vegetação ao passo que valores próximos de zero ou negativos indicam que a vegetação está debilitada ou morta. Essas correlações, reforçam o motivo da escolha do NWDI para pesquisar a área, uma vez que a umidade foliar e vigor vegetativo das plantas possuem relações.

Após a geração do NDWI, foi possível dar início ao processo de divisão da área de acordo com os diferentes graus de impacto (Etapa III). Como a tempestade atingiu a reserva de forma desigual e a mesma é composta por dois estuários (Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim) optou-se por fazer divisões que permitisse discutir os resultados tanto em conjunto quanto separadamente.

As separações foram feitas observando as imagens provenientes da geração do NDWI. Dentre elas, a de 2017 foi a selecionada, pois foi nesse ano que houve uma maior variação na escala de cores que, dentre outras coisas, possibilitou identificar a amplitude do impacto. Dessa maneira, ambos os estuários foram subdivididos em locais de maior, médio e menor impacto.

Com as áreas separadas, partiu-se para a geração dos pontos amostrais (Etapa IV). Para isso, utilizou-se a ferramenta *Create Random Points* do software ArcGIS®. O critério utilizado para definir o número de pontos amostrais de cada área foi a relação proporcional entre a área atingida e a área total da reserva. Apesar do software utilizado realizar a geração dos pontos automaticamente, foi necessário fazer correções manuais como, por exemplo, a exclusão de pontos com ausência de valores.

Como a ferramenta utilizada gera pontos aleatórios no centro dos *pixels* selecionados, os valores extraídos de cada ponto foram submetidos a diferentes cálculos estatísticos. Esse procedimento foi fundamental para identificar quais operações seriam mais eficientes em expressar, quantitativamente, os resultados.

Finalizado os cálculos e a estruturação dos resultados, iniciou-se o processo de validação dos dados (Etapa V), que teve como objetivo principal comparar os resultados obtidos no laboratório com a realidade de campo. Desse modo, munidos de mapas e GPS (*Global Positioning System*) foi possível, ora via automóvel, ora via barco, acessar as áreas com seus variados graus de impacto.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um dos produtos gerados a partir dos dados do *Sentinel-2* foi a composição da imagem em

cores verdadeiras (Figura 02). Ao analisar as imagens dessa figura, percebe-se claramente as mudanças na paisagem provocadas pela tempestade de granizo. Além disso, também é possível observar que, para o ano de 2020, enquanto a vegetação atingida no Piraquê-Açú mostra-se quase totalmente recuperada, no Piraquê-Mirim ela manteve-se estagnada.

Apesar da figura em questão possibilitar essas considerações, ela não tem a mesma eficácia do NDWI (Figura 03) em evidenciar com detalhes as repercussões do impacto da tempestade na vegetação. Vale dizer que, em função do mangue ser um sistema hidromórfico, solos encharcados durante os períodos de recargas também podem ser destacados pelo NDWI. Todavia, em nenhuma das cenas isso se fez presente.

Ao analisar a figura 03, é possível observar que na imagem do dia 11/02/2016, que representa a área antes da tempestade, os valores referentes à quantidade de água no sistema da vegetação de mangue estão compreendidos entre 0,71 e 0,88. De forma geral, esses valores indicam que as vegetações estão sadias. Enquanto os valores compreendidos entre 0 e 0,5 são referentes a áreas de solo exposto, bancos de areia e vegetação de

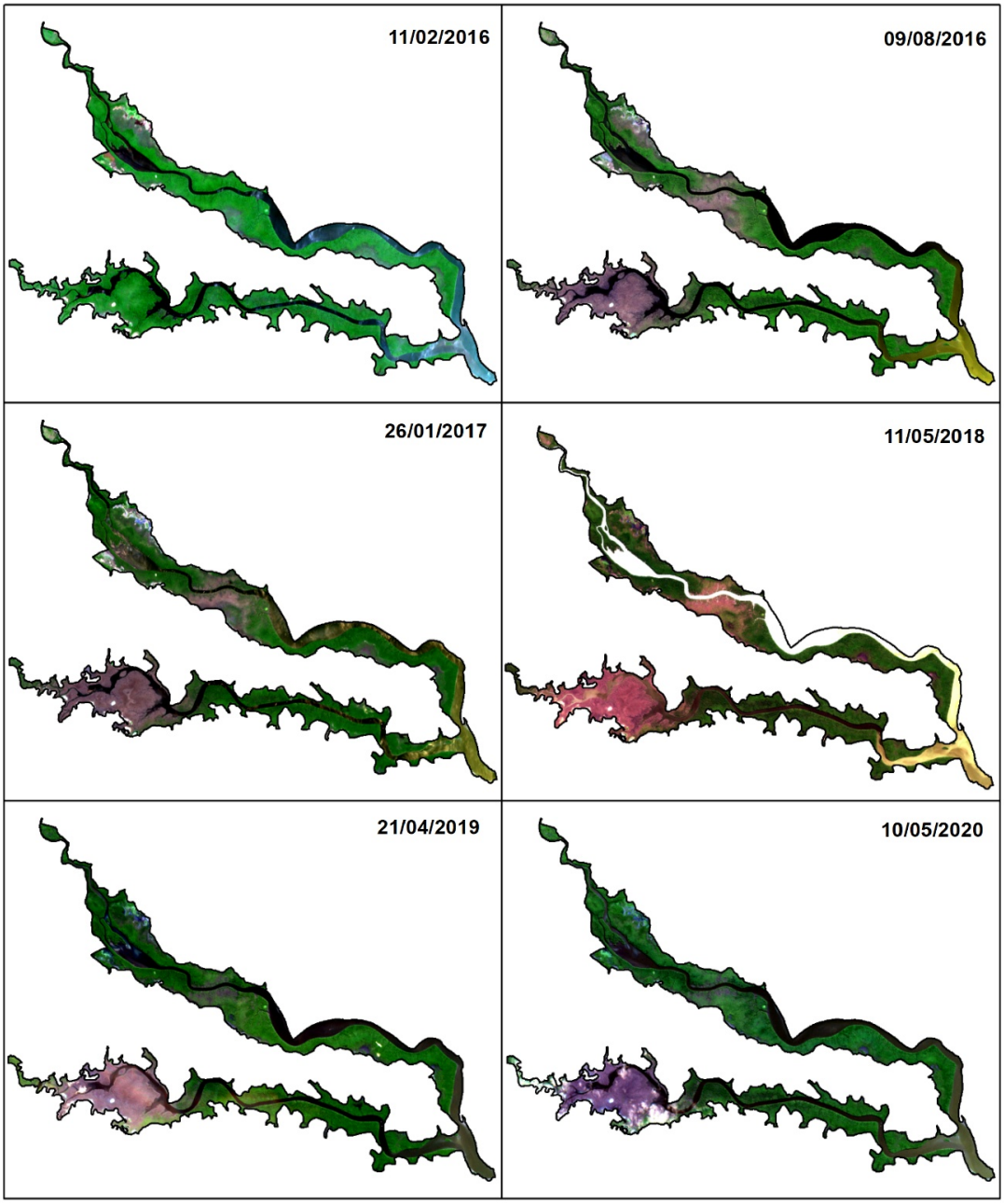


Figura 2. Composição em cores verdadeira da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piraquê Açu-Mirim entre 2016 e 2020. Fonte: Elaborado pelos autores.

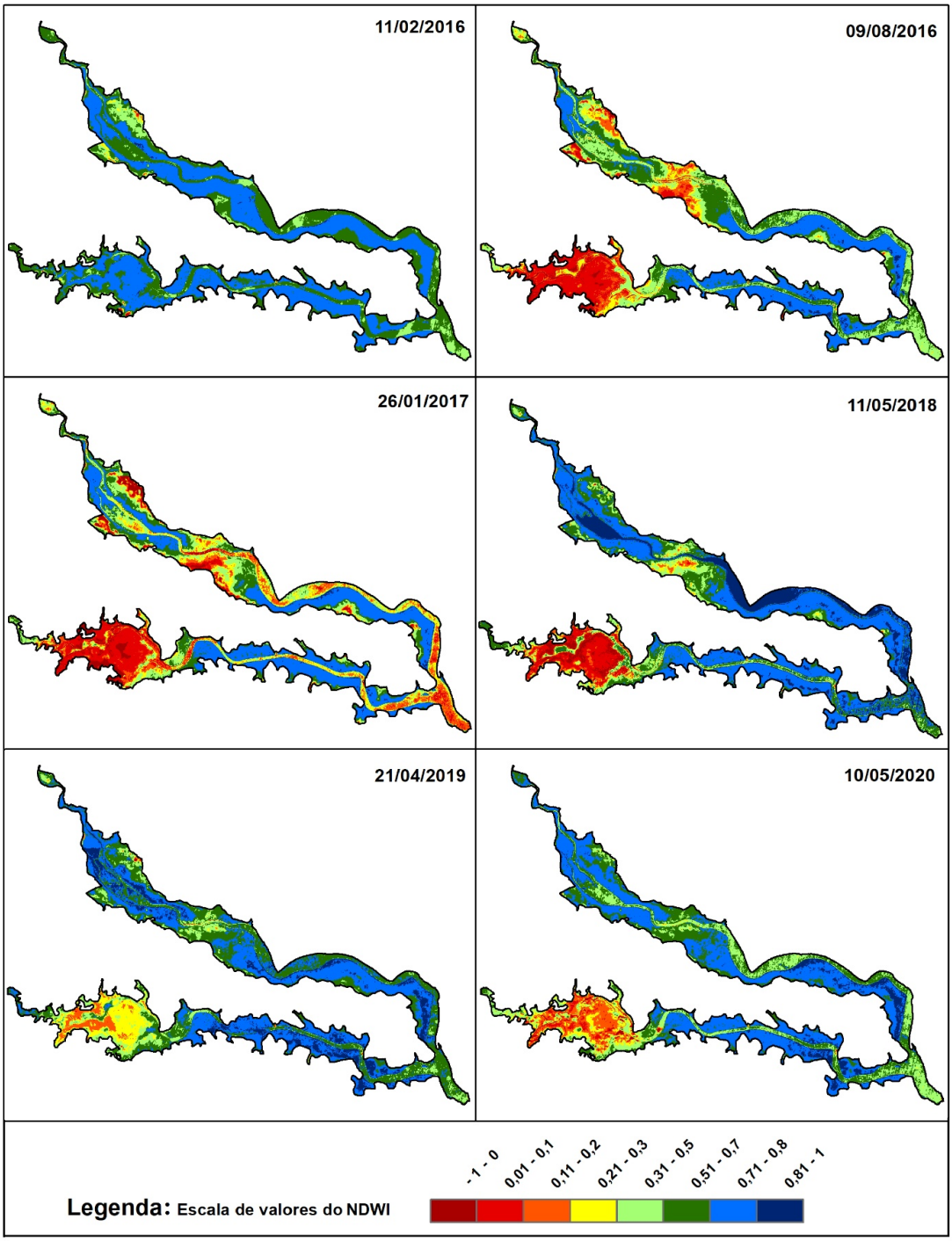


Figura 3. NDWI da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piraquê Açu-Mirim entre 2016 e 2020. Fonte: Elaborado pelos autores.

gramíneas, os contidos entre 0,51 e 0,71 representam os corpos d'água.

Na imagem do dia 09/08/2016, aproximadamente dois meses após a tempestade, já é possível identificar quais foram os locais atingidos pelo granizo. De forma similar, porém com maior detalhe, a imagem de 26/01/2017 possibilita avançar na análise, pois, quando comparada a anterior, apresenta uma maior variedade de cores.

Tais diferenças, dentre outras coisas, são indicativas que houve variações espaciais dos estragos causados pela tempestade. Por isso, essa foi a imagem utilizada para dividir as áreas de acordo com o grau de impacto (Figura 04).

Ao prosseguir na análise, tem-se que a partir de 2018 as diferenças entre os dois estuários, no que diz respeito à recuperação da vegetação, ficam mais evidentes, pois enquanto no Piraquê-Açú os valores de umidade aumentaram constantemente em todos os locais impactados, no Piraquê-Mirim a área de maior impacto permaneceu estagnada.

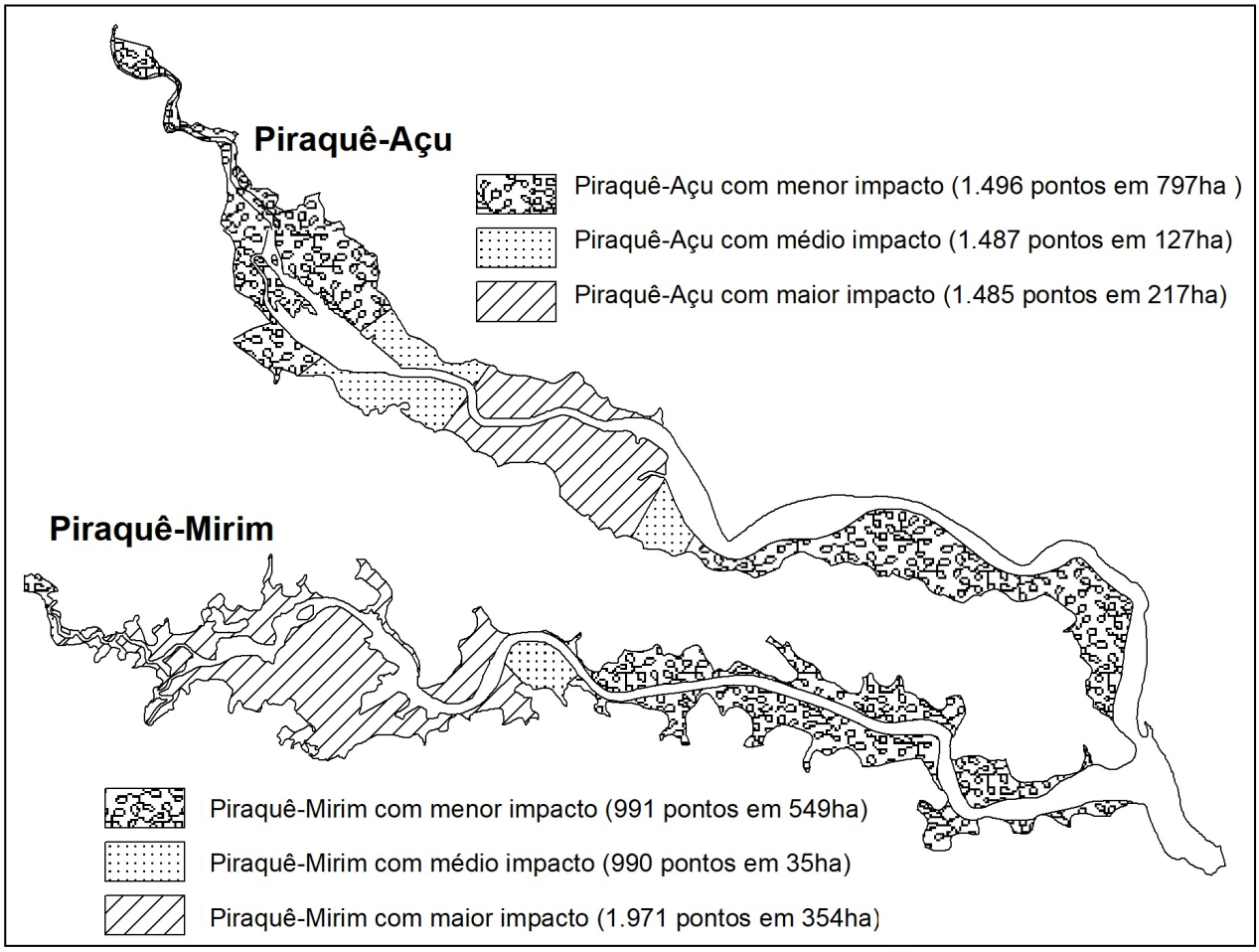


Figura 4. Distribuição dos pontos amostrais. Fonte: Elaborado pelos autores.

Por mais que as imagens apresentadas tenham sido capazes de evidenciar a repercussão do impacto, entende-se que a apresentação de dados estatísticos é fundamental, uma vez que possibilita análises mais detalhadas. A geração desses dados, é proveniente dos valores dos pontos amostrais, extraídos das áreas com seus diferentes graus de impacto.

Como houve entre os estuários diferenças nas recuperações das áreas impactadas, tomou-se a decisão de gerar produtos para cada uma dessas áreas separadamente. Diante disso, cada estuário foi dividido em áreas de menor, médio e maior impacto. Desse modo, para cada uma dessas áreas foram aplicados diferentes cálculos estatísticos como, por exemplo, a moda (Figura 05).

Os gráficos acima, que apresentam a estatística de moda de ambos os estuários, evidenciam o que já foi possível visualizar nas figuras temáticas do NDWI (Figura 03), ou seja, as consequências do impacto não foram as mesmas para toda a reserva. Dentre as informações contidas nos gráficos, chama-se a atenção para as áreas classificadas como de menor impacto, pois, em ambos os estuários mantiveram os seus valores praticamente estáveis. Isso, permite inferir que se o impacto não tivesse atingido a reserva, toda a floresta de mangue estaria em condições fisiológicas parecidas.

Frente a essa observação e com o intuito de fornecer maiores informações dos dados extraídos do NDWI, optou-se por gerar também os gráficos de *boxplots* (Figura 06), que contêm informações complementares. Todavia, como as áreas de menor impacto não apresentaram oscilações, os *boxplots* referem-se apenas as áreas de médio e maior impacto.

Ao analisar as estatísticas referentes a agosto de 2016, é possível observar a diferença do impacto da tempestade entre os estuários. Isso fica evidente tanto nas áreas de médio quanto de maior impacto. Com relação a essa segunda, de acordo com os dados da moda, enquanto os valores de umidade diminuíram 66% no Piraquê-Açu (PA), no Piraquê-

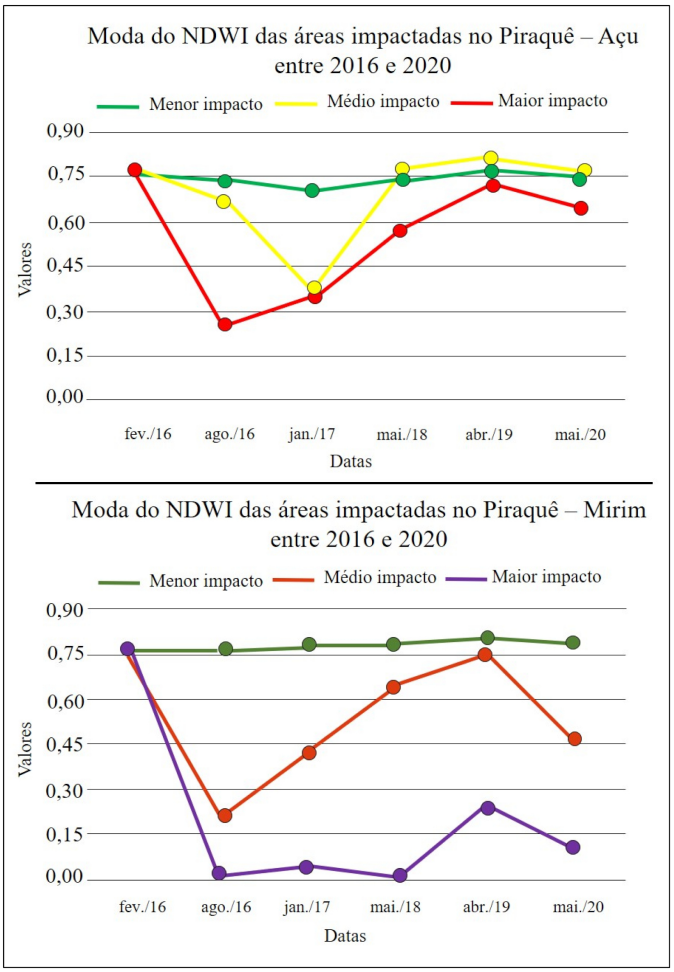


Figura 5. Moda do NDWI das áreas impactadas pela tempestade de granizo na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piraquê Açu-Mirim. Fonte: Elaborado pelos autores.

Mirim (PM) a redução foi de 100%. Além disso, nos *boxplots* também é possível observar a redução nos valores médios e o aumento nas dispersões. Novamente os dados demonstram que no PM o impacto foi mais severo que no PA.

No ano seguinte (2017), o gráfico com os valores da moda registrou uma queda acentuada nos valores de umidade da área de médio impacto do Piraquê-Açu. Em contrapartida, no Piraquê-Mirim o que se viu foi uma ascendente, também acentuada. Todavia, nas áreas de maior impacto essa lógica não se manteve, pois enquanto o PA teve um acréscimo de 31% nos seus valores, no PM os registros acusam uma estagnação.

Conforme já exposto, a imagem do NDWI de 11/05/2018 (Figura 03) demonstra que as diferenças entre as áreas de maior impacto dos estuários tornaram-se mais agudas. Quanto a isso, tanto o gráfico da moda quanto os *boxplots* mostraram-se eficazes no registro. Nos *boxplots*, por exemplo, enquanto a média dos valores de umidade do Piraquê-Açu é de 0,5, no Piraquê-Mirim a média não passa de 0,2. Já nas áreas de médio impacto, os dados indicam que a vegetação se manteve no processo de recuperação com valores próximos de antes do evento.

Com relação à 2019, tanto a imagem do NDWI quanto as estatísticas geradas foram capazes de registrar a recuperação dos mangues, até mesmo na área mais impactada do Piraquê-Mirim, que teve um aumento de 24% quando comparado ao ano anterior. No Piraquê-Açu, os valores da área de maior impacto estavam praticamente igualados aos do médio e menor impacto. Isso também se fez real na área de médio impacto do PM.

Por fim, ao analisar os dados de 2020 do Piraquê-Açu, o que se viu foi uma certa estabilidade nos valores indicando que a vegetação das áreas impactadas está quase totalmente regenerada. Quanto ao Piraquê-Mirim, apesar da vegetação da área de médio impacto ter esboçado uma melhor nos últimos anos, ela não se manteve constante, uma vez que os valores tornaram a reduzir.

Com proporções diferentes, a área de maior impacto desse mesmo estuário também apresentou melhoras em 2019, mas assim como ocorrido na área de médio impacto, ela reduziu novamente. Quanto a isso, tem-se que os valores registrados em 2020 estão 88% abaixo do que era antes da tempestade. Diante do exposto, as expedições de campo foram imprescindíveis para averiguar se os resultados obtidos a partir do NDWI eram fidedignos à realidade.

Desse modo, ao percorrer a área da reserva foi possível identificar, em ambos os estuários, as áreas classificadas como de menor, médio e maior impacto (Figura 07). Dessas, a que mais chamou atenção foram as de maior impacto, pois enquanto no Piraquê-Açu a vegetação regenerou quase completamente, no Piraquê-Mirim a paisagem era de destruição total.

Ao analisar as imagens dessa figura e compará-las com a do NDWI (Figura 03) e as dos cálculos estatísticos (Figura 04 e Figura 06), as correlações ficam evidentes. Com relação as áreas de maior impacto, tem-se que apesar das vegetações do Piraquê-Açu estarem verdes é

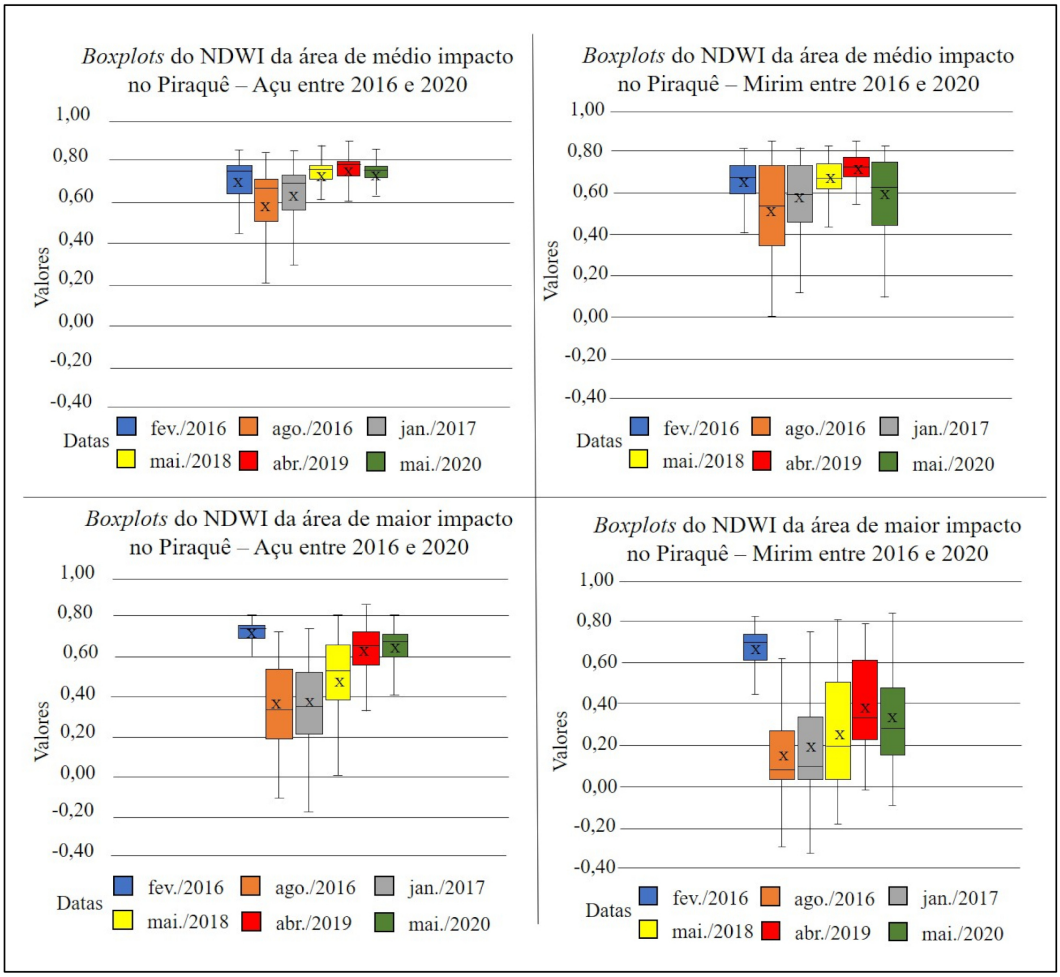


Figura 6. Boxplots do NDWI da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piraquê Açu-Mirim entre 2016 e 2020. Fonte: Elaborado pelos autores.

possível visualizar uma grande quantidade de pontos claros entre ela. Esses, nada mais são que troncos de árvores mortas após o impacto da tempestade. Em situação oposta, na imagem da área de maior impacto do Piraquê-Mirim o que se vê é apenas água e troncos mortos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre as vantagens de se utilizar imagens de sensores remotos na análise de mudanças na paisagem, destaca-se a possibilidade de obter informações detalhadas de quase toda a superfície da Terra, principalmente em locais de difícil acesso como, por exemplo, as áreas de manguezais. Essas questões possuem implicações diretas na analise ou monitoramento desses lugares, pois além de diminuir os custos com o campo, reduzem os riscos a ele inerente.

Dos diferentes métodos existentes para a análise da vegetação a geração de índices é, sem dúvida uma das mais utilizadas. Dentre esses, o NDWI mostrou-se eficiente, pois, como já exposto, a combinação de suas bandas possibilitou estimar o teor de água no sistema das vegetações.

Além da aplicação do índice ter proporcionado resultados confiáveis, que foram inclusive validados em campo, os procedimentos e os cálculos estatísticos empregados foram fundamentais para a compreensão das repercussões da tempestade na vegetação. Dentre as informações obtidas, chama-se a atenção para a incapacidade de recuperação natural da área de maior impacto do Piraquê-Mirim.

Isso, dentre outras coisas, significa que intervenções humanas, como a aplicação de técnicas de reflorestamento, fazem-se necessárias, pois, como já exposto, os manguezais são ecossistemas com importância que ultrapassa a escala do local.

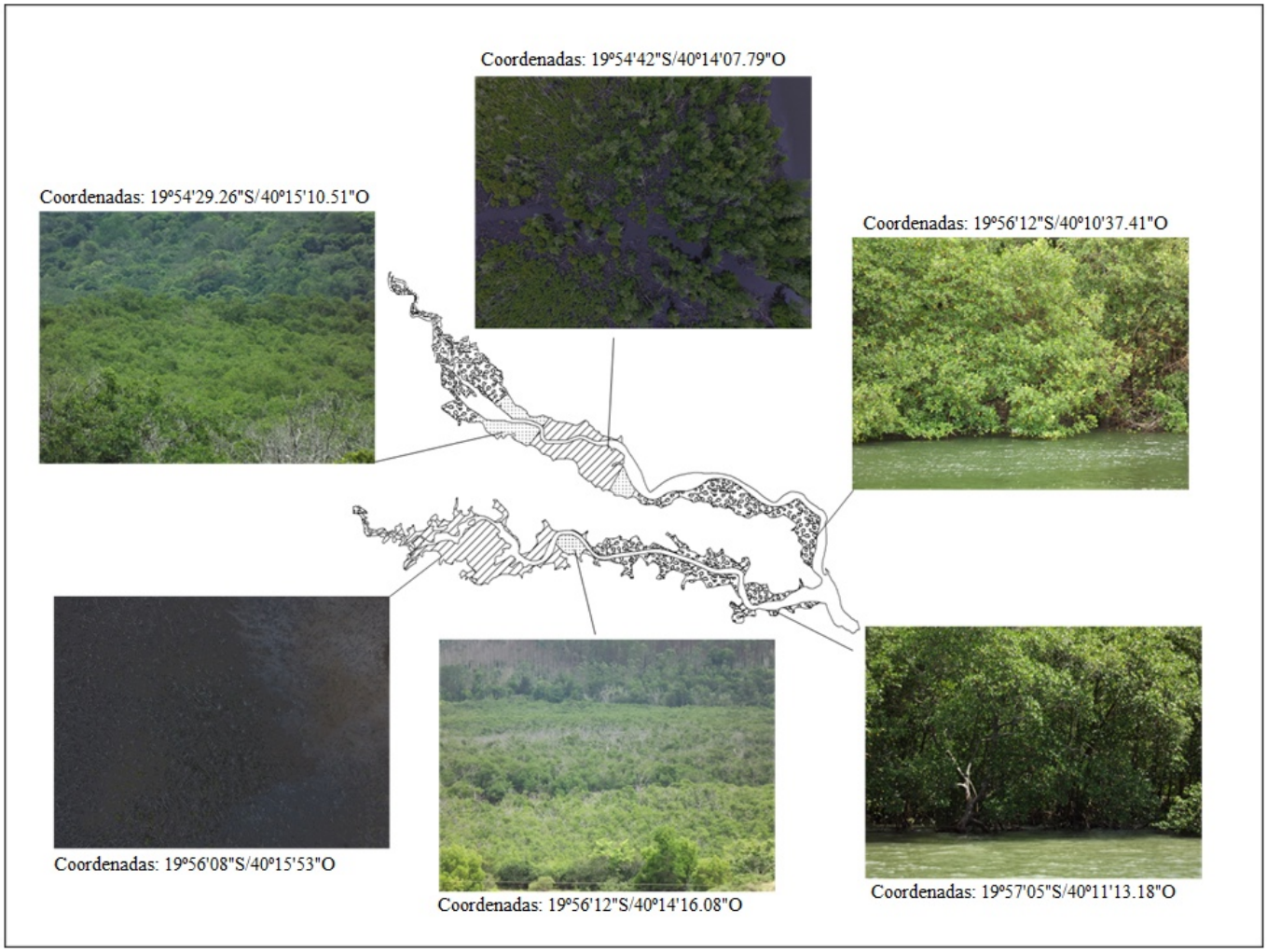


Figura 7. Imagens das áreas impactadas no Piraquê Açu-Mirim. Fonte: Elaborado pelos autores.

AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

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

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESPACIAL EUROPÉIA – ESA. Copernicus. Paris, França. (disponível em https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home)

ALMEIDA, R.; JUNIOR, C. C. 2018. Manguezal e serviços ecossistêmicos. In: FUMI, M. Atlas dos Manguezais do Brasil, pp. 85 – 95, ICMBio, DF, Brasil. (ISBN 978-85-61842-75-8)

BERNARDINO, A.F.; Netto, S.A.; Pagliosa, P.R.; Barros, F., Christofoletti, R.A.; Rosa-Filho, J.S.; Colling, J.; Lana, P.C. 2015. Predicting ecological changes on benthic estuarine assemblages through decadal climate trends along Brazilian Marine Ecoregions. Estuar. Coast. Shelf Sci, 166: 74–82. (doi.org/10.1016/j.ecss.2015.05.021)

CECCATO, P.; FLASSE, S.; TARANTOLA, S.; JACQUEMOND, S.; GREGOIRE, J.M. 2001. Detecting vegetation water content using reflectance in the optical domain. Remote Sensing of Environment, 77: 22–33. (doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00191-2)

FERREIRA, J. M. S; FERREIRA, P. S; MORAIS, Y. C. B; GOMES, V. P; FRANÇA, L. M. A; GALVÍNCIO, J. D. 2013. Uso de técnicas de Sensoriamento Remoto na detecção de mudanças espaço-temporais das áreas de vegetação de mangue em Pernambuco. Revista Brasileira de Geografia Física, 06(03): 356-372. (doi.org/10.5935/1984-2295.20130043)

GAO, B. C. 1996. NDWI – A Normalized Difference Water Index for remote sensing of vegetation liquid water from space. Remote Sensing of Environment, 58(03): 257-266. (doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00067-3)

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Malhas Territoriais. Rio de Janeiro, Brasil. (disponível em https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais.html).

OLIVEIRA, J. S. S. 2013. Índices de vegetação (NDVI, IVAS, IAF, NDWI) como subsídio à gestão do uso e ocupação do solo na zona de amortecimento da Reserva Biológica de Saltinho, Pernambuco. Dissertação (Mestrado em Ciências Geográficas). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. 91p (disponível em https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10607)

ROUSE, J. W; HAAS, R. H; SCHELL, J. A; DEERING, D. W. 1973. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ETRS. In: Third ETRS Symposium, NASA Spec. Publ., Washington, DC, 351: 309-317. (disponível em https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19740022614/downloads/19740022614.pdf)

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 2018b. A diversidade do ecossistema manguezal. In: FUMI, M. Atlas dos Manguezais do Brasil, pp. 23 – 36, ICMBio, DF, Brasil. (ISBN 978-85-61842-75-8)

Secretaria Municipal de Meio Ambiente- SEMAM. Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim. Aracruz, Brasil. (disponível em http://www.pma.es.gov.br/meio-ambiente/27)

SERVINO, R. N; GOMES, L. E. O; BERNARDINO, A. F. 2018. Extreme weather impacts on tropical mangrove forests in the Eastern Brazil Marine Ecoregion. Science of the Total Environment,628:233-240. (doi:10.1016/j.scitotenv. 2018.02.068)

SILVA, M. A. S.; FARIA, A. L. L. 2022. Impact evaluation of the extreme weather event in mangroves of the Brazilian Southeast Coast with remote sensing. Sociedade & Natureza, 34(1):1- 20. (doi: 10.14393/SN-v34-2022-64352)

Capítulo XV

A COOPERAÇÃO INTERNACIONAL NO OCEANO ATLÂNTICO PARA A SEGURANÇA MARÍTIMA



A COOPERAÇÃO INTERNACIONAL NO OCEANO ATLÂNTICO PARA A SEGURANÇA MARÍTIMA

Michael Scheffer Lopes[1]

[1]Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, CEP 20550-900, michaelscheffer1013@gmail.com

RESUMO

O conceito de "Segurança Marítima" na língua portuguesa agrupa duas vertentes que são separadas na língua inglesa: maritime security e maritime safety, abrangendo temas que variam desde a proteção da área marítima brasileira chamada Amazônia Azul e de riquezas como o petróleo na camada do pré-sal a esforços para evitar desastres e acidentes náuticos, zelando pela salvaguarda da vida humana no mar. O Oceano Atlântico possui uma área muito vasta e com a globalização os interesses internacionais se tornaram cada vez mais variados. As nações e organizações supranacionais precisam organizar esforços internacionais para garantir a segurança, pois as ameaças ultrapassam as fronteiras tradicionais, cooperação é essencial no mar. Nesse contexto, o objetivo deste estudo é analisar os benefícios de elaborar um "Plano Estratégico de Cooperação em Segurança Marítima no Oceano Atlântico" entre países lusófonos, por meio de revisão da literatura sobre cultura e lusofonia e estudo de caso da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa e da Zona de Paz e Cooperação do Atlântico Sul. É um desafio pensar uma Cooperação Internacional em Segurança Marítima para o Oceano Atlântico no contexto pós-colonialista baseada na Língua Portuguesa; porém aproveitando as afinidades culturais proporcionadas pelo idioma em comum é possível expandir as poucas iniciativas bilaterais já existentes em benefício de todos.

Palavras-chave: Cooperação Internacional; Oceano Atlântico; Segurança Marítima.

ABSTRACT

The concept of "Segurança Marítima" in Portuguese brings together two aspects that are separated in English: "maritime security" and "maritime safety", covering themes ranging from the protection of the Brazilian maritime area called the Blue Amazon and riches such as oil in the pre-salt layer to efforts to avoid disasters and nautical accidents, ensuring the safeguard of human life at sea. The Atlantic Ocean has a very vast area and with globalization international interests have become increasingly varied. Nations and supranational organizations need to organize international efforts to ensure security, as threats go beyond traditional borders and therefore cooperation is essential at sea. In this context, the objective of this study is to analyze the benefits of preparing a "Plano Estratégico de Cooperação em Segurança Marítima no Oceano Atlântico" between Portuguese-speaking countries, through a review of the literature on culture and lusophone countries and a case study of the Community of Portuguese Speaking Countries and the South Atlantic Peace and Cooperation Zone. It is a challenge to think of International Cooperation in Maritime Security for the Atlantic Ocean in the post-colonial context based on the Portuguese language; but taking advantage of the cultural affinities provided by the common language it is possible to expand the few bilateral initiatives that already exist to the benefit of all.

Keywords: International Cooperation; Atlantic Ocean; Maritime Security.

INTRODUÇÃO

A Zona de Paz e Cooperação do Atlântico Sul (ZOPACAS) é composta por 24 países sul-americanos e africanos da costa do Atlântico, sendo a principal organização disponível atualmente para a criação de um ambiente cooperativo no Atlântico Sul (SANTOS, 2019), responsável também por temas relacionados à Segurança Marítima. Destaca-se que uma das maiores dificuldades de cooperação enfrentada por essa iniciativa é a grande diferença cultural entre os países membros.

Segundo Bourdieu (1998), a língua compõe o Estado, seja na sua criação ou nos seus usos sociais. Ao instituir um idioma o Estado constituiu um mercado linguístico dominado pela língua oficial, sendo obrigatória em ocasiões e espaços oficiais. A Lusofonia representa um espaço marcado pelo uso da língua portuguesa e também por alguns usos e costumes culturais em comum. A cultura é formada por vivências e práticas sociais, como a ideia de nação, família e religião, sendo assim o espaço lusófono é capaz de promover um ambiente de comunicação multicultural fértil. Para Silva (2015), na diplomacia naval também é importante a aplicação de um mesmo idioma, sendo valioso ter o português como língua materna.

A criação de um plano estratégico de cooperação em Segurança Marítima para a

Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP) pode consolidar em setores como de Busca e Salvamento no Oceano Atlântico a cooperação observada apenas em projetos bilaterais já existentes de curta duração. São exemplos a realização de treinamento e formação de militares e algumas vendas de navios pequenos. Seria interessante inserir nas temáticas de Defesa e Segurança Marítima uma cooperação com foco linguístico e cultural, como observado nas Reuniões Setoriais Ministeriais da CPLP para outros temas, seja saúde, trabalho, previdência social, educação, cultura, defesa, igualdade de gênero, justiça, turismo, ciência e tecnologia, direitos humanos, juventude, esportes ou comércio.

É importante destacar que no Oceano Atlântico há muitas riquezas a serem defendidas por levantarem interesses econômicos e cresce a quantidade de casos de pirataria, tráfico de drogas, armas e imigração ilegal. Considerando o papel das Forças Armadas nesse cenário, elas também poderiam aprimorar suas relações político-diplomáticas participando de fóruns que incluam as temáticas de cooperação linguística e cultural (SILVA, 2015).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo pretende analisar a cooperação marítima entre os países membros da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP) que são banhados pelo Oceano Atlântico: Angola, Brasil, Cabo Verde, Guiné-Bissau, Guiné Equatorial, Portugal e São Tomé e Príncipe. Referente à temática da Segurança Marítima, a atual tentativa de cooperação na esfera da Zona de Paz e Cooperação do Atlântico Sul (ZOPACAS) apresenta insucesso se comparada a outros modelos, como a Estratégia de Segurança Marítima da União Europeia (EUMSS, sigla em inglês), criada em 2014. É possível que as afinidades culturais proporcionadas pelo idioma português aumentem as chances de sucesso de uma cooperação internacional em Segurança Marítima para os países analisados.

Na primeira parte do estudo é realizada uma contextualização sobre defesa e segurança com foco no conceito de Segurança Marítima brasileiro, composto de duas vertentes: *maritime security* e *maritime safety*, que abrange temas desde a proteção da Amazônia Azul e do pré-sal a esforços para evitar acidentes, desastres marítimos e a salvaguarda da vida humana em perigo no mar. Em seguida é apontado que a comunicação intercultural e a identidade comunitária baseada numa mesma língua são características do conceito de lusofonia, remetendo a contatos internacionais desde as grandes navegações portuguesas. Para expandir a atuação brasileira nas ações de cooperação internacional em Segurança Marítima, que atualmente ocorrem apenas de forma bilateral, é preciso aproveitar o espaço da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa e sua identidade comunitária, elaborando um Plano Estratégico de Cooperação em Segurança Marítima no Oceano Atlântico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Defesa e segurança

O conceito de Segurança Marítima brasileiro é duplo, a língua inglesa possui dois termos distintos, são chamados de *maritime security* e *maritime safety*. *Maritime safety* compreende a segurança da navegação e atividade de busca e salvamento na área de responsabilidade de cada país, baseada na Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar. Maritime security trata de proteção e defesa de ameaças e riscos internacionais, a integridade de pessoas e bens no mar, instalações portuárias, combate à pirataria, poluição marítima, tráfico de drogas, entre outros (BEIRÃO et al, 2020).

No caso do Brasil a riqueza do mar é tão grande que foi criado em 2004 o conceito de Amazônia Azul (VIDIGAL et al., 2006) e em 2008 foi anunciada a descoberta de grandes reservas petrolíferas marítimas na camada chamada de pré-sal. Houve uma reconfiguração econômica e militar de uso do oceano após a Segunda Guerra Mundial, deixando de ser apenas uma via de transporte para ganhar foco na pesca e extração de recursos como petróleo e gás natural. Cada vez surgem mais projetos de grande escala com tecnologia avançada, proporcionando grandes volumes de capital (COSTA, 2017). Segundo Santos (2019) a

Amazônia Azul é uma área marítima brasileira:

> [...] Com cerca de 4,5 milhões de km2 e correspondendo a **aproximadamente 50% da área continental brasileira**, o conceito foi cunhado em 2004 pelo Almirante-de-Esquadra (AE) Roberto de Guimarães Carvalho, então Comandante da Marinha do Brasil [...]
> (SANTOS, 2019, grifo do autor).

Segurança marítima enquanto *maritime security*, para Bueger (2015), possui ainda quatro divisões menores: segurança nacional (*sea power*), ambiente marinho (*marine security*), desenvolvimento econômico (economia azul) e segurança humana (resiliência). Para Santos (2019) são exemplos de desafios relacionados:

> [...] disputas entre Estados marítimos, terrorismo marítimo, pirataria, tráfico de drogas, pessoas e bens ilícitos, proliferação de armas, pesca ilegal, crimes ambientais, **acidentes e desastres marítimos**
> (SANTOS, 2019, pg 7, grifo do autor).

Percebe-se que o esforço para evitar acidentes, desastres marítimos e salvaguarda da vida humana no mar também deve ser foco das iniciativas de cooperação internacional. Segundo Ribeiro et al. (2010) as ações de segurança marítima se desenvolvem numa área muito vasta, sendo muito difícil para uma única nação ou organização supranacional garantir a segurança em todo o mar. A cooperação é essencial pois os interesses internacionais se alargaram muito com a globalização, desterritorializando a segurança para além das fronteiras tradicionais onde os estados ou as organizações internacionais atuam (FERNANDES, 2004).

Em nível nacional a cooperação também é importante, pois atores de segurança marítima como a Marinha, a Polícia e o Corpo de Bombeiros atuam sobrepostos em algumas frentes como Busca e Salvamento (SAR, sigla em inglês), devendo superar possíveis conflitos de interesse institucionais em prol de uma atuação conjunta mais eficiente:

> [...] a segurança marítima envolve diferentes temas e atores, como autoridades portuárias, guarda costeira, **busca e salvamento**, Marinha, Ministérios, indústria pesqueira, serviços alfandegários, Polícia e controle de fronteiras, por exemplo. Isso significa que **pode haver conflitos de interesses entre alguns deles**, mas, por se tratarem de partes interessadas, **devem trabalhar conjuntamente de forma eficiente** (HIJMANS, 2018, pg 8, grifo do autor).

Considerando que há abordagens regionais diferentes para a temática da segurança marítima, focaremos no caso da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP):

> [...] Integrada por **Angola, Brasil, Cabo Verde, Guiné-Bissau, Guiné Equatorial, Moçambique, São Tomé e Príncipe, Portugal e Timor-Leste**, a Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (**CPLP**) foi criada em 17 de julho de 1996, na Cúpula Constitutiva de Lisboa. Fundada no princípio da solidariedade, a CPLP tem em seus estatutos três objetivos centrais: a concertação político-diplomática, a **cooperação em todos os domínios** e a promoção e a difusão da língua portuguesa.
> [...]
> O Brasil exerceu a presidência rotativa da CPLP no período de 2002 a 2004 e entre 2016 e 2018. Foi também o primeiro Estado membro a estabelecer uma missão permanente junto à CPLP, em Lisboa, em julho de 2006, dedicada exclusivamente à Comunidade. [...] (BRASIL, 2020, grifo do autor).

Para analisar a cooperação marítima o recorte deste estudo serão os países membros da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP) que são banhados pelo Oceano Atlântico: Angola, Brasil, Cabo Verde, Guiné-Bissau, Guiné Equatorial, Portugal e São Tomé e Príncipe. No âmbito da CPLP há uma preocupação com a segurança e vigilância marítima, que se observa na Estratégia da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa para os Oceanos.

> ESTRATÉGIA DA COMUNIDADE DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA PARA OS OCEANOS
> [...]
> CAPÍTULO 2
> Áreas de potencial cooperação
> [...]
> **Segurança** e vigilância **marítima**
> No campo da segurança e vigilância marítima, o objectivo essencial consiste na interligação de sistemas de controlo, de

> acompanhamento e de informação. As actividades de segurança e vigilância dizem respeito a diversas questões relevantes para os Estados membros da CPLP, onde se inclui a **busca e o salvamento marítimo**, a monitorização meteorológica das áreas oceânicas, a luta contra a **pesca ilegal**, o tráfico de seres humanos, o contrabando, o **tráfico** de estupefacientes e o **combate contra o crime organizado** em geral, para as quais é necessário procurar soluções em conjunto. A partilha de informações e dados, neste contexto, revela-se de crucial importância.
>
> [...]
>
> Fruto de um trabalho de redacção conjunta, esta Estratégia, que constitui um instrumento valioso para uma futura Política de Oceanos da CPLP, confirma a importância de que o mar se reveste para todos os Estados membros e representa uma oportunidade para um melhor aproveitamento do potencial que os oceanos encerram (CPLP, 2023).

Destaca-se que o documento apresenta a segurança e vigilância marítima como uma área de potencial cooperação, com questões relacionadas a *maritime safety*, como "busca e o salvamento marítimo" e relacionadas a *maritime security*, como pesca ilegal, tráfico e combate contra o crime organizado.

Cultura e lusofonia

A Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP) foi criada como foro multilateral privilegiado para o aprofundamento da amizade mútua, para a concentração político-diplomática e da cooperação entre os seus membros (CPLP, 1996); um dos seus objetivos é aumentar o intercâmbio cultural entre os países de língua oficial portuguesa. Dentre seus membros, Portugal e Brasil adotaram o português como língua materna, enquanto Angola, Cabo Verde, Moçambique, São Tomé e Príncipe e Guiné-Bissau tornaram o idioma língua oficial, atualmente compondo o grupo de Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa. No Sudeste Asiático, o Timor-Leste também adota o português como língua oficial.

O conceito de lusofonia remete ao início da globalização e às grandes navegações, a partir do século XV, quando Portugal difundia sua língua e cultura através de missionários e colonos a uma diversidade de povos contactados pelo globo (BASTOS e BRITO, 2013). Tendo em vista o caráter dominador imposto por Portugal nessa época, a forma "luso" ainda hoje remete certo desconforto se evocada fora do território de português, como se ainda houvesse uma centralidade da matriz portuguesa em relação aos outros países onde se fala o idioma.

Segundo Sousa (2000), apesar dos problemas na Lusofonia, a ideia de afirmação para uma identidade comunitária baseada na língua ultrapassa a linguística e convoca globalmente governos, ONGs e sociedade civil a cooperar. No contexto da globalização e de maior influência da mídia, as culturas se interconectam e a busca dos traços comuns ganha mais importância. É possível pensar sobre o contraste entre a homogeneidade da língua e a heterogeneidade dos países analisando a subjetividade, identidade e interações das Culturas Lusófonas, seja de um ponto de vista sociológico ou econômico.

O conceito de cultura correlaciona práticas de representação que articulam e organizam a vida social, se expressando no comportamento e hábitos mais comuns, como costumes, crenças e tradições característicos de um grupo em determinado momento (HANNA et al., 2010). Os portugueses absorveram e difundiram muitos costumes culturais e identitários das regiões colonizadas, a Lusofonia traz um movimento de hibridismo e comunicação intercultural com baixo nível diferencial.

Em relação à cultura marítima lusófona, historicamente há uma origem em comum entre as Marinhas de Portugal e Brasil, pois em 1808 foram transferidos muitos navios portugueses com militares e toda sua estrutura administrativa, pela mudança da sede do Reino de Portugal. Em 1822 eles se tornaram parte da Marinha do Brasil. Essa origem pode contribuir para cooperação técnica militar na CPLP, pois ainda há semelhanças em regulamentos, funções e missões (SILVA, 2015).

Pós-colonialismo nos países lusófonos

Segundo Lewis (2006) as culturas são formadas a partir dos significados construídos e compartilhados pelas pessoas e se refletem no senso de identidade, temporalidade e pertencimento,

mesmo que em lugares distintos. O conceito de pós-colonialismo para os países lusófonos remete a uma herança cultural, política e econômica que articula relações internacionais entre nações vítimas da conquista colonial portuguesa. Para o Brasil esse momento pós independência traz sentimentos menos intensos desde 1822 que para algumas ex-colônias africanas que se tornaram independentes apenas na década de 1970.

O contexto de descolonização afeta de maneira distinta os oito países que utilizam a língua portuguesa oficialmente, em quatro continentes. Milhões de pessoas viveram lutas revolucionárias, colonização e descolonização de maneiras diferentes. Considerando a cultura como categoria transitória, que envolve maneiras de ser, agir e pensar de determinado povo é importante examinar como seus valores morais, crenças e instituições se dão a conhecer (HANNA et al., 2010).

Segundo Silva (2015) havia um sentimento antilusitano no Brasil durante o século XIX que dificultava a cooperação marítima. Atualmente o discurso português de ser uma ponte europeia para a África carente e ao mesmo tempo rica em recursos naturais ainda causa certo desconforto, pois soa como uma estratégia de segurança global para ser o centro da articulação entre o norte do Oceano Atlântico e o sul.

Em relação à diplomacia brasileira perante o continente africano, pode-se afirmar que apenas no governo Jânio Quadros, com a Política Externa Independente (PEI), ela recebe a devida importância. Infelizmente não houve muito avanço diplomático pois durante a Guerra Fria as colônias portuguesas na África viviam muitos conflitos terrestres, o mar não era foco estratégico de suas Forças Armadas. Atualmente o Brasil possui órgãos estatais com capacidade técnica de internacionalização, que garantem algumas iniciativas bilaterais na esfera das marinhas ou de órgãos ambientais, por exemplo.

Superando o insucesso de cooperação na ZOPACAS

A Zona de Paz e Cooperação do Atlântico Sul (ZOPACAS) foi aprovada em 1986 na Assembleia Geral das Nações Unidas pela Resolução 41/11. A criação da ZOPACAS foi motivada pela Guerra das Malvinas, embate entre Argentina e Reino Unido, uma potência extrarregional ocidental nuclearizada. O Brasil e a Argentina passaram a perceber maiores ameaças vindas do Oceano Atlântico Norte, encarando EUA, Inglaterra e França como agressores em potencial.

Os países membros da CPLP que também compõem a ZOPACAS são: Brasil, Cabo Verde, Angola, Guiné-Bissau, Guiné Equatorial e São Tomé e Príncipe. O ponto alto da iniciativa foi o período da Guerra Fria, onde o maior objetivo era manter o Atlântico Sul livre de armas nucleares (SILVA, 2015). Atualmente a ZOPACAS carece de mais institucionalização, problema agravado por falta de capacidades materiais e disputa com potências presentes na região (PIMENTEL, 2016).

As grandes diferenças culturais entre os 24 países membros também atrapalham a cooperação na ZOPACAS, marcada na década de 1990 por um acentuado declínio nas relações Brasil-África (RIBEIRO, 2007). Em busca de uma cultura em comum nos membros da ZOPACAS encontram-se semelhanças entre Angola, Brasil, Cabo Verde, Guiné-Bissau, Guiné Equatorial e São Tomé e Príncipe, pois além de serem países banhados pelo Oceano Atlântico são membros da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP), assim como Portugal. A língua em comum é relevante como língua do cotidiano e como discurso, a lusofonia caracteriza um valioso espaço simbólico cultural.

O projeto da ZOPACAS, que reúne 24 países sul-americanos e africanos da costa do Atlântico, hibernou desde sua criação até a tentativa de reativação, a partir de 2007 sob grandes investimentos do presidente brasileiro Luiz Inácio Lula da Silva. Segundo Pimentel (2016), no Oceano Atlântico ocorre uma alta fragmentação da cooperação regional e um variado leque de temas abordados nos processos de integração, sendo essencial encontrar um senso de identidade nesse processo. Nesse sentido, como a língua expressa e simboliza a realidade cultural, os falantes e falares da língua portuguesa nos países de sua oficialidade podem promover a almejada criação de novas identidades em comum, contribuindo para uma cooperação internacional mais eficiente.

Um exemplo de sucesso por afinidades culturais é a Estratégia de Segurança Marítima da

União Europeia (EUMSS), criada em 2014 frente aos desafios nos domínios marítimos globais, buscando levar mais segurança marítima a pessoas, atividades ou infra-estruturas de interesse na União Européia (EU, 2014). Aplicando esse modelo nos países membros da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP) que são banhados pelo Oceano Atlântico pode-se aprimorar a cooperação em segurança marítima, principalmente no que tange à Busca e Salvamento (SAR, sigla em inglês) para Angola, Brasil, Cabo Verde, Guiné-Bissau, Guiné Equatorial, Portugal e São Tomé e Príncipe.

Nesse sentido, aponta-se que na esfera da CPLP é possível alcançar o sucesso que não se conseguiu na ZOPACAS, sendo o primeiro passo a elaboração de um Plano Estratégico de Cooperação em Segurança Marítima da CPLP para o Oceano Atlântico, com destaque para o setor de Busca e Salvamento, visando treinamentos e ações que envolvam os membros da CPLP banhados pelo Oceano Atlântico: Angola, Brasil, Cabo Verde, Guiné-Bissau, Guiné Equatorial, Portugal e São Tomé e Príncipe. As atividades desenvolvidas seriam militares e civis, relacionadas também a combater pesca ilegal, entorpecentes, poluição, pirataria, imigração ilegal, controlar o tráfego marítimo e executar exercícios militares, atividades já previstas na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar desde 1982.

Atualmente as ações de cooperação da CPLP ocorrem apenas de forma bilateral, enfraquecendo a força político-diplomática da comunidade e inviabilizando sua influência em fóruns internacionais. Outro grande problema é que são realizados apenas projetos de curta duração, decisões de foco político visando vencer eleições. Ações estratégicas de longo prazo devem focar no plano multilateral para a implementação dos acordos de cooperação marítima, algo em torno de 30 anos em tempos de paz desenvolveria laços, estruturas, doutrinas, e leis perenes (SILVA, 2015). Segundo Moreira (2008), seria papel da Marinha do Brasil e da Marinha de Portugal na CPLP articular em conjunto com a esfera civil uma cooperação científica, tecnológica e regulatória visando defender as Zonas Econômicas Exclusivas de cada membro, principalmente no Oceano Atlântico.

CONCLUSÕES

Atualmente a principal organização para a criação de um ambiente cooperativo no Atlântico Sul é a ZOPACAS, que enfrenta o problema da grande diferença cultural entre seus membros, talvez explicando seus incipientes avanços até agora. É possível criar um sistema de cooperação em Segurança Marítima entre os países membros da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP) baseado no modelo da Estratégia de Segurança Marítima da União Europeia, tendo em vista as afinidades culturais que um idioma em comum proporciona.

O estudo desenvolvido sugere reproduzir na esfera da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP) o modelo de sucesso que se verifica na Estratégia de Segurança Marítima da União Europeia, tendo em vista as semelhanças culturais existentes entre Angola, Brasil, Cabo Verde, Guiné-Bissau, Guiné Equatorial, Portugal e São Tomé e Príncipe, membros da CPLP banhados pelo Oceano Atlântico. Há claros benefícios na elaboração de um Plano Estratégico de Cooperação em Segurança Marítima para o Oceano Atlântico na esfera da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa,

O contexto pós-colonialista traz certa desconfiança por parte de algumas ex-colônias portuguesas recém independentes perante uma cooperação baseada na língua em comum que envolva Portugal; entretanto a superação desse histórico como ocorre com o caso brasileiro é essencial para a segurança na era globalizada. A adoção de uma Cooperação Internacional Lusófona em Segurança Marítima para o Oceano Atlântico tem grande chance de sucesso, por aproveitar as afinidades culturais proporcionadas pela língua portuguesa para expandir as poucas iniciativas bilaterais já existentes em benefício de todos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder a vida e o ar que eu respiro todos os dias. Em segundo lugar agradeço à minha mãe, Marina, e minha irmã, Betina, pelo incentivo a estudar.

Agradeço também à minha esposa, Isabel, pelo apoio a cada passo da trajetória de pesquisador. Por fim, mas não menos importante, agradeço a meus professores e orientadores ao longo dessa caminhada acadêmica que se iniciou no Colégio Naval, passando pela Escola Naval, Academia do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro, Universidade Candido Mendes, Universidade Estácio de Sá, Escola de Guerra Naval, Instituto Militar de Engenharia e Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, Neusa Maria Barbosa; BRITO, Regina Pires de. Cultura e lusofonia: unidade e pluralidade. Nhengatu - Revista iberoamericana para Comunicação e Cultura Contra Hegemônicas, v. 1, n. 1, 2013.

BEIRÃO, A. P.; MARQUES, M.; RUSCHEL, R. R. O Valor do Mar: uma visão integrada dos recursos do oceano do Brasil. São Paulo: Essential Idea Editora, 2020.

BOURDIEU, Pierre. O Poder Simbólico. Lisboa: DIFEL, 1998.

BRASIL. Site oficial do Itamaraty. Comunidade dos Países de Língua Portuguesa. Disponível em:<http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/politica-externa/mecanismos-inter-regionais/3676-comunidade-dos-paises-de-lingua-portuguesa-cplp>. Acesso em 15 set 2020.

BUEGER, C. What is maritime security? Marine Policy, v. 53, p. 159-164, 2015.

COSTA, J. A. F. A Amazônia Azul e o domínio marítimo brasileiro. Revista USP, n. 113, p. 27-44, abr./mai./jun. 2017.

CPLP, Comunidade dos Países de Língua Portuguesa. Estatutos da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa, Cimeira Constitutiva da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa. Lisboa, 17 de julho de 1996.

CPLP, Comunidade dos Países de Língua Portuguesa. Estratégia da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa para os Oceanos. Disponível em: <https://oceano.cplp.org/media/orqnnxmj/estrategia-da-cplp-formatada.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

EUROPEAN UNION – EU. European Union Maritime Security Strategy. Brussels: Council of the EU, 2014.

FERNANDES, Teixeira. Teorias das Relações Internacionais; Da abordagem clássica ao debate pós-positivista, Coimbra: Almedina, 2004.

HANNA, Vera Lucia Harabagi; BRITO, R. P.; BASTOS, Neusa Barbosa. Políticas de língua e lusofonia: aspectos culturais e ideológicos. Anuário Internacional de comunicação lusófona. Lusofonia e sociedade em rede, p. 159-175. Braga: Grácio Editor, 2010.

HIJMANS, M. B. Segurança marítima: Da sensibilização à segurança. Ligando os pontos! Relações Internacionais, n. 57, p. 25-37, 2018.

LEWIS, Justin. Cultural Studies: The Basics. Londres: SAGE Publications, 2006.

MOREIRA, Adriano. O Mar no Conceito Estratégico Nacional. Uma Visão Estratégica do Mar na Geopolítica do Atlântico. Caderno Naval, n. 24, p. 48, 2008. Disponível em: www.marinha.pt/PT/noticiaseagenda/informacaoReferencia/cadernosnavais/cadnav/Documents/Cadernos_Navais_24.pdf. Acesso em: 12 dez. 2013.

PIMENTEL, Cauê Rodrigues. O ressurgimento da ZOPACAS e a agenda de segurança no Atlântico Sul. Tensões Mundiais, v. 12, n. 22, p. 113-143, 2016.

RIBEIRO, C. Relações Político-comerciais Brasil-África (1986-2006). 2007. 243f. Tese (Doutorado em Ciência Política) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Política, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

RIBEIRO, Silva, SILVA, Bráz, PALMA, Novo e MONTEIRO, Sardinha. Estratégia Naval Portuguesa: O processo, o contexto e o conteúdo, Cadernos Navais, nº 34, Julho-Setembro, Lisboa: Edições Culturais de Marinha, p. 5-142. 2010.

SANTOS, Thauan. Economia do Mar. ALMEIDA, Francisco E. A.; MOREIRA, William S. Estudos Marítimos: visões e abordagens. Rio de Janeiro: Editora Humanitas, p. 355-388, 2019.

SOUSA, Helena. Os media ao serviço do imaginário: uma reflexão sobre a RTP Internacional e a Lusofonia. Comunicação e Sociedade 2 - Cadernos do Noroeste. Série Comunicação, vol. 14 (1-2), pp. 305-17. Braga, Universidade do Minho, 2000.

SILVA, Daniele Dionisio da. O Atlântico de Língua Portuguesa em Perspectiva Comparada de Segurança e Defesa: dos documentos políticos às elaborações estratégicas (1996 a 2013). Tese (Doutorado em História Comparada)–Programa de Pós-Graduação em História Comparada, Instituto de História, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

VIDIGAL, A. A. F.; CUNHA, M. B. da; FERNANDES, L. P.; MENDES, F. de A.; SILVA, N. da; OLIVEIRA, L. L.; CUNHA JÚNIOR, O. B.; ALBUQUERQUE, A. T. A.; ALMEIDA, J. de A. N. de. Amazônia azul: o mar que nos pertence. Rio de Janeiro: Record, 2006.

Capítulo XVI

DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO ICTIOFAUNÍSTICA DA BACIA DO RIO GRAMAME, PARAÍBA: UM RELATO DAS ESPÉCIES DE MAIOR RELEVÂNCIA AMBIENTAL, ECONÔMICA E SOCIAL



DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO ICTIOFAUNÍSTICA DA BACIA DO RIO GRAMAME, PARAÍBA: UM RELATO DAS ESPÉCIES DE MAIOR RELEVÂNCIA AMBIENTAL, ECONÔMICA E SOCIAL

Mariana Vieira Turnell Suruagy[1]; Maria Cristina Crispim[2]

[1]Doutora pela Universidade de Leeds, Woodhouse Lane, Leeds, West Yorkshire, LS2 9JT, mariana.turnell@gmail.com (autora correspondente)
[2]Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, Campus I - Cidade Universitária, s/n, João Pessoa, Paraíba, CEP 58051-900, ccrispim@hotmail.com

RESUMO

Em virtude das ações antropogênicas, ecossistemas aquáticos estão sendo rapidamente alterados em todo o mundo. O impacto negativo de poluentes, mudanças na hidrologia da bacia e modificações no habitat, ou mesmo introdução de espécies exóticas, entre outras causas, resultam na perda de qualidade da água e dificultam a manutenção da integridade desses ecossistemas, além de afetar de forma significativa as populações de peixes, causando a redução nos estoques, ou mesmo o desaparecimento de espécies que não são tolerantes às novas condições ambientais. Consequentemente, pescadores artesanais que dependem dos recursos dos ambientes aquáticos, não podem mais subsistir da pesca, o que contribui para a perda do conhecimento empírico e para a diminuição da qualidade de vida. O Rio Gramame, localizado no estado da Paraíba, Brasil, passa por áreas periurbanas da região de João Pessoa, incluindo o seu distrito industrial. Consequentemente vem recebendo uma grande carga de poluentes, particularmente ao longo dos últimos 20 anos, além de efluentes domésticos e pesticidas agrícolas, agravados pela introdução de espécies exóticas. Nesta perspectiva, este estudo objetivou: (a) analisar a composição da ictiofauna em ambientes lóticos e lênticos ao longo da bacia do Rio Gramame, comparando-a com dados anteriores a fim de identificar possíveis modificações ao longo do tempo; (b) analisar a percepção ambiental junto a duas comunidades ribeirinhas (Gramame e Mituaçu) acerca das alterações observadas na pesca em decorrência de ações antropogênicas. Para obtenção dos dados junto às comunidades utilizou-se uma combinação de métodos qualitativos e quantitativos. Dentre os métodos qualitativos, destacam-se: entrevistas semi-estruturadas, cujos entrevistados foram selecionados pelo método bola de neve ("Snow Ball") e observação participativa. Os dados obtidos foram analisados com base no modelo de união das diversas competências individuais. Por outro lado, os dados quantitativos foram analisados estatisticamente. Foram entrevistados 38 pescadores em ambas as comunidades, de ambos os sexos, com idades entre 24 e 75 anos. A ictiofauna foi coletada com o auxílio de diversas artes de pesca (tarrafa, rede malhadeira, gererê e covos), sempre levando em consideração as peculiaridades fisiográficas e fisionômicas de cada um dos pontos amostrais. Os resultados da pesquisa evidenciaram alterações significativas na ictiofauna, principalmente no que diz respeito ao surgimento de espécies alóctones, que hoje são dominantes em determinados pontos da bacia, com impacto potencial para a ictiofauna nativa. Constatou-se também que os pescadores perceberam as diferenças ocorridas na pesca, e que apesar dos impactos observados, esse ambiente continua sendo importante social e economicamente, por promover o sustento de muitas famílias. Conclui-se, a partir dos resultados obtidos neste trabalho, que há urgência na formulação de estratégias que permitam o uso sustentável dessa bacia, integrando fatores sociais, econômicos e ambientais, de modo a promover, dentre outros benefícios, a sobrevivência de comunidades que dependem da pesca neste ecossistema.

Palavras chaves: Impactos ambientais, ictiofauna e comunidades ribeirinhas.

ABSTRACT

Due to anthropogenic activities, aquatic ecosystems are being rapidly modified in the entire world. The negative impact of pollutants, changes in the hydrology of the basin and changes in habitat, or introduction of exotic species, among others, result in the loss of water quality and difficulty in maintaining the integrity of these ecosystems. These changes, significantly affect the fish populations, causing a reduction in availability or even the disappearance of species that are not tolerant to the new environmental conditions. Consequently, fishermen who depend on resources from the aquatic environment can no longer subsist on fishing, which contributes to the loss of empiric knowledge and also in quality of life. The Gramame River, located in the state of Paraiba, Brazil, drains suburban areas of the region of João Pessoa, including its industrial district. As a result, it receives a large amount of pollutants, particularly over the past 20 years, in addition to domestic sewage and agricultural pesticides, aggravated by the introduction of exotic species. In this perspective, this study aimed to: (a) analyze the composition of the ichthyofauna in lotic and lentic environments along the basin of the Gramame River, comparing it with previous data in order to identify

possible changes over time, (b) analyze the environmental perception from two riverine communities (Gramame and Mituaçu), their perceived changes in the river and fishing due to anthropogenic actions. To obtain the data in the communities, a combination of qualitative and quantitative methods was used. The qualitative methods consisted of semi-structured interviews, snowball method and participant observation. The data were analyzed based on the model of unifying the various individual competences. On the other hand, quantitative data were statistically analyzed. Thirty-eight fishermen were interviewed in both communities, of both genders, aged between 24 and 75 years. The ichthyofauna was collected with several fishing gear (fishing nets, fish traps, gererê and covos), always taking into account the physiographic and physiognomic peculiarities of each of the sampling points. The survey results show significant changes in fish fauna, especially with regard to the emergence of exotic species, which are now dominant in certain parts of the basin, with potential impacts to native fish fauna. It was also found that the fishermen noticed the differences in fishery. Despite the observed impacts, this environment is still important economically and socially, to promote the livelihood of many families. From the results obtained in this work it is concluded that there is urgency in formulating strategies for the sustainable use of this basin, integrating social, economic and environmental, in order to promote, among other benefits, the survival of fishing communities that depend on this ecosystem.

Key-words: Environmental impacts, fish populations and riverine communities.

INTRODUÇÃO

Impactos em ambientes aquáticos e o uso de indicadores biológicos

Os ecossistemas aquáticos ao redor do mundo estão sendo rapidamente alterados por atividades antrópicas (ALLAN; FLECKER, 1993; DUDGEON, 1992; TICKNER et al., 2020), as quais têm exercido uma profunda e, normalmente, negativa influência nas assembleias de peixes de água doce dos menores córregos aos maiores rios. Alguns efeitos negativos são devidos aos poluentes, enquanto outros estão associados às mudanças na hidrologia da bacia com a construção de barragens, modificações no habitat ou mesmo introdução de espécies exóticas (ARAÚJO, 1998).

Essas ações antrópicas levam à perda de qualidade da água, dificultam a manutenção da integridade desses ecossistemas, interferem na sustentabilidade de suas comunidades, além de afetar de forma significativa as populações de peixes de água doce (ALLAN; FLECKER, 1993).

Segundo Lima (2005), a bacia hidrográfica reflete sistemicamente todos os efeitos de impactos ambientais e degradações. A identificação da mesma como unificadora dos processos ambientais e das interferências humanas leva à sua adoção como unidade de pesquisa, permitindo a avaliação da qualidade e sustentabilidade ambiental, a partir da análise tanto de fatores físicos e químicos, como também biológicos e socioeconômicos.

Impacto ambiental pode ser definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, resultante de atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

Para Metcalfe (1989), medições físicas e químicas fornecem algumas vantagens na avaliação de impactos ambientais em ecossistemas aquáticos, tais como: identificação imediata de modificações nas propriedades físicas e químicas da água, detecção precisa da variável modificada e determinação destas concentrações alteradas. No entanto, proporcionam uma visão do ambiente correspondente ao momento em que elas são coletadas; sendo necessário um grande número de análises a fim de obter resultados robustos e confiáveis.

Dessa forma, já é reconhecida a importância da utilização de indicadores biológicos, indo além do simples uso de indicadores meramente químicos ou físicos no estudo de ambientes aquáticos facilitando uma avaliação mais compreensiva e acurada do ambiente (FLOTEMERSCH et al., 2006). A assembleia de peixes é um excelente indicador da saúde do ecossistema aquático e comumente é utilizada para avaliar a

qualidade de rios (ANGERMEIER; DAVIDEANU, 2004, FRICKE et al., 2022).

Icitofauna: porquê usar indicadores biológicos?

As vantagens do uso dos peixes como indicadores biológicos foram enumeradas inicialmente por Karr (1981) e confirmadas ou complementadas posteriormente por outros autores (SIMON; LYONS, 1995; BARBOUR et al., 1999). De acordo com esses autores, algumas dessas vantagens são: 1) sua posição no topo da teia alimentar aquática, quando comparada com organismos de níveis tróficos mais baixos (diatomáceas e invertebrados), oferece uma visão integrada do corpo hídrico; 2) peixes vivem todo o seu ciclo de vida na água, o que integra a história física, química e biológica desses corpos de água. Desta forma, alterações nas condições ambientais promovem uma reestruturação das assembleias ícticas, refletindo as condições vigentes da bacia hidrográfica em que estão inseridas; 3) as comunidades de peixes são resilientes e se recuperam rapidamente dos distúrbios ambientais; 4) os peixes têm valor cultural e social. O público em geral pode entender e sentir-se envolvido com as condições das comunidades de peixes, e denunciar acontecimentos negativos relacionados a elas, como mortandade de peixes em rios (FAUSCH et al., 1990, ONORATO et al., 1998).

A ictiofauna da Bacia do Rio Gramame foi estudada por diferentes autores (CANELLA; RODRIGUES, 1978; PEDRO, 1995; MARQUES, 1996; SOARES, 1996; TORELLI et al., 1997; SOARES et al., 1998; GOMES-FILHO; ROSA, 2001; BELTRÃO et al., 2009, SILVA, 2014) que abordaram aspectos reprodutivos, tróficos, de crescimento de algumas de suas espécies, além da composição da mesma e sua relação com a presença/ausência de vegetação marginal. Não obstante, esta bacia hidrográfica apresenta alto grau de exploração antrópica com o lançamento dos mais variados tipos de efluentes industriais e agrícolas, os quais são reconhecidos por sua capacidade de alterar a qualidade da água, e consequentemente causar modificações na biota; a construção da barragem em 1988, para o abastecimento de água da Grande João Pessoa, impedindo a realização de migrações reprodutivas de várias espécies; a introdução de espécies exóticas e a destruição da vegetação natural, que fornece abrigo para muitas espécies de peixes (GOMES-FILHO; ROSA, 2009). Esses impactos antrópicos interferem na diversidade, qualidade e quantidade do pescado, trazendo consequências para a pesca artesanal local (ABRAHÃO, 2006).

Frente aos distúrbios que a Bacia do Rio Gramame sofreu nas últimas décadas e os consequentes impactos causados sobre a ictiofauna, é cada vez mais relevante o entendimento da diversidade, biologia e ecologia de peixes neste ecossistema (FERREIRA, 2004). Diante deste contexto, este estudo objetivou: a) avaliar a diversidade e distribuição das espécies ícticas ao longo da bacia do Rio Gramame e analisar possíveis mudanças da ictiofauna ao longo dos anos e e relacioná-la com possíveis impactos ambientais e b) Analisar a percepção sobre a ictiofauna e sua importância para as comunidades ribeirinhas. Este capítulo é parte integrante da dissertação de mestrado de Mariana Vieira Turnell Suruagy pela rede Prodema.

MÉTODOS

Coleta da ictiofauna

Período e local de coleta dos espécimes

O estudo foi desenvolvido ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame (Figura 01). Esta bacia está localizada entre as latitudes 7°11’ e 7°23’ sul e as longitudes 34°48’ e 35°10’ 1999). Ao todo foram oito pontos de coleta ao longo do rio, sendo quatro pontos a montante e quatro pontos a jusante do reservatório de Gramame. Os pontos de coleta foram denominados de P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8 e estão indicados na figura 01.

A determinação dos pontos de amostragem foi feita com auxílio de um GPS, cujas coordenadas estão mostradas na tabela I, e a sua escolha foi baseada no fato de abrangerem pontos de entrada de afluentes, ex: Rio Mumbaba, para verificar a qualidade de água que está entrando pelos contribuintes, além de pontos perto de lançamentos de efluentes oeste, no litoral sul do Estado da Paraíba, e drena uma área de 589,1 Km2 (GOLDFARB et al. 1999), industriais, pelo mesmo motivo (Figura 02).

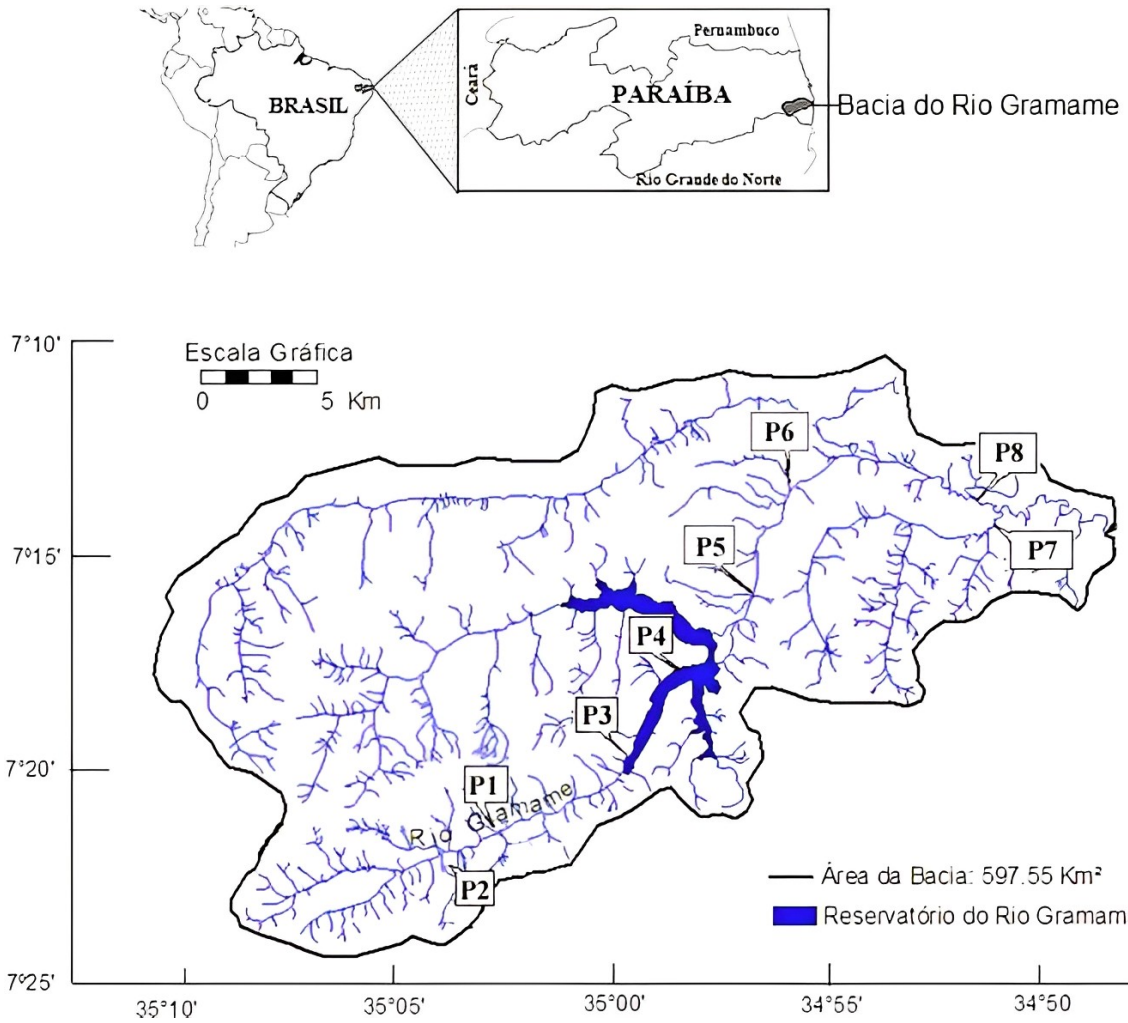


Figura 1. Localização da bacia Hidrográfica do Rio Gramame – Paraíba, com distribuição dos pontos de coletas a montante e jusante do reservatório de Gramame. Fonte: Maria Marcolina Cardoso.

Tabela I. Distribuição dos pontos de amostragem e suas respectivas coordenadas.

	Local	Coordenadas Geográficas
	A montante da barragem do Rio Gramame	
P1	Confluência do riacho Utinga com o Rio Gramame, Pedras de Fogo/PB.	Latitude 7°14'05,3"S Longitude 34°50'58,7" W
P2	Confluência do riacho Quizada com o Rio Gramame, Pedras de Fogo/PB.	Latitude 7º 19'31,8"S Longitude 34º 59' 32,3"W
P3	Inicio do reservatório do Rio Gramame, Vaiscecada, Pedras de Fogo/PB.	Latitude 7º19'31,8"S Longitude 34º59'32,3"W
P4	Reservatório do Rio Gramame - Alhandra/PB.	Latitude 7º16'50,7" S Longitude 34º57'37,6" W
	A jusante da barragem do Rio Gramame	
P5	Confluência do rio Mumbaba com o Rio Gramame, Engenho Velho, João Pessoa/PB.	Latitude 7º12'31,3" S Longitude 34º54'36,2" W
P6	Rio Gramame, Engenho Velho, João Pessoa/PB.	Latitude 7º12'31,5" S Longitude 34º54'31,0" W
P7	Confluência do rio Jacoca com o Rio Gramame, Mituaçu, Conde/PB.	Latitude 7º14'58,2"S Longitude 34º52'42,5"W
P8	Rio Gramame, Mituaçu, Conde PB.	Latitude 7°13'52,1"S Longitude 34°50'30"W

Apetrechos de pesca utilizados durante a captura da ictiofauna

Os peixes foram capturados com o auxílio de pescadores locais, através da utilização de redes de espera (de malhas 20, 25 e 35 mm entre nós adjacentes), tarrafas (com malhas de 15 e 20 mm entre nós adjacentes) redes de arrasto (com malhas 15, 20 e 30 mm entre nós adjacentes), além de covos e gererês, visando a captura de indivíduos nos diferentes tamanhos e faixas etárias.



Figura 2. Pontos de coleta a montante do reservatório de Gramame. (A) P1 - Confluência do riacho Utinga com o Rio Gramame, Pedras de Fogo/PB. (B) P2 - Confluência do riacho Quizada com o Rio Gramame, Pedras de Fogo/PB. (C) P3 - Início do reservatório do Rio Gra Gramame, Vaiscecada, Pedras de Fogo/PB. (D) P4 - Reservatório do Rio Gramame, Alhandra /PB. Pontos de coleta a jusante do reservatório de Gramame. (E) P5 - Confluência do rio Mumbaba com o Rio Gramame, Engenho Velho, João Pessoa/PB. (F) P6 - Rio Gramame, Engenho Velho, João Pessoa/PB. (G) P7 - Confluência do rio Jacóca com o Rio Gramame, Mituaçu, Conde/PB. (H) P8 – Rio Gramame, Mituaçu, Conde/ PB. Fonte: Maria Cristina Crispim, Ana Caroline Rodrigues Santos, 2010.

Os apetrechos utilizados variaram de acordo com as peculiaridades fisiográficas e fisionômicas de cada um dos pontos amostrais (Figura 3A e 3B). Por exemplo, em cursos d´água de reduzidas dimensões (riachos) o uso de tarrafas não foi possível, adotando – se então o uso do gererê (Figura 3A). Por outro lado, em locais mais fundos e com maiores dimensões, como na barragem (reservatório) de Gramame, foram utilizadas tarrafas e redes de espera.

Triagem e identificação taxonômica das espécies

Em laboratório foi feita a triagem e biometria dos espécimes. A identificação taxonômica dos peixes foi baseada em chaves de identificação segundo Britiski (1972), Britiski et al. (1984), Menezes e Figueiredo (1980, 1985), Vari (1991) e Nakatani et al. (2001). Em um segundo momento alguns lotes das espécies foram separados para catalogação na Coleção Ictiológica do DSE/ CCEN/UFPB. Para tanto, essas espécies foram fixadas em formol a 10% e posteriormente conservadas em álcool a 75%.

Tratamento de dados da ictiofauna

Estimativa da riqueza da bacia (S^)

A estimativa "jackknife" para a riqueza da bacia é dada por (KREBS, 1999):

$$\hat{S} = s + \left(\frac{n-1}{n}\right)k \qquad 1$$

Em que:

S^ = estimativa "jackknife" para a riqueza;

s = número total de espécies observadas em cada amostra;

n = número total de amostras;

k = número de espécies únicas.

A variância desta estimativa é dada por:

$$var(\hat{S}) = \left(\frac{n-1}{n}\right)\left[\sum_{j=1}^{s}\left(j^2 f_J\right) - \frac{k^2}{n}\right] \qquad 2$$

Em que:

var(S^) = variância da estimativa "jackknife";

f_J= número de amostras contendo a espécie única j (j = 1, 2, 3, ..., s);

k = número de espécies únicas;

n = número total de amostras.

COLETA DE DADOS /ENTREVISTAS

Foram selecionadas duas comunidades situadas ao longo da bacia do Rio Gramame: Mituaçu e Gramame. A escolha levou em conta a localização ribeirinha das mesmas, apontando para o conhecimento acerca deste ambiente e das possíveis alterações ocorridas neste ao longo dos anos.

A composição do universo amostral da pesquisa baseou-se no número de pescadores cadastrados na colônia de pescadores de Jacumã Z9 (Tabela II).

Visando conhecer as relações das



Figura 3. (A) Coleta da ictiofauna utilizando Gererê em riacho. (B) Coleta da ictiofauna utilizando rede tarrafa em reservatório. Fotos: Mariana Turnell, 2011.

Tabela II. Nomes das comunidades estudadas, município em que está localizado cada comunidade, número de pescadores cadastrados na colônia de pescadores e número de entrevistados por comunidade.

Nome da Comunidade	Município	Nº de pescadores cadastrados na colônia Z9	Nº de entrevistados
MITUAÇU	CONDE	100	n= 26
GRAMAME	JOÃO PESSOA	25	n= 12

comunidades com o seu meio natural, e as suas manifestações naturais e sociais, foram utilizadas técnicas da pesquisa qualitativa e quantitativa para a coleta de dados.

As entrevistas foram do tipo semiestruturadas. A amostragem foi não-aleatória intencional (ALMEIDA; ALBUQUERQUE, 2002), na qual foram pré-definidos os entrevistados, através do método "bola de neve" (snow ball) aqui representados por pescadores, sem distinção de gênero ou idade. O método "bola de neve" conforme Biermacki e Waldorf (1981), é quando o primeiro entrevistado ao final da entrevista indica um ou mais pescadores da comunidade. Um gravador foi utilizado para registrar os diálogos estabelecidos entre a pesquisadora e o entrevistado. Na etapa seguinte, as entrevistas foram transcritas na íntegra pelo processo denominado Transcrição Absoluta (MEIHY, 1996), para posterior análise das falas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição da ictiofauna da bacia do Rio Gramame

O levantamento taxonômico da comunidade íctica da bacia do Rio Gramame foi representado por 24 *taxa* específicos, compreendidos em 6 ordens, 15 famílias e 22 gêneros (Tabela III). A lista taxonômica da ictiofauna está apresentada abaixo com suas imagens representadas nas figuras 4, 5 e 6.

Ao todo foram capturados 607 exemplares, referentes a 6 ordens (Characiformes - 9 espécies, Cyprinodontiformes - 1 espécie, Mugiliformes - 1 espécie, Perciformes - 9 espécies, Siluriformes - 3 espécies, Synbranchiformes - 1 espécie), 15 famílias e 24 espécies de peixes, sendo 21 nativas e 3 introduzidas.

As ordens de maior representatividade em número de indivíduos coletados na bacia do Rio Gramame foram: Characiformes (46%) e Perciformes (45%), com menor percentual para as ordens Siluriformes (5%) e Synbranchiformes (3%), sendo que a soma das demais ordens atingiu 1% do total de indivíduos coletados (Figura 07). Na Tabela I consta a ictiofauna registrada na bacia do Rio Gramame-Paraíba, durante o período estudado. As espécies introduzidas estão representadas por *.

Tais resultados diferem dos encontrados para a maioria das bacias da América do sul, em que as ordens dominantes foram Characiformes e Silurifomes, a exemplo da Bacia do Rio Rupununi, localizada no norte da América do Sul, estudada por Lowe-McConnell (1975), a bacia do alto Rio Paraná estudada por Garutti (1988) e a Bacia do Rio Corumbataía-SP , estudada por Cetra (2003). De forma semelhante, a Bacia do Rio Parnaíba estudada por Ramos et al. (2014) apresentou a ordem Characiforme como a mais abundante, correspondendo a 40% das espécies.

Não obstante, Barbosa et al. (2017) reportaram uma diversidade da ictiofauna maior para a Bacia do Rio São Francisco do que a da Bacia do Rio Gramame composta por 32 famílias, 110 gêneros e 241 espécies, pertencem a sete ordens: Characiformes, Siluriformes, Clupeiformes, Gymnotiformes, Cypriniformes, Sinbranchiformes e Perciformes, sendo as duas primeiras de maior representatividade. O Rio S. Francisco é um rio de muito maior dimensão, que apresenta maior número de habitats e biomas que o Rio Gramame, justificando essa maior biodiversidade.

A ordem Characiformes é predominantemente composta por peixes da Família Characidae que é considerado o grupo de vertebrados mais diverso morfologicamente e taxonomicamente (LOWE-MCCONNELL, 1975). No entanto, em condições de degradação ambiental os ambientes neotropicais podem ser dominados por espécies tolerantes dos grupos Perciformes e Cyprinodontiformes, modificando assim as proporções originais. É hipotetizado então, que a bacia do Rio Gramame sofre alta influência de impactos ambientais (DUFECH, 2009).

Tabela III. Ictiofauna registrada na bacia do Rio Gramame - Paraíba, durante o período estudado. As espécies introduzidas estão representadas por *.

Ordem Characiformes
Família Curimatidae
Steindachnerina notonota (Miranda- Ribeiro, 1937)
Família Prochilodontidae
Prochilodus brevis Steindachner, 1875
Família Anostomidae
Leporinus piau (Fowler, 1941)
Família Characidae
Astyanax aff. bimaculatus (Linnaeus, 1758)
Astyanax fasciatus (Cuvier, 1819)
Astyanax sp.
Família Serrasalmidae
Metynnis lippincottianus (Cope, 1870) *
Família Erythrinidae
Erythrinus sp.
Hoplias aff. malabaricus (Bloch, 1794)
Ordem Siluriformes
Família Callichthyidae
Hoplosternum littorale
Família Loricariidae
Hypostomus sp.
Família Heptapteridae
Rhamdia quelen (Quoy & Gaimard, 1824)
Ordem Mugiliformes
Família Mugilidae
Mugil curema (Valenciennes, 1836)
Ordem Cyprinodontiformes
Família Poeciliidae
Poecilia vivipara (Bloch & Schneider, 1801)
Ordem Synbranchiformes
Família Synbranchidae
Symbranchus marmoratus (Bloch, 1795)
Ordem Perciformes
Família Centropomidae
Centropomus undecimalis (Bloch, 1792)
Família Gerreidae
Eugerres brasilianus (Cuvier, 1830)
Família Cichlidae
Cichla ocellaris (Bloch & Schneider, 1801) *
Cichlasoma orientale Kullander, 1983
Crenicichla menezesi Ploeg, 1991
Geophagus brasiliensis (Quoy & Gaimard, 1824)
Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) *
Família Eleotridae
Dormitator maculatus (Bloch, 1792)
Eleotris pisonis (Gmelin, 1789)

A família de maior representatividade, entre os peixes, em número de exemplares capturados na Bacia do Rio Gramame foi a Characidae, perfazendo 35,3% do total de peixes coletados (Fig. 08). Esse grupo também é considerado o principal componente íctico em outros grandes rios neotropicais (CORDIVIOLA DE YUAN, 1980; LOWE-McCONNEL, 1999; PEREZ JÚNIOR, 2004; MARINHO et al., 2006; SÚAREZ; PETRERE JUNIOR, 2006). A destacada participação da Família Characidae, entre os Characiformes, é decorrente da ampla distribuição de suas espécies em água doce, além do fato desta família incluir a maioria das espécies de águas interiores do Brasil (BRITISKI, 1972).

Riqueza da bacia

Foi registrado um total de 24 espécies de peixes para a Bacia do Rio Gramame. Analisando a curva de rarefação do número de espécies em função do número de indivíduos coletados (Figura 09), nota-se que seria necessário um esforço amostral adicional para atingir a assíntota da curva.

Os estimadores de riqueza Chao2 e Jacknife 1 e 2 demostraram a tendência de aumento de espécies capturadas para a bacia caso o esforço de pesca seja aumentado, ou novas estratégias de pesca sejam adotadas (Tabela IV).

A riqueza da Bacia do Rio Gramame pode ser considerada relativamente alta quando comparada com outras bacias estudadas no estado



Figura 4. Ictiofauna da bacia do Rio Gramame – PB ao longo do período estudado: A – Astyanax bimaculatus; B - Astyanax fasciatus; C –Astyanax sp.; D –Cichla ocellaris; E- Centropomus undecimalis; F- Cichlasoma orientale. Fotos: Mariana Turnell, A.K. Montenegro, T. P.A. Ramos.



Figura 5. Ictiofauna da bacia do Rio Gamame– PB ao longo do período estudado: A – Crenicichla menezesi B – Dormitator maculatus; C – Eleotris pisonis; D – Eugerres brasilianus; E – Geophagus brasiliensis; F – Hoplias malabaricus; G - Hypostomus sp.; H – Leoporinus pia. Fotos: Mariana Turnell. A. K. Montenegro, T. P. A. Ramos.

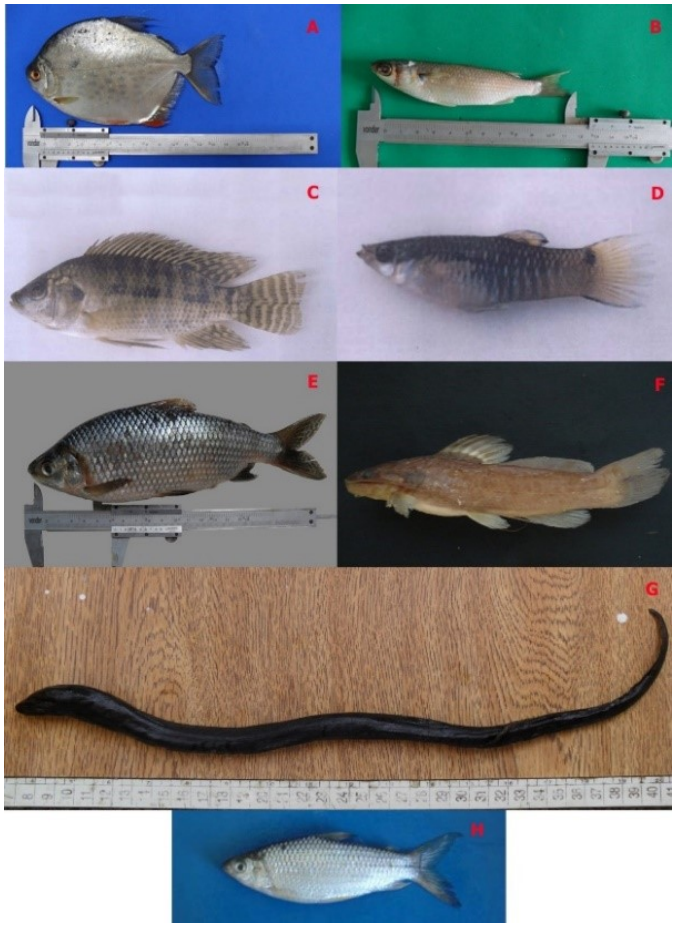


Figura 6. Ictiofauna da bacia do Rio Gramame – PB ao longo do período estudado: A – Metynnis lippincottianus; B – Mugil curema; C – Oreochromis niloticus; D – Poecilia vivipara; E – Prochilodus brevis; F – Rhamdia quelen; G – Symbranchus marmoratus; H – Steindachnerina notonota. Fotos: Mariana Turnell, A.K. Montenegro, T. P.A. Ramos.

da Paraíba, a exemplo da Bacia do Rio Jaguaribe estudada por Sá Neto (2004), o qual registrou um total de 17 espécies distribuídas em 13 gêneros, 6 ordens e 8 famílias, sendo a ordem Characiformes e Cyprinodontiformes as mais representativas em números de individuos capturados; a Bacia do Curimataú, estudada por Ramos et al. (2005), os quais registraram um total de 22 espécies pertencentes a 17 gêneros, 5 ordens e 11 famílias.

Distribuição da ictiofauna ao longo da bacia

A tabela V mostra as espécies identificadas para a bacia, seu nome vernacular, os pontos em que elas ocorrem e suas respectivas abundâncias.

Algumas espécies apresentaram ampla distribuição na bacia, habitando tanto ambientes lóticos, como lênticos, tais como: *Geophagus brasiliensis, Hoplias aff. malabaricus, Hypostomus sp. e Metynnis lippincottianus*. Resultados semelhantes foram observados por Smith (1999) para a Bacia do Rio Sorocaba-SP, em

Tabela IV. Estimativas de riqueza de espécies de peixes para a Bacia do Rio Gramame- PB.

ESTIMADORES	VALORES
Chao 2	27,57
Jacknife 1	29,71
Jacknife 2	32,5
Bootstrap	26,61
Número de espécies coletadas	24

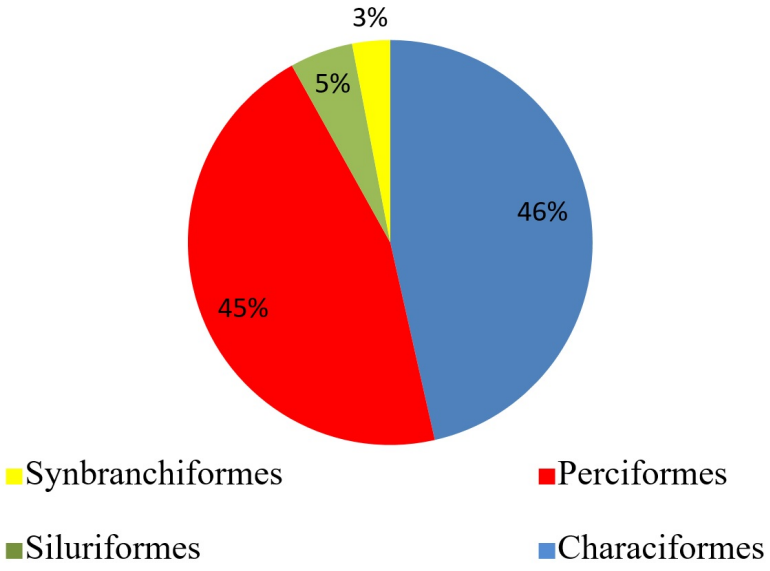


Figura 7. Representatividade das ordens em termos de número de exemplares coletados.

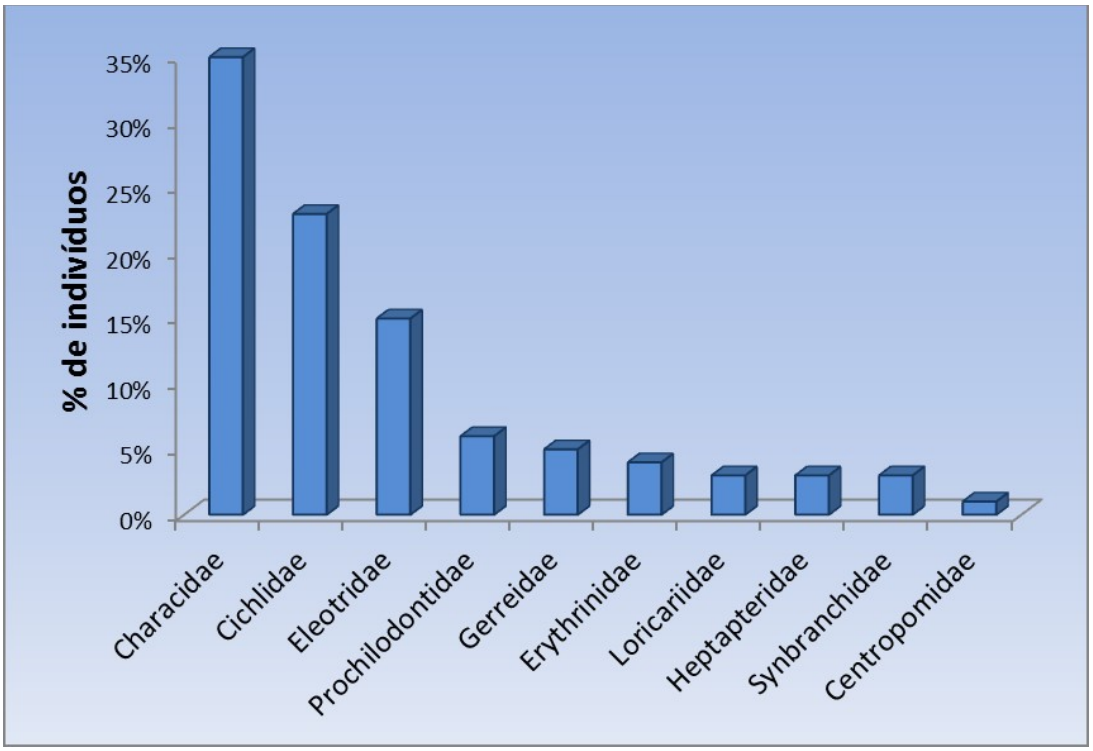


Figura 8. Abundância relativa das principais famílias de peixes da bacia do Rio Gramame-PB, durante o período estudado.

que as espécies *Hoplias malabaricus, Prochilodus lineatus, Gymnotus carapo, Geophagus brasiliensis* e *Phaloceros caudimaculatus*, dentre outras, apresentaram ampla distribuição. Teixeira et al. (2005) por sua vez, encontraram seis espécies amplamente distribuídas na Bacia do Rio Paraíba do Sul-SP, entre elas *G. brasiliensis* e *Rhamdia quelen*.

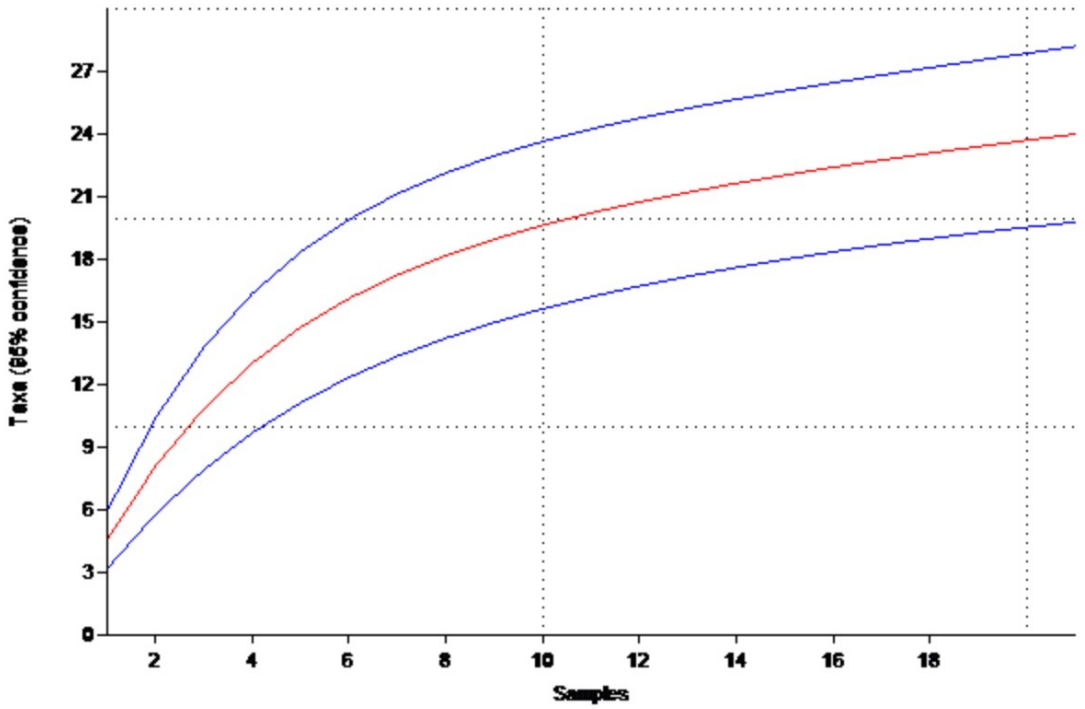


Figura 9. Curva de rarefação para a Bacia do Rio Gramame – PB.

Tabela V. Espécies identificadas para a bacia, seus respectivos nomes vernaculares e abundâncias.

Ordem/Família/Espécie	Nome Vernacular	Montante				Jusante			
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Characiformes									
Anostomidae									
Leporinus piau (Fowler, 1941)	Piau verdadeiro	-	-	-	-	-	-	-	1
Characidae									
Astyanax aff. bimaculatus (Linnaeus, 1758)	Piaba do rabo vermelho	1	39	-	-	37	-	-	-
Astyanax fasciatus (Cuvier, 1819)	Piaba do rabo amarelo	7	13	-	-	-	6	-	-
Astyanax sp.	Lambari	-	14	-	-	-	-	-	-
Metynnis lippincottianus (Cope, 1870)	CD/Pacú	4	-	79	2	-	-	7	5
Curimatidae									
Steindachnerina notonota (Miranda- Ribeiro, 1937)	Saguirú	-	1	1	-	-	-	-	-
Erythrinidae									
Erythrinus sp.		-	1	-	-	-	-	-	-
Hoplias aff. malabaricus (Bloch, 1794)	Traíra	1	4	5	-	-	-	3	11
Prochilodontidae									
Prochilodus brevis Steindachner, 1874	Curimatã	-	-	-	-	-	2	2	31
Cyprinodontiformes									
Poeciliidae									
Poecilia vivipara (Bloch & Schneider, 1801)	Guaru	1	1	-	-	-	-	-	-
Mugiliformes									
Mugilidae									
Mugil curema (Valenciennes, 1836)	Tainha	-	-	-	-	-	-	1	-

Tal fato pode refletir a tolerância dessas espécies a diferentes tipos de habitat, geralmente associada a características como alta plasticidade trófica, em que as espécies menos exigentes (omnívoras), como *G. brasiliensis*, por não apresentarem especialização trófica muito definida, consomem ítens de maior oferta no ambiente, e por isso, estariam mais bem adptadas a ocupar uma variedade maior de ambientes dentro de uma bacia hidrográfica (ARAÚJO, 1998; MOTTA; UIEDA,

Tabela V. Espécies identificadas para a bacia, seus respectivos nomes vernaculares e abundâncias. (cont.)

Ordem/Família/Espécie	Nome Vernacular	Montante				Jusante			
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Perciformes									
Centropomidae									
Centropomus undecimalis (Bloch, 1792)	Camurim	-	-	-	-	-	-	1	9
Cichlidae									
Cichla ocellaris (Bloch & Schneider, 1801)	Tucunaré	-	-	22	16	-	-	3	18
Cichlasoma orientale Kullander, 1983	Cará	3	8	7	-	-	-	-	-
Crenicichla menezesi Ploeg, 1991	Joaninha	3	2	1	-	-	-	-	-
Geophagus brasiliensis (Quoy & Gaimard, 1824)	Cará	10	19	-	-	1	-	2	3
Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758)	Tilápia nilótica	-	2	-	-	2	2	6	7
Eleotridae									
Dormitator maculatus (Bloch, 1790)	Cundundu	-	-	-	-	-	-	-	85
Eleotris pisonis (Gmelin, 1789)	Peixe macaco/Amoré	-	-	1	-	-	-	-	8
Gerreidae									
Eugerres brasilianus (Cuvier in Cuvier & Valenciennes, 1830)	Carapeba	-	-	-	-	-	-	1	33
Siluriformes									
Callichthyidae									
Hoplosternum littorale (Hancock, 1828)		-	1	-	-	-	-	-	-
Heptapteridae									
Rhamdia quelen (Quoy & Gaimard, 1824)	Bagre de água doce	5	4	-	-	-	-	-	8
Loricariidae		-							
Hypostomus sp.	Cascudinho	1	2	13	-	-	-	1	-
Synbranchiformes									
Synbranchidae									
Symbranchus marmoratus Bloch, 1790	Muçum	1	2	-	-	-	-	-	14
Número de indivíduos		37	113	129	18	40	10	27	233

2004).

Por outro lado, outras espécies tiveram sua distribuição mais restrita, sendo econtradas apenas nos riachos estudados (P1 e P2): *Astyanax sp., Erythrinus sp., Poecilia vivipara* e *Hoplosternum littorale*, ou na porção inferior do Rio Gramame (P6, P7, e P8), como o caso da espécie *P. brevis*. Essa última é uma espécie eminentemente migratória, e pertence a um gênero de peixes que realiza migrações reprodutivas rio acima (piracema) em vários sistemas lóticos brasileiros (GODOY, 1962). Sua restrição à porção inferior da bacia provavelmente está associada à presença da Barragem de Gramame, um impacto ambiental de bastante relevância para os peixes, principalmente quando não possuem degraus de migração.

Não foram encontradas espécies restritas a ambientes lênticos (P3 e P4). Porém, algumas espécies como *M. lippincottianus* (Pacú) e *C. ocellaris* (tucunaré), espécies exóticas, foram mais abundantes nesses locais, corroborando com a afirmação de Staeck e Linke (1985), que propõem uma preferência do tucunaré (*C. ocellaris*) por esse tipo de ambiente, devido às condições ambientais como fluxo hidríco mais baixo/calmo, profundidade média e temperaturas mais constantes quando comparada à riachos e foz, por exemplo.

As espécies exóticas registradas neste estudo, encontram-se distribuídas ao longo da Bacia do Rio Gramame. A espécie *O. niloticus* (*Tilápia nilótica*), por exemplo, foi capturada em cinco dos oito pontos amostrados, o que pode ser um indicativo do sucesso reprodutivo desta espécie introduzida, e que pode estar causando interações negativas com outras espécies nativas.

Abundância da ictiofauna nos ambientes estudados

Sabe-se que a abundância de uma espécie está relacionada dentre outras coisas com a sua adaptação ao meio ambiente, com a disponibilidade de alimento e com a competição existente entre os grupos, podendo também refletir condições ambientais passadas (MARTINS, 2008).

Riachos

Em ambos os riachos estudados, houve uma predominância das ordens Characiformes e Perciformes em termos de número de espécimes capturados, contrário ao esperado para os riachos não estuarinos na região neotropical, em que a proporção dominante é de Siluriformes e Characiformes, as quais segundo Castro (1999), contribuem com aproximadamente 85% na participação da composição da ictiofauna dos riachos brasileiros.

No Riacho Utinga (P1) a família mais abundante foi a Cichlidae que contribuiu com 43, 24% dos indivíduos coletados, seguida da família Characidae cuja contribuição foi de 32% dos indivíduos coletados. No riacho Quizada (P2) por sua vez, a situação foi inversa, a família mais abundante foi a Characidae cuja contribuição foi de 58,4% dos indivíduos coletados, seguida da família Cichlidae que contribuiu com 27,43% do total de espécimes coletados para esse ponto de amostragem, o que está de acordo com Buckup (1999), que afirma que mesmo a família Characidae não sendo exclusiva de riachos, seus membros geralmente formam o principal conjunto de espécies nestes ambientes.

Cunico et al. (2006) observaram uma baixa ocorrência e densidade de indivíduos da ordem Characiformes, especialmente da família Characidae nos riachos estudados do Paraná, fato que atribuíram à poluição. Tal ordem ictiofaunística é bastante comum em ambientes aquáticos degradados por lançamentos de efluentes domésticos, industriais e/ou dejetos animais (TÓFOLI, R. et al., 2013; VIANA et al. 2013; SILVA et al. 2019).

Vale salientar que uma maior abundância da família Characidae nos riachos aqui estudados, para além do reflexo dos apetrechos de pesca utilizados, pode indicar r a presença de poluentes na água uma vez que muitos corpos d´agua dessa bacia encontra-se sob influência de impactos antropogênicos, principalmente lançamentos de esgotos domésticos pela comunidade local.

No Riacho Utinga observou-se que a espécie mais abundante foi *G. brasiliensis* a qual representou 27% dos espécimes coletados, seguida da espécie *A. fasciatus* cuja representatividade foi de 19%. Já no riacho Quizada as espécies mais abundantes foram: *A. bimaculatus* (34%) e *G. brasiliensis* (17%). Segundo Casatti et al. (2001) as espécies de lambaris, peixes de pequeno e médio porte em geral são consideradas componentes comuns e abundantes nas comunidades de peixes de riachos neotropicais, corroborando portanto com os dados aqui reportados.

De acordo com Mazzoni & Barros (2021), nos riachos de cabeceiras são encontradas principalmente espécies de pequeno porte, contrastando significativamente com o tamanho grande e médio dos indivíduos comumente encontrados na foz, fato que pode estar associado às características típicas desses ambientes, a exemplo da baixa temperatura e profundidade.

Tais características ambientais podem atuar então impedindo o estabelecimento de espécies invasoras e de maior tamanho corporal, bem como uma menor riqueza de espécies, que em condições de poluição ambiental como o despejo de efluentes domésticos e industriais pode se tornar ainda mais reduzida. Tal fato aponta para a relevância de se realizar coletas limnológicas em paralelo às icticas (GARCIA et al., 2021).

Reservatório de Gramame

No reservatório estudado constatou-se uma predominância das ordens Characiformes e Perciformes, sendo a primeira mais abundante na porção superior- Vaissecada (P3) representando 66% do total de espécimes coletados, e a segunda mais abundante na porção central do reservatório de Gramame (P4), correspondendo a 89% dos indivíduos coletados (Tabela V).

Na porção superior do reservatório (P3) a família mais abundante foi Characidae, a qual contribuiu com 61% dos indivíduos coletados, enquanto que na porção central (P4) a família mais

abundante foi Cichlidae (89% dos indíviduos coletados).

A maior abundância da família Characidae foi constatado por outros autores; Hoffmann et al. (2005), no reservatório Capivara do Rio Paranapanema, Bacia do Alto Rio Paraná; por Agostinho et al. (1997a) no reservatório de Segredo e por Smith e Petrere jr. (2001), em um estudo realizado no reservatório de Itupararanga – SP.

As espécies mais abundantes para esses dois pontos de amostragem, foram *C. ocellaris* (tucunaré) que representou 89% dos indíviduos coletados no P4, enquanto que *M. lippincottianus* (CD/Pacú) contribuiu com 61% dos indíviduos coletados para o P3, ambas exóticas. A introdução dessas espécies nos mais variados ambientes mostra que em alguns casos, houve uma verdadeira alteração na ictiofauna local, principalmente devido à sua grande voracidade e prolificidade de espécies canibalistas, consumindo várias outras espécies presentes no ambiente, ameaçando portanto, o estabelecimento das demais, como relatado nos trabalhos a seguir.

De acordo com os trabalhos desenvolvidos por Ross (1991), o principal impacto gerado pela introdução do tucunaré é a predação, tendo como principal consequência a redução e/ou eliminação de populações de espécies nativas. De forma complementar, Velludo (2007), constatou alterações na composição da ictiofauna na represa do Lobo (Broa), localizado em Brotas-Itirapina/SP, em relação a levantamentos anteriores. Segundo a autora, tais alterações seriam evidenciadas pela restrição na distribuição das espécies *P. caudimaculatus* e *C. aeneus* (competem com o tucunaré por território e alimento, portanto, controlando sua população), além da ausência das espécies *Hyphessobrycon bifasciatus* e *Cetopsorhamdia iheringi*, que possivelmente estaria associada à atuação predatória do tucunaré.

Zaret (1982), constatou que a presença do tucunaré provocou a extinção de 13 das 17 espécies nativas no Lago Gatun, Panamá, seis anos após a sua introdução. Magalhães et al. (1996), mencionaram que o acompanhamento da pesca profissional, em açudes nordestinos durante 30 anos, revelou que o tucunaré (*C. ocellaris*) tornou-se o responsável por 15 a 35% da produção pesqueira daqueles ambientes, evidenciando a sua capacidade de proliferação em represas. Segundo os mesmos autores, na Represa de Três Marias, a primeira pesca científica do tucunaré ocorreu em 1984, e entre julho de 1985 e junho de 1987, a participação dessa espécie na pesca aumentou 600%.

Segundo AGOSTINHO et al. (2007), o número de espécies dominantes em reservatórios brasileiros é baixo, com variação entre 2 e 22, e média de 6 espécies em cada assembléia. De acordo com os mesmos autores, a dominância da assembleia por um baixo número de espécies é fenômeno recorrente em reservatórios, onde espécies de comportamento flexível (oportunistas) se adaptam melhor ao novo ambiente e conseguem sobrepujar numericamente as demais. Esses autores ressaltam ainda que em reservatórios, em média, 25% das espécies de uma assembléia de peixes contribuem com mais de 80% da abundância total. A baixa diversidade ictiofaunística também foi observado ao longo do reservatório de Gramame podendo ser, dentre outros fatores resultante da ação predatória do tucunaré (Tabela V).

O pacu *Metynnis lippincottianus* (Cope, 1870), é uma espécie pelágica, nativa da bacia Amazônica a e endêmica da América do Sul (Froese e Pauly, 2006). De acordo com Santos et al., (2009) os indivíduos s dessa espécie apresentam uma grande plasticidade trófica, estando seus hábitos alimentares relacionados à época do ano, bem como, no tamanho corporal. Dessa forma, os autores relatam que os exemplares de *M. lippincottianus* pertencentes à menor classe de tamanho apresentaram uma dieta menos diversificada, constituída principalmente por macrófitas, algas e detritos. Nos exemplares de maior tamanho,por sua vez, o espectro alimentar aumenta e estes passaram a incluir itens variados e de diversos tamanhos como larvas de Chironomidae, insetos adultos, micro crustáceos e peixes, além do recurso vegetal, o que indicaum aprimoramento na habilidade de forrageamento, possibilitando o consumo de recursos alimentares alternativos.

A sazonalidade na dieta de M.

lippincottianus também foi verificada por Godoi (2008), durante um estudo no rio Verde Paraíso, na bacia Amazônica. De acordo com o autor, em épocas chuvosas durante a cheia, o vegetal representou o principal recurso alimentar consumido. No entanto, na seca, sua importância foi menor e sementes contribuíram de forma acentuada para a sua dieta. De forma geral, a predominância de itens como algas (38,04%) e macrófitas (37,2%) na dieta alimentar do pacu indicou herbivoria durante o período amostrado.Portanto, a presença dessa espécie (introduzida) em ambientes de reservatório podem indicar uma competição trófica em situações de variação sazonal.

Rios

O Rio Mumbaba (P5), afluente do Rio Gramame bem como, a porção do Rio Gramame situada em Engenho Velho (P6), apresentaram uma predominância da ordem Characiformes que contribuiu com 92% e 80% dos indivíduos coletados, respectivamente. Por outro lado, tanto no Rio Jacóca (P7), quanto na porção do Rio Gramame que banha Mituaçu (P8) houve uma predominância da ordem Perciformes, a qual representou 48% e 70% dos espécimes capturados, respectivamente.

Em relação às famílias mais abundantes para esses pontos de amostragem, observou-se que tanto para o P5, como para o P6, a família Characidae representou 92,5 e 60% dos indivíduos coletados em cada um desses pontos, respectivamente. Já no ponto P7, a família Cichlidae foi a dominante (41%) enquanto, no P8 foi a família Eleotridae, a qual representou 40% dos exemplares coletados para esse ponto (Figura 10).

A espécie mais abundante no P5 foi *A. bimaculatus* (92,5% dos indivíduos coletados) enquanto no P6 foi *A. fasciatus* (60% dos indivíduos capturados). Esse padrão foi observado por Agostinho et al. (1997b), na planície de inundação do Alto Rio Paraná, na qual os Characiformes representaram 55% do número total de espécies.

O Rio Mumbaba (P5) é um importante afluente da margem esquerda do Rio Gramame, PB, que corta o Distrito Industrial de João Pessoa, PB. Este sofre com a poluição industrial e a degradação ano após ano, sem que haja um controle efetivo por parte de poder público, e ainda é utilizado para a prática da pesca (SILVA, 2014). As espécies mais abundantes foram *Astyanax bimaculatus* e *Prochilodus brevis*, ambas nativas, sendo *A. bimaculatus* mais abundante no ponto coleta mais próximo à entrada de efluentes (Tabela V)

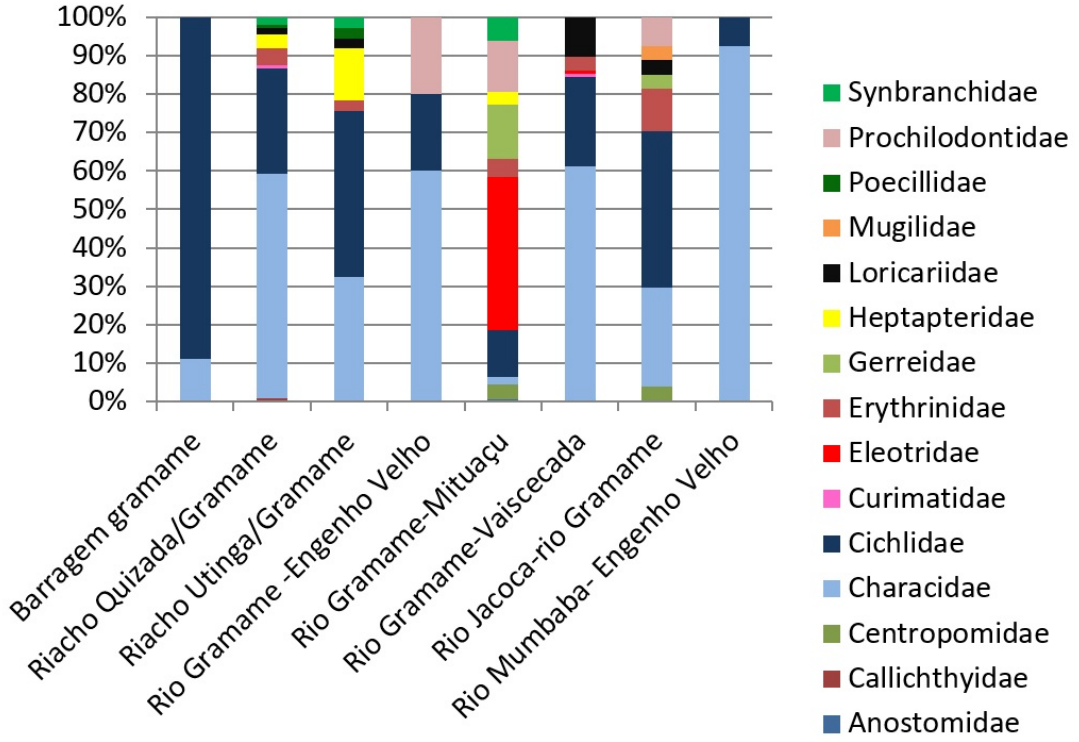


Figura 10. Abundância das famílias de peixes nos pontos amostrados ao longo da bacia do Rio Gramame - Paraíba.

Tabela VI. Composição da ictiofauna registrada por Torelli *et al*. (1997) e atualmente, no P8.

Táxon	Ausência/Presença	
	Década de 1990	Atualmente
Characiformes		
Anostomidae		
Leporinus piau (Fowler, 1941)		X
Characidae		
Astyanax aff. *bimaculatus* (Linnaeus, 1758)	X	
Família Serrasalmidae		X
Metynnis lippincottianus (Cope, 1870)		
Curimatidae		
Curimata sp.	X	
Erythrinidae		
Erythrinus erythrinus (Bloch & Schneider, 1858)	X	
Hoplias aff. *malabaricus* (Bloch, 1794)	X	X
Prochilodontidae		
Prochilodus brevis (Steindachner, 1875)	X	X
Cyprinodontiformes		
Poeciliidae		
Poecilia vivipara Schneider, 1801	X	
Gymnotiformes		
Gymnotidae		
Gymnotus carapo (Linnaeus, 1758)	X	
Perciformes		
Centropomidae		
Centropomus undecimalis (Bloch, 1792)	X	X
Cichlidae		
Cichla ocellaris (Bloch & Schneider, 1801)		X
Cichlasoma bimaculatus (Linnaeus, 1758)	X	
Crenicichla lepidota Heckel, 1840	X	
Geophagus brasiliensis (Quoy & Gaimard, 1824)	X	X
Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758)		X
Eleotridae		
Dormitator maculatus (Bloch, 1792)	X	X
Eleotris pisonis (Gmelin, 1789)	X	X
Guavina guavina (Valenciennes, 1837)	X	
Gerreidae		
Eugerres brasilianus (Cuvier, 1830)		X
Siluriformes		
Callichthyidae		
Callichthys callichthys (Linnaeus, 1758)	X	
Hoplosternun thoracatum (Valenciennes, 1840)	X	
Loricariidae		
Hypostomus sp.	X	
Heptapteridae		
Rhamdia quelen (Quoy & Gaimard, 1824)	X	X
Synbranchiformes		
Synbranchidae		
Symbranchus marmoratus Bloch, 1795	X	X

Estes lambaris são espécies forrageiras tendo ampla plasticidade trófica e capaz de habitar ambientes degradados causados principalmente pelo despejo de resíduos e dejetos industriais e orgânicos (GODOY, 1975). Portanto, são bastante utilizados como bioindicadores ambientais e apontadores de degradação da qualidade da água. Sua presença está geralmente está associada a maior concentração de poluentes (nutrientes fosfatados e nitrogenados), sugerindo, portanto, que um dos principais afluentes do Rio Gramame pode estar sendo fonte de contaminação para esse corpo aquático (SILVA, 2013).

Silva (2014), avaliou as concentrações de oxigênio, nutrientes fosfatados e nitrogenados, além da composição da ictiofauna em vários pontos do Rio Mumbaba. De acordo com a autora, foram constatados altos níveis de fosfato no ponto próximo ao recebimento de esgotos, com valores máximos de 1,26mg/L, o que está bem acima do recomendado pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), que é de 0,15mg/L. A presença

de fosfato está diretamente associada com o escoamento de efluentes, principalmente os industriais, e acarreta na eutrofização em águas naturais, além de ser um importante meio de detecção da poluição. Os demais parâmetros estavam dentro da normalidade.

Assim como no presente estudo, Silva (2014) também registrou *A. bimaculatus* como sendo a mais abundante, seguida pelas demais: *G brasiliensis, P. brevis, C. orientale, E. pisonis, G. guavina, H. malabaricus* e *L. piau*. No entanto, a diversidade de peixes foi consideravelmente maior: distribuídos em 3 ordens, 7 famílias e 12 espécies, possivelmente por ter aos vários pontos de coleta em contraste com apenas 1 aqui analisado.

No P7 a espécie exótica *M. lippincottianus* (Pacú), exótica, foi a mais abundante (26% dos indivíduos coletados), significando que essa espécie devido à sua ampla distribuição na bacia e abundância nesse trecho estudado, possívelmente já encontra-se estabelecida no Rio Gramame.

No ponto de amostragem P8, a espécie estuarino - dependente *D. maculatus* foi a mais abundante, contribuindo com 36% do total de indivíduos coletados para esse local. Essa espécie pode ser encontrada em água doce e em águas salobras, com salinidade de 0 a 21 psu (KEITH et al., 2000). A ocorrência dessa espécie nesse ponto de estudo, pode ser favorecida em virtude da maior proximidade deste com a foz do Rio Gramame, sofrendo portanto, influência do nível das marés, o que por sua vez torna essa água mais salobra em relação a outras partes do Rio.

Apenas duas espécies ocorerram nos três rios estudados (Rio Gramame, Jacóca e Mumbaba): *O. niloticus* e *G. brasiliensis*, o que mostra a capacidade dessas espécies de se adaptarem a diversos tipos de ambientes e consequentemente da resistência aos possíveis impactos antrópicos sofridos por esses.

A riqueza dos rios aqui estudados pode ser considerada baixa quando comparada com outros estudos. Teixeira et al. (2005) registraram no Rio Paraíba do Sul- SP um total de 81 espécies, enquanto que Barrella et al. (1994) encontraram um total de 27 espécies para o Rio Jacaré-Pepira-PR, o que pode ser um reflexo dos vários impactos antrópicos relatados, como a presença de barragem e o despejo de poluentes na bacia do Rio Gramame.

Alterações na composição da ictiofauna da Bacia do Rio Gramame

Torelli et al. (1997), inventariaram as espécies de peixes ocorrentes na comunidade de Mituaçu, o qual neste estudo corresponde ao P8 (porção do Rio Gramame inserida na comunidade de Mituaçu). Os autores registraram um total de 19 espécies, distribuidas em 6 ordens e 14 famílias. A tabela a seguir mostra a ictiofauna registrada por Torelli et al. (1997) e a composição atual da mesma, para esse ponto de coleta.

Em contraste ao estudo de Torelli et al. (1997), pode-se constatar a ausência de determinadas espécies, bem como, o surgimento de espécies que anteriormente não existiam. *E. erythrinus, P. vivipara, G. guavina, Callichthys callichthys e Hoplosternun sp.*, todas de pequeno porte, não fizeram parte da composição atual da ictiofauna para esse trecho da bacia. A ausência das espécies da família Eleotridae, em alguns casos pode ser determinada por fatores que não apenas a poluição por efluentes, como por exemplo, por exclusão competitiva.

Teixeira (1994), estudando a ictiofauna do estuário Mundaú/Manguaba-AL, constatou que a coexistência das espécies *D. maculatus* e *E. pisonis* só era possível em virtude de diferenças na utilização de microhabitat e alimento. Já a coexistência das espécies *E. pisonis* e *G. guavina* só era possível devido a diferenças na sua distribuição espacial. Assim, a presença dessas duas espécies na década de 90 no trecho do Rio Gramame que banha a comunidade de Mituaçu (P8) pode ter levado a uma coexistência competitiva por habitat, levando à exclusão de uma delas, no caso da *G. guavina* ao longo dos anos.

Por outro lado, espécies como *C. ocellaris* (tucunaré), *M. lippincottianus* (CD) e *O. niloticus* (tilápia) compuseram um novo grupo de peixes (exóticos) para a porção do Rio Gramame inserida em Mituaçu, mostrando seu sucesso em se estabelecer para além do reservatório do Gramame.

O presente estudo também identificou diferenças na composição da ictiofauna em relação ao inventário realizado por Gomes-Filho e Rosa (2001). Ao estudarem a diversidade da ictiofauna

das porções médias e baixas da bacia do rio Gramame, os autores registraram riqueza maior do que a observada no presente estudo, com um total de 32 espécies, distribuídas em 29 gêneros e 17 famílias, sendo 16 espécies comuns ao presente estudo (Tabela VI).

As diferenças na icitiofauna se deu pela presença de algumas espécies aqui não observadas: **Achiridae** – *Trinectes paulistanus* (Miranda-Ribeiro, 1915), **Callichthyidae** – *Callichtys callichtys* (Linnaeus, 1758), *Megalechis personata* (Ranzani, 1841); **Centropomidae** – *Centropomus mexicanus* (Bocourt, 1868), **Characidae** – *Hemigrammus aff. rodwayi* (Durbin, 1909), *Hemigrammus cf. marginatus* (Ellis, 1911), *Hemigrammus aff. unilineatus* (Gill, 1858); *Serrapinnus piaba* (Luetken, 1874); **Erytrhrinidae** – *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Spix in Spix & Agassiz, 1829), **Gobiidae** – *Awaous tajasica* (Litchtenstein, 1822), *Evorthodus lyricus* (Girard, 1858), *Gobionellus smaragdus* (Valenciennes in Curvier & Velenciennes, 1837) , **Gymnotidae** – *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758), **Megalopidae** – *Megalops atlanticus* (Valenciennes, 1846).

Estes dados demonstram que a composição da ictiofauna da bacia do Rio Gramame está sujeita a alterações ao longo dos anos, possivelmente respondendo aos mais diversos impactos antrópicos observados para a bacia, como por exemplo, o lançamento de esgotos industriais, introdução de espécies exóticas, a construção da Barragem de Gramame, dentre outros. De forma complementar, a grande discrepância entre as riquezas observadas pode ter sido resultado de algumas diferenças na metodologia utilizada na coleta das espécies, bem como, aos pontos de coletas estabelecidos ao longo da Bacia.

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL DA ICTIOFAUNA PARA OS PESCADORES DAS COMUNIDADES ESTUDADAS

Os impactos ambientais na Bacia do Rio Gramame citados ao longo desse capítulo têm causado modificações na icitofauna, com redução da riqueza e abundância de espécies. Como consequência, constatou-se uma alteração no tipo de atividade econômica principal desenvolvida pelos pescadores das comunidades situadas ao longo da Bacia do Rio Gramame. Dessa forma, para a maioria dos entrevistados de ambas as comunidades analisadas nesse estudo, a pesca não é mais a principal atividade econômica. A mesma foi sendo progressivamente substituída por outras atividades. Enquanto que na comunidade de Mituaçu, os ribeirinhos voltaram-se para a terra, ou seja, para o roçado, afim de complementar a renda, na comunidade de Gramame, a pesca foi completamente abandonada por muitos, dando lugar a atividades com salário fixo, como caseiros, ou em alguns casos, os mesmos tornaram-se donos de mercearias e salão de beleza, localizados na comunidade, sendo raros os entrevistados que se dedicam à agricultura.

O abandono progressivo da pesca foi constatado em várias outras comunidades espalhadas pelo Brasil: Reis (2009) relatou que os pescadores dos rios Paraná (PR) e Cuiabá (MT) têm deixado essa profissão para trabalhar como caseiros, ou zeladores de clubes que se encontram ao longo desses rios, devido à escassez de peixes decorrente de impactos antrópicos.

Destino do pescado

Dos 26 entrevistados em Mituaçu, 14 pescadores (54%), capturam o peixe para alimentação. Desse total, 11 pescadores (42%) pescam exclusivamente para a alimentação e 3 pescadores (12%) podem vender o peixe quando há excedente (Figura 11).

Doze pescadores (46%) pescam tanto para o consumo próprio como para a venda. Nesse caso, o peixe tem um forte papel na geração de renda e na manutenção de necessidades básicas de subsistência desses pescadores e de suas famílias, garantindo a segurança alimentar.

Por conta da queda nos estoques de peixe, pode-se dizer que a base econômica da população ribeirinha de Mituaçu está seriamente ameaçada. Uma prova disso é que 42% dos entrevistados hoje pescam apenas para alimentação, uma vez que, segundo os mesmos, em suas pescarias não há peixe suficiente para o consumo de casa e para a venda. No entanto, todos afirmaram já ter sobrevivido da pesca em anos anteriores quando a

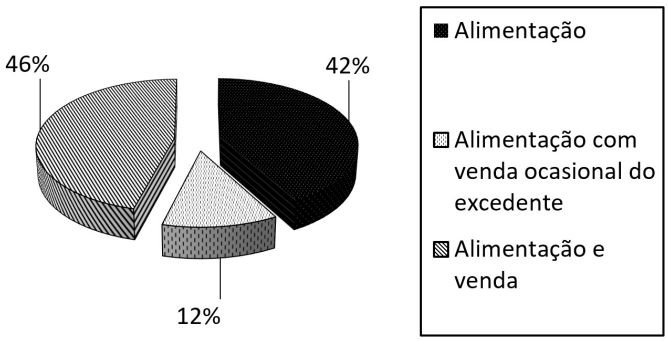


Figura 11. Destino do peixe capturado pelos pescadores de Mituaçu.

abundância de peixes no rio era maior, como ilustrado nos depoimentos a seguir:

> "Antigamente era uma fartura esse rio, cheio de peixe, era peixe pra alimentar a família todinha e vender. Tirava um dinheirinho bom da venda do peixe. Mas depois que começou essa poluição, aí o peixe diminuiu muito, tem mais quase nada. Ai, o pouco que pega hoje, eu prefiro alimentar minha família, porque é tão pouco que se for vender vai pegar mixaria". (Pescadora, 44 anos)

Dos 12 pescadores que pescam para o consumo próprio e para a venda, apenas 4 entrevistados afirmam viver exclusivamente da pesca, demonstrando uma dependência maior em relação ao rio e ao pescado, que é sua fonte de renda. Ao contrário dos demais entrevistados, estes pescadores afirmaram que ainda é possível viver da pesca no Rio Gramame.

> "O Rio Gramame foi e ainda é a minha fonte de renda. Ao contrário de muitos pescadores, eu continuo vivendo da pesca porque eu pesco de domingo a domingo, não desisto! Tem menos peixe, tem, mas tem que saber pescar, botar a rede no lugar certo, aí sim, dá pra pega um peixinho para comer e vender. O rio num mudou? Eu também! O peixe corre da poluição eu corro atrás dele, onde ele tiver: na barra, no Jacóca e trago ele pra casa ou pra comer ou pra vender". (Pescador, 46 anos)

Para os outros 8 pescadores que pescam para o consumo de casa e para a venda, a pesca ainda continua sendo uma importante atividade econômica, embora não seja a única fonte de renda, em virtude das mudanças no pescado nos últimos anos. Dessa forma, para a maioria dos entrevistados de Mituaçu a pesca não é mais a principal atividade econômica, a mesma foi sendo progressivamente complementada ou mesmo substituídas por outras atividades. Os pescadores passaram a buscar novas formas de relação com o trabalho, no sentido de viabilizar sua produção familiar e hoje a comunidade dedica-se, sobretudo à agricultura. Essa atividade foi citada por 16 dos 22 pescadores de Mituaçu que exercem outras profissões seja como atividade principal, seja como forma de complementar a renda proveniente da pesca. As atividades de agricultura dizem respeito ao cultivo da mandioca e feijão.

A mudança progressiva de atividade econômica causa uma perda de conhecimento acerca da pesca ao longo dos anos. Os filhos e netos de pescadores já não se interessam mais em aprender sobre a confecção de apetrechos, técnicas de pesca, nomes de peixes, e tudo aquilo que envolve a pescaria. Por conseguinte, o etnoconhecimento é perdido.

Além da agricultura, os pescadores também buscaram trabalho nas fábricas no distrito industrial de João Pessoa, mencionado por 2 pescadores (9%) e trabalhos na própria comunidade, como pintor e auxiliar de serviços gerais, também mencionado por 2 pescadores (9%). Outros dois pescadores se dedicam à produção de farinha, em casas de farinha.

Observou-se que dentre os pescadores entrevistados que fazem consumo do peixe não houve rejeição de nenhuma espécie de peixe, demostrando, portanto, a boa aceitação do pescado na alimentação. As espécies de maior importância econômica são: o camurim, citado por 42% dos pescadores, a carapeba citada por 31% dos entrevistados, o tucunaré mencionado por 19% dos pescadores e a tilápia, citada por 15% dos entrevistados (Figura 12).

As espécies de peixe com maior consumo na alimentação foram o *Centropomus undecimalis* e *Eugerres brasilianus*, que estão distribuídas em ambientes à jusante, P7 e P8, possivelmente por estarem mais próximos aos locais de habitação dos entrevistados da comunidade de Mituaçu.

Sendo assim, é possível constatar que as espéceis de peixes aqui estudadas desempenham um papel para além do ambiental, sendo de extrema relevância para as comunidades ribeirinhas, servindo como fator agregador de renda e principalmente de alimento para as mesmas.

CONCLUSÕES

De modo geral, a ictiofauna capturada na

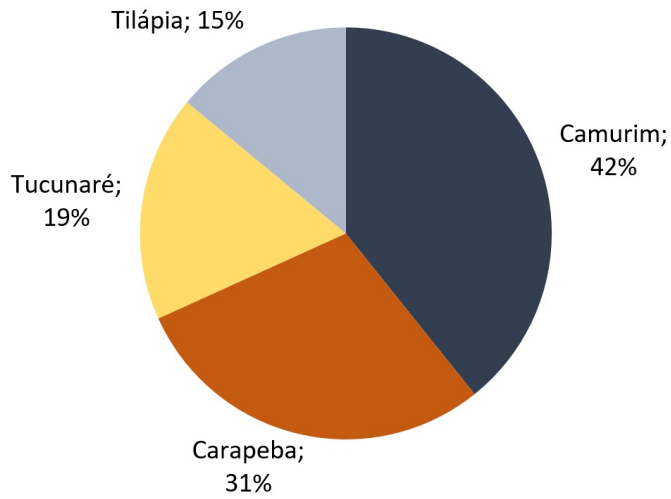


Figura 12. Espécies de maior importância econômica na comunidade de Mituaçu.

Bacia do Rio Gramame apresentou-se muito diversificada, com forte variação longitudinal. Poucas espécies ocorreram ao longo de todo o trecho estudado, o que pode ter sido resultado da metodologia de captura utilizada ou mesmo efeito de certos impactos antrópicos na bacia. Ademais, locais impactados por ações antrópicas apresentaram menor riqueza e diversidade de espécies. A construção da barragem trouxe, ao mesmo tempo, a limitação na distribuição de espécies migratórias como a *P. brevis* (curimatã), bem como o estabelecimento de espécies ícticas exóticas como o *C. ocellaris* (tucunaré). Por outro lado, locais com notado recebimento de efluentes industriais P7 e P8 apresentaram uma redução de até 80% em sua diversidade quando comparada aos pontos com maior diversidade constatada e possível ausência de poluentes aquáticos (P1 e P2).

As mudanças na diversidade da ictiofauna acarretaram importantes consequências para as comunidades de pescadores que dependem desse recurso, como fonte primária de alimentação e renda levando à perda acima de tudo do etnoconhecimento.

Acredita-se que os resultados aqui apresentados, apesar do cunho informativo, refletem aspectos relevantes na estrutura das comunidades de peixes dos ambientes aquáticos da Bacia do Rio Gramame. Desde 2012, período em que este estudo foi realizado não houve novas pesquisas abrangendo este tema, apesar da bacia supracitada ainda ser alvo de impactos ambientais. Sendo assim, é imperativo que novo levantamento ictiofaunistico seja realizado ao longo de toda a bacia, bem como a análise da qualidade ambiental das suas águas. Dessa forma será possível a formulação de estratégias que permitam o uso sustentável dessa bacia, integrando fatores sociais, econômicos e ambientais, promovendo, dentre outras coisas, a sobrevivência de comunidades ribeirinhas que dependem da pesca, bem como, a elaboração de políticas de conservação e sustentabilidade da ictiofauna na Paraíba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABRAHÃO, R. Impactos do lançamento de efluentes na qualidade da água do Riacho Mussuré. João pessoa, PB: PRODEMA-UFPB, 2006. 140p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente João Pessoa) – Programa de Pós-Graduação em desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L.C.; BINI, L. M. Ecologia de comunidades de peixes da área de influência do reservatório de Segredo. P 97-111. In: AGOSTINHO, A.A; GOMES, L.C. (eds.), Reservatório de Segredo: bases ecológicas para manejo. Maringá: EDUEM, 1997a. 387p.

AGOSTINHO, A.A.; JÚLIO JR, H.F.; GOMES, L.C. & BINI, L.M., AGOSTINHO, C.S. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. In: VAZZOLER, A.E.A. de M.; AGOSTINHO, A.A. & HAHN, N.S. A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM, 1997b. p.229-248.

AGOSTINHO, A.A.; MIRANDA, L.E.; BINI, L.M.; BINI, L.C. ; THOMAZ ,S.M. ; SUZUKI ,H.I. Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognosis on aging, p. 227-265. In: J.G. TUNDISI, M. STRASKRABA (Eds). Theoretical Reservoir Ecology and its Applications. Leiden-Países Baixos: Backhuys Publishers, 1999. 585p.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá: Eduem, 2007.

AGOSTINHO, A.A.; VITORINO JÚNIOR, O. B.; PELICICE, F. Nota Técnica: Riscos ambientais do cultivo de tilápia em tanques redes. Boletim

Sociedade Brasileira de Ictiologia, 2017. n. 124, p. 1–44.

ALMEIDA, A.R.G., SOARES, L.H.; EUFRÁZIO, M.M. Lagoa do Piató: Peixes e Pesca. Natal-RN: CCHILA, UFRN, 1993. p. 44-55

ALMEIDA, C. F. C.; ALBUQUERQUE, U. P. Uso e conservação de plantas e animais medicinais no estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil): um estudo de caso. [S.l.]: Interciência, 2002. v.27, n.6, p. 276-285.

ALLAN, J.D.; FLECKER, A.S. Biodiversity conservation in running waters. Identifying the major factors that threaten destruction of riverine species and ecosystems. [S.l.]: BioScience, 1993. v. 43, n. 1, p. 32-43.

ANGERMEIER, P. L.; DAVIDEANU, G. Using fish communities to assess streams in Romania: initial development of an index of biotic integrity. [S.l.]: Hydrobiologia, 2004. n.511, p. 65-78.

ARAÚJO, F.G. Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o Rio Paraíba do Sul. [S.l.]: Ver. Bras. Zool., 1998. v.58, p. 547-558.

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J. B. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish. 2 Ed. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C. 1999

BARRELLA, W.; BEAUMORD, A. C.; PETRERE JÚNIOR, M. Comparacion de la la comunidad de peces de los rios Manso (MT) y Jacare Pepira (SP) Brasil. Caracas: Acta Biológica Venezuélica, 1994. v. 15, n. 2, p. 11-20, v.17, p.3-30.

BELTRÃO, G.B.M.; MEDEIROS, E.S.F.; RAMOS, R.T.C. Effects of riparian vegetation on the structure of the marginal aquatic habitat and the associated fish assemblage in a tropical Brazilian reservoir. [S.l.]: Biota. Neotrp., 2009. v.9, n.4, p.37-43.

BIERMACKI, P.; WALDORF. D. Snowball sampling: problems and techniques of chain referral sampling. [S.l.]: Sociological Methods and Research, 1981. v. 10, n.2, p. 141-163.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução N° 20, de 1986. 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. Brasil, 1986. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html Acesso em: 22 out. 2011.

BRITISKI, H. A. Peixes de água doce do Estado de São Paulo. In: Poluição e Piscicultura. São Paulo: Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai. Faculdade de Saúde Pública da USP. 1972. p.79-108.

BRITISKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (Com chaves de identificação para os peixes da Bacia do Rio São Francisco). CODEVASF, Divisão de Piscicultura e Pesca. Brasília/DF. 1984. 143p.

BUCKUP, P. A. Sistemática e biogeografia de peixes de riachos, p. 91-135. In: E. P. CARAMASCHI; R. MAZZONI; C.R.S.F. BIZERRIL; P.R. PERES-NETO (Eds). Ecologia de peixes de riacho: estado atual e perspectivas. Rio de Janeiro: Oecologia Brasiliensis, 1999. 260p.

CANELLA, G.; RODRIGUES, M. M. Contribuições ictiológicas sobre a fauna continental. I-Estudos sobre Achirus achirus (Linné,1758) (Pisces,Soleidae). [S.l.]: Rev. Nordest. Biol., 1978. v.1, p.55-61.

CASTRO, R. M. C. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZOZONI, R.; PERES-NETO, P. R. (Ed). Ecologia de peixes de riachos. Rio de Janeiro: Computer & Publish Editoração, 1999. p. 139-155.

CASATTI, L.; LANGEANI, F.; CASTRO, R. M. C. Peixes de riacho do parque Estadual Morro do Diabo, bacia do alto Rio Paraná, SP. [S.l.]: Biota Neotropica, 2001. v.1, n.1. DOI: https://doi.org/10.1590/S1676-06032001000100005

CETRA, M. Caracterização das assembleias de peixes da bacia do rio Corumbataí (SP). São Paulo: Universidade de São Paulo, USP, 2003.

CORDIVIOLA DE YUAN, E. Campaña "Keratella I" a lo largo del rio Paraná médio: Taxocenos de peces de ambientes leníticos. [S.l.]: Ecología, 1980. v. 4, p. 103-113.

CUNICO, A. M.; AGOSTINHO, A. A.; LATINI, J. D. Influência da urbanização sobre as assembleias

de peixes em três córregos de Maringá, Paraná. [S.l.]: Revista Brasileira de Zoologia, 2006. v.23, n.4, p.1101-1110.

DUDGEON, D. Endangered ecosystems: a review of the conservation status of tropical Asian rivers. [S.l.]: Hydrobiologia, 1992. v.248, p.167–191.

DUFECH, A. P. S. Uso de assembleias de peixes como indicadoras de degradação ambiental nos ecossistemas aquáticos do Delta do Rio Jacuí, RS. Porto alegre: UFRGS. 2009. Tese (Doutorado).

FAUSCH, K. D., LYONS, J.; KARR J. R. ; ARGERMEIER, P. L. Fish communities as indicators of environmental degradation. p. 123-144. In: ADAMS, S. M. (ed.). Biological indicators of stress in fish. American Fisheries Society Symposium, [S.l], [s.n.], 1990. v. 8, 191p.

FERREIRA, A. Ecologia trófica de Astyanax paranae (Osteichthyes, Characidae) em córregos da bacia do rio Passa Cinco, estado de São Paulo. Piracicaba: USP, 2004. 71p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba

FLOTEMERSCH, J. E., STRIBLING J. B.; PAUL, M. J. Concepts and Approaches for the Bioassessment of Non-wadeable Streams and Rivers, Ohio: [s.n.], 2006. 134p.

FRICKE, R.; ESCHMEYER, W. N.; VANDER LAAN, R. Eschmeyer's catalog of fishes: Genera, species, references. Disponível em: http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp. Acesso: 09 jul. 2023.

GARCIA, D. A. Z.; PELICIDE, F.; BRITO, M. F. G.; ORSI, M. L. Peixes não-nativos em riachos no brasil: estado da arte, lacunas de conhecimento e perspectivas. Oecologia Australis, 2021. v. 25, n. 2, p. 565–587.

GARUTTI, V. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do estado de São Paulo, bacia do rio Paraná. [S.l.]: Rev. Brasil. Biol., 1988. v.48, p. 747-759.

GODOY, M. P. Marcação, migração e transplantação de peixes marcados na bacia do rio Paraná Superior. [S.l.]: Arquivos do Museu Nacional, 1962. v. 52, p.105-113.

GODOY, M. P. Peixes do Brasil: sub-ordem Characoidei; bacia do rio Mogi Guassu. Piracicaba, São Paulo. São Paulo: Editora Franciscana, 1975. v. 4, p. 629-847.

GOLDFARB, M. COSTA; CYSNEIROS, D. OLIVEIRA; SILVA, T. C. Caracterização Flúvio-Morfológica da Bacia do Rio Gramame In: I Workshop sobre Uso e Conservação da Bacia do Rio Gramame. SUDEMA-PB/PRODEMA-UFPB. João Pessoa. 1999. 13 a 14 de abril de 1999. Anais em CD-ROM.

GOMES-FILHO, H.P.; ROSA, R. S. Inventário da Ictiofauna da Bacia do rio Gramame, Paraíba, Brasil, p.167-173. In: T. WATANABE (Ed.). A Bacia do rio Gramame: biodiversidade, uso e conservação. João Pessoa: Prodema, 2001.

GOMES-FILHO, G.; ROSA, R. S. Inventário da ictiofauna da bacia do rio Gramame, Paraíba, Brasil. In: A bacia do Rio Gramame: Biodiversidade, uso e conservação. Orgs: José Etham de Lucena Barbosa, Takako Watanabe, Ronilson José da Paz. EDUEPB, João Pessoa, p.167- 173. 2009.

HOFFMANN, A. C.; ORSI, M. L.; SHIBATTA, O. A. Diversidade de peixes do reservatório da UHE Escola Engenharia Mackenzie (Capivara), Rio Paranapanema, bacia do alto Paraná, Brasil, e a importância dos grandes tributários na sua manutenção. Porto Alegre: Iheringia, Sér. Zool., 2005. v. 95, n. 3 p. 319-325.

KARR, J.R. Assessment of biotic integrity using fish communities. [S.l.]: Fisheries, 1981. v. 6, p. 21-27.

KEITH, P.; BAIL, P. Y. L.; PLANQUETTE, P. Atlas des poissons d'eau douce de Guyane. Paris: Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturalle, 2000. V. 2, fasciculo I. 286p.

KREBS, C. J. Ecological Methodology. 2 ed. Nova Iorque: Benjamin/Cummings, 1999. 620p. ISBN: 0321021738

LIMA, A. G. A bacia hidrográfica como recorte de estudos em geografia humana. Londrina: Geografia, 2005. v.14, n.2, p.173-183, jul./dez. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228422864_A_bacia_hidrografica_como_recorte_de_estudos_em_geografia_humana Acesso em: 09 jul. 2023.

LOWE-McCONNELL, R.H. Fish communities in tropical freshwater: their distribution, ecology and

evolution. London: Longman, 1975.

LOWE-McCONNELL, R.H. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo: Edusp, 1999.

MAGALHÃES, A.L.B; SATO, Y; RIZZO, E; FERREIRA, R. M. A; BAZZOLI, N. Ciclo reprodutivo do tucunaré Cichla ocellaris (Schneider, 1801) na represa de Três Marias, MG. [S.l.]: Arq. bras. med. vet. Zootec, 1996. v.48, supl. 1, p.85-92, mar. 1996.

MARINHO, R. S. A.; SOUZA, J. E. R. T.; SILVA, A. S.; RIBEIRO, L. L. Biodiversidade de peixes do semi-árido paraibano. [S.l.]: Revista de Biologia e Ciências da Terra, 2006. v.1, p. 112-121.

MARQUES, D. K. S. Aspectos reprodutivos e caracterização microscópica das gônadas de Hoplias malabaricus (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) da Barragem do Rio Gramame, Município de Alhandra, Estado da Paraíba. João Pessoa: UFPB, 1996. (Dissertação de Mestrado).

MARTINS, A. L. P. Avaliação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Bacanga (São Luís - MA) com base em variáveis físico-químicas, biológicas e populacionais: subsídios para manejo sustentável. São Luís: UFMA, 2008. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em sustentabilidade de Ecossistemas.

MAZZONI, R.; BARROS, T. F. Ecologia do movimento em peixes de riacho. Oecologia Australis, 2021. v. 25, n.2, p. 385–387.

MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1980. v.4, n.3, 96p.

MENEZES, N.A.; FIGUEIREDO, J.L. Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. V. Teleostei (4). São Paulo –SP: Universidade de São Paulo, 1985.

METCALFE, J. L. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrates communities: history and present status in Europe. [S.l.]: Environ. Pollution, 1989. v.60, p. 101-139.

MEIHY, J. C. S. B. Manual de História Oral. São Paulo: Loyola, 1996.

MOTTA, R. L.; UIEDA, V. S. Dieta de duas espécies de peixes do Ribeirão do Atalho, Itatinga, SP. [S.l.]: Revista Brasileira de Zoociências, 2004. v.6, n.2, p.191-205.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. Ovos e larvas de peixes de água doce. Desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: EDUEM. 2001. 378p.

ONORATO, D.P.; ANGUS, P.A.; MARION, K.R. Comparison of a small-mesh seine and a backpack electroshocker for evatuating fish populations in a north-central Alabama stream. Bethesda, MD-EUA: North American Journal of Fisheries Management, 1998. v.18, p. 361-373.

PEDRO, F. Alimentação e comportamento predatório do tucunaré Cichla ocellaris Bloch & Schneider, 1801 (Osteichthyes: Cichlidae). João Pessoa: UFPB, 1995. (Dissertação de Mestrado).

PEREZ-JUNIOR, O. R. A ictiofauna do Ribeirão do Pântano, afluente da margem esquerda do Rio Mogi-Guaçu (Estado de São Paulo). Composição, distribuição longitudinal e sazonalidade. São Carlos: UFSCar, 2004. 96p. Dissertação (Mestrado).

RAMOS, R. T. da C.; RAMOS, T. P. A.; ROSA, R. de S.; BELTRÃO, G. de B. M.; GROTH, F. Diversidade de peixes (Ictiofauna) da bacia do rio Curimataú, Paraíba. In: ARAUJO, F.S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M.R.V. Análise das variações da biodiversidade do bioma caatinga: suporte das estratégias regionais de conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p.291-318.

RAMOS, T. P. A.; RAMOS, R. T. DA C.; RAMOS, S. A. Q. A. Ichthyofauna of the Parnaíba river Basin, Northeastern Brazil. Biota Neotropica, 2014. v. 14, n. 1. DOI: https://doi.org/10.1590/S1676-06020140039

REIS, S. A. Ribeirinhos e os impactos de represas na bacia hidrográfica dos rios Paraná (PR) e Cuiabá (MT). Maringá: Revista Urutágua - revista acadêmica multidisciplinar, 2009. ISSN 1519.6178 (on-line) Departamento de Ciências Sociais Universidade Estadual de Maringá (UEM). Maringá/ PR – Brasil.

ROSS, S. T. Mechanisms structuring stream fish assemblages: are there lessons from introduced species? [S.l]: Environmental Biology of Fishes, 1991. v.30, p.359-368.

SÁ NETO, A. A. Levantamento da ictiofauna de

água doce da Bacia do Rio Jaguaribe, João Pessoa, Paraíba, Brasil. 2004. João Pessoa: DSE-UFPB. Monografia de Graduação (Curso de Ciências Biológicas - Departamento de Sistemática e Ecologia da UFPB).

SIMON, T.P.; LYONS, J. Application of the index of biotic integrity to evaluate water resource integrity in freshwater ecosystems. Chapter 16. p. 243–260 In: DAVIS, W.S.; SIMON, T.P. Biological assessment and criteria: Tools for water resource planning and decision-making. Boca Raton-EUA: CRC Press, 1995. 415p.

SILVA, D. G. C. USO DE LAMBARIS (Astyanax sp.) COMO BIOINDICADORES DE CONTAMINAÇÃO AQUÁTICA NO RIO VACACAÍ – RS, BRASIL: RESPOSTAS BIOQUÍMICAS COMO FERRAMENTAS DE BIOMONITORAMENTO. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas). UNIPAMPA. São Gabriel- RS.

SILVA, A. E. D. Pesca artesanal e condições ambientais: a percepção dos pescadores do Rio Mumbaba, bacia do Rio Gramame, PB. 2014. 150p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

SILVA, J.; FERREIRA, F.; SUAREZ, Y.; LIMA-JUNIOR, S. Relação da integridade ambiental e a biologia de Serrapinnus notomelas (CHARACIDAE) EM CÓRREGOS URBANOS. Oecologia Australis. 2019. v. 23. p. 507-518. DOI: 10.4257/oeco.2019.2303.10.

SMITH, W.S. A estrutura da comunidade de peixes da bacia do rio Sorocaba em diferentes situações ambientais. São Carlos: Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, 1999. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental).

SMITH, W. S.; PETRERE JÚNIOR, M. Peixes em represas: o caso de Itupararanga. [S.l.]: Ciência Hoje, 2001. v.29, n. 170.

SOARES, R.R. Reprodução e alimentação de prochilodus brevis (Characiformes: Prochilodontidae) no rio Gramame, Paraíba, Brasil. João Pessoa: UFPB, 1996. 108p. (Dissertação de mestrado).

SOARES, R. R.; ROSA, I. L.; TORELLI, J. Alimentação e crescimento de Prochilodus brevis Steindachner, 1874 (Characiformes: Prochilodontidae) no rio Gramame, Paraíba, Brasil. [S.l.]: Rev.Nordestina Biol., 1998. v. 12, n.1/2, p.49-60.

STAECK, W.; LINKE, H. Large Cichlids: American Cichlids II, A Handbook for their identification, care and breeding. Melle-Germany: Tetra-Verlag, 1985. 216p.

SÚAREZ, Y. R.; PETRERE JÚNIOR, M. Gradientes de diversidade nas comunidades de peixes da bacia do rio Iguatemi, Estado do Mato Grosso do Sul. Porto Alegre: Iheringia. Série Zoologia, 2006. v. 96, n. 2, p. 197-204.

TEIXEIRA, R.L. Abundance, reproductive period, and feeding habits of eleotridid fishes in estuarine habitats of northeast Brazil. [S.l.]: Jour. Fish Biol., 1994. v. 45, p. 749-761.

TEIXEIRA, T. P.; PINTO, B. C. T.; TERRA, B. F.; ESTILIANO, E. O.; GRACIA, D.; ARAÚJO, F. G. Diversidade das assembleias de peixes nas quatro unidades geográficas do rio Paraíba do Sul. [S.l.]: Iheringia Série Zoologica, 2005. v. 95, n. 4, p. 347-357.

TÓFOLI, R. M., ALVES, G. H. Z., HIGUTI, J., CUNICO, A. M., & HANH, N. S. 2013. Diet and feeding selectivity of a benthivorous fish in streams: responses to the effects of urbanization. Journal of Fish Biology, 83(1), 39–51. DOI: 10.1111/jfb.12145

TORELLI, J; ROSA, I. L.; WATANABE, T. Ictiofauna do Rio Gramame, Paraíba, Brasil. [S.l.]: Iheringia ser. zool., 1997. v. 82, p. 67-73.

VARI, R. P. Systematics of the neotropical Characiform genus Steindachnerina Fowler (Pisces: Ostariophysi). [S.l.]: Smithonian Contributions to Zoology, 1991. n. 507, 118p.

VELLUDO, M. R. Ecologia trófica da comunidade de peixes do reservatório do Lobo (Broa), Brotas-Itirapina/SP, com ênfase à introdução recente da espécie alóctone Cichla kelberi (Perciformes, Cichlidae). São Carlos-SP: Universidade Federal de São Carlos, 2007. 89p. (Dissertação de mestrado).

VIANA, L. F., SÚAREZ, Y. R., & LIMA-JUNIOR, S. E. 2013. Influence of environmental integrity on the feeding biology of Astyanax altiparanae (Garutti & Britski, 2000) in the Ivinhema river basin. Acta Scientiarum, Biological Sciences, 35(4), 541– 548.

DOI: 10.4025/actascibiolsci.v35i4.19497
ZARET, T.M. The stability/diversity controversy: a test of hypotheses. [S.l.]: Ecology, 1982. v.63, p. 721-731.

Capítulo XVII

USO DO SENSORIAMENTO REMOTO PARA CARACTERIZAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTOS EM SUSPENSOS PROVENIENTES DE SANGRADOUROS



USO DO SENSORIAMENTO REMOTO PARA CARACTERIZAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTOS EM SUSPENSOS PROVENIENTES DE SANGRADOUROS

Veridiana Silva Herreira[1], Miguel da Guia Albuquerque[1,2], Tainã Costa Peres[3], Marine Jusiane Bastos da Silva[4], Breno Mello Pereira[5], Deivid Leal Alves[6]; Gilberto Rech[7]

[1]Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande, Avenida Itália, km 08, Rio Grande, Rio Grande do Sul, CEP 96203-900, [1]veridianaherreira@gmail.com, [2]miguel.albuquerque@riogrande.ifrs.edu.br
[2]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Rua Engenheiro Alfredo Huch, 475, Rio Grande, Rio Grande do Sul, CEP 96201-460, [2]miguel.albuquerque@riogrande.ifrs.edu.br (autor correspondente)
[3]Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Avenida Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, CEP 91540-000, tainacperes@gmail.com
[4]Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Avenida Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, CEP 91540-000, marinebsilva@gmail.com
[5]Bacharelado em Engenharia Geológica da Universidade Federal de Pelotas, Rua Gomes Carneiro, 1, Pelotas, Rio Grande do Sul, CEP 96055-630, brenomello178@gmail.com
[6]Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Rua General Mendes de Morais, 370, Jardim, Mato Grosso do Sul, CEP 79804-960, dclealalves@gmail.com
[7]Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande, Avenida Itália, km 08, Rio Grande, Rio Grande do Sul, CEP 96203-900, givrech86@gmail.com

RESUMO

Esse estudo se propõe a caracterizar a concentração de sólidos suspensos provenientes de sangradouros, com uso de imagens de satélite. Os sangradouros são corpos d'água responsáveis pela drenagem pluvial acumulada no campo de dunas, que acabam por causar descontinuidades no cordão de dunas frontais. O estudo foi conduzido em dois sangradouros situados no Balneário Cassino (estado do Rio Grande do Sul), sul do Brasil. A partir de dados de sensoriamento remoto foi possível realizar uma correlação entre as mudanças ocorridas na morfologia praial e a contribuição sedimentar do sangradouro. Tendo em vista que os sangradouros assumem um papel de destaque no escoamento do excedente hídrico proveniente de altas precipitações, um comparativo entre as migrações da calha do sangradouro, as taxas de aporte sedimentar, condições atmosféricas e regime pluviométrico servirão de subsidio para os gestores municipais, no que diz respeito ao manejo dessas feições.

Palavras-chave: Concentração de sólidos suspensos; Geomorfologia costeira, Geoprocessamento

ABSTRACT

This study proposes to characterize the concentration of suspended solids from washouts, using satellite images. The washouts are bodies of water responsible for the accumulated rainfall in the dune field, which end up causing discontinuities in the frontal dune string. The study was conducted in two spillways located in Balneário Cassino (Rio Grande do Sul state), southern Brazil. Based on remote sensing data, it was possible to establish a correlation between changes in beach morphology and the sedimentary contribution of the washout. Bearing in mind that the spillways assume a prominent role in the flow of excess water from high rainfall, a comparison between the migrations of the spillway gutter, the sediment input rates, atmospheric conditions and rainfall regime will serve as a subsidy for municipal managers, with regard to the management of these features.

Keywords: Concentration of suspended solids, Coastal geomorphology,Geoprocessing.

INTRODUÇÃO

As zonas costeiras estão incluídas entre os ambientes mais dinâmicos de nosso planeta, pois são áreas frequentemente modificadas por meio de variações energéticas causadas por processos naturais de diferentes escalas temporais (LÉLIS, 2003). Independente de alguma situação adversa, essas regiões se mantêm atrativas, sendo intensamente ocupadas por todas as classes sociais, com a instalação de equipamentos públicos e desenvolvimento de atividades econômicas tanto na porção marítima quanto na terrestre (BARRAGÁN, 2016).

No Brasil, a zona costeira configura-se como patrimônio nacional, pois constitui uma região privilegiada quanto aos recursos naturais, econômicos e humanos. A dinâmica costeira é a principal responsável pelos processos de erosão e/ou deposição nessas regiões. Os processos que causam alterações morfológicas na costa são os de transporte de sedimentos de forma que, estas mudanças irão ocorrer indefinidamente até que eventualmente a entrada de energia seja dissipada sem qualquer transporte sedimentar (PETHICK, 1984). A rapidez com que as alterações nesses ambientes acontecem torna necessária a obtenção

de dados precisos e de forma rápida. Ao longo da faixa litorânea do Rio Grande do Sul, são encontrados cursos d'água denominados sangradouros, os quais se situam, normalmente, na zona posterior à linha de dunas frontais ou entre cordões litorâneos (SERPA, 2008).

Os sangradouros, os quais podem ser popularmente conhecidos como arroios, exercem a função de conduzir, em direção ao mar, o acúmulo pluviométrico formado nas depressões ou banhados. Segundo Serpa (2008), estas feições se desenvolvem preferencialmente em praias cuja morfologia da região de pós-dunas apresenta tendência a acumular materiais e reter mananciais hídricos. Nesse contexto, o presente estudo buscou caracterizar os indicadores da contribuição sedimentar dos sangradouros da rua Pelotas e do Campo da Base, situados na praia do Cassino, município do Rio Grande, sul do Brasil, de forma a correlacionar os dados de aporte sedimentar do sangradouro com a variabilidade espaço-temporal do setor litorâneo monitorado. Os dois sangradouros foram escolhidos por terem características distintas, dentre as quais se destacam a presença de áreas com e sem urbanização, pela proximidade com o campo de dunas, e por terem servido de referência para outros estudos ligados a geomorfometria, e uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs) (PEREIRA; BONETTI, 2018).

O conhecimento do comportamento da direção e intensidade dos ventos é fundamental para que se tenha um melhor entendimento da dinâmica do ambiente praial quanto ao transporte, a deposição e a remoção de sedimentos (VILLWOCK et al., 1996). Os ventos na Planície Costeira do Rio Grande do Sul estão relacionados com dois anticiclones, o semifixo do Atlântico Sul e o Polar. A alternância entre esses dois anticiclones faz com que predomine vento de NE nos meses de setembro a fevereiro (primavera e verão) e ventos e SW de abril a agosto (outono e inverno) (CALLIARI; KLEIN, 1993; VILLWOCK et al., 1996).

A praia do Cassino (Figura 1) é uma costa dominada por ondas, com predominância de sedimentos de granulometria areia muito fina, e ventos predominantes são do quadrante Nordeste (NE) (CALLIARI; SPERANSKI; BOUKAREVA, 1998). Em termos morfodinâmicos, a localidade é classificada como sendo uma praia dissipativa, segundo classificação de Wright e Short (1984).

O transporte de sedimentos é controlado pela ação das ondas do quadrante sul, com deriva litorânea NE e, o regime pluviométrico é caracterizado por chuvas intensas ao longo do ano, principalmente no período do inverno (GONZAGA et al., 2020). Esses eventos são relacionados a processos hidrológicos complexos de descarga estuarina, transporte sedimentar da Bacia de Drenagem da Lagoa dos Patos e consequente exportação deste material para a região costeira adjacente à desembocadura da laguna (MARTINS; VILLWOCK; CALLIARI, 1978; BARLETTA; CALLIARI, 2000; MARQUES et al., 2006).

MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foram realizados levantamentos bibliográficos referentes as temáticas: sangradouros, sensoriamento remoto e sedimentos em suspensão. Para esse estudo foi realizada uma revisão bibliográfica junto as ferramentas digitais *Science direct, Scielo e AGU Journals*.

Para determinação de um indicador de aporte de sedimentos oriundos dos sangradouros estudados foi empregada a determinação do índice de Concentração de Sólidos Suspensos (CSS) presentes nas águas costeiras adjacentes a desembocadura dos sangradouros analisados. O CSS foi derivado a partir do comportamento espectral mensurado para águas com presença de sedimentos em suspensão apresentado por Jensen (2011), onde foi processado um conjunto de imagens do ano de 2020 adquiridas pelo sensor *Multi Spectral Instrument* (MSI) a bordo dos satélites da série *Sentinel-2* (A e B) da ESA. O sensor MSI da missão *Sentinel-2* (S2) adquire 13 bandas espectrais com resolução espacial de 10, 20 e 60 metros. Considerando a órbita combinada dos dois satélites (S2A e S2B), os dados MSI possuem um ciclo de revisita inferior a 5 dias.

As imagens foram obtidas através do portal do Serviço Geológico Americano - USGS (https://earthexplorer.usgs.gov/). Os dados são disponibilizados sem custo e com nível de

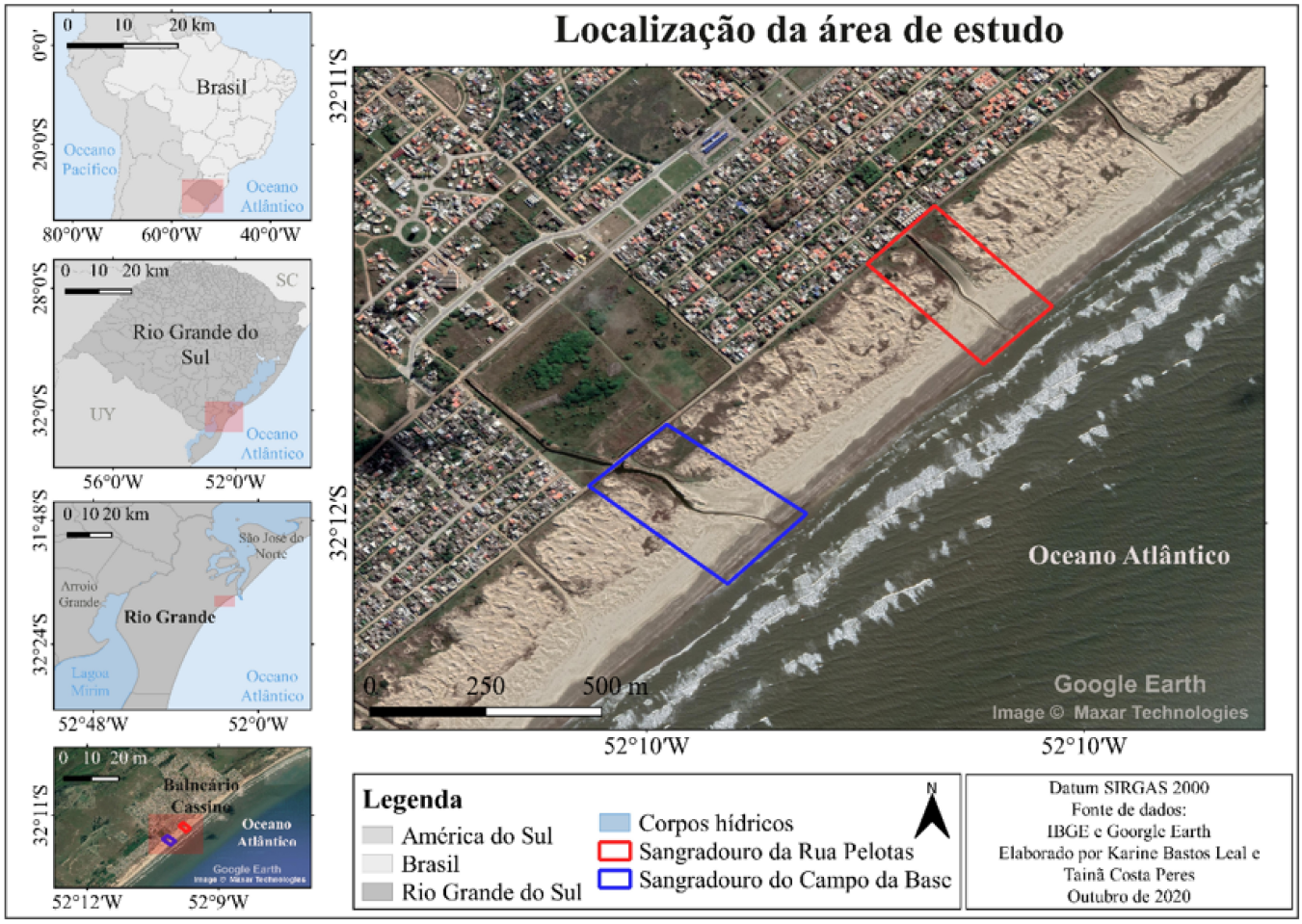


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

processamento L-1C, o que inclui correções radiométricas e geométricas básicas, abrangendo o cálculo de reflectância no Topo da Atmosfera (TOA), a orto-retificação das bandas baseada no modelo PlanetDEM90, e o registro geoespacial com precisão subpixel no sistema de referência WGS84 e coordenadas métricas, *Universal Transvera de Mercator* (UTM) (CHRISTOPHERSON et al., 2012).

Esses dados passaram por uma etapa de pré-processamento que incluiu a calibração radiométrica das bandas e a conversão da reflectância TOA para Reflectância de Superfície (BOA), realizada pelo *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP), *plugin* disponível no software QGIS. O SCP utiliza o método *Dark Object Subtraction* (DOS). A etapa final de pré-processamento consistiu no ajuste do sistema de coordenadas das cenas para UTM, Zona 22 Sul, adotado como base para este estudo. Após o pré-processamento, foi aplicado o cálculo da CSS para cada cena, obtendo-se assim um indicado volume sedimentar aportado pelos referidos sangradouros.

A Concentração de Sólidos Suspensos (CSS) é a quantidade de materiais sólidos em suspensão em um fluido. Os materiais em suspensão podem ser partículas inorgânicas, restos de plantas e/ou animais, resíduos industriais e urbanos, dentre outros materiais. No caso das interações desses materiais com as imagens Sentinel-2, a reflectância da banda espectral do vermelho (B5) é proporcional a concentração de sólidos em suspensão. Para a determinação de informações sobre propriedades de uma massa d'água, empregando dados de sensoriamento remoto, se considerou o processo de atenuação da água sobre o fluxo radiante solar incidente.

Para as estimativas CSS foi utilizada a premissa proposta por Jensen (2011) e validada pelos resultados apresentados por Peixoto et al. (2018), onde considera-se a correlação não-linear entre a reflectância da banda do vermelho (comprimentos de onda com interação altamente dependente do material suspenso da água) e a CSS,

resultando, dessa forma, na Equação 1:

$$CSS = \{|\frac{[\ln \frac{B5}{C1}]}{C2}\} \qquad 1$$

Onde, B5 (valor central de 0,705 µm) corresponde a banda espectral do vermelho próximo, com resolução espacial de 20 metros; C1 e C2 são constantes propostas por Peixoto et al. (2018) para saída em mg.L^{-1}; *ln* é a função logaritmo natural; e *Abs* é a função Absoluto, assegurando que a imagem-resultado exibirá valores absolutos entre 1 e -1.

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Os sólidos presentes na água podem estar distribuídos da seguinte forma: em suspensão (sedimentáveis e não sedimentáveis) e dissolvidos (voláteis e fixos). Sólidos em suspensão podem ser definidos como as partículas passíveis de retenção por processos de filtração. Sólidos dissolvidos são constituídos por partículas de diâmetro inferior a 10-3 µm e que permanecem em solução mesmo após a filtração (SUGUIO, 1973). A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica.

Para a calibração das estimativas de CSS obtidas indiretamente via dados de sensoriamento remoto orbital (i.e., imagens *SENTINEL-2* A e B), foi utilizado o método de ajuste de curvas através da comparação entre dados de referência formados por dados de CSS coletados *inloco* através do sistema SimCosta (https://simcosta.furg.br/home), que é uma rede integrada de plataformas flutuantes ou fixas que coletam regularmente dados meteo-oceanográficos, e os dados estimados indiretamente. O método de ajuste de curvas foi empregado com a ferramenta CFTool do software Matlab® (licença IFRS), e consistiu na aplicação de modelos de regressão (linear, quadrático, cúbico, exponencial, logarítmico e polinomial) que buscam obter através da abordagem por mínimos quadrados, o menor erro entre o modelo e os dados.

A partir dessa implementação, foi selecionado o método logarítmico, já previsto na literatura (JENSEN, 2011) como o mais adequado para dados de CSS, compondo o método com melhor resultado nas estimativas (Figura 2).

Com isso, foi obtido um modelo para calibração/conversão dos dados estimados de CSS, obtendo-se um RMSE de 1,395 mg.L^{-1}, compondo um erro da ordem de 4 a 12% frente aos valores medidos localmente e apontando uma excelente consistência nas estimativas realizadas .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o período monitorado, se observou no outono a predominância de ventos de leste e nordeste, com intensidades que variam de 2 a 6 m/s. No inverno as componentes de nordeste e sudoeste são, também, as mais significativas, entretanto, é observada uma maior predominância da última, que atinge de forma mais recorrente valores entre 6 e 8 m/s, tendo-se, assim, a componente de sudoeste intensificada, o que pode ser justificado pela maior frequência de passagens de sistemas frontais provenientes de altas latitudes na região. Já nas estações de primavera e verão, as componentes de nordeste e leste são mais representativas, tendo em vista a predominância da ação do Anticiclone do Atlântico Sul (ASAS).

Em relação a precipitação, os dados analisados mostram que os meses com os maiores índices (acima de 100 mm) foram janeiro, julho e setembro. Já os meses com menor índice de precipitação (abaixo de 50 mm) foram junho, outubro e dezembro. Nos meses de março e abril ficaram com índice entre 50 e 100 mm e no mês de setembro ficou com índice de precipitação de aproximadamente 150 mm.

Em relação as variáveis intensidade do vento e Concentração de Sólidos Suspensos (CSS) (Figura 3), quando feita uma correlação estatística entre esses parâmetros, foi observada uma correlação significativa entre essas variáveis (R^2= 90,65%). O erro médio quadrático ficou em torno de 0,593 mg.L^{-1}. Leal Alves et al. (2020) discute que o vento pode ser identificado como o principal agente capaz de forçar o movimento do sedimento

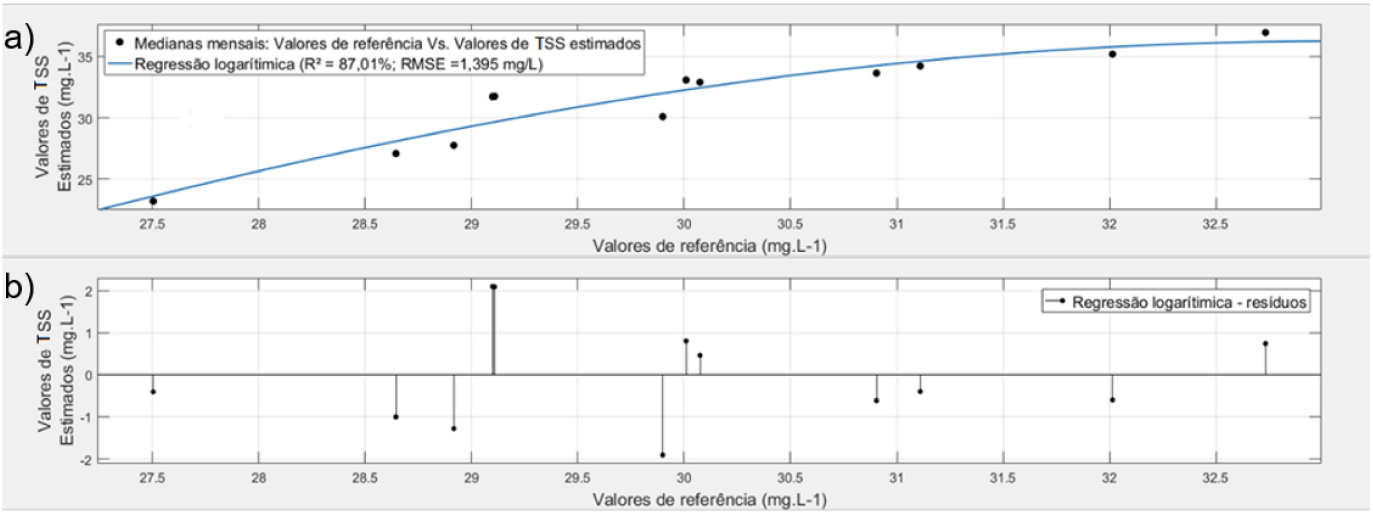


Figura 2. Modelo de calibração/ conversão de dados estimados de CSS.

na porção subaérea da praia. Portanto, a compreensão de seus componentes, velocidade e direção, são fundamentais no entendimento do desenvolvimento de um segmento praial. A importância dos ventos fica mais evidentes após eventos de alta energia onde, segundo Serpa et al. (2011), os sedimentos oriundos dos sangradouros acabam sendo distribuídos pela zona de espraiamento em grandes quantidades.

Na caracterização sazonal da contribuição de sólidos suspensos pelos sangradouros (Tabela I), tem-se para o sangradouro do Campo da Base, no verão, uma média de concentração de 22,96 g/L para dia 14/03/2018. No outono, a maior concentração média de sólidos suspensos foi registrada em 23/05/2018, e foi de 25,34 g/L. Na estação do inverno na data 24/07/2018, tem-se a concentração média de 23,48 g/L, e para a estação da primavera temos a concentração média 25,09 g/L na data 11/12/20018. Os dados mostram que em termos de concentração média de sólidos suspensos, os meses de verão e outono apresentam as maiores concentrações, quando comparados aos meses de inverno e primavera.

A Tabela II mostra os dados combinados de variáveis meteorológicas e concentração de sedimentos em suspensão para o sangradouro do Campo da Base, no ano de 2018. As maiores concentrações médias são registradas para os meses de maio (25,34 g/L), junho (25,05 g/L), outubro (24,16 g/L) e dezembro (25,09 g/L). Para os dois primeiros períodos, as concentrações elevadas podem estar associadas a contribuição dos eventos extremos incidentes na costa do RS. Combinados as condições de vento SW, esses extremos meteorológicos atuam tanto na maior remoção de sedimentos do perfil praial quanto na entrada de água, via maré meteorológica positiva, nos sangradouros.

Tendo em vista que os sangradouros tem um

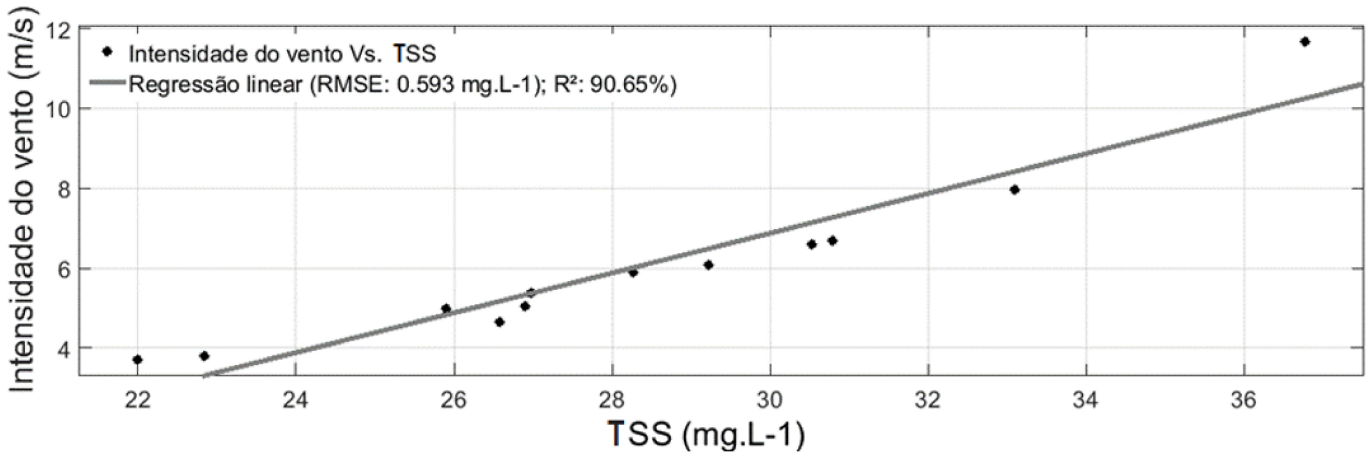


Figura 3. Correlação entre dados de regressão linear para intensidade dos ventos e concentração de sólidos suspensos.

Tabela I: Dados de concentração de sólidos suspensos no sangradouro do campo da Base.

Data	Concentração máxima (g/L)	Concentração mínima (g/L)	Concentração média (g/L)	Desvio Padrão
05/01/2018	24,12	16,76	21,41	2,58
14/02/2018	24,87	17,28	21,49	2,35
14/03/2018	25,98	15,64	22,96	2,61
05/04/2018	25,71	20,35	23,55	2,17
23/05/2018	27,16	23,6	25,34	1,22
04/06/2018	26,82	23,16	25,05	1,03
24/07/2018	25,17	20,37	23,48	1,47
18/08/2018	24,08	20,34	22,64	0,99
22/09/2018	25,26	18,45	22,58	1,98
15/10/2018	25,92	20,89	24,16	1,41
09/11/2018	24,18	20,47	22,5	1,06
11/12/2018	29,31	19,96	25,09	2,88

Tabela II: Variáveis meteorológicas e concentração de sedimentos em suspensão das quatro estações do ano para o sangradouro do campo da Base.

Sangradouro Campo da Base				
Meses	**Precipitação mensal (mm) do município do Rio Grande (2018)**	**Direção do Vento**	**Velocidade do Vento média (m/s)**	**TSS Concentração média (g/L)**
Janeiro	110,6	NE	~3,51	21,41
Fevereiro	65,4	NE	~3,51	21,49
Março	76	SW	~3,51	22,96
Abril	82	SW	~2,78	23,55
Maio	58	SW	~2,78	25,34
Junho	8,8	SW	~2,78	25,05
Julho	227	SW	~3,09	23,48
Agosto	75,4	SW	~3,09	22,64
Setembro	147,6	NE	~3,09	22,58
Outubro	19,8	NE	~3,57	24,16
Novembro	57,4	NE	~3,57	22,50
Dezembro	46,2	NE	~3,57	25,09

papel de atenuação do impacto dos eventos extremos junto ao ambiente costeiro, estes acabam recebendo uma carga de material em suspensão considerável, proveniente da zona de surfe. Para os meses de outubro e dezembro, as altas taxas de sólidos em suspensão estão associadas a contribuição sedimentar continental, uma vez que esse sangradouro, segundo Leal Alves (2020), tem conectividade com a rede de canais de drenagem interior.

Em relação a contribuição sedimentar da zona de surfe, Fontoura (2004) discute que o transporte longitudinal na praia do Cassino é bidirecional onde, 18% do transporte são realizados por arraste de fundo enquanto que os 82% restantes ocorrem por suspensão da coluna d'água. Quando

comparada a capacidade de sedimentos da hidrodinâmica marinha e da descarga fluvial dos sangradouros, Serpa (2013) destaca que estas diferem consideravelmente.

Para o sangradouro do campo da Rua Pelotas, a Tabela III, mostra os dados provenientes de sensoriamento remoto mostram que para a estação do verão a média dos sólidos suspensos é de 23,61g/L para dia 14/03/2018. No outono tem-se a concentração média de 24,54 g/L para o dia 23/05/2018. Para o inverno na data 04/06/2018 tem-se a concentração média de 24,14 g/L, e para a estação da primavera tem-se a concentração média 24,04 g/L na data 11/12/2018.

Quando observados os dados de CSS com as variáveis meteorológicas (direção e intensidade dos ventos) foi observado que as maiores concentrações médias de sólidos suspensos são nos meses de outono e fim da primavera, conforme a Tabela IV. A condição de vento sudoeste favorece um maior

Tabela III: Dados de concentração de sólidos suspensos no sangradouro da Rua Pelotas.

Data	Concentração máxima (g/L)	Concentração mínima (g/L)	Concentração média (g/L)	Desvio Padrão
05/01/2018	23,82	16,37	21,06	3,08
14/02/2018	25,08	17,65	21,67	2,39
14/03/2018	26,09	19,98	23,61	1,95
05/04/2018	25,78	19,93	23,61	2,29
23/05/2018	26,97	22,22	24,54	1,85
04/06/2018	26,53	21,57	24,14	1,71
24/07/2018	25,62	20,96	23,25	1,68
18/08/2018	25,1	19,36	22,68	1,64
22/09/2018	27,48	18,49	23,16	2,13
15/10/2018	27,4	19,96	23,64	2,07
09/11/2018	24,56	19,99	22,75	1,36
11/12/2018	27,8	19,38	24,04	3,24

Tabela IV: Variáveis meteorológicas e concentração de sedimentos em suspensão das quatro estações do ano para o sangradouro da Rua Pelotas.

Sangradouro rua Pelotas				
Meses	**Precipitação total mensal do município do Rio Grande (2018)**	**Direção do Vento**	**Rosa dos Ventos**	**TSS Concentração média (g/L)**
Janeiro	110,6	NE	~3,51	21,06
Fevereiro	65,4	NE	~3,51	21,67
Março	76	SW	~3,51	23,61
Abril	82	SW	~2,78	23,61
Maio	58	SW	~2,78	24,54
Junho	8,8	SW	~2,78	24,14
Julho	227	SW	~3,09	23,25
Agosto	75,4	SW	~3,09	22,68
Setembro	147,6	NE	~3,09	23,16
Outubro	19,8	NE	~3,57	23,64
Novembro	57,4	NE	~3,57	22,75
Dezembro	46,2	NE	~3,57	24,04

aporte sedimentar por parte do sangradouro da Rua Pelotas.

A baixa contribuição sedimentar do mês de novembro de 2018 está associada aos baixos índices de precipitação do período, o que contribuiu para o início do processo de fechamento do sangradouro da Rua Pelotas. Durante esse período foi evidenciado também um estrangulamento da calha do sangradouro na região próxima as dunas frontais. A concentração de sólidos suspensos máxima foi de 24,56 g/l, mínima 19,99 g/l, média 22,75 g/L, desvio padrão de 1,36. Os meses de junho e dezembro apresentaram índice de precipitação abaixo de 50 mm. Contudo, a atuação dos ventos de NE e SW, os quais são considerados como os principais responsáveis pelas mudanças ocorridas na costa do Rio Grande do Sul, podem ser apontados como o fator principal para as altas contribuições sedimentares registradas no sangradouro da Rua Pelotas.

Os baixos índices pluviométricos acabam por proporcionar um pequeno aumento no volume hídrico do sangradouro, causando como consequência o aumento do seu comprimento na face de praia, abrindo conexão com o mar. A precipitação anual não apresenta uma sazonalidade bem definida, embora ocorram taxas mais elevadas no inverno e na primavera e taxas mais baixas no verão.

Para os meses de março e abril ficaram com índice de precipitação entre 50 e 100 mm e no mês de setembro ficou com índice de precipitação de aproximadamente 150 mm. Nesses meses foram feitas as medições com drone e satélite. No outono, observa-se a predominância de ventos de leste e nordeste, com intensidades que variam de 2 a 6 m/s. Nessa estação, é observada ainda uma componente representativa de ventos de sudoeste, que atingem maiores intensidades, de até 8 m/s.

O conhecimento de como se dá o processo de drenagem das áreas interiores ao litoral é de grande importância, visto que é uma componente relevante para o entendimento das contribuições de sedimentos em suspensão na zona costeira. Quando comparadas as contribuições sedimentares dos sangradouros da Rua Pelotas e do Campo da Base, foi observado que os valores elevados de CSS para o segundo podem estar associados a rede de drenagem da Barreira Cassino. Leal Alves (2020) destaca que a rede de drenagem interna, composta por uma rede dendrítica de drenagem e por bacias de escoamento costeiro, são responsáveis por drenar as valas das dunas em direção ao sistema praial.

Para o sangradouro do Campo da Base, o qual está ligado à está rede de drenagem interior, os episódios de maior ou menor contribuição de sedimentos em suspensão a planície costeira vai depender do nível de precipitação. A altura do lençol freático contribui para a erosão do segmento costeiro e para ocorrência de sangradouros. Em anos de elevados índices de pluviosidade, Rheinhardt e Faser (2001) destacam que o lençol freático atinge a superfície e torna o solo completamente saturado. Essa situação, segundo Leal Alves et al. (2020), gera uma ruptura das áreas interiores que estão retendo água. Em anos onde ocorrem baixos volumes pluviométrico, o processo se inverte e o lençol freático não apresenta uma atuação ativa junto a rede de drenagem.

CONCLUSÕES

Em relação as componentes vento e pluviosidade se conclui que para período do verão, os ventos de leste e nordeste são predominantes (velocidade variando entre 2 a 6 m/s). Contudo, a componente mais representativa é proveniente de sudoeste, com intensidade de 8 m/s. No inverno, as direções nordeste e sudoeste são as mais predominantes, com ventos também de intensidade de 8 m/s. Quando feita uma correlação estatística entre a concentração de sólidos suspensos e a intensidade dos ventos, se concluiu que estas componentes tinham uma boa correlação (R^2 = 90, 65%). Em termos de precipitação, os meses de janeiro, julho e setembro de 2018 (índices pluviométricos acima de 100 mm) foram responsáveis pelas maiores descargas de sólidos suspensos provenientes dos sangradouros.

Para sangradouros que possuem ligação com a rede de drenagem mais continental os dados extraídos das imagens Sentinel-2 mostraram que, os meses de verão e outono, quando associados a altos índices de pluviosidade, são responsáveis pela

condução de uma grande carga de sólidos suspensos para a praia. Para o sangradouro da rua Pelotas, as variações de concentração de sólidos suspensos encontradas variaram entre 16,37 a 27,80 g/L, e para o campo da Base foram de 15,64 a 29,31 g/L. Em termos estatísticos, a partir de uma regressão linear, foi observado que os dados coletados, quando confrontados com a intensidade dos ventos, apresentaram um erro médio quadrático (RMSE) de 0,593 g/L.

Por fim, o estudo revelou o potencial do sensoriamento remoto no monitoramento da dinâmica e distribuição espacial da concentração de sedimentos em suspensão provenientes de sangradouros. Um melhor entendimento entre as relações de reflectância espectral da água com os processos que ocorrem próximo ao litoral, bem como nos ambientes interiores, auxiliaram na estimativa da distribuição e concentração da carga de sólidos suspensos disponibilizados pelos sangradouros.

REFERENCIAS BLIBLIOGRÁFICAS

BARLETTA, R. C.; CALLIARI, L. J. Detalhamento dos aspectos atmosféricos e ondulatórios que determinam as características morfodinâmicas das praias do Litoral Central do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE PRAIAS ARENOSAS, VALE DO ITAJAÍ, 2000. Anais [...], Rio de Janeiro: Do Autor. 2000, p. 168-170.

BARRAGÁN, J. M. M. Política, gestão e litoral: uma nova visão da Gestão Integrada das Áreas Litorais. Tradução: Marinez Eymael Garcia Scherer et al. Madri: Editorial Tébar Flores, 2016, 686 p.

CALLIARI, L. J.; SPERANSKI, N.; BOUKAREVA, I. Stable focus wave rays as a reason of local erosion at the southern Brazilian coast. Journal of Coastal Research, v.26, n.2, p. 19-23, 1998.

CALLIARI, L. J.; KLEIN, A. H. F. Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. Pesquisas em Geociências, n. 20, v. 2, p. 48-56, 1993.

CHRISTOPHERSON, R, W. Geossistemas – Uma introdução à geografia física. 7. ed. Tradução Francisco Eliseu Aquino et al. Porto Alegre: Bookman, 2012. 726 p.

FONTOURA, J. A. S. Hidrodinâmica costeira e quantificação do transporte longitudinal de sedimentos não coesivos na zona de surfe das praias adjacentes aos molhes da barra do Rio Grande, RS, Brasil. 2004. 223 p., Tese de doutorado (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), Instituto de Pesquisas Hidráulicas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2004.

GONZAGA, B. A. et al. Development of a low-cost ultrasonic sensor for groundwater monitoring in coastal environments: validation using field and laboratory observations. Journal of Coastal Research, v.95, n.SI, p. 1001-1005, 2020.

JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres. 2. ed. Tradução de João Carlos Neves Epiphanio et al., São José dos Campos: Parêntese, 2011.

LEAL-ALVES, D. C.; et al. Digital elevation model generation using UAV-sfM photogrammetry techniques to map sea-level rise scenarios at Cassino beach, Brazil. SN Applied Sciences, v. 2, n. 2181, p. 1-19, 2020.

LÉLIS, R. J. F. Variabilidade da Linha de Costa Oceânica Adjacente às Principais Desembocaduras do Rio Grande do Sul. 2003. 81 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia), Instituto de Oceanografia - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2003.

MARQUES, W. C. et al. A dinâmica da pluma costeira da Lagoa dos Patos, Brasil. In: SEMINÁRIO E WORKSHOP EM ENGENHARIA OCEÂNICA. 2., Rio Grande. Anais [...], Rio Grande, 2006. p.1-12.

MARTINS L. R.; VILLWOCK, J. A.; CALLIARI, L. J. A Ocorrência de Lama na Praia do Cassino. Anais Hidrográficos, v. 35, p. 159-170, 1978.

PEIXOTO, D. W. B.; GUASSELI, L. A.; PEREIRA FILHO, W. Estimativa de concentração de sedimentos em suspensão a partir de imagens Landsat 8 em PCHS no rio Ivaí-RS, Geociências, v. 37, n. 1, p. 147 - 154, 2018.

PEREIRA, M. L. M.; BONETTI, J. Caracterização geomorfológica do relevo submarino de áreas marinhas protegidas brasileiras com base em técnicas de análise espacial. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 19, n. 1, p. 127-147, 2018.

PETHICK, J. An Introduction to Coastal Geomorphology. London: Edward Arnold, 1984, 260 p.

RHEINHARDT, R. D.; FASER, K. Relationship Between Hydrology and Zonation of Freshwater Swale Wetlands on Lower Hatteras Island North Carolina, USA. Wetlands, v. 21, n. 2, p. 265-273, 2001.

SERPA, C. G. Morfodinâmicapraial relacionada à presença de corpos de água intermitentes em duas praias da costa do Rio Grande do Sul, Brasil. 2013. 131 p., Tese (Doutorado em Oceanografia), Instituto Oceanográfico - Universidade Federal do Rio Grande, 2013.

SERPA, C. G. et al. Study of the responsible factors for the closure of an intermitent washout during a storm surge, Rio Grande do Sul, Brazil. Journal of Coastal Research, v. 64, n. SI, p. 2068-2073, 2011.

SERPA, C. G. Estudo da Influência dos Fatores Climáticos, Hidrológicos e Morfológicos no Ciclo de Vida de um Sangradouro Intermitente, Praia do Cassino, Brasil. 2008. 95 p., Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Oceânica) – Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2008.

SUGUIO, K. Introdução à Sedimentologia. São Paulo: Editorial Edgard Blücher, 1973, 316 p.

VILLWOCK, J. A. et al. A Transgressão Marinha Atual na Costa do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., Salvador. Anais [...], Salvador, 1996, p. 296-299.

WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. Marine Geology, v.56, p. 93-118, 1984.

Capítulo XVIII

TAXAS DE VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA NAS PRAIAS DO LITORAL NORTE DO ESTADO DA PARAÍBA



TAXAS DE VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA NAS PRAIAS DO LITORAL NORTE DO ESTADO DA PARAÍBA

Nadja Cecília de Freitas Silva[1]; Christianne Maria da Silva Moura[2]; Jefferson da Costa Silva[3]; Saulo Roberto de Oliveira Vital[4]

[1]Bacharelado em Geografia da Universidade Federal da Paraíba, Campus I - Cidade Universitária, s/n, João Pessoa, Paraíba, CEP 58051-900, nadja.cecilia@gmail.com (autora correspondente)
[2],4Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, Campus I - Cidade Universitária, s/n, João Pessoa, Paraíba, CEP 58051-900, [2]cmm_reis@yahoo.com.br, [4]saulo.vital@academico.ufpb.br
[3]Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba, Avenida Monsenhor Walfredo Leal, 181, João Pessoa, Paraíba, CEP 58020-540, jeffersonsilvageo@gmail.com

RESUMO

As praias são ambientes extremamente dinâmicos, que reagem às alterações do meio físico, por meio da interferência na dinâmica dos processos sedimentares ao longo da costa. Tais alterações são resultantes da interação complexa entre o homem e o meio ambiente. Diversos exemplos do litoral brasileiro, bem como a nível global, comprovam que além dos processos naturais de erosão costeira, a instalação de construções rígidas, provoca uma aceleração dessa erosão. O litoral do estado da Paraíba possui cerca de 145 km de extensão de linha de costa, e o Setor Costeiro Norte, que corresponde ao objeto deste estudo, abrange aproximadamente 55 km de extensão e é constituído pelos municípios de Mataraca, Rio Tinto, Baía da Traição, Marcação e Lucena. O presente trabalho objetiva classificar as praias do litoral norte da Paraíba, quanto à sua taxa de variação de linha de costa, em longo prazo. Para isso, foi feita a análise dos dados obtidos por meio da plataforma Aqua Monitor e realizou-se também o levantamento de dados através da plataforma CASSIE, para um período de 32 anos, verificando as variações de linha de costa entre os anos de 1984 e 2016. A plataforma CASSIE consiste numa ferramenta web de código aberto para mapeamento e análise automática do litoral usando imagens de satélite, destacando as praias que possuem tendência à acresção, erosão ou estabilidade, onde os transectos são coloridos de acordo com a classificação proposta por Esteves e Finkl (1998), considerando os valores de LRR (Linear Regression Rate) em metros/ano. As praias da área de estudo foram classificadas com tendência à acresção, à estabilidade, e à erosão da linha de costa. Os resultados obtidos através dos levantamentos demonstram que, 41,22% das localidades analisadas apresentaram acresção, 42,10% apresentaram estabilidade e 16,66% apresentaram tendência ao recuo da linha de costa. Além disso, os resultados encontrados a partir do levantamento de dados através das plataformas e em campo podem ser considerados iniciais para pesquisas futuras, uma vez que servem como subsídio para uma análise mais detalhada das praias do Setor Costeiro norte paraibano para compreensão dos impactos provenientes da erosão na linha de costa do estado.

Palavras-chave: Erosão Costeira, Geoindicadores, Dinâmica Costeira, Litoral Norte da Paraíba.

ABSTRACT

Beaches are extremely dynamic environments that react to changes in the physical environment by interfering with the dynamics of sedimentary processes along the coast. Such changes result from the complex interaction between man and the environment. Several examples from the Brazilian coast, as well as at a global level, prove that besides the natural coastal erosion processes, the installation of rigid constructions causes an acceleration of this erosion. The coast of the state of Paraíba has about 145 km of coastline, and the Northern Coastal Sector, which corresponds to the object of this study, comprises approximately 55 km of extension and is formed by the municipalities of Mataraca, Rio Tinto, Baía da Traição, Marcação and Lucena. The present work aims to classify the beaches of the northern coast of Paraíba, as to their long term coastline variation rate. For this, the analysis of the data obtained through the Aqua Monitor platform was carried out, as well as the data survey through the CASSIE platform, for a 32-year period, verifying the shoreline variations between the years 1984 and 2016. The CASSIE platform consists of an open source web tool for mapping and automatic analysis of the coastline using satellite images, highlighting the beaches that have a tendency to accretion, erosion or stability, where the transects are colored according to the classification proposed by Esteves and Finkl (1998), considering the LRR (Linear Regression Rate) values in meters/year. The beaches of the study area were classified with tendency to accretion, stability, and shoreline erosion. The results obtained from the surveys show that, 41.22% of the localities analyzed presented accretion, 42.10% presented stability, and 16.66% presented a tendency for shoreline retreat. Furthermore, the results found from the data survey through the platforms and in the field can be considered initial for future research, since they serve as a subsidy for a more

detailed analysis of the beaches of the Northern Coastal Sector of Paraíba in order to understand the impacts from erosion on the coastline of the state.

Keywords: Coastal Erosion, Geoindicators, Coastal Dynamics, North Coast of Paraíba.

INTRODUÇÃO

A zona costeira constitui uma das zonas terrestres mais povoadas e desenvolvidas do mundo, e pode ser considerada a área de maior produtividade biológica do planeta. Historicamente, as atividades econômicas globais concentram-se na costa, onde se estabeleceu uma elevada quantidade e diversidade de usos. Esses usos incluem áreas de atividade petrolífera (extração e refino), portuária, agrícola e agroindustrial, pecuária, pesqueira, de aquicultura, extração mineral e vegetal, reflorestamento, exploração de salinas, de turismo, recreação e veraneio, entre tantas outras (LUIJENDIJK, 2018; POLETTE; ASMUS, 2015).

As praias são ambientes extremamente dinâmicos, que reagem às alterações do meio físico, por meio da interferência na dinâmica dos processos sedimentares ao longo da costa. Tais alterações são resultantes da interação complexa entre o homem e o meio ambiente. Diversos exemplos do litoral brasileiro, bem como a nível global, comprovam que além dos processos naturais de erosão costeira, a instalação de construções rígidas, provoca uma aceleração dessa erosão.

Luijendijk et al. (2018) apresentam os resultados de uma avaliação global da ocorrência de praias arenosas e taxas de variação de linha costa. Segundo os autores, a análise de imagens de satélite disponíveis gratuitamente, capturadas desde 1984, indicam que 24% das praias arenosas do mundo estão sendo erodidas a uma taxa superior a 0,5 m/ano, enquanto 28% estão acumulando sedimentos e 48% estão estáveis.

Segundo Dominguez et al. (2016), o litoral da Paraíba está situado em uma região do Brasil caracterizada por uma tendência de longo prazo para erosão da linha de costa. A quase ausência de terraços marinhos do Holoceno e do Pleistoceno, ao longo da zona costeira, é apontada como principal evidência para esta tendência de longo prazo para a erosão. Os terraços marinhos evidenciam as paleolinhas de costa e servem como indicadores da evolução da morfologia do ambiente praial. A quase ausência dos terraços marinhos na área de estudo resultam em praias mais estreitas e mais vulneráveis à erosão costeira.

Nas últimas décadas, o litoral paraibano apresentou um crescimento populacional significativo, com consequente crescimento imobiliário, decorrente do desenvolvimento do turismo e abertura de novas estradas, possibilitando o acesso às áreas antes pouco habitadas. Esses fatos, de certo modo, potencializam ainda mais o processo erosivo nas praias, pois a ocupação e/ou instalação de estruturas fixas em locais inadequados, sem a observância dos limites de oscilação do perfil praial, contribuem para o agravamento da erosão costeira natural (REIS; FEITOSA; REIS, 2019).

De acordo com o IBGE (2010), a população residente nos municípios costeiros da Paraíba corresponde a 3.766.528 habitantes. Para Farinaccio e Tessler (2010) muitas das atividades antrópicas desenvolvidas nesse ambiente privam as costas de seu natural suprimento de areia, como as obras de regularização e estabilização de rios e a mineração em áreas fontes de sedimentos, obras portuárias entre outras. Além destas, é comum nas praias brasileiras, a construção de uma infraestrutura de lazer constituída de bares, quiosques e todo o complexo de condomínio de pousadas e hotéis que avançam sobre áreas de domínio da ação marinha.

Segundo Souza et al. (2005), a erosão em uma praia se torna um problema quando passa a ser um processo severo e permanente ao longo de toda essa praia ou em um trecho dela, ameaçando áreas de interesse ecológico e socioeconômico. A erosão costeira é um dos principais responsáveis pelos impactos que ocorrem na zona costeira, além de ocasionar problemas à praia, aos ambientes naturais, assim como, aos ambientes de uso da população, como estradas, casas e quiosques.

De acordo com Souza (2009), podemos destacar pelo menos treze consequências: 1) redução na largura da praia e retrogradação ou

recuo da linha de costa; 2) desaparecimento da zona de pós-praia; 3) perda e desequilíbrio de habitats naturais; 4) aumento na frequência e magnitude de inundações costeiras, causadas por ressacas ou eventos de marés de sizígia; 5) aumento da intrusão salina no aquífero costeiro e nas drenagens superficiais da planície costeira; 6) perda de propriedades e bens públicos e privados ao longo da linha de costa; 7) destruição de estruturas artificiais paralelas e transversais à linha de costa (obras costeiras); 8) perda do valor imobiliário de habitações costeiras; 9) perda do valor paisagístico da praia e/ou da região costeira; 10) comprometimento do potencial turístico da região costeira; 11) prejuízos nas atividades socioeconômicas da região costeira; 12) artificialização da linha de costa devido à construção de obras costeiras (para proteção e/ou recuperação ou mitigação); 13) gastos astronômicos com a recuperação de praias e reconstrução da orla marítima (incluindo propriedades públicas e privadas, equipamentos urbanos diversos e estruturas de apoio náutico, de lazer e de saneamento).

Diante disso, observa-se a necessidade de se estabelecer mecanismos que possam auxiliar os processos de análise dos impactos erosivos ao ambiente costeiro. Além disso, o presente trabalho tem como principal objetivo, classificar praias do litoral norte da Paraíba, quanto à sua taxa de variação de linha de costa, no período entre os anos de 1984 e 2016. No que se refere aos objetivos específicos, tem-se: I) Caracterizar os aspectos geológicos e geomorfológicos que predominam no litoral Norte da Paraíba; II) Elencar os geoindicadores de erosão costeira que melhor caracterizam o processo erosivo na área em estudo; III) Detalhar o levantamento das taxas de variação da linha de costa com base nos dados obtidos a partir da plataforma Aqua Monitor; IV) Classificar as taxas de variação da linha costa com base nos dados que serão levantados na plataforma CASSIE, e confrontá-los com os dados levantados anteriormente; V) Identificar as áreas mais vulneráveis à erosão costeira a partir das ferramentas utilizadas.

Área de estudo

O litoral do estado da Paraíba possui cerca de 145 km de extensão de linha de costa, e o Setor Costeiro Norte, que diz respeito a área deste estudo, abrange aproximadamente 55 km de extensão, correspondendo a cerca de 38% do litoral paraibano. A área de estudo compreende os municípios de Mataraca, Rio Tinto, Baía da Traição, Marcação e Lucena, representados na Figura 1.

No tocante às características geomorfológicas dos municípios em questão, tem-se que, Mataraca, assim como Baía da Traição, Rio Tinto, Marcação e Lucena, estão inseridos na unidade Geoambiental dos Tabuleiros Costeiros, que por sua vez, acompanha o litoral de todo o Nordeste, apresentando altitude média de 50 a 100 metros. No que se refere à Geologia, de acordo com o Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2005), os municípios do Setor Costeiro Norte possuem unidades litoestratigráficas semelhantes, são elas:

- Qfm - Depósitos flúvio-marinhos (fm): depósitos indiscriminados de pântanos e mangues, flúvio-lagunares e litorâneos.
- NQc - Depósitos colúvio-eluviais: sedimento arenoso, areno-argiloso e conglomerático.
- ENb - Grupo Barreiras (b): arenito e conglomerado, intercalações de siltito e argilito.

De acordo com Dominguez et al. (2018), a costa da Paraíba pode ser subdividida em três compartimentos com base na geomorfologia costeira. Fazem parte do Compartimento I, as linhas de costa dos seguintes municípios: João Pessoa (a partir da Ponta do Cabo Brando, em direção ao sul), Conde e Pitimbu.

> Nesse trecho estão presentes formações recifais franjantes bordejando a linha de costa, paleo-falésias da Formação Barreiras, muito próximas à linha de costa, falésias ativas com um estreito terraço arenoso, muitas vezes vegetado, ou o próprio prisma praial, protegendo o sopé das falésias do contato direto com as ondas.
> (Dominguez, 2018, pág. 231).

O Compartimento II, está limitado ao sul pela ponta do Cabo Branco (João Pessoa), e em direção ao norte inclui ainda as praias de Cabedelo e Lucena.

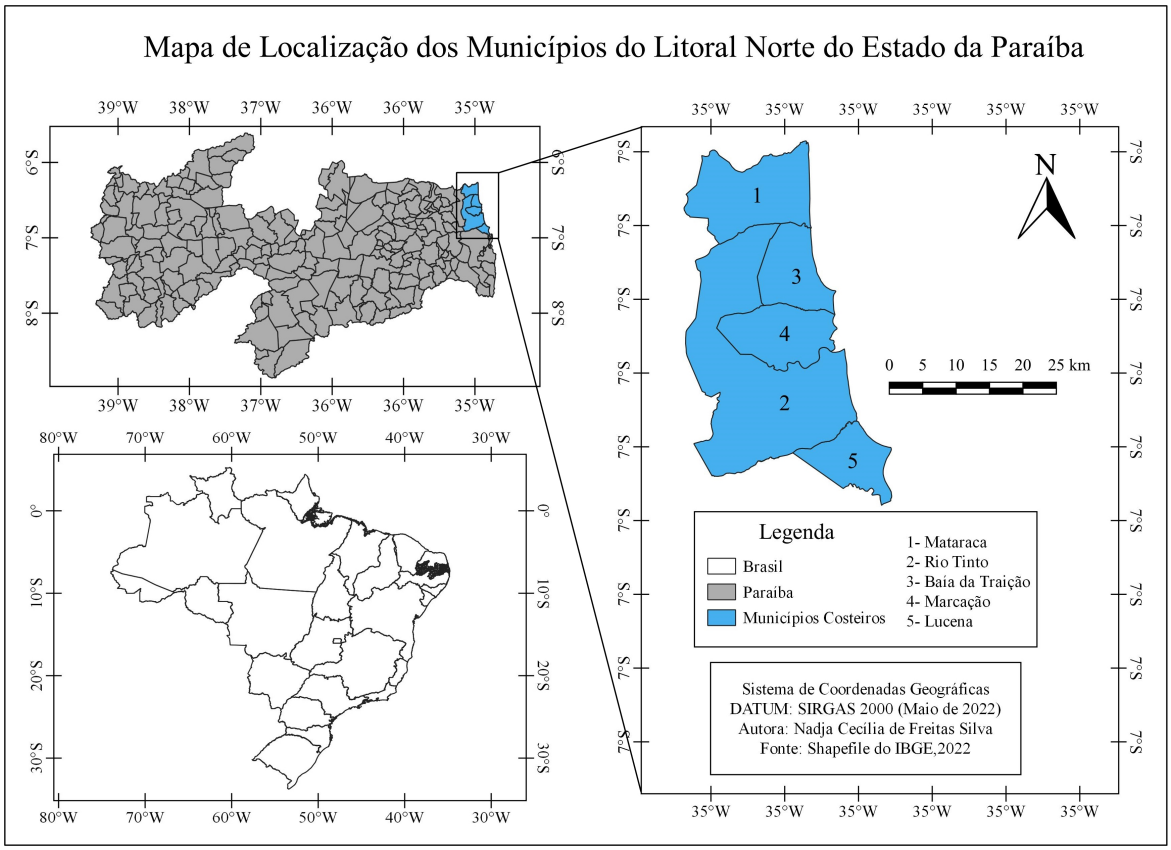


Figura 1. Mapa de Localização dos municípios do litoral norte do Estado da Paraíba.

> Neste compartimento, onde deságua o rio Paraíba, os depósitos quaternários alcançam sua maior expressividade e as falésias ativas estão ausentes. (Dominguez, 2018, pág. 231).

No Compartimento III estão as praias dos demais municípios costeiros da Paraíba. Além disso, compreende os municípios da área de estudo, são eles: Mataraca, Baía da Traição, Marcação e Rio Tinto.

> Neste compartimento a linha de costa apresenta uma geometria mais retilínea, e as construções recifais estão ausentes, à exceção do extenso arenito de praia que bloqueia a entrada da Baía da Traição. (Dominguez, 2018, pág. 231).

MATERIAL E MÉTODOS

Nessa pesquisa foram utilizados os "geoindicadores" que segundo Martins et al. (2016, p. 534), são apontados como uma alternativa para realizar avaliações do potencial risco de desastres naturais em áreas costeiras. Estes autores destacam ainda que tais indicadores "fornecem tendências que ajudam a entender os processos atuantes na costa".

Para determinar a situação da erosão costeira nas praias da área em estudo, de forma qualitativa, serão utilizados os trabalhos de Souza et al. (2005); Souza (2009); Martins (2015); Martins et al. (2016). Segundo os referidos autores, os indicadores de erosão costeira encontrados no litoral de São Paulo, são também os mais comumente encontrados em outras praias brasileiras. Para o litoral paraibano serão observados ao longo de sua linha de costa os seguintes geoindicadores de erosão costeira (Quadro I).

Os referidos geoindicadores quando necessário serão adaptados à morfologia predominante em cada setor costeiro paraibano. Para classificar as praias com base nas taxas de variação da linha de costa, foram utilizados os dados disponibilizados por duas plataformas virtuais: a Aqua Monitor e o CASSIE. A plataforma Aqua Monitor (disponível em: https://aqua-monitor.appspot.com/) disponibiliza para um período de 32 anos (1984 a 2016) dados de variação de linha de costa a cada 500 metros, ao longo das praias arenosas do mundo conforme apresentado por Luijendijk et al. (2018). Para cada transecto obtido ao longo da linha de costa é

Quadro I. Geoindicadores de erosão costeira.

INDICADORES	GEOINDICADORES DE EROSÃO
0	Nenhum dos geoindicadores.
I	Vegetação rasteira de duna ou restinga soterradas ou com raízes expostas. (Praias urbanizadas ou não).
II	Presença de concentrações de minerais pesados em determinados trechos da praia em associação com outras evidências erosivas (Praias urbanizadas ou não).
III	Erosão progressiva de depósitos marinhos e/ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordeja as praias, sem o desenvolvimento de falésias. (Praias urbanizadas ou não).
IV	Pós-praia muito estreita ou inexistente devido à inundação durante a preamar de sizígia ou em praias urbanizadas.
V	Árvores na face da praia ou com raízes expostas.
VI	Marcas de erosão na base de muros residenciais.
VII	Presença de obras de proteção costeira, não estruturais.
VIII	Obras Estruturais de proteção costeira.
IX	Presença de falésias vivas com alturas de até dezenas de metros em rochas sedimentares (Formação Barreiras) que bordejam as praias (urbanizadas ou não).
X	Infraestrutura da orla danificada pela energia das ondas.
XI	Destruição de estruturas artificiais para proteção costeira.

possível visualizar, além de outras informações, a taxa média de variação de linha de costa em metros/anos. Cada transecto praial está representado por linhas de coloração diferenciadas, que evidenciam tendência à acresção, erosão ou estabilidade, naquela localidade. Ao acessar cada transecto é possível visualizar um gráfico de dispersão o qual fornece informações correspondentes a taxa média de variação anual entre 1984 e 2016.

Através do Aqua Monitor realizou-se a classificação das praias da área de estudo conforme a metodologia proposta por Esteves e Finkl (1998), adaptada por Luijendijk et al. (2018). De acordo com essa classificação as praias podem apresentar: acreção, quando a taxa for acima de 0.5 m/ano, estabilidade, quando a taxa estiver entre -0,5 e 0.5 m/ano, e erosão, quando a taxa for superior a -0.5 m/ano, podendo ainda ser classificada como: erosão intensa (entre -3.0 e -1.0 m/ano), erosão severa (entre -5.0 e -3.0 m/ano) e erosão extrema (acima de -5 m/ano). Além disso, considerou-se linha de costa com tendência a erosão àqueles trechos que foram classificados, a partir da metodologia de Esteves e Finkl (1998), com taxa de recuo superior a -0.5 m/ano.

A partir de informações já coletadas (pesquisa desenvolvida a partir do Edital PIBIC 2020/2021), baseadas em 235 transectos praiais, onde 33,6% da linha de costa paraibana sofre o processo de acreção, 52,8% estão estáveis, e cerca de 13,6% têm sofrido processos erosivos, sendo 9,9% apresentaram erosão, 2,5% erosão intensa, 0,8% erosão severa, e 0,4% erosão extrema (Figura 2), foi possível filtrar dados relacionados a área de interesse, que corresponde ao litoral norte paraibano, com o intuito de confrontá-los com o levantamento de dados realizado posteriormente através da plataforma CASSIE.

A plataforma Cassie (https://cassiengine.org/), conforme proposto por Almeida et al. (2021), consiste numa ferramenta web de código aberto para mapeamento e análise automática do litoral usando imagens de satélite. Esta ferramenta foi construída em JavaScript, usando a API do Google Earth Engine (GEE), e pode ser aplicada a qualquer região costeira da Terra onde existe um limite entre água e terra. O Cassie usa as imagens de satélite Landsat e Sentinel-2, disponíveis no GEE. Para otimizar a obtenção das informações de variação da linha de costa, considerando os dados de acresção, estabilidade e erosão, cada transecto possui um espaçamento de 500 metros, extensão de 1000 metros e limiar de 0. Após finalizar todos os

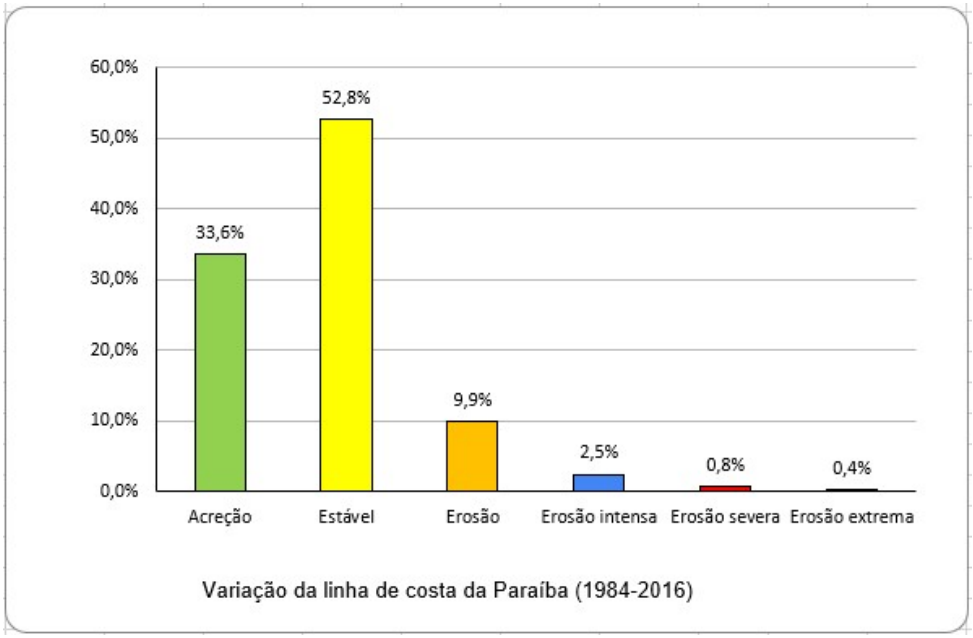


Figura 2. Variação da linha de costa da Paraíba (1984-2016).

cálculos estatísticos, é possível obter um mapa final, onde a linha de base, os limites e os transectos praiais podem ser visualizados sobre uma imagem de satélite (Figura 3). Os transectos são coloridos de acordo com a classificação proposta por Esteves e Finkl (1998), considerando os valores de LRR (taxa de regressão linear) em metros/ano (Quadro II).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos através da plataforma CASSIE, foram constatados 114 transectos praiais (TP), ao decorrer da linha de costa do litoral norte paraibano, sendo divididos levando em consideração a linha de costa dos municípios correspondentes, de norte em direção ao sul, tem-se Mataraca (TP1 até (TP25), Baía da Traição (TP26 até TP51), Marcação (TP52 até TP62), Rio Tinto (TP63 até TP84) e Lucena (TP85 até TP114). Após uma análise mais aprofundada dos 114 transectos praiais obtidos, por meio dos dados das taxas de mudança ambiental para o período em questão (1984 a 2016), foram identificados os seguintes resultados: 42,10% como áreas estáveis, 41,22% das áreas foram classificadas com tendência à acresção e 16,66% foram classificadas com recuo da linha de costa, acima de -0,5 m/ano, destes 10,52% possuem tendência a erosão e 6,13% à erosão severa (Figura 4).

De acordo com o levantamento através da plataforma Aqua Monitor, foi possível obter as seguintes informações: No total foram identificados 111 transectos praiais (TP), ao longo da área de estudo, com espaçamento de 500 metros entre eles, distribuídos da seguinte forma, considerando a linha de costa dos municípios, de norte para sul: em Mataraca (TP1 a TP27), Baía da Traição (TP28 a TP57), Marcação (TP58 a TP62), Rio Tinto (TP63 a TP84) e Lucena (TP85 a TP111). No que se refere à análise dos municípios de maneira individual, tem-se algumas características apresentadas a seguir:

Mataraca

O município de Mataraca está localizado no extremo norte do litoral paraibano, fazendo fronteira com o estado do Rio Grande do Norte, e apresenta aproximadamente 14 km de extensão costeira. Mataraca possui 25 transectos praiais, indicados a partir do TP1 até o TP25, apresentando a variação da linha de costa conforme demonstrado na Figura 5.

A partir dos dados coletados, e com base na classificação proposta por Esteves e Finkl (1998), considerando os valores de LRR (taxa de regressão linear) em metros/ano, foi constatado que 56% das praias do município de Mataraca apresentam uma tendência a acresção da sua linha de costa, aproximadamente 24%, tendência à estabilidade, 12% apresentaram à erosão e 8% à erosão severa.

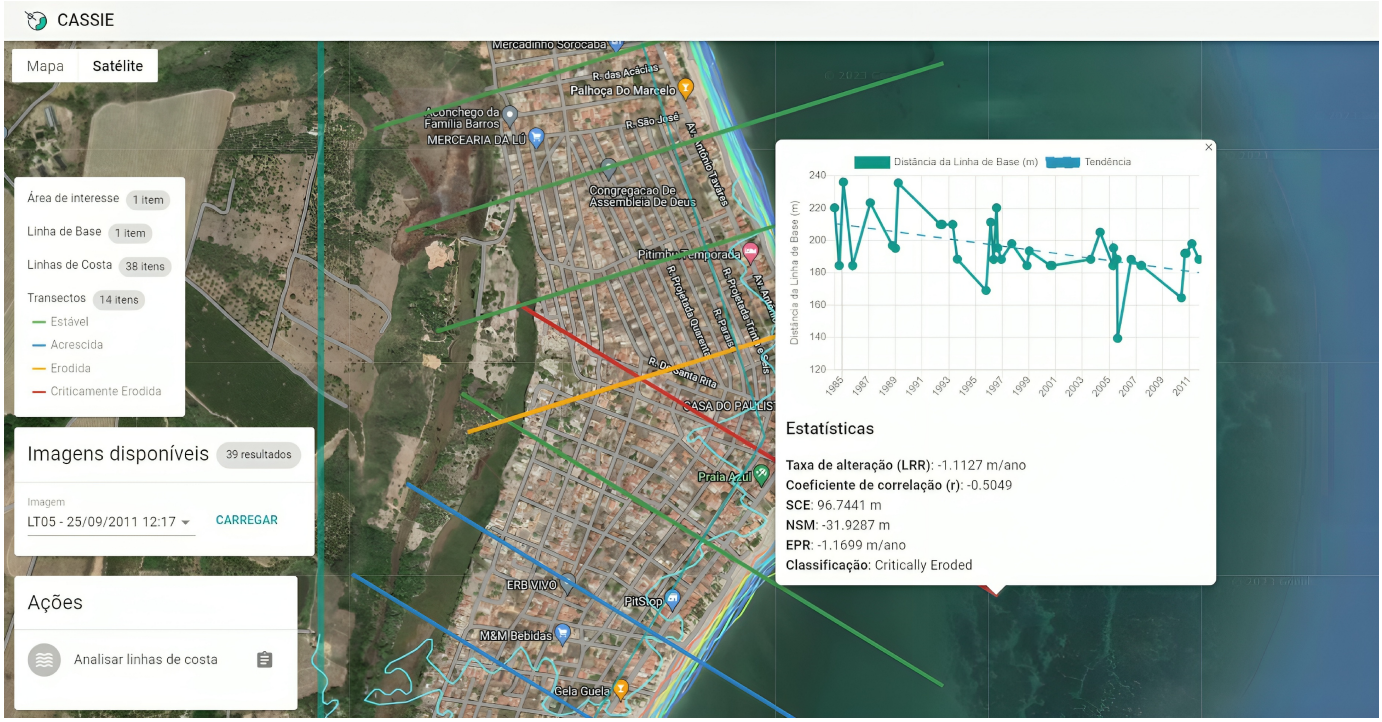


Figura 3. Representação da visualização dos dados na plataforma CASSIE.

Quadro II. Classificação com base na taxa de variação da linha de costa (valores de LRR).

Classificação	Taxa de variação da linha de costa com base no LRR (m/ano)
Acresção	> 0,5 m/ano
Estável	-0,5 a 0,5 m/ano
Erosão	-1 a -0,5 m/ano
Erosão severa	> -1m/ano

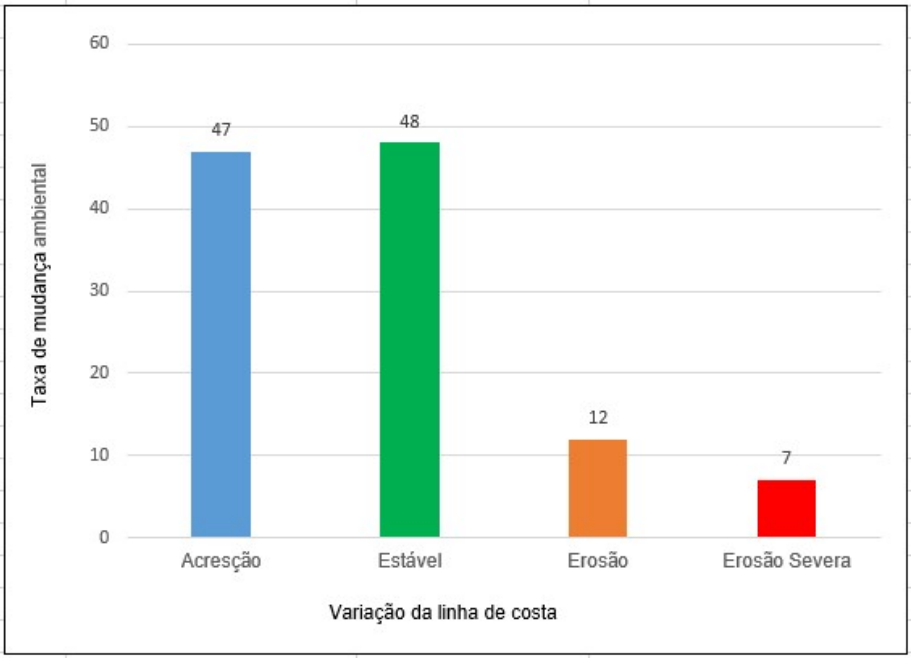


Figura 4. Variação de linha de costa no Setor Costeiro Norte do Estado da Paraíba, de 1984 a 2016.

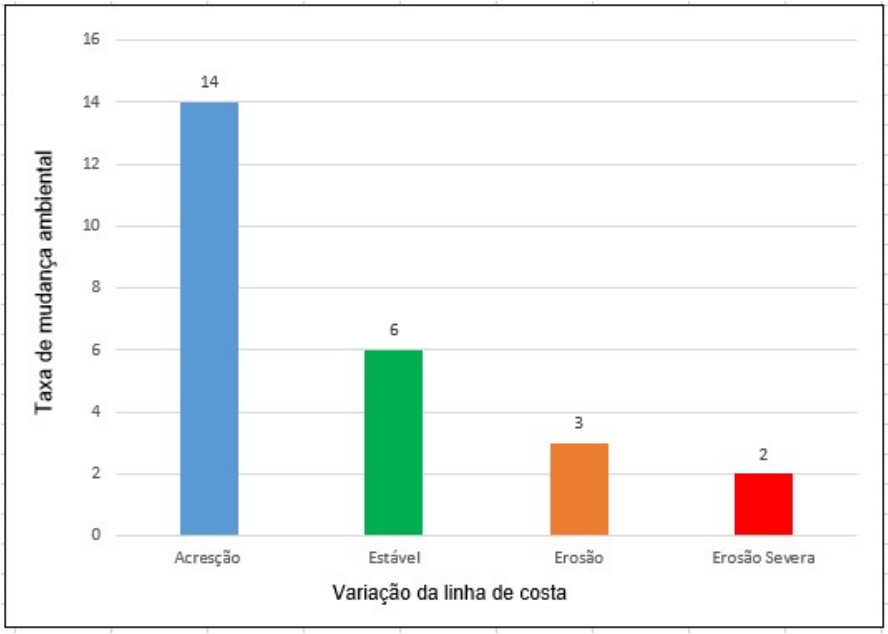


Figura 5. Variação da linha de costa do município de Mataraca-PB, 1984 a 2016.

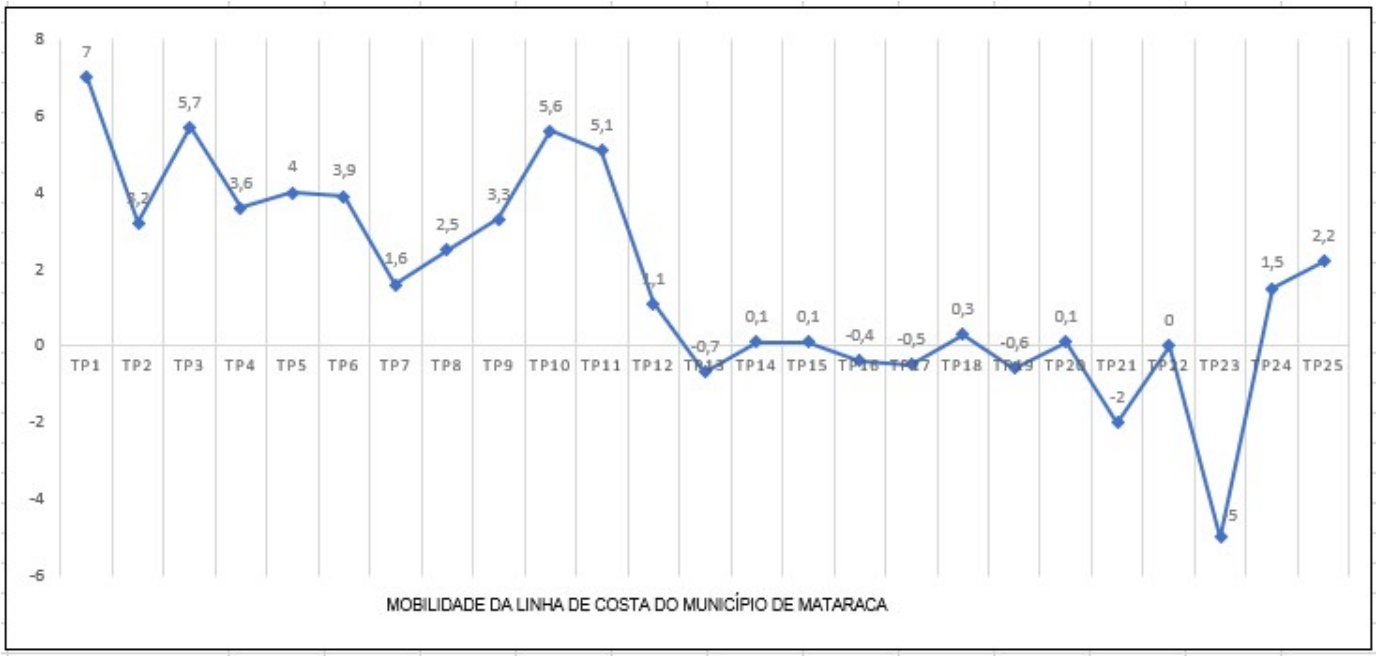


Figura 6. Mobilidade da linha de costa para o município de Mataraca-PB, no período de 1984 a 2016, com valores expressos em

Tendo a taxa de variação da linha de costa apresentada na Figura 6.

Por meio do Aqua Monitor, a partir dos dados coletados, e com base na classificação proposta por Luijendijk et al. (2018), foi constatado que 63% das praias de Mataraca, apresentam uma tendência a estabilidade da sua linha de costa, cerca de 33,3% tendência a acreção, e 3,7% apresentaram uma taxa de mobilidade negativa superior a -0,5 m/ano. A elevada taxa de mobilidade positiva verificada no transecto praial (TP27) pode ser justificada pela sua proximidade à foz do rio Camaratuba, o que pode ter colaborado com a acreção sedimentar de cerca de 8,8 m/ano, nesse trecho da linha de costa de Mataraca.

No que se refere ao uso de geoindicadores de erosão costeira para caracterizarem o processo erosivo na área em estudo, pode-se citar como exemplo, um trecho do município de Mataraca apontado na plataforma CASSIE como transecto praial (TP23) no qual foi detectada erosão severa, e que foi possível observar e registrar em campo a presença ou ausência dos geoindicadores citados anteriormente no "Quadro I". As informações



Figura 7. Transecto praial (TP23) e proximidades, apontado como erosão severa na plataforma CASSIE, ao longo da praia de Camaratuba, localizada no município de Mataraca-PB, 2022.

resultantes do levantamento em campo estão representadas na figura 7, na qual consta a presença de diversos geoindicadores de erosão costeira, como: IV- Pós-praia muito estreita ou inexistente devido à inundação durante a preamar de sizígia ou em praias urbanizadas; V- Árvores na face de praia ou com raízes expostas; VI - Marcas de erosão na base de muros residenciais; VII- Presença de obras de proteção costeira, não estruturais; VIII- Obras Estruturais de proteção costeira; X- Destruição de estruturas artificiais construídas sobre os depósitos marinhos; XI- restos de construção na face da

praia.

Baía da Traição

Ao decorrer dos 15 km de extensão de linha de costa do município, foram coletados dados de 26 transectos praiais, do TP26 até o TP51, onde 34,60% da linha de costa apresenta tendência à acresção, 38,50% é considerada estável e 26,90% sofre processos erosivos, sendo 18,20% com tendência à erosão e 9,10% à erosão severa, representados na Figura 8. Além disso, o município apresenta taxas de mobilidade com tendência à erosão que variam de -0,5 a -1,2 metros/ano, nos trechos dos transectos TP32, TP40, TP41, TP42, TP43(Erosão Severa), TP44 e TP46 (Figura 9).

De acordo com os dados levantados no Aqua Monitor, tem-se que 46,7% da linha de costa apresentou-se estável, 30,0% com acreção sedimentar, e 23,3% apresentou taxa de mobilidade negativa, sendo classificada com um percentual de 16,7% com erosão, e 6,6% com erosão severa, com taxas superiores a -3,0 metros/ano. Em alguns trechos (TP 48 e 55) o recuo ultrapassou 90 metros, em um período de 32 anos.

Marcação

O município de Marcação apresenta o menor número de transectos praiais de todo litoral paraibano, possuindo apenas 11 transectos, que vão do TP52 ao TP62, com sua variação de linha de

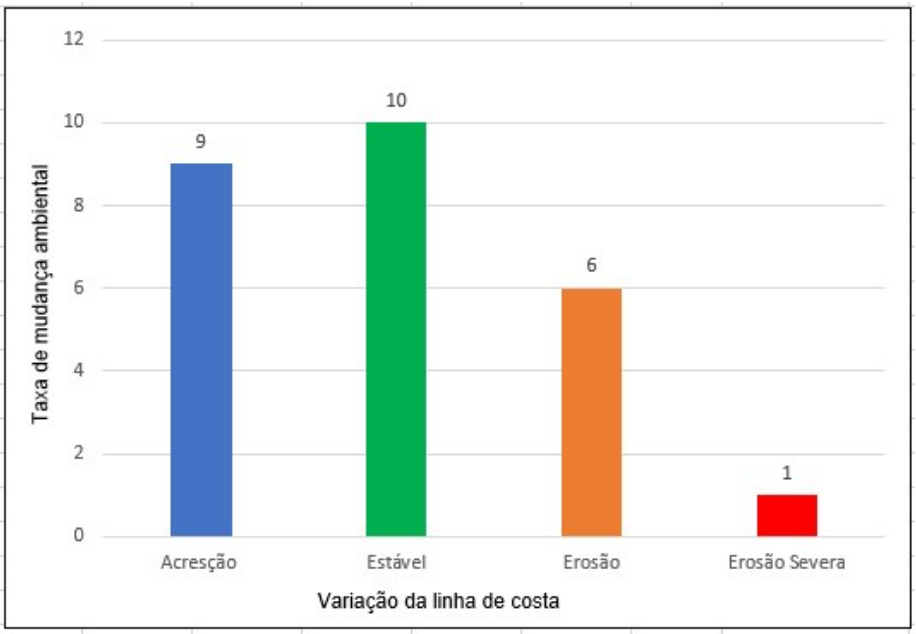


Figura 8. Variação da linha de costa do município de Baía da Traição - PB, 1984 a 2016.

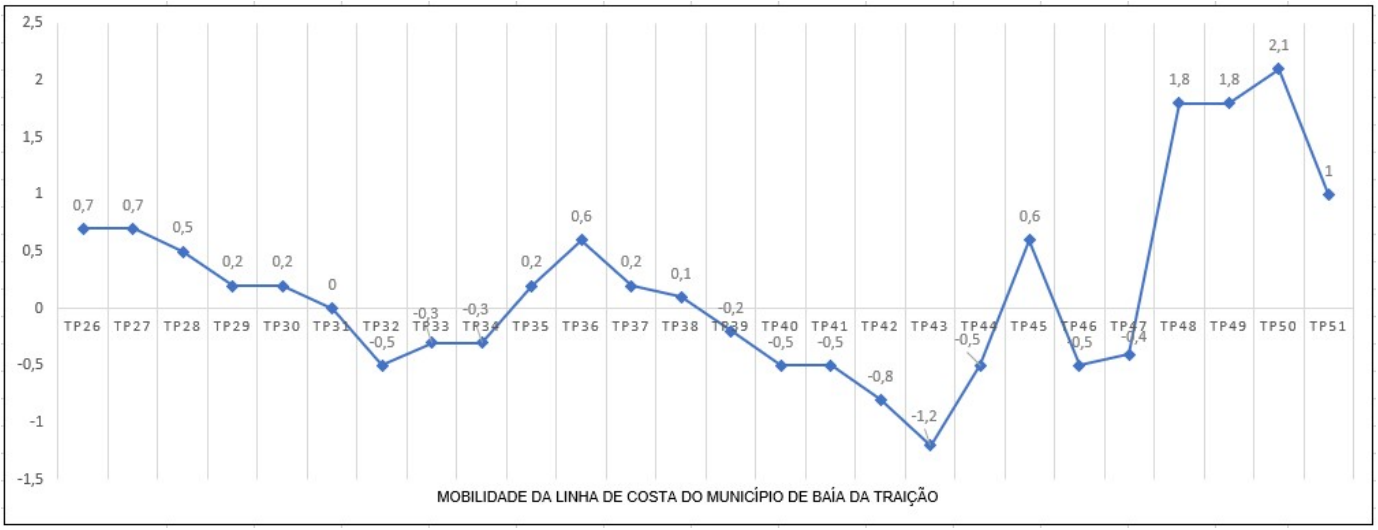


Figura 9. Mobilidade da linha de costa para o município de Baía da Traição-PB, no período de 1984 a 2016, com valores expressos em metros/ano.

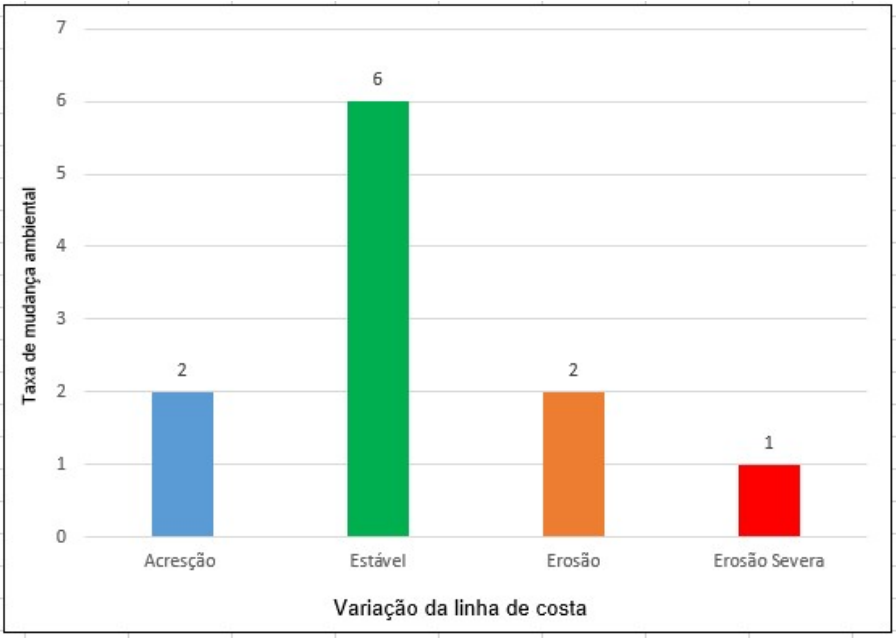


Figura 10. Variação da linha de costa do município de Marcação-PB, 1984 a 2016.

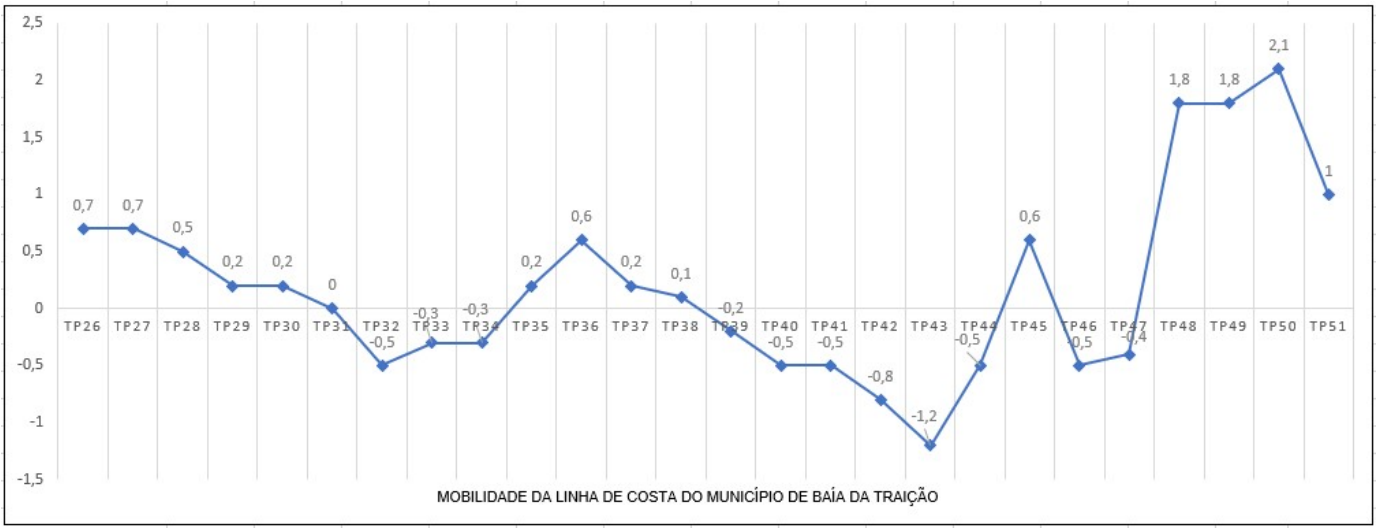


Figura 11. Mobilidade da linha de costa para o município de Marcação-PB, no período de 1984 a 2016, com valores expressos em metros/ano.

costa representada na figura 10. No que se refere à mobilidade da linha de costa (Figura 11), ao longo dos transectos, as taxas variam entre -0,5 metros/ano com tendência à erosão, a -1,5 metros/ano com tendência a erosão severa, onde verificou-se uma grande variação no transecto localizado no ambiente de foz do rio Mamanguape (limite sul deste município). Com relação às tendências a acresção e estabilidade, o município apresenta porcentagens de 18,20% e 54,40% respectivamente.

Através do Aqua Monitor foram levantados dados de 5 transectos praiais, que apresentaram grande mobilidade da linha de costa para o período analisado. As análises revelaram que aproximadamente 40% das praias do município de Marcação apresentaram recuo da linha de costa maior que -5,0 m/ano, chegando à variação de quase 30 metros, se for considerado todo o período analisado (32 anos). Percebeu-se também uma variação significativa no transecto localizado no ambiente de foz do rio Mamanguape, o qual representou 20% dos dados considerados, com uma variação em torno de -21,5 m/ano. As demais localidades (40%) foram classificadas como áreas em acreção sedimentar ou progradação da linha de costa, chegando a 2,6 m/ano, o que equivale a mais de 80 metros, se for considerado todo o período dos dados.

Rio Tinto

Foram considerados para esse município 22

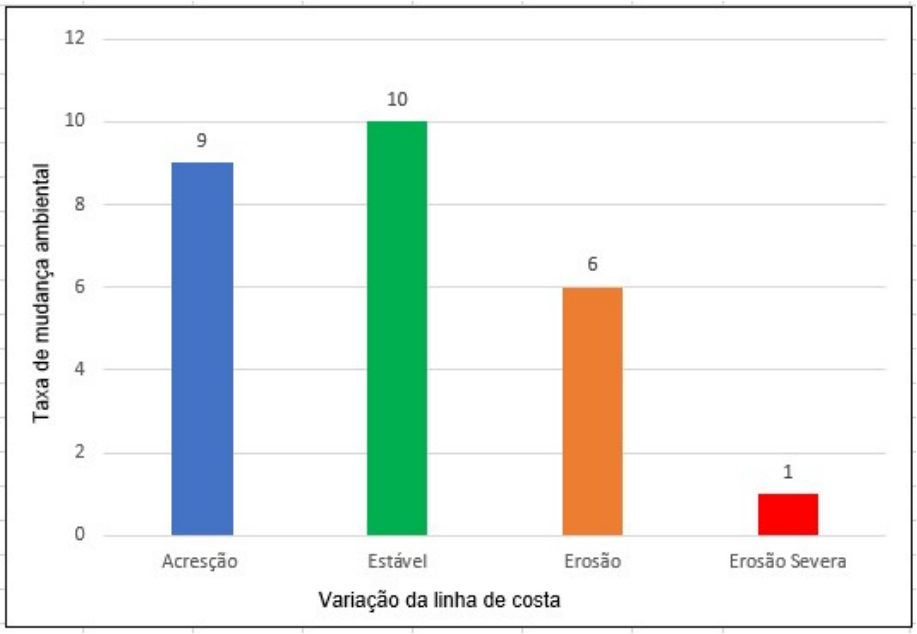


Figura 12. Variação da linha de costa do município de Rio Tinto - PB, 1984 a 2016.

transectos praiais (TP63 a TP84), ao longo de aproximadamente 11 km de linha de costa. A variação da linha de costa das praias deste município é apresentada na figura 12.

Assim como foi observado em Marcação, observou-se em Rio Tinto, em ambiente de desembocadura fluvial, uma variação de linha de costa classificada como erosão severa com taxa média de -1,0 m/ano (Figura 13). Ao decorrer dos anos analisados, as praias do município de Rio Tinto se mostraram 81,81% estáveis, correspondendo as praias mais estáveis do litoral paraibano, enquanto 13,63% apresentaram acresção sedimentar e 4,54% corresponde à porcentagem de erosão severa.

De acordo com o Aqua Monitor também foram considerados para esse município 22 transectos praiais. No geral, ao longo dos 32 anos de análise, as praias do município de Rio Tinto apresentaram-se estáveis (72,7%). Dessa forma, são as praias mais estáveis de toda linha de costa do litoral da Paraíba. Rio Tinto apresenta um pequeno percentual em relação à acreção sedimentar (22,7%) e, é o município que apresentou praias com a segunda menor taxa de recuo de linha de costa no estado (4,6%).

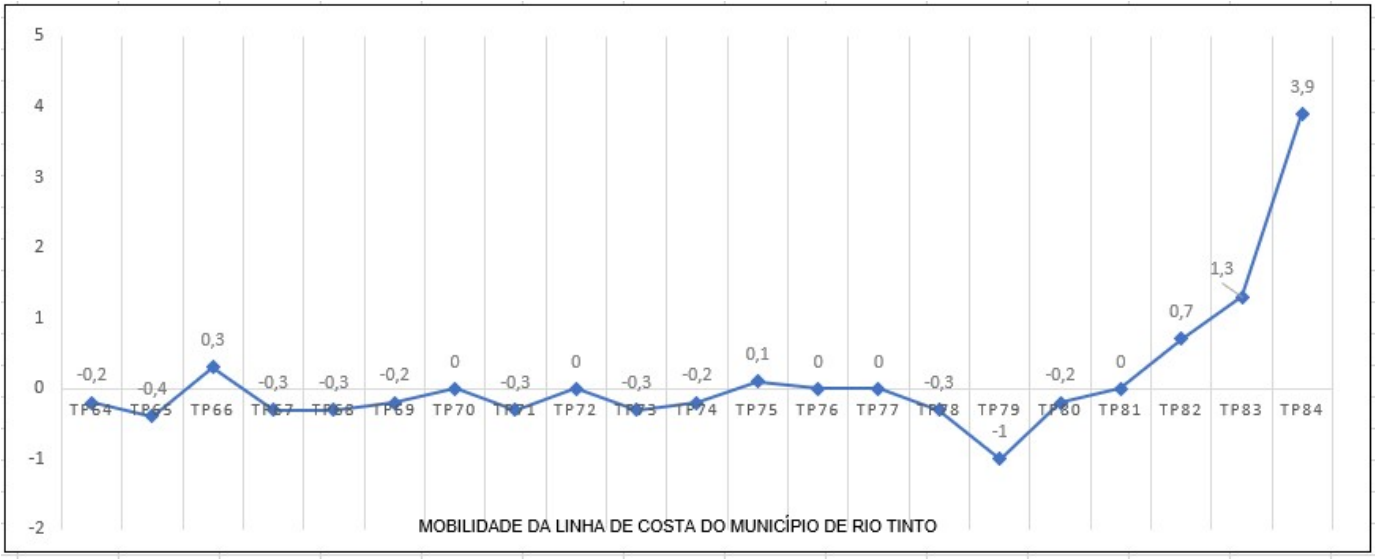


Figura 13. Mobilidade da linha de costa para o município de Rio Tinto-PB, no período de 1984 a 2016, com valores expressos em metros/ano.

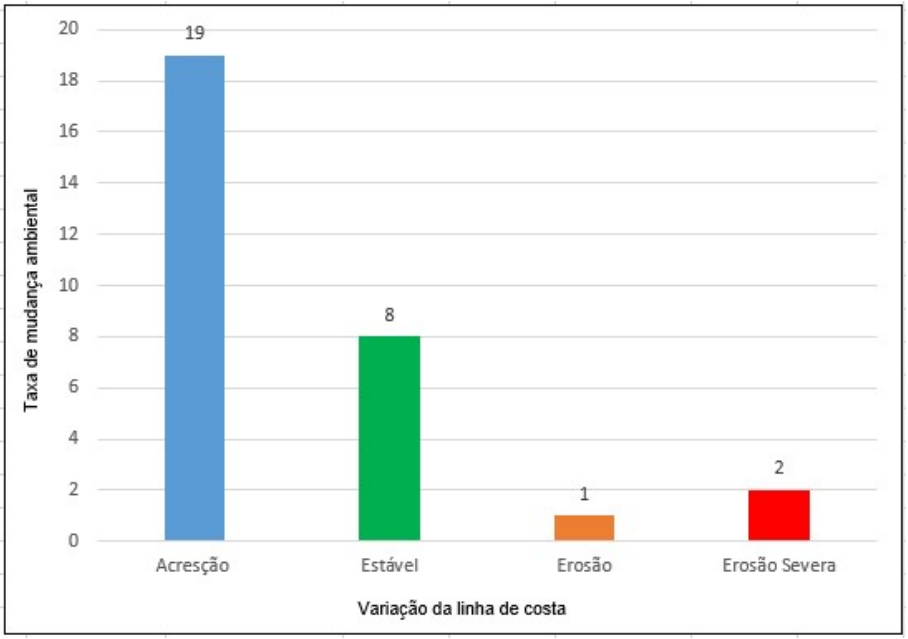


Figura 14. Variação da linha de costa do município de Lucena - PB, 1984 a 2016.

Lucena

O município de Lucena apresenta dados de 30 transectos praiais, apontados a partir do P85 ao P114, apresentando variação na linha de costa de acordo com apontado na figura 14. De modo geral, Lucena corresponde ao município que apresenta a maior porcentagem de acresção (63,30%) do litoral paraibano. Com relação à estabilidade da área, tem-se uma porcentagem de 26,70%, enquanto os processos erosivos representam 10%, sendo 3,30% erosão e 6,70% erosão severa. No tocante à mobilidade da linha de costa referente aos transectos que apresentam processos erosivos, as taxas variam de -0,5 metros/ano a -1,7 metros/ano, sendo esta a maior taxa de erosão, e corresponde ao transecto TP112 (figura 15).

De todo litoral paraibano, a praia de Lucena é a que apresenta o maior quantitativo de acreção sedimentar (70,4%). Um exemplo de maior acreção na praia de Lucena é o TP86, que obteve um total de 3.8 m/ano, o que equivale a uma acreção de 125,4 m durante os 32 anos de análise. No tocante à erosão, esta praia não apresentou um grande processo erosivo. Foi quantificado apenas quatro pontos com tendência ao recuo da linha de costa, sendo um trecho caracterizado com erosão (3,7%) e três localidades classificadas com erosão intensa (11,1%). As demais localidades foram classificadas

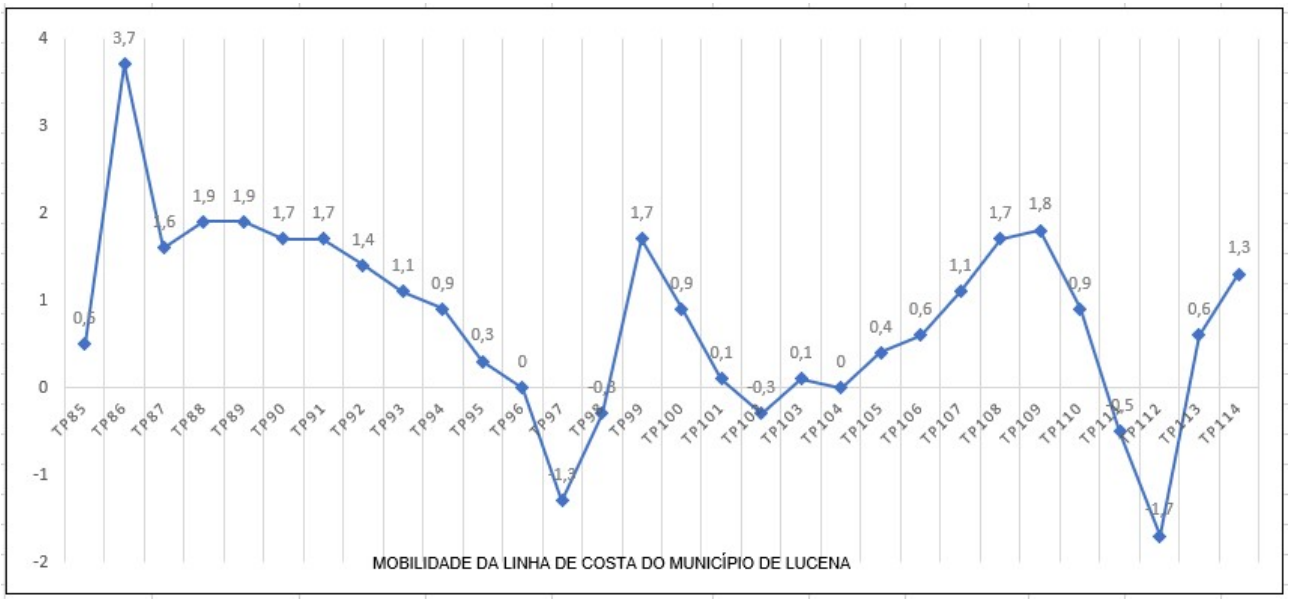


Figura 15. Mobilidade da linha de costa para o município de Lucena-PB, no período de 1984 a 2016, com valores expressos em metros/ano.

como estáveis.

CONCLUSÕES

Os resultados apresentam as características da linha de costa do Setor Costeiro Norte do estado da Paraíba a cada ano entre 1984 e 2016. Ao longo da linha de costa foram obtidos dados de 114 transectos praiais distribuídos em 5 municípios costeiros, são eles: Mataraca, Baía da Traição, Rio Tinto e Lucena. De acordo com as informações geradas a partir das ferramentas propostas, observa-se que 41,22% dos transectos identificados apresentam tendência à acresção de sedimentos, 42,10% à estabilidade sedimentar, 16,66% à processos erosivos, deste 10,52% corresponde a erosão e 6,13% à erosão severa. De maneira mais específica, por município, Lucena apresenta o maior número de transectos detectados (30), além de apresentar a maior porcentagem de acresção do litoral paraibano. Já o município de Rio Tinto caracteriza-se por possuir as praias mais estáveis do litoral da Paraíba, correspondendo a um percentual de 81,81%. No que se refere a predominância de processos erosivos os municípios de Marcação e Baía da Traição se destacam, possuindo uma porcentagem de 27,30% e 26,90% respectivamente, além disso, o município de Marcação foi onde detectou o menor número de transectos, totalizando 11.

No tocante ao objetivo de confrontar os dados das duas plataformas destinadas à obtenção dos dados, Aqua Monitor e CASSIE, foi possível observar duas divergências ao comparar os levantamentos. Uma delas corresponde aos resultados encontrados referentes ao município de Mataraca, onde o Aqua Monitor detectou apenas 1 transecto de erosão para o município, enquanto o CASSIE informou 5 transectos destinados à processos erosivos, sendo 3 de erosão e 2 erosão severa. A seguinte divergência se refere ao município de Marcação, onde o CASSIE apresenta 6 transectos com tendência à estabilidade sedimentar, enquanto o Aqua Monitor constatou apenas dados referentes à acresção (40%) e processos erosivos (60%).

No que diz respeito às taxas de recuo de linha de costa, as informações obtidas demonstram que apenas 7,89%, ou seja, 16 localidades foram classificadas com tendência ao recuo, com valor acima de -0.5 m/ano. Através do levantamento realizado, percebe-se que predomina no Setor Costeiro norte do estado, praias classificadas com tendência à estabilidade, predominância de acreção, no município de Lucena, e maior tendência ao recuo nos municípios de Baía da Traição e Marcação. A partir dos resultados gerados através das duas plataformas e, após a organização dos dados nas planilhas adequadas, foi possível realizar a análise e identificar as áreas vulneráveis que sofrem processos erosivos ao longo da zona costeira do litoral norte paraibano. Tais divergências observadas ainda estão sendo analisadas e requerem a observância de comportamento de outros atributos predominantes em cada setor costeiro, a partir das características levantadas até o momento.

Os resultados encontrados a partir do levantamento de dados através das plataformas e em campo podem ser considerados iniciais para pesquisas futuras, uma vez que servem como subsídio para uma análise mais detalhada das praias do Setor Costeiro norte do estado da Paraíba que utilizem dos Geoindicadores ou outras metodologias para compreensão dos impactos provenientes da erosão na linha de costa do estado.

No mais, acreditamos que os objetivos propostos para este trabalho foram atingidos. A partir dos resultados apresentados, e considerando a extensão da área de estudo, é imprescindível o levantamento de dados mais detalhados a partir de trabalhos de monitoramento de campo que possam relacionar os dados obtidos até o momento com as características da geologia e geomorfologia predominantes em cada município do setor costeiro norte do estado da Paraíba. As taxas de variação da linha de costa apresentados referem-se exclusivamente aos dados remotos obtidos pelas plataformas consultadas, e a pesquisa ainda encontra-se em andamento e vem direcionando seus estudos para cada município costeiro, onde serão analisadas as tendências apontadas pelos dados remotos levantados até agora.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Grupo de Estudos do Espaço Costeiro (GEPEC) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), coordenado pela Doutora em Geociências Christianne Maria da Silva Moura, pelo suporte e orientação no desenvolvimento deste trabalho, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelos recursos financeiros destinados ao projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L.P. et al. Coastal analyst system from space imagery Engine (CASSIE): shoreline management module. Elsevier. 140. 2021. (doi:10.1016/j.envsoft.2021.105033).

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA. Diagnóstico do município de Lucena. Recife, 2005. (disponível em:https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16115/Rel_Lucena.pdf?sequence=1). Acesso: Agosto de 2022.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA. Diagnóstico do município de Rio Tinto. Recife, 2005. (disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16305/Rel_Rio_Tinto.pdf?sequence=1). Acesso: Agosto de 2022.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA. Diagnóstico do município de Marcação. Recife, 2005. (disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16133/Rel_Marca%c3%a7%c3%a3o.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso: Agosto de 2022.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA. Diagnóstico do município de Baía da Traição. Recife, 2005. (disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15805/Rel_Baia_Trai%c3%a7%c3%a3o.pdf?sequence=2&isAllowed=y). Acesso: Agosto de 2022.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA. Diagnóstico do município de Mataraca. Recife, 2005. (disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16201/Rel_Mataraca.pdf). Acesso: Agosto de 2022.

DOMINGUEZ, J. M. L. NEVES, S. M. BITTENCOURT, A.C.S.P. Sandy Beaches of the State of Paraíba: The Importance of Geological Heritage. In: SHORT, A. D. KLEIN, A.H.F. (Org.) Brazilian Beach Systems. Springer, 2016. (doi:10.1007/978-3-319-30394-9_9).

DOMINGUEZ, J. L. D. et al. Paraíba. In: MUEHE, D. (Org.) Panorama da erosão costeira no Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. 2018.

ESTEVES, LS & Finkl, CW. O problema das áreas criticamente erodidas (CEA): Uma avaliação das praias da Flórida. Jornal do litoral Pesquisa, SI 26, 11-18 (1998). (ISSN: 0749-0208).

FARINACCIO, A. TESSLER, M. G. Avaliação de impactos ambientais no meio físico decorrentes de obras de engenharia costeira – uma proposta metodológica. Revista da Gestão Costeira Integrada, UNIVALI, Santa Catarina, v. 4, n.10, 2010. (E-ISSN: 1646-8872).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. (disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo). Acesso: Junho de 2021.

LUIJENDIJK, A., et al. 2018. The state of the world's beaches. Sci. Rep. 8, 6641. (doi:10.1038/s41598-018-24630-6).

MARTINS, K.A. et al. Determinação da Erosão Costeira no Estado de Pernambuco Através de Geoindicadores. Revista Brasileira de Geomorfologia. São Paulo. Vol.17, n.3 p. 533 546. 2016. (doi:10.20502/rbg.v17i3.854).

MARTINS, K. A. Vulnerabilidade à erosão costeira e mudanças climáticas através de indicadores em Pernambuco, Brasil. Dissertação de Mestrado. UFPE. Recife. 2015. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/13925. Acesso: Agosto de 2022.

POLETTE, M. & ASMUS, M. L., 2015. Meio Ambiente Marinho e Impactos Antrópicos. Em Introdução às Ciências do Mar, org. Castello, J.P &

Krug, L. C. Ed. Textos. Pelotas. (ISBN:978-85-68539-00-2).
SOUZA, C. R. G.; et al. Praias arenosas e erosão costeira. In: SOUZA, C. R. G; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; DE OLIVEIRA, P. E. (org.). Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto, SP: Holos, Editora. p. 130-152. 2005. (ISBN: 978-85-7738-394-8).
SOUZA. C. R. G. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. Revista Gestão Costeira Integrada. 2009. (doi:10.5894/rgci147).
REIS, C.M.M. et al. Uso de geoindicadores como alternativa para estudo da erosão costeira no litoral da Paraíba. Revista Okara, João Pessoa, v. 13, n.1, p. 194-215, 2019. (disponível em: https://periodicos.ufpb.br/index.php/okara/article/view/39397).(doi:10.22478/ufpb.1982-3878.2019v13n1.39397). Acesso: Setembro de 2021.

Capítulo XIX

A IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA PARA O CONHECIMENTO DO LITORAL: O EXEMPLO DO SIARL (SISTEMA DE ADMINISTRAÇÃO DO RECURSO LITORAL)



A IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA PARA O CONHECIMENTO DO LITORAL: O EXEMPLO DO SIARL (SISTEMA DE ADMINISTRAÇÃO DO RECURSO LITORAL)

Olegário Nelson Azevedo Pereira[1]; Maria Rosário Bastos[2]; José Carlos Ferreira[3]

[1],3Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, Universidade NOVA de Lisboa, Campus da Caparica, Caparica, Portugal, 2829-516, [1]olegario.pereira@hotmail.com (autor correspondente), [3]jcrf@fct.unl.pt
[2]Delegação do Porto, Universidade Aberta, Rua do Ameal, 752, Porto, Portugal, 4200-055
[2]Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória, Universidade do Porto, Via Panorâmica, s/n, Porto, Portugal, 4150-564, maria.bastos@uab.pt

RESUMO

Nascido de uma parceria entre diversas entidades e com coordenação da NOVA School of Science and Tecnology e da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), o Sistema de Administração do Recurso Litoral (SIARL) é uma ferramenta interativa com a finalidade de promover ações integradas dos diversos organismos com competências no litoral continental português. Através de uma dinâmica transdisciplinar, esta ferramenta constitui um repositório do conhecimento do litoral em permanente atualização, cujo mote é possibilitar a tomada de decisões mais informadas por parte das entidades e da população em geral. Neste sentido, o SIARL apresenta-se como um instrumento para a promoção da gestão integrada da zona costeira. O contínuo esforço de ampliação do conhecimento disponibilizado nesta plataforma tem-se refletido na recolha, tratamento e carregamento de dados para apoiar as estratégias de adaptação costeira relativas aos riscos instalados e em cenários de alterações climáticas. No âmbito destas ações, o SIARL incluiu nos seus recursos o módulo das ocorrências históricas (OCH). É sobre este que nos vamos ater com maior minúcia. Consideramos que as ocorrências históricas são as que tiveram lugar particularmente até a segunda metade do século XX e cujo suporte documental é mormente textual (documentação manuscrita e publicações periódicas) ou pictórico (material iconográfico ou fotográfico). Nesse sentido, embora se tenha recolhido informações em alguma documentação medieval, as balizas cronológicas da investigação situaram-se entre os séculos XVIII e a segunda metade do século XX. Para alimentar a base de dados concernente a este módulo, procedeu-se à recolha de dados históricos através da pesquisa em arquivos/bibliotecas, seguindo-se as fases da sua validação e processamento/tratamento. No sentido de otimizar a recolha desses dados relativos às ocorrências históricas, considerando as suas dispersão e abundância, a pesquisa foi orientada pela constituição de tipologias consideradas mais relevantes, nomeadamente, episódios históricos relacionados com erosão costeira, galgamento marítimo, cheias e inundações, destruição ou dano em património móvel e edificado. Este procedimento permitiu a recolha e o tratamento para posterior disponibilização na plataforma SIARL de elementos relevantes para a estratégia de adaptação costeira, designadamente os relacionados com eventos climatéricos e de forçamento oceânico, riscos naturais e antrópicos, acidentes envolvendo pessoas e bens e as suas consequências. Neste trabalho, serão apresentados os processos e parte dos resultados que foram obtidos. Pretende-se demonstrar, através deste exemplo, a importância do conhecimento histórico relacionado com as ocorrências registadas no litoral português enquanto contributo para uma melhor perceção das dinâmicas costeiras do passado, para a compreensão dos fenómenos costeiros observados na atualidade e, ainda, enquanto contributo para um melhor entendimento das opções futuras.

Palavras-chave: gestão do território; adaptação costeira; ocorrências históricas; litoral português

ABSTRACT

SIARL (Coastal Resource Management System) is an interactive tool with the aim of promoting integrated actions of the various organisms with competences on the Portuguese mainland coast. This tool was a partnership result between several entities and coordinated by NOVA School of Science and Technology and the Portuguese Environment Agency (APA). Through a transdisciplinary dynamic, it constitutes a repository of coastal knowledge that is constantly being updated, whose motto is to enable informed decision-makers by entities and the population in general. In this sense, SIARL presents itself as an instrument for promoting the integrated management of the coastal zone. The continuous effort to expand the available knowledge on this platform has been reflected in data collection, processing, and loading to support coastal adaptation strategies related to installed risks and in climate change scenarios. Within the scope of these actions, SIARL included in its resources the historical occurrences module (OCH). It is on this that we will dwell in greater detail. We consider historical occurrences those that took place, particularly until the second half of the 20th century, and whose documentary support is mainly textual (handwritten documentation and periodical publications) or pictorial (iconographic or photographic material). In that regard, although information was collected in some medieval

documentation, investigation chronology was situated between 18th and the second half of the 20th centuries. To feed the database concerning this module, historical data was collected through research in archives/libraries, followed by the validation and processing/treatment phases. In order to optimize data collection related to historical occurrences, considering their dispersion and abundance, research was guided by the constitution of typologies considered more relevant, namely, historical episodes related to coastal erosion, sea overtopping, floods and inundations, destruction or damage to movable and built heritage. This procedure enabled the collection, processing, and subsequent availability of relevant elements for the coastal adaptation strategy on the SIARL platform, namely those related to extreme weather and oceanic events, natural and anthropogenic risks, accidents involving people, property, and their consequences. In this study, the processes and a part of the results that were obtained are presented. It is intended to be demonstrated, through this example, the importance of historical knowledge related to the occurrences recorded on the Portuguese coast as a contribution to a better perception of the coastal dynamics of the past, to the understanding of coastal phenomena presently observed and, also, as a contribution for a better understanding of future options.

Keywords: territory management; coastal adaptation; historical occurrences; Portuguese coast

INTRODUÇÃO

O litoral continental português tem sido afetado por diversos eventos extremos, com registo especialmente acutilante a partir do século XX. A literatura demonstra que se trata de uma situação cada vez mais frequente, resultando de conjunturas históricas relacionadas com a ocupação humana do litoral e dos usos atribuídos a essas áreas (e.g. DIAS et al., 1994; DIAS, 2005; BASTOS et al., 2015; FREITAS & DIAS, 2013, 2015, 2017; SANTOS et al., 2017). A combinação entre os impactos das alterações climáticas e as ações humanas ocorrida ao longo da costa portuguesa, irá previsivelmente intensificar tais problemas (DIAS et al., 1994; SANTOS et al., 2017). Este cenário, que aliás se observa em litorais de todo o mundo, tem ampliado a vulnerabilidade dos sistemas sociais e ecológicos destas áreas. Eventos como a erosão costeira, a inundação ou submersão de terrenos, a salinização de solos, a intensificação da poluição, as perdas de ecossistemas, entre outras questões, deverão tornar-se cada vez mais frequentes (PÖRTNER et al., 2019), incutindo impactos negativos sobre a biodiversidade e a vida humana nas áreas costeiras, especialmente nas costas baixas e arenosas, estuários e lagunas (DAY et al., 2008; KENNISH et al., 2008; MAHAPATRO et al., 2013; NEUMANN et al., 2015). Considerando este cenário, os sistemas ecológicos das áreas costeiras são cada vez mais vulneráveis, uma vez que estão expostos a diversos riscos. Para proteger esses sistemas ou para delinear intervenções que possam reverter a sua situação de vulnerabilidade, devem ser tomadas decisões cientificamente informadas acerca da questão da governança para o futuro (OPPENHEIMER et al., 2019). Tal opção somente se torna exequível se considerarmos a evolução socioambiental dessas áreas. Como os problemas atuais resultam de uma coevolução entre as dinâmicas das interações humanas e naturais, são necessárias perspetivas históricas para compreender as suas consequências ao longo do tempo e desenvolver políticas de gestão do território adequadas (PEREIRA et al., 2022). Neste sentido, os dados históricos afiguram-se importantíssimos para uma melhor perceção das ocorrências atuais no litoral português, uma vez que, tal como enfatizou BLOCH (1993) e nos demonstram as análises da História Ambiental (e.g. MCNEILL, 2010; BLACKBOURN, 2011), para que possamos compreender o presente e gizar as opções futuras, é essencial que se busque no passado as imprescindíveis respostas para melhor se entenderem as raízes históricas dos fenómenos observados.

O SIARL, resulta de uma articulação entre várias entidades do Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional, expresso no Despacho nº 9047/2009 do Ministério das Finanças e da Administração Pública e do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. É um *geoportal* através do qual se pretende sistematizar a informação mais relevante acerca do litoral continental português. O seu objetivo é prestar apoio na decisão política e técnica envolvendo os diversos níveis

administrativos - local, supralocal e nacional - beneficiando de parcerias com as autarquias cujo território confina com o oceano e com as instituições que detêm competências na zona costeira, nomeadamente as que se inserem nas áreas do ambiente, mar, economia, investigação e defesa. Neste sentido, o SIARL apresenta-se como um instrumento para a promoção da gestão integrada da zona costeira. De um modo geral, possui uma dinâmica transdisciplinar, uma vez que se trata de uma ferramenta interativa de SIG com recurso a *webservices* a qual se baseia em informação geográfica de diferentes organismos com competências no litoral. Assume-se, assim, enquanto repositório do conhecimento do litoral em permanente atualização, incluindo informação acerca dos usos do solo, ocorrências, intervenções costeiras, domínio hídrico e serviços geográficos (BARBEIRO, 2011; SILVA, 2014; HERDEIRO et al., 2015; APA, s/d).

O contínuo esforço de ampliação do conhecimento disponibilizado nesta plataforma tem-se refletido na recolha, tratamento e carregamento de dados para ampliar o conhecimento costeiro e apoiar estratégias de adaptação costeira para os riscos instalados e em cenários de alterações climáticas. Nesse sentido, na última intervenção efetuada no SIARL, apoiada por fundos europeus através do "Programa Portugal 2020", intervencionou-se a ferramenta no sentido de a modernizar e desenvolver as suas funcionalidades, dotando-a com

> "(…) dados essenciais para responder aos riscos crescentes no quadro de estratégias de adaptação, e ao novo enquadramento institucional com uma parceria mais ampla, e assumir-se como o repositório do conhecimento costeiro para apoiar a decisão conforme medidas SIMPLEX, a ENGIZC, as recomendações do GTL e as atribuições cometidas à APA, IP." (TRANSPARÊNCIA, s/d).

Neste âmbito, ocorreu a inclusão do módulo das ocorrências históricas - integrado no módulo das ocorrências, de âmbito mais geral – uma vez que se concluiu da importância das informações históricas para o debelar das questões de risco e/ou vulnerabilidade atinentes aos problemas da ocupação humana do litoral, nomeadamente através do fornecimento de dados registados no litoral português ao longo da história e dos seus impactos. Neste trabalho, apresentam-se os processos e parte dos resultados que foram obtidos relativamente ao módulo das ocorrências históricas. Pretende-se demonstrar, através deste exemplo, a importância do conhecimento histórico das ocorrências registadas no litoral português enquanto contributo para uma melhor perceção das dinâmicas costeiras. As evidências históricas coligidas, demonstram que alguns dos problemas observados atualmente nas zonas costeiras, embora com impactos diferentes em cronologias mais recentes, eram igualmente observados no passado.

MATERIAL E MÉTODOS

Como se referiu, o módulo das ocorrências históricas foi uma introdução recente nas funcionalidades do SIARL. O desenvolvimento dos processos conducentes à pesquisa, recolha e tratamento das informações históricas, tiveram lugar entre setembro de 2020 e março de 2022. O objetivo deste módulo relacionou-se ao levantamento das ocorrências históricas associadas a três aspetos essenciais, nomeadamente:

1) forçamentos oceânicos de índole diversa, tais como, eventos meteorológicos, sísmicos e astronómicos;

2) riscos associados às áreas litorais, nomeadamente, o deslizamento ou instabilidade de arribas, erosão costeira, galgamentos, cheias e inundações;

3) acidentes envolvendo pessoas e bens (registo de destruição de património móvel e edificado).

Embora se tenham reunido algumas informações que remontam a cronologias mais antigas, nomeadamente à época medieval, o âmbito cronológico da pesquisa documental foi delimitado especificamente entre o ano de 1755 (data do sismo que ficou conhecido como terramoto de Lisboa) e a década de 50 do século XX. Para corresponder ao objetivo foram utilizadas metodologias da História (cf. MARCONI & LAKATOS, 2003; GIL, 2008), uma vez que através das fontes (documentos escritos, imagens ou iconografia) é possível identificar os factos ocorridos no passado, compreender a natureza dos mesmos e as suas

implicações na sociedade do presente, oferecendo uma perceção cronológica da continuidade e do entrelaçamento dos fenómenos. Considerando as etapas desenvolvidas através desta metodologia, a obtenção das informações ou dados históricos foi aplicada através da pesquisa em arquivos/bibliotecas de âmbitos nacional/regional/local, seguindo-se as fases da validação e do processamento/tratamento desses dados ou informações. Para o efeito analisaram-se as seguintes fontes:

Arquivo Nacional da Torre do Tombo

1. *Informações dos Párocos de diversas regiões do país relativamente às consequências do terramoto de 1755*, Ministério do Reino, maço 638;

2. *Memórias Paroquiais de 1758*, Memórias Paroquiais;

3. *Colecção Castilho*, pt. 17, docs. 41, 42, 45, 75, 76;

4. *Empresa Pública do Jornal O Século,* Serviço de Fotografia 1880-1977, Joshua Benoliel; Álbuns Gerais n.º 178; Fotografias de 1921-1925.

Centro Português de Fotografia

1. Depósito Geral, Aurélio da Paz dos Reis, fotografias em vidro e película, cheia do Douro 1900;

2. Depósito Frio, Estante 01, Prateleiras 1, 11, 12; Estante 06, Prateleira 01; Estante 02, Prateleiras 16, 18, 26, 27;

3. Depósito G, Armário 04, Gavetas 13, 14;

Arquivo Histórico Parlamentar

No que se refere a esta fonte, uma vez o âmbito cronológico do parlamentarismo em Portugal, a investigação incidiu sobretudo no período compreendido entre a Monarquia Constitucional e o final do Estado Novo (1821-1974):

1. Assembleia da República, Debates Parlamentares, Catálogos Gerais, Monarquia Constitucional, Diário das Cortes Geraes e Extraordinarias da Nação Portugueza; Diário das sessões da Câmara dos Senhores Deputados da Nação Portugueza; Câmara dos Senadores; Câmara dos Pares do Reino;

2. Assembleia da República, Debates Parlamentares, Catálogos Gerais, Primeira República, Câmara dos Deputados; Senado da República;

3. Assembleia da República, Estado Novo, Assembleia Nacional.

Biblioteca Nacional (acresce informação proveniente do Projeto Datacoast)

1. Fundo Geral, Periódicos, *Mercúrio Português; Gazeta de Lisboa; Academia das Ciências; Boletim das obras Públicas; Diário do Governo; Diário de Notícias*.

A estes, acresceram informações provenientes de vários outros arquivos e bibliotecas regionais/locais que nos escusámos de pontuar (por exemplo, Arquivo Municipal de Sesimbra, Biblioteca Pública Municipal do Porto, Arquivo Municipal de Almada, entre outros). No sentido de otimizar o levantamento dos dados, considerando a dispersão e abundância dos mesmos, a pesquisa foi orientada pela constituição de tipologias consideradas mais relevantes, nomeadamente relativas a episódios históricos relacionados com: erosão costeira, galgamento marítimo, cheias e inundações, destruição ou dano em património móvel e edificado. Este procedimento permitiu a recolha e o tratamento para posterior disponibilização na plataforma SIARL de elementos relevantes para a estratégia de adaptação costeira, designadamente os relacionados com eventos climatéricos e de forçamento oceânico, riscos naturais e antrópicos, acidentes envolvendo pessoas e bens e as suas consequências.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A investigação demonstrou resultados bastante positivos uma vez que foram encontradas informações de ocorrências históricas interligadas aos três aspetos essenciais (ou tipologias de informação) que eram o objetivo do módulo. Assim, podemos afirmar que, embora a sua dispersão, os arquivos e bibliotecas encerram uma avultada quantidade de informações acerca do tema. Como se pretende demonstrar, estas informações são riquíssimas do ponto de vista narrativo e visual, sendo uma mais-valia para todos

aqueles que se debruçam na análise ou na gestão das zonas litorais. A pesquisa foi direcionada num primeiro momento para a procura de informações acerca do terramoto e maremoto de Lisboa de 1755. A importância da informação histórica relacionada com tais fenómenos extremos é importante para a questão do ordenamento do território e a aferição da vulnerabilidade das populações estabelecidas no litoral português se considerarmos o grau de destruição e o número de vítimas causados por esses eventos históricos. Com efeito, atualmente, uma vez que a maior parte da população portuguesa se concentra no litoral, um acontecimento dessa magnitude, poderá ter resultados catastróficos (e.g. BAPTISTA et al., 1998; TEDIM; GONÇALVES, 2007, 2008; RAMOS-PEREIRA et al., 2015; SANTOS et al., 2019). Para a pesquisa e recolha de dados referentes a esta efeméride, recorremos às *Memórias Paroquiais* de 1758 e às *Informações dos Párocos* (…), ambas as coleções documentais integradas no Arquivo Nacional da Torre do Tombo (ANTT, Memórias Paroquiais; ANTT, Ministério do Reino, maço 638). As características de cada um desses fundos, permitem percecionar as suas potencialidades relativamente aos objetivos do SIARL:

1. No caso das *Memórias Paroquiais* trata-se de uma coleção documental constituída por 44 volumes manuscritos, nos quais se encontram as respostas dos párocos das freguesias de Portugal continental relativamente aos impactos do terremoto e maremoto de 1 de novembro de 1755, para além de outras informações com utilidade, tais como, descrições geográficas, demográficas, históricas, económicas e administrativas. Nesse sentido, para além da questão dos estragos provocados, outros tipos de informações podem ser coligidos nesta fonte histórica, nomeadamente relacionadas com descrições do litoral, dos portos, das desembocaduras, entre outras. Através desta fonte compilaram-se informações para todo o litoral continental português, mas com maior evidência nas zonas de Lisboa e do Algarve, onde os efeitos do terramoto e maremoto foram mais devastadores, pela sua proximidade ao epicentro do sismo que, embora sem consenso científico, usualmente se refere situado na zona do Banco de Gorringe (e.g. BAPTISTA et al., 1998). Para além de informações quanto a essas ocorrências, esta fonte permitiu igualmente a recolha de alguns dados relativos a descrições do litoral, dos portos ou das desembocaduras fluviais, bem como, alguns episódios de cheias ou inundações que não os relacionados com o maremoto.

2. No caso das *Informações dos Párocos* (…), constitui-se em um manuscrito datado do ano de 1756. Este documento é o resultado de um inquérito enviado aos párocos das freguesias portuguesas, contendo 13 questões relativas às consequências e efeitos do terremoto e maremoto de 1755. Foram coligidos dados para o litoral localizado entre Aveiro e Santarém, uma vez que não constam informações para as regiões de Lisboa e do Algarve. Na verdade, esta fonte abrange as freguesias das regiões de Aveiro, Bragança, Coimbra, Évora, Guarda, Leiria, Portalegre, Santarém, Vila Real e Viseu. Nesse sentido, para além das regiões do litoral, também se procedeu à leitura e transcrição de dados relacionados com algumas localidades do interior do país quando a pertinência das informações assim o justificou. Após os procedimentos de leitura, identificação das informações e sua transcrição paleográfica, uma vez se tratando de documentação manuscrita, a qual obedece a tipologias de escrita e a formas de expressão da época, a conferência destas fontes históricas permitiu a recolha de dados em acordo com o proposto no módulo das ocorrências históricas. A título de exemplo, refira-se uma descrição datada do dia 10 de março de 1756, referente à localidade da Batalha, através da qual nos foi permitido recolher dados atinentes ao terramoto e seus efeitos na localidade. O trecho que nos interessa, refere o seguinte:

> Nesta Villa as cazas de sobrado todas padecerão suas ruinas de fendas nas paredes, humas mais, outras menos, e só cahiram duas moradas que por velhas nam tinhão moradores; as cazas terreas não tiverão ruina, e da mesma sorte as dos lugares desta freguesia Excepto o lugar das Barcas de Sima que fica a parte do Sul se aluyrão duas moradas de cazas velhas de sobrado, e parte de outras, e a mais quazi todas tiverão suas ruinas de sobrado, e terreas." (ANTT, Ministério do Reino, maço 638, microfilme 1123).

Se nesta região os impactos não parecem ter

sido catastróficos, em outras há, para além de danos do património edificado, a perda de vidas, como ocorreu em Ourém onde para além da igreja, 58 habitações ficaram completamente destruídas e "(…) morrerão trinta e tres pessoas entre homens, mulheres e crianças, e feridas ficarão dezassete (…) e morrerão dous meninos do coro, pois tudo o mais escapou (…)" (ANTT, Lisboa, Ministério do Reino, mç. 638, mf. 1740). Também, por exemplo, em Quarteira, cidade localizada na região do Algarve, no sul de Portugal, houve a destruição de aglomerados populacionais dedicados à pesca que se tinham começado a instalar na região litoral.

> No limite desta Freguezia tem hum lugar chamado Quarteira povoado de cabanas em que vivem os moradores que quazi todos são pescadores que com suas artes pescão abundantemente sardinha e já se hião estabelecendo em cazas, que o mar levou e derribou no terremoto de sincoenta e sinco, mais com o refluxo que o fluxo das agoas que sahirão do seo limite de sete ou outo centos passos (…)" (ANTT, Memórias paroquiais, vol. 21, nº 126, fl. 1163).

O relato exposto no documento, lembra-nos acerca da vulnerabilidade dos aglomerados populacionais costeiros. Havendo-se completado o levantamento das informações nas fontes mencionadas, obtiveram-se bastantes dados relacionados com o objetivo do SIARL. Ou seja, estas fontes disponibilizaram informações com a potencialidade de serem inseridas nas diversas tipologias consideradas mais relevantes, nomeadamente nas respeitantes a eventos sísmicos, cheias ou inundações e registo de destruição de património móvel e edificado. No cômputo geral, no caso da primeira fonte referida (*Memórias Paroquiais*), de um total de 3383 freguesias analisadas, foi-nos possível recolher informação que permitiu a relação de 294 entradas de registos de ocorrência. Já no caso da segunda fonte (*Informações dos Párocos*), de um total de 435 freguesias analisadas, compilaram-se 52 entradas (Gráfico 1). Note-se que, por cada entrada, não significa que se tenha extraído somente uma tipologia de ocorrência. Na verdade, uma só descrição pode conter várias tipologias. Por exemplo na freguesia de Cachoeiras, em Alenquer, uma descrição do rio reporta-se à seguinte ocorrência que acontecera em 1756: "Pello meyo desta freguezia há o Rio chamado dos Cadafaes [...] he de Inverno em occazião de chuvas summamente caudelozo e tanto que haverá dois annos, levou com a sua inundação hum moinho de agoa, quasi inteiro." (ANTT, *Memórias Paroquiais*, vol. 8, nº 28, fl. 162). Tal registo permite inferir uma ocorrência atinente à tipologia de inundação, mas também, à tipologia de destruição de

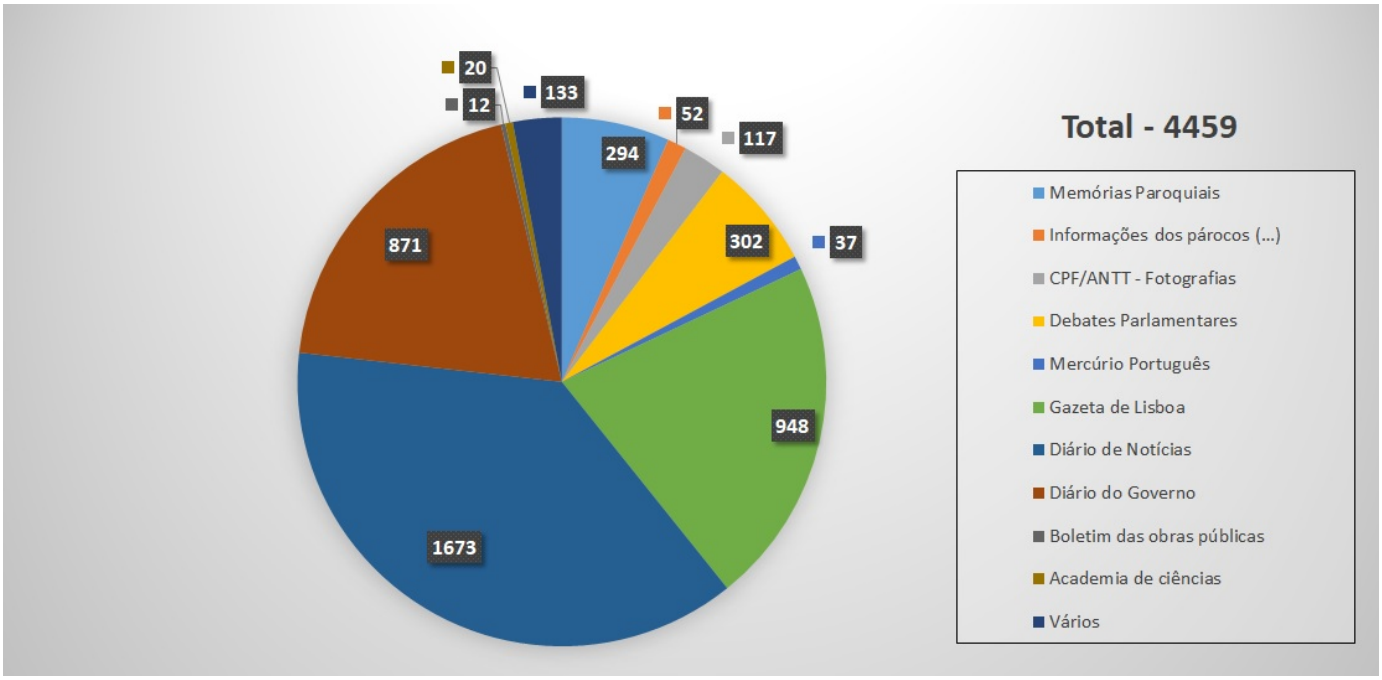


Gráfico 1. Diagrama circular com a quantidade total das ocorrências históricas coligidas em fontes primárias manuscritas e pictóricas abrangidas pelo módulo de ocorrências do SIARL.

património edificado.

Para além de documentação escrita, foi igualmente recolhida iconografia relacionada com o terramoto de Lisboa de 1755 (ANTT, *Colecção Castilho*, pt. 17) mas também fotografias, ou outro tipo de representações pictóricas, relacionadas com variadas ocorrências cronologicamente mais recentes, tais como, cheias fluviais, naufrágios marítimos, eventos de erosão costeira, entre outros (e.g. ANTT, *Empresa Pública do Jornal O Século*, Joshua Benoliel, cx. 155 e Fotografias de 1921-1925; Centro Português de Fotografia, D*epósito Geral, Aurélio da Paz dos Reis, fotografias em vidro e película; Depósito Frio*, Estantes 01, 02, 06; *Depósito G*, Armário 04). No âmbito geral, coligiram-se 117 representações pictóricas (gráfico 1) que se revelaram particularmente interessantes para serem inseridas no SIARL, especialmente se considerarmos a possibilidade do cruzamento de dados textuais com essas representações, proporcionando uma complementaridade das informações e ilustrando as ocorrências verificadas. Por exemplo, a pesquisa encetada nos periódicos (de que nos debruçaremos adiante) revelou elementos acerca do grau de destruição do terramoto ocorrido no ano de 1909, embora nem sempre fornecesse imagens da situação. Uma informação coligida refere o seguinte: "Benavente, Samora Correia, Santo Estevão e Salvaterra são as povoações mais atingidas pelo tremor de terra, sendo muito grandes os estragos materiais e alguns humanos, em consequência das derrocadas das casas." (Biblioteca Nacional, *Fundo Geral, Diário de Notícias*, nº 15602, 25 de Abril de 1909, p. 1.). Ora, esta informação foi possível de ilustrar através de fotografias guardadas noutros acervos, dando uma perceção mais tangível e visual do evento (Figura 1).

Um terceiro arquivo analisado foi o Arquivo Histórico Parlamentar (designado por AHP), pesquisando-se especificamente as informações contidas nos "Debates Parlamentares". A opção pela pesquisa neste fundo documental afigurou-se promissora, uma vez que os principais problemas concernentes ao estado do país eram (e são) debatidos nesta instituição. As informações coligidas permitem o preenchimento de vazios nas informações provenientes de outras fontes (e.g. jornais, relatórios técnicos, entre outras), evidenciando as opções político-administrativas tomadas em face das ocorrências, diverso tipo de legislação atinente à gestão do litoral, entre outros dados bastante pertinentes. Esta coleção documental abrange desde o período da Monarquia Constitucional até à 3ª República (1821 à atualidade). A investigação incidiu sobretudo, uma vez que o parlamentarismo não ocorreu anteriormente, nos períodos da Monarquia Constitucional ao final do Estado Novo (1821-1974). No período da Monarquia Constitucional, balizada entre os anos de 1821 e de 1910, ano da implantação da República em Portugal, foi possível coligir 206 entradas de informação. Estas informações, reportam-se a temas como episódios de cheias (tanto no litoral, quanto nos principais cursos fluviais portugueses), destruição do edificado, episódios de seca, descrições do litoral, entre outros assuntos inerentes às tipologias estabelecidas para recolha dos dados. Com efeito, por exemplo, no ano de 1821, relata-se a ocorrência de cheias e suas consequências na cidade de Coimbra com "(…) estragos feitos na mesma cidade, e nos campos do Mondego, pela estraordinaria enchente deste rio, acontecida em 24,



Figura 1. Fotografias intituladas "Em busca de um cadáver – Benavente: trabalhos nos escombros, com a assistência do Governador Civil de Santarém e oficiais da força militar de caçadores 6". Imagens integradas na reportagem "Através dos escombros do Ribatejo: o terramoto de 23 de Abril" (ANTT, Empresa Pública do Jornal O Século, Joshua Benoliel, cx. 262, negativo 11.).

e 28 de Dezembro de 1821 (…)" (AHP, Catálogos Gerais, Diário das Cortes Geraes e Extraordinarias da Nação Portugueza, n. 47, 26 de Set. 1822, p. 577.). Mas no ano seguinte, é a situação da seca que aflige a governação, afirmando-se nas sessões que "A colheita foi pouco favoravel por causa do longo estio de Março e Abril, e das chuvas de Maio no tempo da florescência (…)" (AHP, Catálogos Gerais, Diário das Cortes Geraes e Extraordinarias da Nação Portugueza, n. 59,10 de Out. 1822, p. 746.). Por seu turno, o início de 1823 retoma a situação de cheias, mas desta vez com elevados prejuízos humanos e materiais na região do Tejo, conforme o relato seguinte:

> Trinta e quatro dias de copiosas, e não interrompidas chuvas, a par de ventos tempestuosos, trouxe á ribeira de Coruche, e ao Tejo, uma cheia tão grande, de cuja igual não ha memoria (…) [os] maiores damnos os effeitos são; alguns homens do campo afogados, o perderem-se todas as sementeiras já feitas (…) muitos gados afogados; muitos mottas, arribanas, abegoarias, palheiros, vindo pelo Tejo abaixo; finalmente, muitas povoações pelos seus habitantes - como a de Valada, de Reguengo, e Alquidão - os trabalhadores do campo sem poderem trabalhar, e em consequencia sem poderem ganhar o pão para cada dia, e isto a mais de um mez - as estradas invadiaveis pelos muitos muros, e ribanceiras, que as tem obstruido, e as faz intransitaveis - a impossibildade de algumas terras se tornarem a semear este anno, a dificuldade de outras se cultivarem ainda, visto a estação estar adiantada (…)" (AHP, Catálogos Gerais, Diário das sessões da Câmara dos Senhores Deputados da Nação Portugueza, n. 026, 3 de Fev. 1823, p. 683-684.).

São apenas alguns exemplos das potencialidades desta fonte para se entenderem os ciclos meteorológicos considerados anómalos e as suas consequências, as quais, evidentemente, surtiam efeito no litoral, seja pela ocorrência destes fenómenos também nessa área ou pelo aumento do débito sedimentar. Disto, por exemplo, nos dá nota o seguinte relato datado de 1842:

> Ha dous annos as grandes cheias do Mondego arruinando uma parte das margens da Murraceira, Ilha que existe na Foz, trouxeram das margens arruinadas desta Ilha grande quantidade de entulho ao porto, o que, junto com as areas, augmentou os obstáculos, a ponto que está sendo do maior incómmodo e risco a entrada ha Foz do Mondego. (AHP, Catálogos Gerais, Diário das sessões da Câmara dos Senhores Deputados da Nação Portugueza, n. 049, 7 de Set. 1842, p. 108.).

Já nos catálogos da 1ª República (1910-1926), embora o avultado número de sessões legislativas, foram coligidas apenas 60 entradas de informação com relevância. Mais uma vez, abundaram especialmente os registos acerca de episódios de erosão costeira, cheias ou de inundações, muitas das vezes com danos no património edificado. Por exemplo, relativamente a problemas de erosão costeira, coligiram-se vários relatos da situação ocorrida na cidade de Espinho, a qual teve vários episódios de destruição de infraestruturas e necessidade de realojamento das populações (cf. DIAS et al., 1994; FREITAS & DIAS, 2013, 2015). No que se refere à análise dos catálogos do período do Estado Novo, cuja cronologia se situa entre os anos de 1933 e 1974, foi possível encontrar 36 entradas de informações especialmente relacionadas a casos de erosão costeira e de cheias fluviais, ambos com relatos de destruição do património edificado. Entendemos que, possivelmente, o menor número de dados que foi arrolado para este período histórico, poderá estar relacionado com as questões resultantes do controlo da livre disseminação da informação, característico neste tipo de regime administrativo. De qualquer modo, sobressaíram as informações relacionadas com períodos de cheias, especialmente acutilantes nas regiões do Douro, Mondego e na área do Ribatejo. No geral, a pesquisa neste fundo possibilitou a recolha de 302 entradas de informação (Gráfico 1).

A pesquisa proporcionou ainda 133 informações atinentes a cronologias diversificadas, recuando até ao período medieval e coligidas em diversos arquivos de âmbito local ou nacional (Gráfico 1). Vários dados demonstram que o litoral português teve alterações desde períodos recuados, as quais tiveram impactos variados nas comunidades humanas. Por outro lado, faz-nos saber acerca das intervenções humanas nos

sistemas costeiros. Por exemplo, um documento de 1310, já demonstra alterações costeiras no trecho imediatamente a sul de Espinho, evidenciando os processos sedimentares nessa região (cf. BASTOS, 2015; BASTOS et al., 2015; PEREIRA, 2019) e os problemas que podiam gerar. Com efeito, há uma queixa ao monarca acerca da impossibilidade produtiva de certos terrenos devido ao avanço do mar, o que impedia a habitabilidade da região e o consequente pagamento de tributos à coroa. Uma inquirição ordenada pelo monarca, confirma-o:

> (…) [os habitantes] nan podiam hi morar em esa pobra nem fazer a mym o foro porque diziam que a lagõa do mar lhy cobrira todolas lavoiras e que non podiam hy aver pan nen guarida e eu de prazer das partes mandei hy fazer enquiriçom e essa enquiriçom aberta e pobricada perante mim e perante as partes achey que a agua do mar cobria gran parte dessa terra, de guisa que non podiam ante a agua do mar hy fazer proveito nenhuum. (ANTT, chancelaria régia, D. Dinis, livro 1, fl. 71v.).

Noutras situações, apesar dos problemas surgidos dos processos sedimentares, ocorriam intervenções que permitiam a reposição da normalidade. Com efeito, tal como ocorria noutras regiões arenosas e com formações lagunares, especialmente no centro do país (e.g. COELHO, 1983; HENRIQUES, 1996, 2013) havia a necessidade de intervenções de abertura das barras lagunares para que se reestabelecessem as trocas hídricas com o oceano. Documentação referente à laguna de Albufeira, localizada na península de Setúbal, demonstra a necessidade desse processo quando, no ano de 1415, o monarca obriga aos oficiais "(…) que tinham cartas dos Reis que podessem mandar constranger o concelho dalmadaa E de Sesimbra E dadiça que veessem abrjr a alagoa dalbuffeyra quando sse sarrava per guissa que nam viesse dano a dicta ribeira (…)" (Arquivo Municipal de Sesimbra, *Livro do Tombo* Séc. XV-1728, fl. 113 v.). Estes exemplos, embora reportando-se a cronologias fora do âmbito de análise, revelam procedimentos que remontam ao período medieval e revelam já disposições sobre os espaços costeiros. Mais uma vez, são apenas alguns exemplos que demonstram a riqueza das informações contidas nas fontes históricas acerca dos processos do litoral e que, como referimos anteriormente, permitem uma perceção das dinâmicas costeiras do passado, podendo proporcionar uma melhor compreensão dos fenómenos costeiros observados na atualidade.

Por fim, a recolha de dados em periódicos revelou-se, como seria expectável, bastante proveitosa. Para o total de dados coligidos neste tipo de fonte histórica, cuja amplitude cronológica se situa entre os séculos XVII e XX, concorreram as pesquisas em bibliotecas de âmbito nacional e local, acrescendo a cedência de dados resultantes do projeto DATACOAST - Diachronic Analysis of Small Climate Oscillations with Effect on the Portuguese Littoral Area. Natural and Human Impacts (FCT-POCTI/HAR/36379/99-00). As informações foram exaradas a partir dos seguintes jornais: *Mercúrio Português*, constituído por 59 fascículos, onde se coligiram 37 entradas de informação balizadas entre os anos de 1664 e de 1665; *Gazeta de Lisboa*, incluindo os seus suplementos, perfazendo cerca de 350 fascículos havendo-se recolhido informação para o período entre 1715 e 1820, num total de 948 entradas; *Diário de Notícias*, cuja compilação de dados se estendeu desde o ano de 1865 a 1939 e do qual, após uma revisão e complementação dos dados, foi possível reunir 1673 entradas de informação. Outros periódicos foram igualmente analisados e complementados, havendo-se também selecionado um substancial número de dados pertinentes para o SIARL, nomeadamente nos periódicos: *Academia das Ciências* (20 entradas), *Boletim das obras Públicas* (12 entradas) e *Diário do Governo* (871 entradas). No seu conjunto, entre os diversos assuntos pertinentes, coligiram-se 3583 entradas de informação (gráfico 1), referentes principalmente a eventos climatéricos com forçamentos oceânicos, cheias e inundações e acidentes envolvendo pessoas e bens. Com o término do período de pesquisa atinente ao módulo das ocorrências históricas, o balanço final no que se refere à compilação de dados, resultou num total de 4459 informações respeitantes às tipologias prioritárias para a pesquisa, nomeadamente: erosão costeira, galgamento marítimo, cheias e inundações, destruição ou dano em património móvel e edificado.

CONCLUSÕES

A gestão costeira tende a ser reativa em vez de assumir uma posição antecipatória face à previsibilidade das vulnerabilidades e consequentemente dos riscos associados à ocupação dos litorais. O SIARL, enquanto ferramenta interativa, transdisciplinar e de acesso aberto, pretende instituir-se como uma mais-valia no apoio informado para a decisão política e técnica envolvendo os diversos níveis administrativos. O módulo das ocorrências históricas vem preencher um vazio na plataforma, uma vez a necessidade do prévio reconhecimento dos problemas históricos associados ao litoral para uma mais eficaz gestão do mesmo território. Como ficou evidente nesta exposição, há uma ampla gama de informações acerca das ocorrências e seus impactos no litoral português ao longo da história. O conhecimento das áreas mais vulneráveis, os problemas associados historicamente às mesmas, o resultado dos impactos, pode ser aferido e utilizado enquanto informação que permita a antecipação do risco, evitando-se assim a repetição de problemas que, em certos casos, são milenares. Neste sentido, a História pode e deve ser encarada como uma disciplina científica com elevada importância no que concerne ao conhecimento do litoral e dos processos atinentes a este espaço, demonstrando a sua validade e importância social atual.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto estratégico MARE Centro de Ciências do Mar e do Ambiente (UIDB/MAR/04292/2020), do projeto Estratégico do CITCEM Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória, unidade de I&D da Universidade do Porto (UIDB/04059/2020) e no âmbito do projeto LA/P/0069/2020 concedido ao Laboratório Associado ARNET.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fontes Primárias

ANTT (Arquivo Nacional Torre do Tombo), Memórias Paroquiais de 1758 (disponível em: https://digitarq.arquivos.pt/details?id=4238720)
ANTT, chancelaria régia, D. Dinis, livro 1, fl. 71v.
ANTT, Empresa Pública do Jornal O Século, Fotografias de 1921-1925.
ANTT, Empresa Pública do Jornal O Século, Joshua Benoliel, cx. 155.
ANTT, Ministério do Reino, maço 638 (disponível em: https://digitarq.arquivos.pt/details?id=4741388)
Arquivo Municipal de Sesimbra, Livro do Tombo Séc. XV-1728.
Arquivo Histórico Parlamentar, Catálogos Gerais, Diário das Cortes Geraes e Extraordinarias da Nação Portugueza, n. 47, 26 de Set. 1822; n. 59,10 de Out. 1822.
Arquivo Histórico Parlamentar, Catálogos Gerais, Diário das sessões da Câmara dos Senhores Deputados da Nação Portugueza, n. 026, 3 de Fev. 1823; n. 049, 7 de Set. 1842.
Biblioteca Nacional, Fundo Geral, Diário de Notícias, nº 15602, 25 de Abril de 1909.
Centro Português de Fotografia, Depósito Geral, Aurélio da Paz dos Reis, fotografias em vidro e película; Depósito Frio, Estantes 01, 02, 06; Depósito G, Armário 04.

Bibliografia

APA – Agência Portuguesa do Ambiente (s/d) – Sistema de Administração do Recurso Litoral (SIARL), Lisboa, Portugal. (disponível em https://apambiente.pt/agua/sistema-de-administracao-do-recurso-litoral-siarl)
BAPTISTA, M.A.; HEITOR, S.; MIRANDA, J.M.; MIRANDA, P. & MENDES VICTOR, L. 1998. The 1755 Lisbon tsunami; evaluation of the tsunami parameters, J. Geodynamics, 25(2): 143-157. (doi: 10.1016/S0264-3707(97)00019-7)
BARBEIRO, A.H. 2011. SIARL – sistema de informação de apoio à reposição da legalidade. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território). Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal. 67p. + anexos.
BASTOS, M.R. da C. 2015. O Baixo Vouga em tempos medievos: do preâmbulo da monarquia aos finais do reinado de D. Dinis. 400 p., Novas Edições Académicas/Verlag, Saarbrücken, Alemanha. (ISBN: 978-613-0-16711-0).
BASTOS, M.R.; PEREIRA, O.N.A. & DIAS, J.A.

2015. Em tempo de temporais: o caso do Furadouro (NW de Portugal) como exemplo de (in)gestão do litoral. In: DE PAULA, D.P. & DIAS, J.A. (org.). Ressacas do mar/Temporais e Gestão Costeira, pp. 203-244, Editora Premius, Fortaleza, Brasil (ISBN: 9788579244407).

BLACKBOURN, D. 2011. Environmental history and other histories. In: COULTER, K. & MAUCH, C. (eds.). RCC Perspectives, The Future of Environmental History: Needs and Opportunities, 3, pp. 19–21, Rachel Carson Center for Environment and Society, Munich, Germany (ISSN 2190-5088).

BLOCH, M. 1993. Introdução à História. 184 p., Publicações Europa-América, Lisboa, Portugal. (ISBN: 9789721012189).

COELHO, M.H. da C. 1983. O Baixo Mondego nos Finais da Idade Média (Estudo de História Rural). 1043 p., Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

DAY, J.W.; CHRISTIAN, R.R.; BOESCH, D.M.; YÁÑEZ-ARANCIBIA, A.; MORRIS, J.; TWILLEY, R.R.; NAYLOR, L.; SCHAFFNER, L. & STEVENSON, C. 2008. Consequences of Climate Change on the ecogeomorphology of Coastal Wetlands. Estuaries and Coasts, 31: 477-491. (doi: 10.1007/s12237-008-9047-6)

DIAS, J.A. 2005. Evolução da zona costeira portuguesa: forçamentos antrópicos e naturais. Revista Encontros Científicos – Turismo, Gestão, Fiscalidade, 1: 7-27. (disponível em https://www.tmstudies.net/index.php/ectms/article/view/4)

DIAS, J.A.; FERREIRA, Ó. & PEREIRA, A.R. 1994. Estudo sintético de diagnóstico da geomorfologia e da dinâmica costeira dos troços costeiros entre Espinho e a Nazaré. Esamim - Estudos de Ambiente e Informática, Lisboa, Portugal.

FREITAS, J.G. & DIAS, J.A. 2013. O caso de Espinho (Portugal): um exemplo das consequências das acções antrópicas nas zonas costeiras. In: RODRIGUES, M.A.; PEREIRA, S.D. & BERGAMASCHI, S. (Eds.) Interações Homem-Meio nas zonas costeiras: Brasil / Portugal, pp. 121-136, Corbã, Rio de Janeiro, Brasil. (ISBN: 9788598460208)

FREITAS, J.G. & DIAS, J.A. 2015. Erosão costeira: perceções, impactos e estratégias de proteção. Os casos históricos de Espinho e do Furadouro (Portugal). In PEREIRA, S.D.; RODRIGUES, M.A.; BERGAMASCHI, S. & FREITAS, J.G. (Eds.) O Homem e as zonas costeiras: Tomo IV da Rede BrasPor, pp. 182-198, Faperj, Rio de Janeiro, Brasil. (ISBN: 978-85-88769-98-4).

FREITAS, J.G. & DIAS, J.A. 2017. A historical view on coastal erosion: the case of Furadouro (Portugal). Environment and History, 23: 217-252. (doi: 10.3197/096734017X14900292921761)

GIL, A.C. 2008. Métodos e técnicas de pesquisa social. 200 p., 6ª ed., Atlas, São Paulo, Brasil. (ISBN: 978-85-224-5142-5)

HENRIQUES, M.V.F.J.R. 1996. A faixa Litoral entre a Nazaré e Peniche. Unidades Geomorfológicas e Dinâmica Actual dos Sistemas Litorais. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Évora, Évora, Portugal, 575p. + anexos.

HENRIQUES, M.V.F.J.R. 2013. O Litoral dos Coutos de Alcobaça. Evolução sedimentar e histórica da Lagoa da Pederneira. In: CARREIRAS; J.A. (Dir.) Mosteiros Cisterciences. História, arte, espiritualidade e Património, vol. 3, pp. 423-442, Jorlis, Alcobaça, Portugal. (ISBN: 978-989-98209-1-3)

HERDEIRO, J.; SILVA, M. & PATRÍCIO, P. 2015. SIARL – Sistema de Administração do Recurso Litoral. In: VIII Conferência Nacional de Cartografia e Geodesia (VIII CNCG). Comunicações da VIII Conferência Nacional de Cartografia e Geodesia – Sessão Técnica Hidrografia – Gestão de infraestruturas e recursos, Amadora, Portugal, 1-7 (ISBN: 978-989-8152-10-7)

KENNISH, M.J.; LIVINGSTON, R.J.; RAFFELLI, D. & REISE, K. 1998. Environmental future of estuaries. In: POLUNIN, N. (Ed.) Aquatic ecosystems: Trends and global prospects, pp. 188-208, Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra. (ISBN: 9780521833271)

MAHAPATRO, D.; PANIGRAHY, R. & PANDA, S. 2013. Coastal Lagoon: Present Status and Future Challenges. International Journal of Marine Science, 3(23): 178-186. (doi: 10.5376/ijms.2013.03.0023)

MARCONI, M.A. & LAKATOS, E. 2003. Fundamentos de metodologia científica. 311 p., 5ª ed., Atlas, São Paulo, Brasil. (ISBN: 85-224-3397-6).

MCNEILL, J.R. 2010. The state of the field of environmental history. Annu. Rev. Environ. Resour., 35(1): 345374. (doi: https://doi.org/10.1146/annurevenviron040609105431)

NEUMANN, B.; ATHANASIOS, T.V.; 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): e0131375. (doi: 10.1371/journal.pone.0118571)

OPPENHEIMER, M.; GLAVOVIC, B.C.; HINKEL, J.; VAN DE WAL, R.; MAGNAN, A.K.; ABD-ELGAWAD, A.; CAI, R.; CIFUENTES-JARA, M.; DECONTO, R.M.; GHOSH, T.; HAY, J.; ISLA, F.; MARZEION, B.; MEYSSIGNAC, B. & SEBESVARI, Z. 2019. Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities. In: PÖRTNER, H.O; ROBERTS, D.C.; MASSON-DELMOTTE, V.; ZHAI, P.; TIGNOR, M.; POLOCZANSKA, E.; MINTENBECK, K.; ALEGRÍA, A.; NICOLAI, M.; OKEM, A.; PETZOLD, J.; RAMA, B. & WEYER, N.M. (Eds.) IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Intergovernmental Panel on Climate Change, pp. 321-445, Cambridge University Press, Cambridge, London, United Kingdom and New York, United States of America. (disponível em: https://www.ipcc.ch/srocc/)

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, Brasil, 1005p.

PEREIRA, O.N.A.; BASTOS, M.R.; FERREIRA, J.C. & Dias, J.A. 2022. Is the Sea the Enemy? Occupation and Anthropogenic Impacts at Costa da Caparica (Portugal). Water, 14(18):2886. (doi:10.3390/w14182886)

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, Â. (Eds.), Terramoto de Lisboa de 1755: o que aprendemos 260 anos depois?, pp. 297- 316, Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal. (ISBN: 978-989-26-1098-6)

SANTOS, A.; CORREIA, M.; LOUREIRO, C.; FERNANDES, P. & MARQUES DA COSTA, N. 2019. The historical reconstruction of the 1755 earthquake and tsunami in downtown Lisbon, Portugal. J. Mar. Sci. Eng., 7:208 (doi:10.3390/jmse7070208)

SANTOS, F.D.; PENHA-LOPES, G. & LOPES, A.M. (Eds). 2017. Grupo de Trabalho do Litoral - Gestão da Zona Costeira: O desafio da mudança. Agência Portuguesa do Ambiente, Lisboa, Portugal. (ISBN: 978-989-99962-1-2)

SILVA, L.S.D. 2014. Avaliação do desempenho das políticas de defesa costeira: Obras de Defesa Costeira de 1995 a 2014. Contributo para o Sistema de Administração do Recurso Litoral (SIARL). Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente). Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal. 81p.

TEDIM, F. & GONÇALVES, J. 2007. Simulation of the 1755 tsunami flooding area in the Algarve (Southern Portugal): the case-study of Portimão. Territorium: Revista da Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, 14: 21-31. (doi: 10.14195/1647-7723_14_3)

TEDIM, F. & GONÇALVES, J. 2008. The 1755 earthquake in the Algarve (South of Portugal): what would happen nowadays? Adv. Geosci., 14: 59-63. (disponível em: www.adv-geosci.net/14/59/2008/)

TRANSPARÊNCIA (s/d) - Projeto Portugal 2020, SIARL - Adaptação do Sistema às Estratégias de Adaptação Costeira em Cenários de Alterações Climáticas (disponível em: https://transparencia.gov.pt/pt/fundos-europeus/beneficiarios-projetos/projeto/POSEUR-02-1809-FC-000042)

Capítulo XX

A TODO O VAPOR! DA INTRODUÇÃO À UTILIZAÇÃO DA ENERGIA A VAPOR NA NAVEGAÇÃO FLUVIAL E MARÍTIMA EM PORTUGAL ATÉ 1828



A TODO O VAPOR! DA INTRODUÇÃO À UTILIZAÇÃO DA ENERGIA A VAPOR NA NAVEGAÇÃO FLUVIAL E MARÍTIMA EM PORTUGAL ATÉ 1828

Tiago Canhota[1]; Olegário Nelson Azevedo Pereira[2]; Maria Rosário Bastos[3]

[1]Instituto Superior de Lisboa e Vale do Tejo, Rua Bento de Jesus Caraça 12, Ramada, Portugal, 2620-379, canhotatiago@gmail.com
[2]Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, Universidade NOVA de Lisboa, Campus da Caparica, Caparica, Portugal, 2829-516, olegario.pereira@hotmail.com
[3]Delegação do Porto, Universidade Aberta, Rua do Ameal, 752, Porto, Portugal, 4200-055
[3]Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória, Universidade do Porto, Via Panorâmica, s/n, Porto, Portugal, 4150-564, maria.bastos@uab.pt

RESUMO

Este trabalho resulta de uma primeira aproximação ao tema em apreço e ensaia uma abordagem em que se equacionam simultaneamente imperativos de caráter histórico com as condicionantes naturais que os enformam. Nesse sentido, não configura uma abordagem historiográfica clássica, chamemos-lhe assim, mas antes perspetiva um trilho de análise inserido na designada "História Ambiental". Pesem embora os trágicos acontecimentos ocorridos na primeira metade do século XIX, a segunda década de *Oitocentos* foi testemunha da chegada até nós da primeira embarcação movida a vapor, o *Conde de Palmela*. Num primeiro momento, a experiência proporcionada pelo barco movido a vapor, foi sobretudo virada para uma área mais segura, a navegação fluvial, uma vez que esta requeria investimentos e embarcações mais pequenas, encontrando-se também mais resguardada de condições climatéricas e meteorológicas hostis que assolavam a costa lusitana. Ainda assim, e perante o ineficaz sistema de vias terrestres, a exploração da ligação entre as cidades de Lisboa e do Porto esteve sempre na mente destes primeiros empreendedores, como foi o caso da empresa João Baptista Ângelo da Costa & Companhia e John Milley Doyle. A realização do presente artigo teve como principais objetivos a inventariação das companhias e/ou dos agentes de navegação que aqui operavam ou tiveram essa intenção e contextualizar o aparecimento e a utilização da energia a vapor em Portugal com especial incidência nas navegações fluviais e marítimas. Impulsionada por uma nova visão política e económica, conferida pelo Liberalismo, na qual os grandes atores deveriam ser a capacidade, a vontade e a ação dos indivíduos, esta ideia foi, no entanto, mutilada tanto pela adversa realidade encontrada no terreno como pelo conflito fratricida que se iniciou em 1828, finalizando-se desta forma esta primeira relação entre energia a vapor e navegação.

Palavras-chave: Transportes; mar; rio; motores a vapor.

ABSTRACT

This work is the result of a first approach to the subject in question and tests an approach in which imperatives of a historical nature are equated simultaneously with the natural constraints that shape them. In this sense, it does not configure a classic historiographical approach, let's call it that, but rather it envisages a trail of analysis inserted in the so-called "Environmental History". Despite the tragic events that took place in the first half of the 19th century, the second decade of the 19th century witnessed the arrival of the first steam-powered vessel, the *Conde de Palmela*. At first, the experience provided by the steam-powered boat was mainly focused on a safer area, river navigation, since this required investments and smaller vessels, as well as being more protected from hostile weather and weather conditions than ravaged the Portuguese coast. Even so, and given the ineffective land road system, exploring the connection between the cities of Lisbon and Porto was always on the minds of these first entrepreneurs, as was the case of the company João Baptista Ângelo da Costa & Companhia and John Milley Doyle. The main objectives of this article were to inventory the companies and/or shipping agents that operated here or intended to do so, and to contextualize the appearance and use of steam energy in Portugal, with a special focus on river and sea navigation. Driven by a new political and economic vision, conferred by Liberalism, in which the great actors should be the ability, will and action of individuals, this idea was, however, mutilated both by the adverse reality found on the ground and by the fratricidal conflict which began in 1828, thus ending this first relationship between steam power and navigation.

Keywords: Transport; sea; river; steam engines.

INTRODUÇÃO

Designado de "A todo o vapor! Da introdução à utilização da energia a vapor na navegação fluvial e marítima em Portugal até 1828", este trabalho pretendeu ser o primeiro de dois, dedicados ao estudo e à divulgação da introdução, desenvolvimento e aplicação da energia a vapor na navegação, em contextos de rio e mar, no reino de Portugal continental, ilhas adjacentes e colónias, entre o ano de 1820 e meados do século

XIX.

Por se tratar de um trabalho prospetivo, mas, em nossa opinião necessário, pela sua caraterística inovadora, não explorará aspetos como a transferência social do conhecimento técnico vindo de além-fronteiras, designadamente de latitudes onde a revolução industrial seguia o seu curso a um ritmo incomensuravelmente mais veloz, nem tão-pouco o desempenho financeiro das empresas pioneiras da introdução do vapor na navegação marítima e fluvial do Portugal *Oitocentista*. Fica essa abordagem para um trabalho posterior, de maior vulto, que discorra e complete o que agora se apresenta como introdução ao assunto em apreço e, sublinhemos, numa ótica de análise das potencialidades e constrangimentos estabelecidos no eterno diálogo Ser Humano/Ambiente.

Nesta primeira abordagem ao tema, a análise centrou-se exclusivamente no território continental e balizou-se entre os anos de 1820 e 1828. A delimitação espacial deveu-se ao fato de não existirem empresas de navegação a vapor portuguesas, ou de matriz portuguesa, que efetuassem ligações entre a metrópole e as colónias portuguesas, como se designavam à época. Assim, tornou-se imprescindível entender quando e em que locais se iniciaram tais empreendimentos. Nesse sentido, a cronologia foi delimitada entre a chegada a portos lusitanos do primeiro navio a vapor – o *Conde de Palmela*, no ano de 1820 – e o término da primeira experiência Liberal, aquando do regresso do infante D. Miguel e dos Absolutistas ao poder no ano de 1828.



Figura 1. Logotipo da companhia de navegação a vapor João Baptista Ângelo da Costa & Companhia. Atente-se na conjugação entre chaminé (vapor) e velas (vento). Fonte: GAZETA DE LISBOA, 1824, n.º 298.

Apesar de em 1807 Robert Fulton ter adaptado o motor a vapor aos navios, todo o processo de reconversão náutica foi pautado por uma lentidão verificando-se, no curto e médio prazo, a continuação do uso de embarcações unicamente apetrechadas de velas ou, em alguns casos, conjugando estas com um motor a vapor (GOMES, 1996; OLIVEIRA MARQUES, 2002) como se pode verificar na Figura 1.

No panorama nacional, a navegação à vela manteve-se fulcral tanto nas viagens por mar como por rio. No primeiro caso, a viagem de cabotagem era um meio de ligação entre os principais centros populacionais e económicos; no segundo caso, permitiam uma ligação com o interior do território, facto que era de vital importância para um país onde as estradas escasseavam. Neste campo e sem prejuízo dos rios Lima, Vouga, Guadiana, do Mondego, ou outros, os rios Douro e Tejo mostraram-se fundamentais tanto para o escoamento de produtos como para a deslocação de pessoas e bens (SERRÃO, 1980; SERRÃO, 1984; PEREIRA, 1997; OLIVEIRA MARQUES, 2002).

Também no plano internacional o velame manteve a sua importância, não deixando de ser utilizado nas grandes viagens oceânicas. A este propósito compreende-se que já muito perto de meados do século XIX, em 1845, tenha sido produzida pela indústria náutica americana uma nova tipologia de embarcação que usava unicamente a força eólica, o clipper, e que, a caminho do último quartel do século XIX, se tenham construído os dois navios mais rápidos e famosos desta categoria: o *Thermopylae (1868) e o Cutty Sark* (1869) (CARVALHO & FERNANDES, 2009).

Entre os fatores que explicam esta escolha, contavam-se a secular tradição de navegação eólica, os elevados custos que estavam sempre associados à utilização de novas tecnologias, a pouca fiabilidade dos motores a vapor e ainda, a limitação na capacidade de carga, uma vez que o espaço originalmente utilizado para a sua acomodação, que conferia mais rendibilidade, era agora necessário para transportar o carvão (CARVALHO & FERNANDES, 2009).

Este cenário (tenha-se em conta que, em

1860, os navios movidos a vapor constituíam apenas cerca de 20% da frota mundial) que, em maior ou menor medida, era comum de uma maneira geral a toda a Europa e por conseguinte a Portugal, ficou registado para a posteridade pelo pincel de Montagne Dowson na tela, *Thermopylae: departure from Foochow* (Figura 2). Aí se veem grandes embarcações guarnecidas de velas usadas para os transportes transoceânicos, enquanto os barcos a vapor (com as suas caraterísticas rodas de pás) são de reduzidas dimensões e remetidos para trabalhos de reboque no porto, empregando a sua força bruta.

Ainda assim, a nova tecnologia energética impôs-se. As evoluções e os aperfeiçoamentos sofridos pelos motores tornaram-nos progressivamente mais económicos, mais eficientes, mas sobretudo, mais fiáveis. Aliadas a estas, as novas técnicas construtivas nas quais eram usados metal em vez de madeira, tornaram os navios mais resistentes e, ainda, a descida do custo dos fretes permitiu que os barcos a vapor se estabelecessem de forma definitiva no transporte marítimo e fluvial mundial (CARVALHO & FERNANDES, 2009).

A temática da energia a vapor, sobretudo a sua introdução e difusão em Portugal, já foi abordada por SERRÃO (1971; 1980). No que se refere à questão da evolução das embarcações, encontram-se considerações acerca do tema nas obras de GOMES (1996) e de CARVALHO & FERNANDES (2009). Para além destes, outros estudos abordaram mais especificamente a temática em análise, nomeadamente a obra de MATOS (1980), os artigos de GASPAR (1970), debruçado na navegação no rio Tejo ao longo dos tempos, e o de PEREIRA (1997) sobre a navegabilidade e importância do rio Douro. Importa, contudo, proceder tanto quanto possível, a uma abordagem holística, considerando as condições naturais que proporcionaram ou dificultaram a evolução do transporte fluvial e marítimo em Portugal, como sejam, por exemplo, as influências dos regimes das marés, da energia da onda, dos processos de sedimentação nos cursos fluviais, entre outros. Para o efeito, procedeu-se a uma abordagem metodológica assente na análise de fontes primárias das quais fosse possível coligir informação acerca da introdução e desenvolvimento da navegação a vapor, mas igualmente, das condicionantes naturais



Figura 2. Pintura: Thermopylae: departure from Foochow. Fonte: Thermopylae: history of the world's fastest clipper: história do clipper mais veloz do mundo.

envolvidas no processo, nomeadamente a documentação produzida por diversas instituições políticas do reino de Portugal, dando conta das intenções, propostas e efetivas concretizações das empresas de navegação a vapor, assim como das carreiras a realizar ou realizadas. Entre outras indicam-se o DIARIO DA REGENCIA (1821); o DIÁRIO DAS CORTES DA NAÇÃO PORTUGUESA (1823); DIARIO DAS CORTES GERAES E EXTRAORDINARIAS DA NAÇÃO PORTUGUEZA (1821; 1822); o DIARIO DO GOVERNO (1821; 1823), o DIARIO DA CÂMARA DOS SENHORES DEPUTADOS DA NAÇÃO PORTUGUEZA (1823) e a GAZETA DE LISBOA (1823; 1824; 1826; 1827; 1828).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Portugal e o vapor

A primeira notícia de que dispusemos sobre a utilização de um engenho movido a energia motriz produzida pela força de um vapor data de 1742. Foi então anunciado, na *Gazeta de Lisboa*, que Bento de Moura Portugal tinha efetuado uma demonstração perante a rainha e os príncipes de uma máquina de origem inglesa que tinha aperfeiçoado, dando desta forma a conhecer o potencial da nova fonte de energia. Mesmo assim, e embora nas décadas seguintes tenham surgido relatos espaçados sobre invenções e/ou inventores eivados de boas e grandes intenções, as mesmas não tiveram aplicabilidade prática no terreno como aconteceu, por exemplo, no caso de João Jacinto de Magalhães que, em 1778, foi encarreguado de adquirir uma máquina capaz de escoar as águas das minas, ou o projeto do tenente-coronel do Real Corpo dos Engenheiros, Francisco António Rapozo, para a construção de um aparelho destinado à moagem (SERRÃO, 1980).

A entrada na centúria de *Oitocentos* não aportou consigo as condições necessárias para a instalação e utilização do vapor; muito pelo contrário: a guerra das Laranjas em 1801 (SERRÃO, 1982), a fuga da Família Real e da Corte para o Brasil em 1807, as Invasões Francesas e a Guerra Peninsular entre 1807 e 1814, a introdução do regime Liberal no ano de 1820 e, ainda, a independência do Brasil em 1822 tiveram como resultado disrupções políticas, sociais e económicas, levando a que a entrada do vapor em Portugal continental tivesse tanto de tardia como de insignificante, pesem, como vimos, todos as aplicações e planos precoces para a sua utilização (SERRÃO, 1984).

Ainda assim, em 1816, teve lugar por iniciativa de Jacques (pai) e Diogo Ratton (filho), a mais promissora aplicação do motor à indústria, neste caso à moagem. Requerido e concedido em 1818 o exclusivo por um período de vinte anos, foi precedido este pedido pelo seu rival cerealífero, o barão de Sobral, arrastando-se o processo até 1820, não se podendo afirmar se o plano inicial realmente se efetivou. Esse impulso vaporífero na indústria ocorreu apenas em 1835, depois do fim da guerra civil. Nos transportes navais o seu emprego ocorreu *de facto* no ano de 1821 (SERRÃO, 1971; SERRÃO, 1980; OLIVEIRA MARQUES, 2002), conforme se indica na Tabela I.

Para além dos motivos já expostos, não pudemos negligenciar a própria mentalidade atávica e a falta de visão ou de conhecimento das suas potencialidades, ficando as mesmas expressas nas palavras do deputado António Lobo Barbosa

Tabela I. Total embarcações movidas a vapor em Portugal entre 1820 e 1828.

Anos	Tentativas e usos do vapor em Portugal
1820	1
1821	1
1822	2
1823	2
1824	2
1825	2
1826	3
1827	3
1828	3

Teixeira Ferreira Girão, nas Cortes Gerais e Extraordinárias da Nação Portuguesa, nos seguintes termos: "Ao que me opponho, he [à] introducção [da] maquina [a vapor], que nem he nova, nem serve para felicidade do Reino.". (DIARIO DAS CORTES GERAES E EXTRAORDINARIAS DA NAÇÃO PORTUGUEZA, 1821, n.º 195). Apesar deste contexto adverso e de todos os obstáculos encontrados, a energia a vapor entrou finalmente em Portugal.

O barco a vapor em Portugal

Os pioneiros: vogando entre a utopia e a ilusão (1820-1828)

Malgrado todas as contrariedades, o ano de 1820 viu atracar no porto de Lisboa o primeiro navio a vapor português, o conde de Palmela, dando-se efetivamente início à aplicação e utilização da energia a vapor no contexto naval, pelas mãos do cônsul de Portugal em Liverpool, António Julião da Costa e de João Baptista Ângelo da Costa, consubstanciada na empresa João Baptista Ângelo da Costa & Companhia. De pequena tonelagem, apenas 80 t., a sua utilização primitiva deu-se no rio Tejo. No Diário do Governo de 26 de janeiro de 1821, anunciava-se a novidade. O seu trajeto era o seguinte: partindo de Lisboa, mais precisamente do cais das Colunas, no dia 27, fazia escala em Vila Franca de Xira e atracava em Santarém; no dia seguinte, 28 de janeiro, fazia o percurso inverso regressando à capital (DIARIO DO GOVERNO, 1821, n.º 23; SERRÃO, 1980; OLIVEIRA MARQUES, 2002).

Este curso fluvial era navegável até à zona da Valada, localizada em Alqueidão, tornando-se essa navegação mais difícil a montante deste ponto, em especial no verão (BRANDÃO & MALASPINA, 2022), quer pela diminuição do caudal, quer pelo assoreamento ser maior a partir desse ponto. Por outro lado, a propagação da maré dinâmica do estuário do Tejo atinge uma distância de cerca de 80 quilómetros, até sensivelmente a mesma região da Valada e Muge (FREIRE et al. 2006), o que poderia dificultar a progressão no rio. Aliás, alguns registos do ano de 1822, demonstram precisamente essa dificuldade, especialmente tratando-se de um verão mais rigoroso em que "(…) a falta de chuvas tem de tal sorte empobrecido o Tejo que as barcas não podem passar de Vallada para cima." (DIARIO DAS CORTES GERAES E EXTRAORDINARIAS DA NAÇÃO PORTUGUEZA, 1822, n.º 60). Já no inverno, o problema relacionava-se com as cheias que ocorriam no Tejo. Por exemplo, no início de 1823 houve "Trinta e quatro dias de copiosas, e não interrompidas chuvas, a par de ventos tempestuosos, [que] trouxe á ribeira de Coruche, e ao Tejo, uma cheia tão grande, de cuja igual não ha memoria." (DIARIO DA CÂMARA DOS SENHORES DEPUTADOS DA NAÇÃO PORTUGUEZA, 1823, n.º 26). Assim, a navegação até Santarém era mais complicada de se realizar, tanto pelo assoreamento do leito fluvial que ocorria no verão, quanto pelas cheias que tinham lugar de inverno, motivos pelos quais, durante bastantes anos, se discutiu a regularização deste trecho fluvial através de obras de melhoramento da chamada "vala da Azambuja" de modo a diminuir o tempo de ligação entre Alqueidão e Santarém (BRANDÃO & MALASPINA, 2022.).

Quer tenha sido por tais razões, por falta de rentabilidade, ou por motivos técnicos, um mês depois e no mesmo Diário do Governo, fez-se um novo anúncio, onde se indicava uma nova periodicidade e se alterava o percurso primitivo: as saídas de Lisboa, eram agora feitas a partir do designado cais de Santarém, às nove da manhã de terça-feira, de quinta-feira e de sábado e o regresso era efetuado no dia seguinte, isto é, quarta-feira, sexta-feira e domingo; ao invés da inicial carreira Lisboa-Vila Franca de Xira-Santarém, tolheu-se o percurso, mantendo-se a partida da capital e a paragem em Vila Franca mas fixando-se agora um novo término em Alqueidão, Azambuja, conforme a Figura 3. Quanto ao bilhete por pessoa, o seu custo cifrou-se em 480 reis para a viagem até Vila Franca e 960 reis para Alqueidão (DIÁRIO DO GOVERNO, 1821, n.º 49).

Para além da exploração do barco a vapor, esta dupla tinha igualmente interesses fabris. A esse respeito, foi publicado no Diário da Regência de 26 de junho de 1821, a entrada na Comissão das Artes e Manufaturas, de um requerimento para que fossem outorgados privilégios de ordem económica, tendo os deputados optado pelo adiamento de uma decisão final, não se chegando à

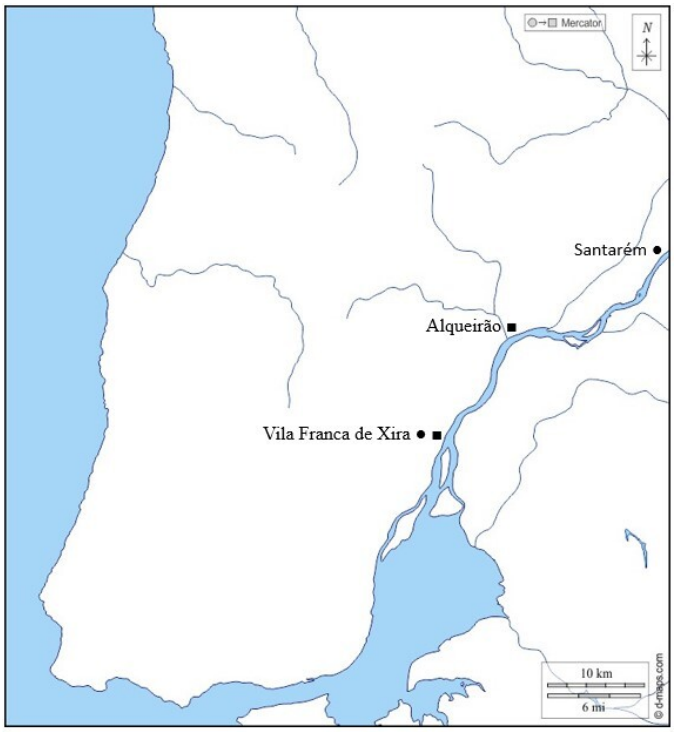


Figura 3. Paragens indicadas no percurso inaugural e no revisto.

mesma nem com a diligência nem com o consenso que a matéria em questão necessitava (DIARIO DA REGENCIA, 1821, n.º 149). No Diário da Regência de 13 de julho do mesmo ano, os mesmos proponentes tiveram nova resposta adiada à mesma requisição (DIARIO DA REGENCIA, 1821, n.º 164). Finalmente, na sessão do dia 9 de outubro, foi deferido pela Comissão das artes e manufaturas, nas Cortes Gerais, o pedido feito por João Baptista Ângelo da Costa & Companhia, no sentido de ter acesso ao:

> "(…) privilegio para as referidas maquinas e barco, assim como a isenção de direitos das materias primas, necessarias para a sua laboração, isto he, do combustivel indispensavel, como agente principal, e do ferro em bruto, para a nova fundição, que estabelecêrão (…)".

Mesmo assim, registou-se a relutância do já referido deputado Girão, argumentando que os:

> "(…) barcos de vapor (…) não prestão para nada; não servem de proveito nenhum, como praticamente estamos vendo, só se for para levar junto dos navegantes maiores perigos; pois he fama que um destes dias rebentou a caldeira, e por pouco não foi a pique o tal barco." (DIARIO DAS CORTES GERAES E EXTRAORDINARIAS DA NAÇÃO PORTUGUEZA, 1821, n.º 195).

Não obstante a óbvia importância das cidades de Lisboa e o Porto, a regularidade e a facilidade de comunicações entre elas não eram consentâneas com os seus estatutos. Para se ter uma ideia destes constrangimentos atente-se que a ligação por terra era dispendiosa, perigosa e morosa, já que era necessária cerca de uma semana para se realizar o trajeto. Identificando esta lacuna nas comunicações a Companhia decidiu alocar o *conde de Palmela* para a referida ligação a partir de maio de 1821. No entanto, quer a pequena tonelagem (80 t.), quer a força motorizada necessária, revelaram-se insuficientes para vencerem a ondulação do Atlântico, regressando a embarcação ao seu percurso no rio Tejo em outubro desse ano (GASPAR, 1970; SERRÃO, 1980; OLIVEIRA MARQUES, 2002; BALBI, 2004).

Para a carreira Lisboa-Porto-Lisboa foi adquirida em 1822 uma outra embarcação com cerca de 250 t., o *Paquete Lusitano*, iniciando as suas viagens pelo menos desde março de 1823 (DIARIO do governo, 1823, n.º 81; OLIVEIRA MARQUES, 2002).

Note-se no entanto que, embora os tempos médios de viagem fossem substancialmente inferiores aos dos transportes terrestres (diligência: sete dias; *conde de Palmela*: dois dias e *Paquete Lusitano*: um dia), os níveis de perigosidade e de segurança não diferiam muito, uma vez que tanto o sistema de sinalização e de socorro ao longo da costa eram incipientes ou mesmo inexistentes: no caso farolar, existiam apenas em toda a plenitude costeira continental, onze faróis, enquanto a primeira instituição de socorro a náufragos, a Real Casa d`Asylo aos Naufragados, só foi construída dali a cinco anos (GAZETA DE LISBOA, 1823, n.º 158; BALBI, 2004; CANHOTA et al., 2021). A estes fatores, mas não de somenos importância, juntavam-se ainda as habituais condições adversas do litoral português em especial no inverno (fortíssima agitação marítima na costa noroeste peninsular) que impeliam a uma quase cessação das comunicações marítimas durante esse período (SERRÃO, 1980). Para se ter uma imagem mais fidedigna sobre este tópico, atente-se no Diário do Governo de 22 de abril, onde foi descrita a terceira

viagem que o *Paquete Lusitano* realizou entre as urbes lisboense e portuense. Partindo de Lisboa às 10 horas da manhã do dia 13, a embarcação aportou em Cascais às 17 horas "(…) por causa do temporal desfeito do Norte, e NNO (…)"; no dia seguinte, saiu de Cascais às 8 horas da manhã e ancorou por volta das 17 horas em Peniche, onde se manteve até dia 15. O temporal foi de tal magnitude que a embarcação chegou mesmo a partir a corrente de ferro da ancoragem; no dia 16, fez-se ao mar às 6 horas da manhã mas ao chegar próximo do arquipélago das Berlengas teve de regressar novamente a Peniche uma vez que "(…) o mar era tão desordenado, que parecia que o Paquete se desconjuntava (…)", mantendo-se aí até dia 17. Aproveitando a bonança, zarpou às 10 horas da manhã desse dia, chegando ao Porto por volta das 4 da manhã do dia 18, cerca de 18 horas depois de ter partido de Peniche (DIARIO do governo, 1823, n.º 95)!

Mais do que melindrar eventuais passageiros, a descrição teve como intuito de relevar a segurança do navio "(…) pois nenhum outro Navio poderia supportar o temporal, e ventos contrários, que o Paquete sustentou." (DIARIO do governo, 1823, n.º 95). Não obstante toda a intrepidez demonstrada em viagens anteriores, no dia 11 de julho, o *Paquete Lusitano* naufragou ao largo do cabo Rendido, em Torres Vedras, devido às más condições climatéricas, nomeadamente nevoeiro e fortes correntes que desviaram a nave da rota preestabelecida. Apesar de ter ocorrido de madrugada e da forte agitação marítima, salvaram-se de uma morte certa a maior parte dos passageiros e da tripulação (GAZETA DE LISBOA, 1823, n.º 167; GAZETA DE LISBOA, 1823, n.º 169; GAZETA DE LISBOA, 1823, n.º 173; OLIVEIRA MARQUES, 2002).

Para o substituir, foi comprado pela empresa João Baptista Ângelo da Costa & Companhia, mais uma vez mais em Inglaterra, um novo navio de 298 t., o *Restaurador Lusitano*, mantendo as ligações entre as duas maiores cidades do reino num percurso que demorava entre de 20 a 24 horas, oscilando entre as 17 horas (junho de 1824) e as 39 horas (outubro de 1824). Em que medida contribuiu para esta significativa discrepância de tempo a estação do ano e as usualmente condições climatéricas mais adversas, nomeadamente a energia das correntes e dos ventos ou o tamanho da ondulação?

Desde o dia 18 de maio de 1824, para além dos passageiros, iniciou também o transporte de correspondência expedida pela Administração Geral dos Correios, mantendo-se ao serviço civil até 1830, quando foi incorporado na armada miguelista (GAZETA DE LISBOA, 1824, n.º 129; GAZETA DE LISBOA, 1824, n.º 238; OLIVEIRA MARQUES, 2002).

Perante o atraso das comunicações e os ensejos proporcionados pela implantação do regime *Vintista*, a navegação (e não só) mostrou-se um bom campo de oportunidades não sendo de estranhar que outros competidores aparecessem tanto para a exploração de rotas oceânicas como fluviais.

Porventura o mais entusiasta destas novas oportunidades tenha sido John Milley Doyle, um irlandês com ligações a Portugal desde o tempo das Invasões Francesas. No ano de 1823, solicitou uma autorização para que lhe fossem concedidos privilégios de modo a poder fazer escala nos portos portugueses, numa carreira que ligava o norte da Europa ao porto de Gibraltar utilizando o barco *Real Jorge* (GAZETA DE LISBOA, 1823, n.º 168; OLIVEIRA MARQUES, 2002). A título de curiosidade, refira-se que nesse mesmo ano deu entrada na Câmara dos Deputados uma proposta na qual Doyle, em representação de vários capitalistas ingleses, se propunha a "(…) debaixo de certas condições contratar a conducção das malas desta Capital para o Porto, e Badajoz, em carroagens conforme o uso seguido em Inglaterra e França." demonstrando-se tanto as fragilidades como as oportunidades que o setor dos transportes oferecia (Diário das cortes da nação Portuguesa, 1823, n.º 23; DIARIO DO GOVERNO, 1823, n.º 27).

Para o período compreendido entre 1824-1828, e associados à navegação fluvial no Tejo, apareceram ainda António Luís de Melo, que requereu permissão para explorar as carreiras entre Lisboa e a margem sul, nomeadamente Cacilhas, ribeira de Coina e Aldeia Galega do Ribatejo (hoje Montijo); António Filipe de Oliveira, que pretendeu explorar os troços Lisboa-Moita e Lisboa-Setúbal e novamente a companhia de João Baptista Ângelo

da Costa (OLIVEIRA MARQUES, 2002; CANHOTA et al., 2021).

Para levar a cabo tal desiderato, esta última propôs-se adquirir seis navios (*Imperador Lusitano; infanta D. Isabel Maria; infanta D. Maria da Assunção; infanta D. Ana de Jesus Maria; Conde de Cea* e *condessa de Porto Santo*) que contemplava para lá do Tejo, carreiras para o norte e sul de Portugal continental e ainda para as ilhas adjacentes. Do ambicioso plano original, quedou-se apenas um navio, o *Conde de Cea*, que chegou a Lisboa vindo de Liverpool em agosto de 1826, existindo notícia do seu serviço a partir de maio de 1827. Até ao ano seguinte, juntamente com o navio *Conde de Palmela*, efetuavam carreiras regulares entre Lisboa e Vila Nova da Rainha com escalas em Alhandra, Vila Franca de Xira e Carregado (GAZETA DE LISBOA, 1826, n.º 196; GAZETA DE LISBOA, 1827, n.º 124; GAZETA DE LISBOA, 1827, n.º 222; OLIVEIRA MARQUES, 2002), como se pode comprovar na Tabela II.

A chegada do *Conde de Palmela* em 1820 marcou o início da navegação a vapor em Portugal. No entanto, o início das hostilidades entre as fações Liberais e Miguelistas, em 1828, trouxeram instabilidade às rotas e perigos e confiscos às embarcações, contribuindo de forma indelével para o enfraquecimento desta primeira experiência vaporífera portuguesa (Tabela III). Do que ficou exposto se infere que a introdução da navegação a vapor em Portugal, embora tardia, seguiu uma evolução expectável. Iniciou-se em ambiente fluvial e, consequentemente menos exigente e perigoso, e foi evoluindo para mar aberto com percursos cada vez mais distantes.

Tudo de feição até a conjuntura política e bélica se tornar um fator de perturbação lógico numa progressão que parecia seguir "a todo o vapor"!

CONCLUSÃO

Atendendo às variáveis negativas endógenas e exógenas de índole política, social e económica que assolaram Portugal no primeiro quartel do século XIX e que se estenderam até meados do mesmo, não era de difícil aferição o(s) atraso(s) a que Portugal se encontrava votado.

Para além destes, acresce uma costa atlântica intempestiva, rios com pouca extensão de navegabilidade, ausência de canais, uma escassez de estradas que oferecessem condições para um trajeto rápido, cómodo e seguro e ainda um terreno montanhoso, com especial incidência a norte do Tejo. Todos estes fatores contribuíram para a permanência de um reino de feições atávicas, no século XIX. Enquanto na Europa central se avançava para um tempo novo e sem retorno, Portugal permaneceu imóvel.

Deste modo, a adoção da energia movida a vapor, com a imediata ligação às revoluções industriais e dos transportes, continha nela mesma o

Tabela II. Percurso e horário do conde de Cea na carreira Lisboa-Vila Nova da Rainha.

	Lisboa - Vila Nova da Rainha	**Vila Nova da Rainha - Lisboa**	
	Horário de partida	Horário de partida	
9 horas da manhã	Domingo	Segunda-feira	Meio-dia
	Segunda-feira	Terça-feira	
	Quarta-feira	Quinta-feira	
	Quinta-feira	Sexta-feira	
	Sábado	Domingo	

Tabela III. A navegação a vapor em Portugal entre 1820 e 1828

Anos	Empresa	Embarcação	Navegação	Percurso
1821	João Baptista Ângelo da Costa & Cª	*Conde de Palmela*	Fluvial	Lisboa – Santarém e Lisboa – Azambuja
1821	João Baptista Ângelo da Costa & Cª	*Conde de Palmela*	Marítima	Lisboa – Porto
1822 - 1823	João Baptista Ângelo da Costa & Cª	*Paquete Lusitano*	Marítima	Lisboa – Porto
1823	John Milley Doyle	*Royal George*	Marítima	Lisboa (entreposto)
1824 - 1828	João Baptista Ângelo da Costa & Cª	*Restaurador Lusitano*	Marítima	Lisboa – Porto
1824	António Luís de Melo (pedido de autorização)	???	Fluvial	Cacilhas, ribeira de Coina e Aldeia Galega do Ribatejo
1825	António Filipe de Oliveira (pedido de autorização)	???	Fluvial e marítima	Lisboa-Moita e Lisboa-Setúbal
1827 - 1828	João Baptista Ângelo da Costa & Cª	*Conde de Cea*	Fluvial	Lisboa – Vila Nova da Rainha

gérmen da modernidade, pretendendo alavancar o país para o desenvolvimento que lhe faltara. No entanto, a execução no terreno mostrou-se sempre mais difícil de concretizar, não obstante as tentativas que foram, em maior ou menor grau, tentadas e conseguidas.

A falta de dinamismo industrial e comercial, a escassez de capitais para tão avultados investimentos que tinham forçosamente de ser a médio e longo prazo e a persistente instabilidade política, foram fatores que fizeram soçobrar esta primeira experiência de navegação a vapor em Portugal.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto estratégico do MARE Centro de Ciências do Mar e do Ambiente (UIDB/MAR/04292/2020), do projeto estratégico do CITCEM Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória, unidade de I&D da Universidade do Porto (UIDB/04059/2020) e no âmbito do projeto LA/P/0069/2020 concedido ao Laboratório Associado ARNET.

REFERÊNCIAS

Fontes

DIARIO dA REGENCIA, 1821. s/p, n.º 149, Imprensa Nacional, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1821&mes=6&tipo=a-diario&filename=1821/06/14/D_0140_1821-06-14&pag=1&txt=jo%C3%A3o%20baptista%20angelo

DIARIO dA REGENCIA, 1821. s/p, n.º 164, Imprensa Nacional, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1821&mes=7&tipo=a-diario&filename=1821/07/13/D_0164_1821-07-13&pag=3&txt=jo%C3%A3o%20baptista%20ange

lo
DIARIO DA CÂMARA DOS SENHORES DEPUTADOS DA NAÇÃO PORTUGUEZA, 1823, pp. 672-685, n.º 26, Imprensa Nacional, Lisboa, Portugal. https://debates.parlamento.pt/catalogo/mc/cd/listIssuesByYear?ano=1823
DIARIO DAS CORTES GERAES E EXTRAORDINARIAS DA NAÇÃO PORTUGUEZA. 1822, pp. 868-877, n.º 60, Imprensa Nacional, Lisboa, Portugal. https://debates.parlamento.pt/catalogo/mc/c1821/listIssuesByYear?ano=1822
DIARIO DAS CORTES DA NAÇÃO PORTUGUESA, 1823. pp. 640-648, n.º 23, Imprensa Nacional, Lisboa, Portugal. https://debates.parlamento.pt/catalogo/mc/cd/01/01/01/023/1823-01-30
DIARIO DAS CORTES GERAES E EXTRAORDINARIAS DA NAÇÃO PORTUGUEZA. 1821, pp. 2569-2586, n.º 195, Imprensa Nacional, Lisboa, Portugal. https://debates.parlamento.pt/catalogo/mc/c1821/01/01/01/195/1821-10-09/2582?q=vapor&from=1821&to=1821&pPeriodo=mc&pPublicacao=c1821
DIARIO DO GOVERNO, 1821. s/p, n.º 23, Impressão Nacional, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1821&mes=1&tipo=a-diario&filename=1821/01/26/D_0023_1821-01-26&pag=4&txt=vapor
DIARIO DO GOVERNO, 1821. s/p, n.º 49, Imprensa Nacional, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1821&mes=2&tipo=a-diario&filename=1821/02/26/D_0049_1821-02-26&pag=4&txt=vapor
DIARIO DO GOVERNO, 1823. pp. 193-200, n.º 27, Imprensa Nacional, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1823&mes=1&tipo=a-diario&filename=1823/01/31/D_0027_1823-01-31&pag=1&txt=debaixo%20de%20certas%20condi%C3%A7%C3%B5es
DIARIO DO GOVERNO, 1823. pp. 889-892, n.º 81, Imprensa Nacional, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1823&mes=4&tipo=a-diario&filename=1823/04/05/D_0081_1823-04-05&pag=4&txt=paquete%20lusitano
DIARIO DO GOVERNO, 1823. pp. 795-802, n.º 95, Imprensa Nacional, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1823&mes=4&tipo=a-diario&filename=1823/04/22/D_0095_1823-04-22&pag=8&txt=vapor
GAZETA DE LISBOA, 1823. pp. 1189-1196, n.º 158, Impressão Régia, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1823&mes=7&tipo=a-diario&pm=&res=
GAZETA DE LISBOA, 1823. pp. 1239-1242, n.º 167, Impressão Régia, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1823&mes=7&tipo=a-diario&pm=&res=
GAZETA DE LISBOA, 1823. pp. 1243-1248, n.º 168, Impressão Régia, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1823&mes=7&tipo=a-diario&filename=1823/07/18/D_0168_1823-07-18&pag=5&txt=doyle
GAZETA DE LISBOA, 1823. pp. 1249-1254, n.º 169, Impressão Régia, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1823&mes=7&tipo=a-diario&filename=1823/07/19/D_0169_1823-07-19&pag=6&txt=paquete%20lusitano
GAZETA DE LISBOA, 1823. pp. 1271-1278, n.º 173, Impressão Régia, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1823&mes=7&tipo=a-diario&pm=&res=
GAZETA DE LISBOA, 1824. pp. 601-606, n.º 129, Impressão Régia, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1824&mes=6&tipo=a-diario&pm=&res=
GAZETA DE LISBOA, 1824. pp. 889-892, n.º 146, Impressão Régia, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1824&mes=6&tipo=a-diario&filename=1824/06/01/D_0129_1824-06-01&pag=6&txt=Restaurador%20Lusitano
GAZETA DE LISBOA, 1824. pp. 1137-1140, n.º 238, Impressão Régia, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1824&mes=10&tipo=a-

diario&filename=1824/10/08/D_0238_1824-10-08&pag=4&txt=Restaurador%20Lusitano
GAZETA DE LISBOA, 1824. p. 1326, n.º 298, Impressão Régia, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1824&mes=12&tipo=a-diario&filename=1824/12/17/D_0298_1824-12-17&pag=4&txt=Jo%C3%A3o%20Baptista%20Angelo%20da%20Costa
GAZETA DE LISBOA, 1826. pp. 787-791, n.º 196, Impressão Régia, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1826&mes=8&tipo=a-diario&filename=1826/08/22/D_0196_1826-08-22&pag=4&txt=cea
GAZETA DE LISBOA, 1827. pp. 797-800, n.º 124, Impressão Régia, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1827&mes=5&tipo=a-diario&res=
GAZETA DE LISBOA, 1827. pp. 1043-1046, n.º 184, Impressão Régia, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1827&mes=8&tipo=a-diario&filename=1827/08/06/D_0184_1827-08-06&pag=4&txt=conde%20de%20cea
GAZETA DE LISBOA, 1828. pp. 955-958, n.º 176, Impressão Régia, Lisboa, Portugal. https://digigov.cepese.pt/pt/pesquisa/listbyyearmonthday?ano=1828&mes=7&tipo=a-diario&filename=1828/07/26/D_0176_1828-07-26&pag=2&txt=vap%C3%B4r

BIBLIOGRAFIA

BALBI, A. 2004. Essai statistique sur le royaume de Portugal et d'Algarve. Tome I. 480p., Imprensa da Nacional-Casa da Moeda/Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, Lisboa/Coimbra, Portugal. (ISBN 972-27-1311-6).

BRANDÃO, J.M. & MALASPINA, E.F. 2022. Uma obra (in)consequente: a Vala da Azambuja em meados do século XIX. Revista de História da Sociedade e da Cultura, 22 (1): 165-188. (https://doi.org/10.14195/1645-2259_22-1_6)

CANHOTA, T.; PEREIRA, O.N.A. & BASTOS, M.R. 2021. "O socorro aos desgraçados": medidas de mitigação e de auxílio aos náufragos ao largo da costa portuguesa no século XIX. In: PAULA, D.P. et al. (Eds.). Sociedade, ambiente e tecnologia: Mar afora, costa adentro – Tomo X da Rede BRASPOR, pp. 247-265, UERJ, Rio de Janeiro. (ISBN 978-65-995971-0-7). (https://www.redebraspor.org/livros/2021/Braspor%202021%20Artigo%2016.pdf)

CARVALHO, A. & FERNANDES, C.V. (coords.) 2009. Thermopylae: history of the world's fastest clipper: história do clipper mais veloz do mundo. 151p., Câmara Municipal de Cascais, Cascais, Portugal. (ISBN 978-972-637-178-6).

DOYLE, J.M. (1846). Major-General Sir J. M. Doyle, K. C. B and the Portuguese Government: sketch of the case and services. 16p., W. Rock, Newington, England.

FREIRE, P.; TABORDA, R.; ANDRADE, C. 2006. Caracterização das praias estuarinas do Tejo. In: VIII Congresso Nacional da Água. Actas do VIII Congresso Nacional da Água, Figueira da Foz, Portugal. (http://www-ext.lnec.pt/LNEC/bibliografia/DHA/freire-et-al_06.pdf)

Gaspar, J. 1970. Os portos fluviais do Tejo. Finisterra, 5(10): 153-215. (https://doi.org/10.18055/Finis2440)

GOMES, T. 1996. Navios portugueses: séculos XIV a XIX – A memória do passado: uma referência para o futuro. 2a ed.. 133p., Edições Inapa, Lisboa, Portugal. (ISBN: 972-9019-88-6).

OLIVEIRA MARQUES, A.H. (coord.). 2002. Nova História de Portugal: Portugal e a instauração do liberalismo. Vol. IX. 771p., Editorial Presença, Barcarena, Portugal.

MATOS, A.T de. 1980. Transportes e comunicações em Portugal, Açores e Madeira (1750-1850). Vol. I. 650p., Universidade dos Açores, Ponta Delgada, Portugal.

PEREIRA, M.C.M. 1997. A navegação do rio Douro no século XIX - Algumas questões. DOURO – Estudos e documentos, vol. II (4):251-269. (https://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/9372.pdf)

SERRÃO, J. 1971. Dicionário da História de Portugal. Vol. IV. 743p., Iniciativas Editoriais, Lisboa, Portugal.

SERRÃO, J. 1980. Temas oitocentistas – I para a história de Portugal no século passado: ensaios. 192p., Livros Horizonte, Lisboa, Portugal.

SERRÃO, J.V. 1982. História de Portugal: o Despotismo Iluminado (1750-1807). Vol. VI. 509p., Editorial Verbo, Lisboa, Portugal.

SERRÃO, J.V. 1984. História de Portugal: a

CAPÍTULO XXI

APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DA MUDANÇA DALINHA DE COSTA PARA O BALNEÁRIO SÃO SIMÃO, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL



APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DA MUDANÇA DALINHA DE COSTA PARA O BALNEÁRIO SÃO SIMÃO, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Vitória Gonçalves Souza[1]; Miguel da Guia Albuquerque[2]; Lauren Farias Cruz[3]

[1,3]Graduação em Oceanologia da Universidade Federal do Rio Grande, Avenida Itália, km 08, Rio Grande, Rio Grande do Sul, CEP 96203-900, [1]vitoriagoncalvessouza@gmail.com (autora correspondente), [3]laurenfcruz@gmail.com
[2]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Rua Engenheiro Alfredo Huch, 475, Rio Grande, Rio Grande do Sul, CEP 96201-460, [2]miguel.albuquerque@riogrande.ifrs.edu.br

RESUMO

No ambiente costeiro, o conhecimento das taxas de variação da linha de costa é considerada uma ferramenta valiosa para gestores costeiros, uma vez que as atividades antrópicas associadas à crescente urbanização têm impactado nos ciclos de erosão e progradação. Esse estudo teve como objetivo quantificar as variações da linha de costa para o Balneário São Simão, situado no litoral médio do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. A área de estudo situa-se na Plataforma Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS), caracterizada por depósitos do quaternário não consolidados decorrente de eventos transgressivos-regressivos constituindo os sistemas deposicionais do tipo Laguna-Barreira. Nesta região ocorrem extensos campos de dunas além da presença abundante de sangradouros que conectam lagoas costeiras com o mar. A partir da vetorização de linhas de costa, as quais são provenientes de um banco de dados contendo cinco imagens GeoEye, período de 2017 a 2021, foram aplicadas duas abordagens para quantificação da movimentação da linha de costa: os métodos do Polígono de Mudança e Digital Shoreline Analysis System (DSAS). Os resultados demonstraram concordância, de modo geral, entre as duas abordagens utilizadas, apresentando como saldo final uma situação de recuo da linha de costa. Uma exceção ocorreu para o período de 2019 a 2021 onde para o método do Polígono de Mudança houve progradação, quando comparado às taxas de erosão apresentadas para o DSAS, no mesmo período. Esta divergência pode indicar limitações na aplicação do método DSAS para linhas de costa não homogêneas, como é o caso do litoral do Balneário São Simão. Considerando a morfologia da área de estudo, com presença de reentrâncias, o método do Polígono de Mudança demonstrou ser o mais adequado por considerar todo segmento para realizar os cálculos, enquanto o DSAS realiza os cálculos de forma pontual em cada transecto. Por fim, estudos que visam comparar ferramentas metodológicas são de grande importância para gestores municipais, pois auxiliam na escolha da melhor estratégia a ser aplicada em situações onde um determinado segmento costeiro apresenta uma situação de recuo da linha de costa.

Palavras chave: gestão costeira, polígono de mudança, DSAS, erosão.

ABSTRACT

In the coastal environment, knowledge of shoreline variation rates is considered a valuable tool for coastal managers, since anthropic activities associated with increasing urbanization have impacted negotiation and progradation cycles. This study aimed to quantify the coastline variations for Balneário São Simão, located on the middle coast of the state of Rio Grande do Sul, Brazil. One study area is located in the Coastal Platform of Rio Grande do Sul (PCRS), characterized by unconsolidated quaternary deposits resulting from transgressive-regressive events constituting the depositional systems of the Laguna-Barrier type. In this region there are extensive fields of dunes in addition to the abundant presence of spillways that connect coastal lagoons with the sea. From the vectorization of coastlines, which come from a database containing five GeoEye images, from 2017 to 2021, two approaches were applied to quantify the movement of the coastline: the Polygon of Change and Digital methods Shoreline Analysis System (DSAS). The results disagree, in general, between the two approaches used, presenting as a final balance situation one of retreat of the coastline. One occurred for the period from 2019 to 2021, where for the Polygon of Change exception method there was progression, when compared to the programmed rates for the DSAS, in the same period. This divergence may indicate a limitation in the application of the DSAS method for non-ecological coastlines, as is the case of the coast of Balneário São Simão. Considering the morphology of the study area, with the presence of recesses, the Polygon of Change method tested is the most adequate to consider the entire segment to perform the calculation, while the DSAS performs the calculation in a punctual way in each transect. Finally, studies that aim to compare methodological tools are of great importance for administrative managers, as they help in choosing the best strategy to be applied in situations where a given coastal segment presents a situation of coastline return.

Keywords: coastal management, Change Polygon method, DSAS, erosion.

INTRODUÇÃO

As zonas costeiras são ambientes sensíveis onde ocorrem intensas interações entre os ecossistemas terrestres e aquáticos. A importância econômica e turística desses ambientes vem se intensificando nas últimas décadas, uma vez que várias cidades e aglomerados urbanos se desenvolveram na zona costeira devido à implantação de estruturas industriais, terminais marítimos e complexos portuários, atraindo um grande número de pessoas em busca de trabalho, melhoria de vida e lazer (STROHAECKER, 2008). No entanto, o desenvolvimento desordenado e em muitos casos não planejado tem gerado diversos conflitos e impactos, destacando-se a erosão costeira. Tendo em vista que segundo Luijendijk et al. (2018), 24% das praias arenosas do mundo estão em erosão a taxas superiores a - 0,5 m/ano, se faz necessário um acompanhamento de eventuais mudanças na linha de costa desses ambientes. O conhecimento das taxas de erosão em um determinado segmento costeiro é uma informação valiosa para gestores costeiros, pois permite identificar áreas em vulnerabilidade que necessitam de monitoramento.

A erosão é um processo natural decorrente de balanço sedimentar negativo (SOUZA et al., 2005) que pode ser intensificado por fatores antrópicos. Litorais que apresentam seu segmento costeiro com problemas de erosão em geral apresentam prejuízos econômicos por conta da perda de infraestruturas urbanas, impactando diretamente as comunidades costeiras que são expostas às consequências da erosão, principalmente aquelas que se encontram em situação de vulnerabilidade econômica. Pode-se afirmar que a erosão costeira se configura como um problema socioambiental de cunho econômico e também político que cabe às instâncias públicas o seu papel de identificação e mitigação (MEDEIROS et al., 2014).

De acordo com Oliveira e Simões (2020), após eventos de alta energia de onda, as praias, na maioria das vezes, apresentam-se erodidas. Quando isso ocorre, estes ambientes apresentam uma topografia mais plana ao longo do perfil praial, e podem formar escarpas na região das dunas frontais. Quando essa erosão é persistente, há o deslocamento progressivo da linha de costa para o interior, o que pode expor, na praia, a vegetação que nasceu no reverso das dunas.

No cenário atual de mudanças climáticas e elevação do nível relativo do mar (IPCC, 2021), as eventuais mudanças que ocorrem na linha de costa indicam tendências que podem gerar impactos costeiros, como é o caso da erosão (MOREIRA et al., 2020). Dessa forma, torna-se indispensável estudos com enfoque nas variações da linha de costa como ferramenta para a gestão costeira. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo quantificar as variações espaço- temporais ocorridas na linha de costa do Balneário São Simão, situado no litoral médio leste do Rio Grande do Sul, entre os anos de 2017 a 2021, através da aplicação da ferramenta Digital Shoreline Analysis System (DSAS) e do método do Polígono de Mudança.

O balneário São Simão faz parte do município de Mostardas situado na porção norte deste litoral, o qual está localizado no litoral médio do estado do Rio Grande do Sul com coordenadas geográficas de latitude 30º58’31” e longitude 50º40’53” (Figura 1). A localidade é caracterizada pelo seu extenso campo de dunas sob a forma de lóbulos em forma de “U” (MÖLLER, 2019), presença abundante de sangradouros e com baixa urbanização. Esta área foi caracterizada como prioritária para obras de gerenciamento costeiro, devido à baixa urbanização, a preservação de suas dunas, a presença do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, que é uma área de preservação ambiental, e pelo forte potencial de crescimento demográfico, reflexo da recente melhoria de seu acesso (ESTEVES, 2004).

Nesta região, os sedimentos são compostos por areia de granulometria fina (0,22 mm) e quartzosos de alta maturidade, o que favorece a baixa declividade, a presença de índices moderados de mobilidade do pós-praia e um comportamento morfodinâmico com tendências dissipativas (BARLETTA, 2000). Somado a isto, a direção predominante dos ventos é de nordeste e o regime de maré é do tipo micromaré, com variação de 0,5m.

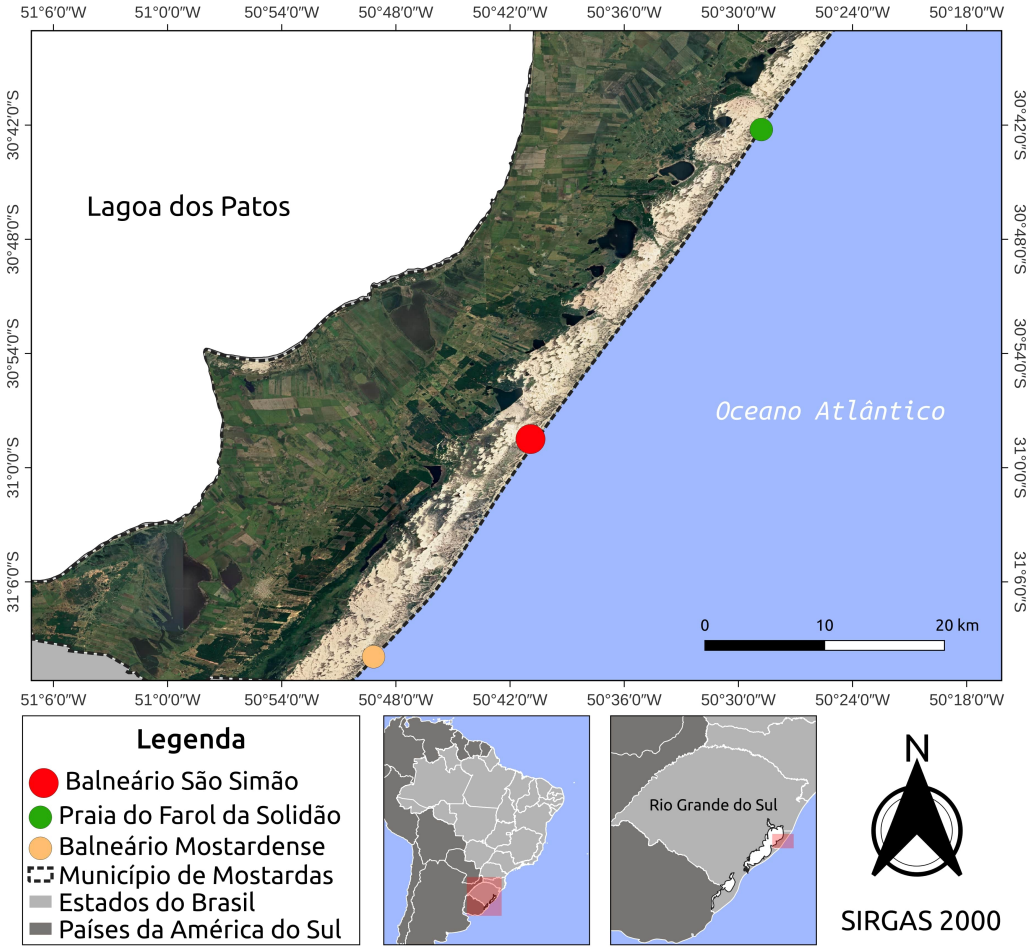


Figura 1. Mapa da área de estudo, Balneário São Simão, RS.

MATERIAIS E MÉTODOS

O procedimento metodológico empregado para o presente estudo é descrito na Figura 2 e foi desenvolvido em 3 etapas.

Inicialmente foram coletadas imagens de satélites do balneário São Simão, para o período de 2017 a 2021 (Tabela 1). Essas imagens são oriundas dos sensores GeoEye I presentes nos satélites da série GeoEye, com resolução espacial de 0,5 e 1,0 metro/pixel, e foram coletadas de acordo com a disponibilidade dos bancos de dados dos softwares Google Earth Pro® e AutoGR Toolkit.

Independentemente da plataforma de onde foram adquiridas, todas imagens foram referenciadas no Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 22 Sul, utilizando o datum de referência SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas 2000). As cenas passaram por um processo de georreferenciamento e registro no software QGis versão 3.16.

O georreferenciamento é o processo de atribuição de coordenadas conhecidas às imagens utilizando pontos de controle (feições físicas identificáveis e imóveis), que neste caso foram obtidos a partir da imagem referência do ano de 2021, a qual já apresentava coordenadas. A partir desse processo foi obtido o registro das cenas, que consiste na sobreposição das imagens distintas onde os pontos correspondentes coincidem espacialmente.

Após o pré-processamento, as linhas de costa foram vetorizadas manualmente no software QGIS versão 3.16 (escala fixa em 1:1000), através da fotointerpretação das imagens utilizando como geoindicador a base das dunas frontais. Em termos de geoindicadores que representem a linha de costa verdadeira, Boak e Turner (2005) destacam que outros geoindicadores como o limite entre a areia seca e molhada e escarpas erosivas, também podem ser utilizados.

Com as linhas de costa já vetorizadas foram aplicados o Método do Polígono de Mudança (ALBUQUERQUE et al., 2013; SMITH;

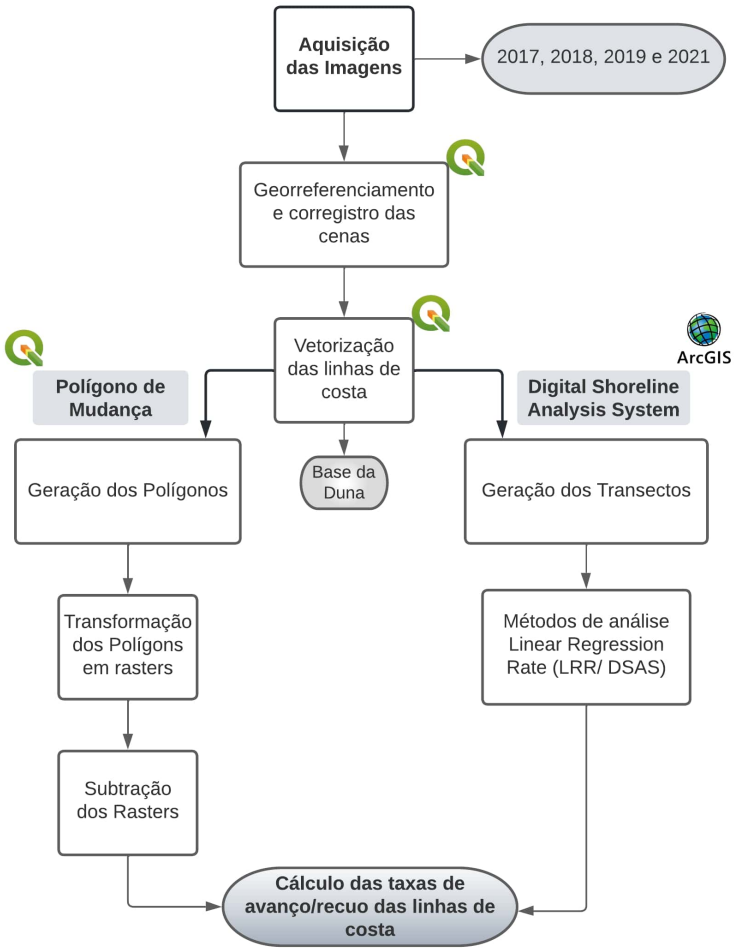


Figura 2. Fluxograma representando as etapas do pré-processamento dos dados.

Tabela I. Banco de dados de imagens utilizadas para avaliar o comportamento da linha de costa na Praia de São Simão entre os anos de 2017 e 2021.

Data da Imagem	Sensores	Resolução Espacial (m/pixel)	Erro Médio Quadrático (RMS)
2017	*GeoEye* I	1,0	0,485
2018	*GeoEye* I	1,0	0,458
2019	*GeoEye* I	1,0	0,3498
2021*	*GeoEye* I	0,5	0,00

*Imagem referência.

CROMLEY, 2012) e o Digital Shoreline Analysis System - DSAS (THIELER et al., 2009). Para caracterizar o estado de linha de costa no litoral da Praia de São Simão, para a série temporal analisada, foi utilizada a classificação proposta por Esteves e Finkl (1998) e adaptada por Luijendijk et al. (2018), para quantificar as taxas de mudança da linha de costa (Tabela 2).

O método do Polígono de Mudança, proposto por Smith e Cromley (2012), consiste na elaboração e álgebra de polígonos, onde duas linhas de costa (a linha de base e a de interesse) são utilizadas para determinar áreas sob influência de processos erosivos ou de deposição (Figura 3). Através de duas linhas de costa distintas (previamente vetorizadas) é possível identificar áreas em processo de erosão e/ou acresção a partir da geração e subtração de polígonos.

Por meio da intersecção de duas linhas de costa foram criados uma série de polígonos que representam regiões erodidas e/ou acrescidas e podem ser calculadas a partir da decomposição de

Tabela II. Classificação das taxas de mudança da praia, com base no deslocamento da linha de costa.

Situação da linha de costa	Escala de variação
Acresção	>0,5 m/ano
Estável	-0,5 m/ano a 0,5 m/ano
Erosão	-1,0 m/ano a -0,5 m/ano
Erosão Intensa	-3,0 m/ano a -1,0 m/ano
Erosão Severa	-5,0 m/ano a -3,0 m/ano
Erosão Extrema	<-5,0 m/ano

Fonte: Adaptado de Esteves e Finkl (1998) e Luijendijk et al. (2018).

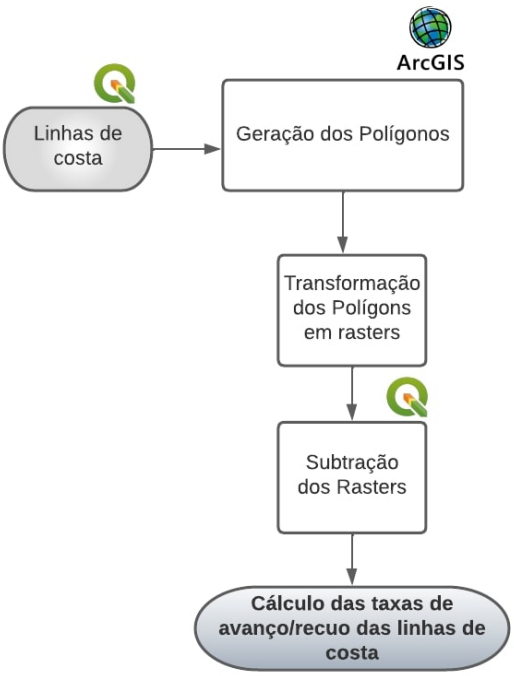


Figura 3. Fluxograma da aplicação do método do Polígono de Mudança.

um polígono complexo em polígonos simples. Para isso, as linhas vetorizadas foram transformadas em polígonos a partir de uma linha base e dois transectos perpendiculares às linhas através do software ArcGIS. Os polígonos criados foram transformados em arquivos rasters, e no software QGIS foi realizada a subtração em pares, do ano mais recente para o mais antigo, obtendo um resultado em metros quadrados com valores negativos e positivos. Para comparação dos métodos, o resultado foi convertido para metros, através da divisão pelo comprimento do segmento costeiro.

Para aplicação da ferramenta Digital Shoreline Analysis System (DSAS) (THIELER et al., 2009) foi criado um arquivo geodatabase de linhas de costa vetorizadas e linha base no software ArcGIS. Através da ferramenta Set Default Parameters foi identificado a linha base e o shapefile das linhas de costa, além de definir os parâmetros dos transectos com espaçamento de 20 metros e comprimento de 1km. Com a ferramenta Cast Transect criou-se os transectos que posteriormente foram transformados para o formato shapefile. Após esse procedimento foi inserido a linha de base e o transecto correspondente de cada uma das datas analisadas, gerando pontos de intersecção da linha vetorizada e do transecto (Figura 4).

Através dos transectos foi possível obter resultados de diferentes métodos estatísticos. Para

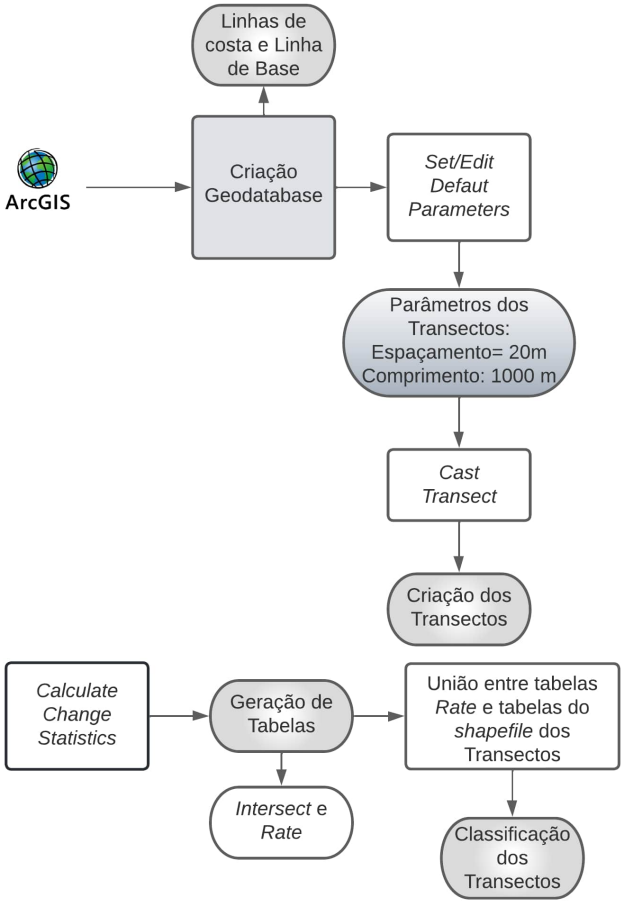


Figura 4. Fluxograma das etapas de aplicação do método Digital Shoreline Analysis System (DSAS).

este trabalho foi utilizado o Linear Regression Rate (LRR). A estatística LRR estima o comportamento da posição da linha de costa até a linha de base em relação a série temporal, criando uma relação de uma variável independente (y) em relação a outra variável (data) utilizando uma função linear. Os resultados foram expressos em duas tabelas: Rate e Intersect. Sendo a tabela Rate associada ao shapefile dos transectos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o método do polígono de mudança, o balneário São Simão apresentou uma taxa de recuo 1,59 m/ano, para um intervalo de 4 anos (2017-2021). Quando observadas as variações a partir dos intervalos amostrais das imagens (Tabela 3) tem-se que para os períodos de 2017-2018 e 2018-2019, a localidade apresentou taxas de recuo com valores de 4,46 m/ano e 5,6 m/ano, respectivamente. Para os anos de 2019-2021 a linha de costa apresentou uma taxa de progradação de 1,1 m/ano.

Em termos geoespaciais foram elaboradas representações cartográficas (Figura 5) que representassem as localidades do balneário São Simão que apresentavam processo de recuo e/ou progradação da linha de costa. A Figura 5a mostra que para o período de 2017-2018, a parte central e centro-norte do Balneário apresentaram um processo de retrogradação. Nas localidades situadas nas extremidades norte e sul do balneário foi identificado um processo de progradação.

No período de 2018 a 2019 houve a maior

Tabela III. Taxa de deslocamento da linha de costa para o método do Polígono de Mudança.

Período Analisado	Taxa de deslocamento (m/ano)	Estado da Linha de Costa
2018_2017	-4,46	Recuo
2019_2018	-5,6	Recuo
2021_2019	1,1	Acresção
2021_2017	-1,59	Recuo

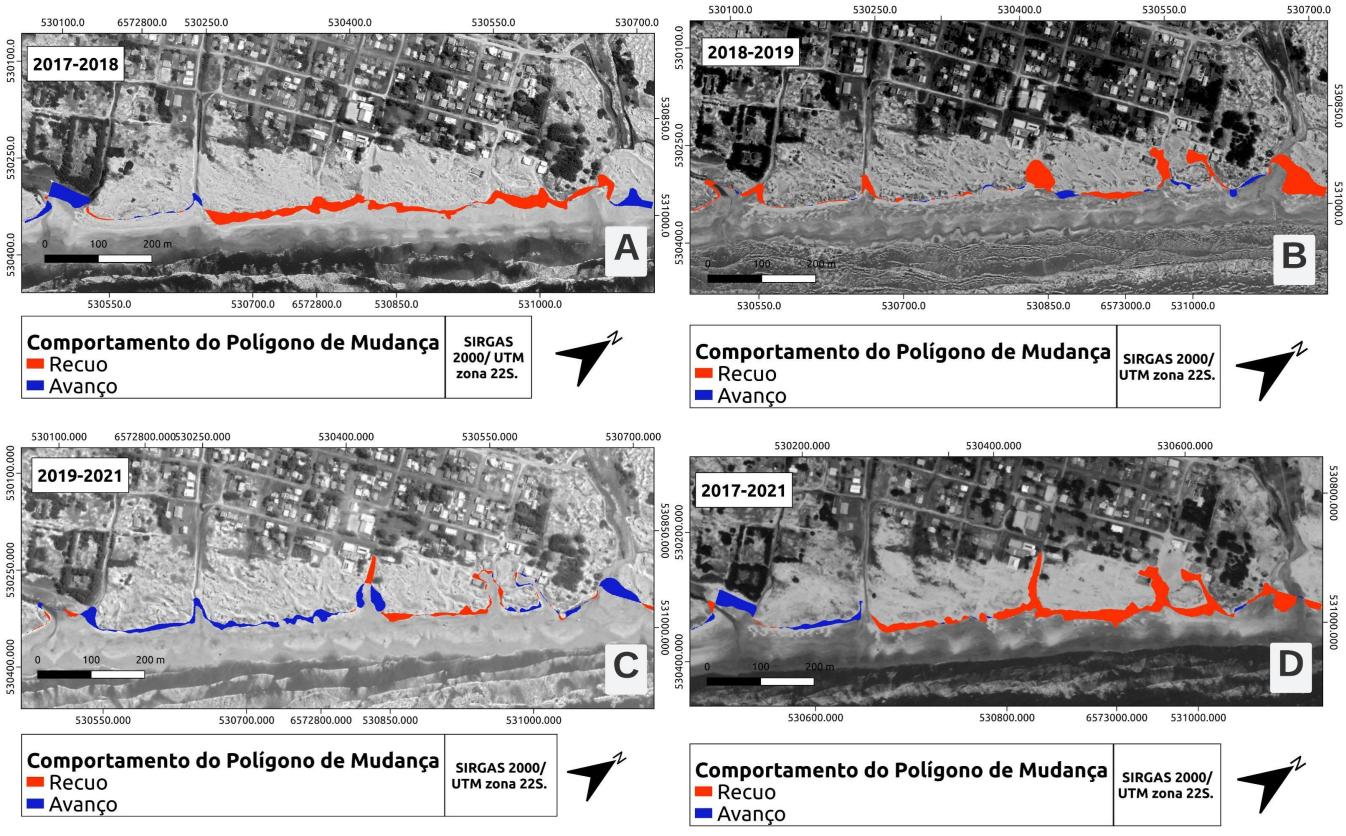


Figura 5. Resultados do Polígono de Mudança: 5a) Polígono de Mudança para o período de 2017 e 2018; 5b) Polígono de Mudança para o período de 2018 e 2019; 5c) Polígono de Mudança para o período de 2019 e 2021; 5d) Polígono de Mudança para o período de 2017 e 2021.

taxa de deslocamento para série temporal analisada (Figura 5b) com recuo de 5,6 metros. Foi observado que grande parte do segmento costeiro do balneário São Simão apresentou uma linha de costa predominantemente em recuo com pequenas áreas em acresção situadas na porção centro norte. A Figura 5c mostra o comportamento da linha de costa para o intervalo temporal de 2019 a 2021. Para esse período, o litoral apresentou-se predominantemente em acresção com avanço de 1,1 metros da linha de costa.

Algumas localidades ao centro norte do balneário apresentaram um leve recuo. Contudo, quando levado em conta todo o segmento costeiro do balneário São Simão, para o período de análise em questão, o mesmo foi caracterizado como estando em progradação. Para o período de 2017 a 2021, foi observado que o litoral do Balneário São Simão apresentou-se predominante sob tendência erosiva em quase todo segmento costeiro de 1,59m de recuo da linha de costa. A exceção está na porção sul, que encontra-se em acresção (Figura 5d).

Na figura 5 foi observado que as áreas ao sul do Balneário, em geral, sofrem processos de acresção. Segundo Möller (2019), a costa do Balneário São Simão possui uma inflexão de aproximadamente 11º, causando uma retenção de sedimentos ao sul, ocorrendo uma maior deposição de sedimento ao norte desta inflexão, promovendo o alargamento da antepraia neste local. De modo geral, a parte central-norte do segmento apresentou-se em erosão, onde foram observadas as maiores mudanças.

Para os resultados obtidos via DSAS, a partir do método Linear Regression Rate (LRR), foi observada uma maior taxa de retrogradação da linha de costa no ano de 2017. A variação média do deslocamento foi um recuo de 3,56m/ano, a maior da série analisada quando comparada aos outros intervalos amostrais. Para os demais períodos, a série de dados mantém a tendência de recuo da linha costa, sendo que entre 2019 e 2021 a localidade apresentou uma certa estabilidade.

A Tabela 4 mostra uma tendência de retrogradação da linha de costa para todo período de 2017 a 2021, com uma taxa de deslocamento de 1,97 m/ano. A menor taxa de recuo foi observada no período de 2019 a 2021, com apenas 0,057 metros.

Analisando espacialmente a distribuição das localidades onde ocorreram as maiores e menores taxas de recuo (Figura 6), respectivamente, a Figura 6a mostra que os maiores recuos ocorreram na região centro-norte do balneário São Simão. Essa tendência corrobora com os resultados obtidos pelo método do polígono de mudança.

Para o ano de 2019 pode-se notar uma tendência erosiva comparado com o ano de 2018 (Figura 6b). A porção norte e uma parte da porção central-norte foram as regiões onde observou-se os maiores recuos. Comparativamente ao método do polígono de mudança, esse intervalo amostral é o que se apresenta com as maiores discrepâncias em termos de localização geoespacial dos pontos de tendência erosiva, bem como em relação aos valores de recuo médio.

No intervalo de 2019 a 2021 percebe-se uma coincidência das linhas de costa em praticamente toda costa indicando uma estabilidade dessa feição durante esse período (Figura 6c). Isso corrobora com o resultado demonstrado na Tabela 4 que indica que para este período houve um recuo de 0,057 metros. Os resultados obtidos para o DSAS nesse período foram diferentes dos obtidos pelo método do polígono de mudança, o qual mostrou a localidade como estando em progradação.

Para todo o intervalo amostral (2017-2021) observou-se uma tendência de recuo da linha de costa, ao longo de grande parte do segmento

Tabela IV. Taxa de deslocamento da linha de costa para o método DSAS.

Período Analisado	Taxa de deslocamento (m/ano)	Situação da Linha de Costa
2018_2017	-1,71	Recuo
2019_2018	-0,20	Recuo
2021_2019	-0,057	Recuo
2021_2017	-1,97	Recuo

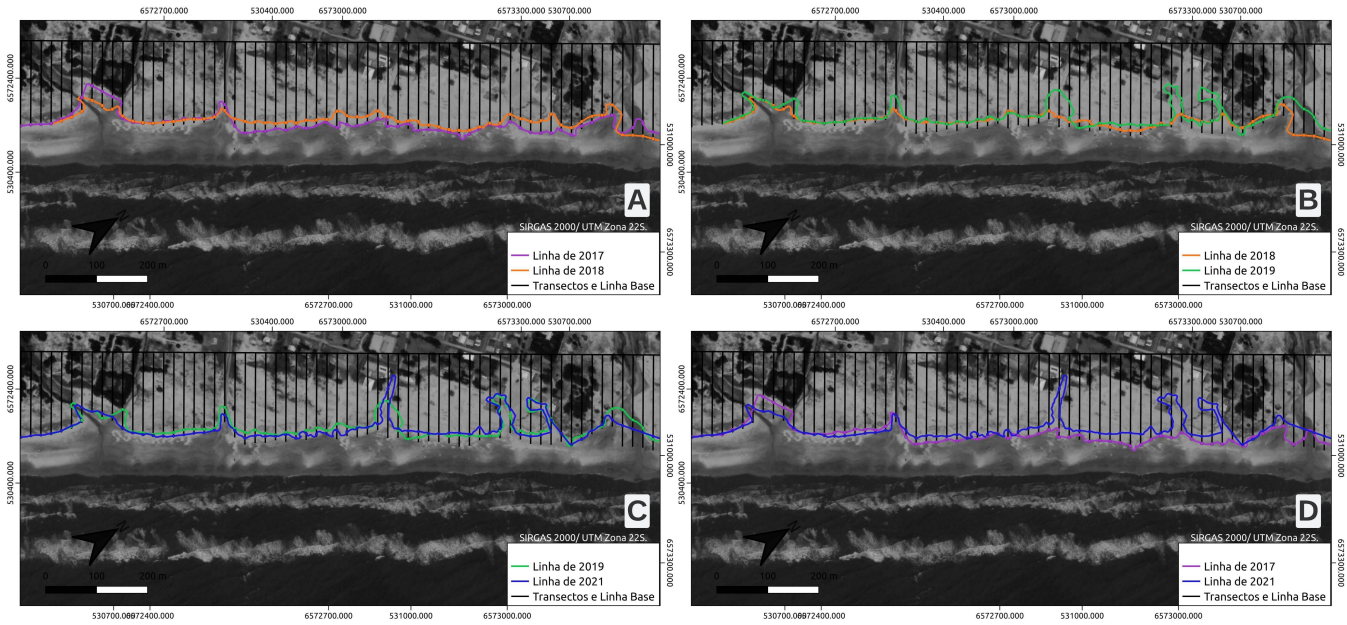


Figura 6. Resultados do DSA: 6a) DSAS para o período de 2017 e 2018; 6b) DSAS para o período de 2018 e 2019; 6c) DSAS para o período de 2019 e 2021; 6d) DSAS para o período de 2017 e 2021.

costeiro (Figura 6d). Em termos geoespaciais, as localidades que apresentaram recuo da linha de costa corroboram com os resultados apresentados pelo método do polígono de mudança para o mesmo período no balneário São Simão.

Através da estatística obtida pelo LRR, foi observado que os transectos na porção sul do balneário foram classificados, em geral, como estáveis e em acresção, exceto por dois transectos que encontram-se em erosão. Na parte central-norte e norte do segmento observa-se a maior parte dos transectos em recuo exceto pelo transecto 55 e 56 em acresção. Através do gráfico (Figura 7) nota-se que o maior recuo ocorreu no transecto 37 (porção central-norte) e o maior avanço no transecto 7 (porção sul).

Com relação aos resultados de cada método aqui empregado (Figura 8), ambos apresentaram uma situação de recuo do segmento costeiro para o período de 2017 a 2021. Para o DSAS, o recuo foi de 1,97 metros, enquanto para o polígono de mudança o valor foi de 2,63 metros.

Para taxa de deslocamento de cada ano, nota-se que os maiores recuos foram encontrados através do método do polígono de mudança nos anos de 2017 e 2018. O ano de 2019 apresentou-se em erosão pelo método DSAS e em acresção através do método do polígono de mudança. Valores próximos foram encontrados para o ano de 2021, ambos apresentando recuo da linha de costa.

Estudos pretéritos realizados nessa região por Absalonsen e Toldo Jr. (2007) demonstraram influência da inflexão costeira nos processos sedimentares que ocorrem no litoral de Mostardas. Segundo estes autores, o trecho sul está mais exposto às ondas de tempestade, com isso, a taxa média de erosão deste trecho mostra-se mais elevada quando comparada à metade norte, a qual está situado o Balneário São Simão.

Leal (2016) avaliou as taxas de variação da linha de costa para o Balneário Mostardense, situado no trecho Sul do litoral de Mostardas, e seus resultados indicaram processos erosivos de 2005 a 2014 com uma taxa de recuo de 19,68 metros. Já Simões (2015), avaliou estas taxas para o Balneário São Simão no período 2005 a 2013, e encontrou uma relativa estabilidade da linha de costa, uma vez que as principais variações ocorreram nas pequenas reentrâncias que correspondem aos sangradouros e arruamentos.

Diante desse contexto, apesar do litoral ter sido caracterizado em erosão, os valores de recuo obtidos no presente trabalho foram relativamente baixos quando comparados aos relatados para o Balneário Mostardense (trecho sul do litoral de Mostardas) em estudos anteriores. Corroborando



Figura 7. Gráfico da variação anual da linha de costa para cada transecto (LRR).

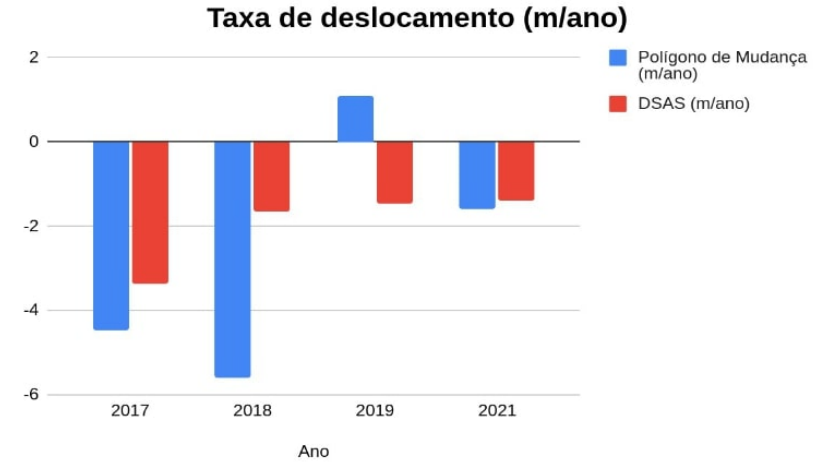


Figura 8. Gráfico comparativo da taxa de deslocamento da linha de costa para os métodos DSAS e Polígono de Mudança.

com estudos de Absalonsen e Toldo Jr. (2007) sobre a influência da inflexão da costa Mostardense e em parte com Simões (2015), já que os valores de recuo encontrados podem ter sido fortemente influenciados pelas reentrâncias morfológicas do segmento costeiro pois, espacialmente, percebe-se que as maiores variações foram observadas nestas feições.

Por fim, a Tabela 5 mostra uma síntese das principais características de cada abordagem.

Através da identificação das potencialidades e fragilidades de cada método é possível indicar o mais eficiente para o objetivo deste estudo.

CONCLUSÕES

A utilização de diferentes abordagens para aferição do processo de movimentação da linha de costa, com base em geoindicadores, permitiu caracterizar a dinâmica do Balneário São Simão para os anos de 2017 a 2021, gerando informações essenciais para o planejamento e gerenciamento costeiro da localidade. Em termos gerais, os

Tabela V. Características dos métodos de quantificação da variação da linha de costa.

Características	DSAS	Polígono de Mudança
Distância entre linhas	Principal resultado	Pode ser calculada a distância média
Produtos estatísticos	Gerados automaticamente	Não são gerados automaticamente
Ferramenta Automatizada	Sim	Não
Área de Mudança	Não realiza o cálculo	Principal Resultado
Resultados Gráficos	Sim	Não
Classificação do segmento costeiro, segundo classificação de Luijendijk et al. (2018)	Erosão Intensa	Erosão Intensa

resultados obtidos através do método DSAS mostram que o litoral do Balneário São Simão está sob tendências erosivas. Isso é observado principalmente na parte central-norte. Em contrapartida, a porção sul apresentou-se acrescida e estável. O mesmo foi demonstrado pelo método do Polígono de Mudança, o qual apresentou, predominantemente, taxas de recuo da linha de costa para o período analisado. A exceção ocorreu apenas no período de 2019 a 2021, com avanço de 1,1 metros.

O DSAS e o Método do Polígono de Mudança se mostraram eficientes para o objetivo proposto, apresentando, de modo geral, uma concordância quanto aos resultados obtidos. Uma exceção ocorreu no intervalo de 2019 a 2021, que para o método do Polígono de Mudança o segmento costeiro se mostrou em acresção, ao passo que pelo DSAS houve erosão.

Considerando a morfologia da Praia de São Simão, o Método do Polígono de Mudança foi o que melhor se adequou à realidade local. Tendo em vista que o DSAS realizou os cálculos de forma pontual em cada transecto, os resultados finais para essa abordagem são passíveis a subestimação ou superestimação das taxas de movimentação da linha de costa, não coincidindo com o panorama real da dinâmica costeira do balneário. Levando em consideração que o Balneário São Simão é um litoral caracterizado por sua linha de costa heterogênea, apresentando reentrâncias ao longo do segmento, a abordagem conferida pelo método do Polígono de Mudança se mostrou mais próxima da realidade. Por fim, estudos que visam comparações metodológicas são de grande importância para gestores costeiros, uma vez que auxiliam na escolha da melhor estratégia a ser aplicada em determinada região.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), Campus Rio Grande, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de pesquisa de Iniciação Tecnológica. Ao grupo de pesquisa Geotecnologias e Meio Ambiente do IFRS pelas oportunidades e conhecimentos adquiridos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABSALONSEN, L.; TOLDO JR, E.E. A Influência da Inflexão Costeira na Variabilidade da Linha de Praia em Mostardas – RS. Porto Alegre: Pesquisas em Geociências – ISSN 1807-9806, p. 3-18, 2007.

ALBUQUERQUE, M.G. Análise espaço-temporal das causas da variabilidade da linha de costa e erosão na praia do Hermenegildo, RS. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

ANFUSO, G.; BOWMAN, D.; DANESE, C.; PRANZINI, E. Transect based analysis versus area based analysis to quantify shoreline displacement: spatial resolution issues. Environmental Monitoring and Assessment, v. 188, n. 10, p. 1–14, 2016.

BARLETTA, R.C. Efeito da interação oceano-atmosfera sobre a morfodinâmica das praias do litoral central do Rio Grande do Sul, Brasil. Rio Grande. Dissertação de Mestrado em Oceanografia Física, Química e Geológica, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 2000.

BOAK, E.H.; TURNER, I.L. Shoreline definition and detection: A review. Journal of Coastal Research, v. 21, n. 4, p. 688–703, 2005.

ESTEVES, L.S., Finkl, C.W. The problem of critically eroded areas (CEA): an evaluation of Florida beaches. Journal of Coastal Research, 26, SI, 11-18, 1998.

ESTEVES, L.S. Shoreline changes an coastal evolution as parameters to identify priority areas for management in Rio Grande do Sul, Brazil. Pesquisas em Geociencias, 31(2):15-30, 2004.

IPCC. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3−32, 2021.

(doi:10.1017/9781009157896.001.)

LEAL, K.B. Análise da variação da linha de costa nos balneários Mostardense, Mar Grosso, Cassino e Barra do Chuí-RS a partir de geotecnologias. Monografia- Instituto de Ciência Humanas, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2016.

LEAL, K.B.; OLIVEIRA, U. R.; ESPINOZA, J. M. A. Beach dune limit variation on Mostardense, Mar Grosso, Cassino and Barra do Chuí beaches, in the south of Brazil between 2003-2015. Quaternary Environmental Geosciences, v. 9, n. 1, p. 25-37, 2018. (http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v9i1.53226)

LUIJENDIJK, A.; HAGENAARS, G.; RANASINGHE, R., BAART, F.; GENNADII, D.; ARNINKHOF, S. The state of the world´s beaches. Scientific Reports-Nature, v. 8, n. 6641, p. 1-11, 2018.

MEDEIROS, E.C.S; PANTALENA, A.F; MIOLA, B.; LIMA, R.S; SOARES, M.O. Percepção ambiental da erosão costeira em uma praia no litoral do Nordeste do Brasil (Praia da Taíba, CE). Revista de Gestão Costeira Integrada, v.14, p.471-482, 2014. (https://doi.org/10.5894/rgci488)

MOREIRA, T. F., ALBUQUERQUE, M.G., ESPINOZA, J.M.A, DE PAULA, D.P., ALVES, D.C.L., BARROSO, E.L., BENDÔ, A.R.R., CONCEIÇÃO, T.F. 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, v. 13, n. 07, p. 3395, 2020.

MÖLLER, B.A. IMPLICAÇÕES DA DINÂMICA EÓLICA SOBRE A ÁREA DO BALNEÁRIO DE SÃO SIMÃO, MOSTARDAS, RS. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento Costeiro)- Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2019 .

MULER, M. Avaliação da vulnerabilidade de praias da Ilha de SC a perigos costeiros através da aplicação de um índice multicritério. 2012. 213 f. Dissertação (Mestrado), Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

OLIVEIRA, U., SIMÕES, R. Geomorfologia da Costa Central e Sul do RS com fotografias aéreas oblíquas de drone. Rio Grande: FURG, p-88, 2020.

SIMÕES, R. Análise da distância média entre as ocupações a beira-mar e o limite superior da praia nos Balneários São Simão, Mostardense, Praia do Farol e Mar Grosso, RS. Monografia- Instituto de Ciência Humanas, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2015.

SMITH, M.J.; CROMLEY, R.G. Measuring Historical Coastal Change using GIS and the Change Polygon Approach. Transactions in GIS, v. 16, n. 1, p. 3–15, 2012.

SOUZA, C.R.G., FILHO, P.W.M.S., ESTEVES, L.S., VITAL, H., DILLENBURG, S.R., PATCHINEELAM, S.M., ADDAD, J.E. Praias Arenosas e Erosão Costeira. Quaternário do Brasil. Holos Editora, Ribeirão Preto, p. 130-150, 2005.

STROHAECKER, T.M. 2008. Dinâmica populacional. In: ZAMBONI, A.; NICOLODI, J.L. (Org.). Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil. Brasília: MMA, 2008. p. 59-75.

TAGLIANI, P.R.A. Ecologia da paisagem da Restinga da Lagoa dos Patos. Rio Grande: FURG, p.184, 2011.

THIELER, E.R., HIMMELSTOS, E.A., ZICHICHI, J.L., ERGUL, A. Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 - An ArcGIS extension for calculating shoreline change. U.S. Geological Survey: Open-File Report, Series Number 2008-1278, 2009.

CAPÍTULO XXII

A EROSÃO COSTEIRA NO CONTEXTO DA GESTÃO TERRITORIAL NO BRASIL: ANÁLISES E PERSPECTIVAS



A EROSÃO COSTEIRA NO CONTEXTO DA GESTÃO TERRITORIAL NO BRASIL: ANÁLISES E PERSPECTIVAS

João Luiz Nicolodi[1]; Nilton Euripides de Deus Filho[2]; Marinez Eymael Garcia Scherer[3]; Jade Moreira[4]; Lauren Farias Cruz[5]; Karine Bastos Leal[6]; Julia Dasso da Costa[7]

[1]Instituto de Oceanografia, Universidade Federal de Rio Grande, Avenida Itália, km 08, Rio Grande, Rio Grande do Sul, CEP 96203-900, joaonicolodi@furg.br (autor correspondente)
[2]4ª Câmara - Meio Ambiente e Patrimônio Cultural, Ministério Público Federal, SAF Sul Quadra 4 Conjunto C - Bloco B, Brasília, Distrito Federal, CEP 70050-900, niltonfilho@mpf.mp.br
[3]Coordenadoria Especial de Oceanografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário João David Ferreira Lima, Florianópolis, Santa Catarina, CEP 88040-970, marinez.scherer@ufsc.br
[4]Programa de Pós Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Avenida Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, CEP 91501-970, jade.moreira@acad.pucrs.br
[5]Graduação em Oceanologia da Universidade Federal do Rio Grande, Avenida Itália, km 08, Rio Grande, Rio Grande do Sul, CEP 96203-900, laurenfcruz@gmail.com
[6]Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Avenida Bento Gonçalves, 950, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, CEP 91540-000 , karinebleal@gmail.com
[7]Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Rio Grande, Avenida Itália, km 08, Rio Grande, Rio Grande do Sul, CEP 96203-900, juliadassoc@gmail.com

RESUMO

Esta pesquisa analisa a erosão costeira no Brasil por um viés de governança, considerando seu papel como agente ativo na transformação de espaços litorâneos e sua relação com a gestão territorial. Diversas são as abordagens para a gestão da erosão costeira, mas quase invariavelmente as mesmas enfocam a variação da linha de costa em si, seja com a proposição de alternativas para mitigação do problema via a abordagem de "construindo com a natureza" ou com a proposição de obras e estruturas de engenharia. Visando analisar um cenário complementar, este trabalho analisa e discute a erosão costeira no Brasil sob o enfoque da gestão e do ordenamento territorial, a partir de uma base de dados disponibilizada pelo Ministério Público Federal (MPF), a qual sistematiza a situação dos 17 estados costeiros brasileiros quanto aos seus instrumentos de gestão do território, ações civis públicas em praias e ações da Defesa Civil na zona costeira, gerando um panorama dessa complexa equação que envolve o processo da erosão em praias, bem como analisando alguns aspectos específicos da governança costeira. Esta pesquisa fez uso de duas metodologias de pesquisa: 1) análise documental e 2) elaboração, sistematização e análise de bancos de dados oriundo do Sistema Único do Ministério Público Federal (MPF) e do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID, vinculado à Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil - SEDEC. Os resultados apontam para duas situações: 1 – A erosão costeira no Brasil ainda é tratada de forma pontual e desarticulada do ponto de vista da governança. Embora algumas iniciativas e ações pontuais inseridas em instrumentos de gestão abordem este tema, não há, em nível federal, um programa específico (o PROCOSTA é o que mais se aproxima disto) que contemple o monitoramento, diagnóstico e, principalmente, o prognóstico para a erosão em áreas litorâneas. 2 – Um reflexo deste cenário é a heterogeneidade do ponto de vista quantitativo e qualitativo das ações civis públicas em ambientes praiais no Brasil. Uma análise comparativa entre os 17 estados costeiros demonstra uma falta de articulação entre os atores sociais envolvidos. Há, ainda, uma significativa carência de diretrizes do ponto de vista da tomada de decisão sobre tais assuntos, mesmo com a publicação (em 2018) do Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão, elaborado pelo Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO/CIRM).

Palavras-chave: Erosão Costeira, Governança, Gerenciamento Costeiro, Litoral Brasileiro

ABSTRACT

This research analyzes coastal erosion in Brazil from a governance perspective, considering its role as an active agent in the transformation of coastal spaces and its relationship with territorial management. There are several approaches to coastal erosion management, and almost of them focus on shoreline variation itself, either by proposing mitigation alternatives via the "building with nature" approach or by proposing hard structures. In order to analyze a complementary scenario, this paper analyzes and discusses coastal erosion in Brazil from the perspective of territorial management and planning, based on a database made available by the Federal Public Ministry (MPF), which systematizes the situation of the 17 Brazilian coastal states regarding their territorial management instruments, public civil actions on beaches and Civil Defense actions in the coastal zone, generating an overview of this complex equation involving the process of beach erosion, as well as analyzing some specific aspects of coastal governance. This research made use of two research methodologies: 1) document analysis and 2) elaboration, systematization and analysis of

databases from the Unique System of the Federal Public Ministry (MPF) and from the Integrated System of Information on Disasters - S2ID, linked to the National Secretariat for Protection and Civil Defense - SEDEC. The results point to two situations: 1 - Although there are some initiatives and punctual actions that deal with this question, there is not, at the federal level, a specific program (PROCOSTA is the closest one to this) that presents the monitoring, diagnosis, and especially the prognosis for erosion in coastal areas. 2 - A reflection of this scenario is the heterogeneity from the quantitative and qualitative point of view of public civil actions in beach environments in Brazil. A comparative analysis among the 17 coastal states shows a lack of articulation among the social actors involved. A lack of decision-making guidelines was identified, even with the publication (in 2018) of the Erosion Prevention and Protection Guidelines Guidebook, prepared by the Coastal Management Integration Group (GI-GERCO/CIRM).

Keywords: Coastal Erosion, Governance, Coastal Management, Brazilian Coast

INTRODUÇÃO

A erosão costeira é um processo que já vem sendo estudado há muitas décadas ao redor do globo (Bird, 1996; Leatherman et al., 2000; Harley et al. 2017; Luijendijk et al. 2018; Cooper et al. 2020), sendo que os efeitos das mudanças climáticas em zonas costeiras tem intensificado o processo (Asmus et al.; 2019; Aucelli et al., 2022; Cienfuegos, 2022; Di Noia, 2022) e, por consequência, gerado um número cada vez maior de produções científicas acerca do tema. Apenas como ilustração, uma pesquisa feita no Google Scholar em 18/03/2023 com o tema "coastal erosion" retornou o número de 2.060.000 citações.

Diversos são os conceitos de erosão costeira e diversas são as abordagens utilizadas no estudo deste assunto. Um conceito elaborado por Haddow et al. (2017; 2020) diz que a erosão é a perda de terra que margeia um corpo de água, sendo medida como a taxa de mudança na posição ou deslocamento horizontal de uma linha de costa ao longo do tempo. Está geralmente associada a tempestades, furacões, vendavais, tsunamis e riscos de inundação, e pode ser exacerbada por atividades humanas como obras na faixa de praia, como, por exemplo, quebra-mares e espigões, ou ainda pela retirada ou ocupação das dunas e desmatamento sobre a vegetação costeira. Para estes autores, o El Niño e os efeitos da mudança climática (por exemplo, elevação do nível do mar e eventos extremos) também são fatores que acentuam os processos erosivos. As principais preocupações em relação à erosão costeira estão relacionadas aos impactos econômicos que resultam quando propriedades e infraestruturas localizadas muito próximas às costas em erosão perdem sua proteção natural ao ataque de ondas ou são afetadas pela desestabilização do terreno sobre o qual foram construídas.

Aspectos relacionados aos riscos e às vulnerabilidades da zona costeira, associados à erosão, também são fartos na literatura e abordam, via de regra, a elaboração de metodologias e sua consequente aplicação para a definição de classes de riscos e vulnerabilidades (natural e socioeconômica) para determinados trechos de costa (Nicolodi & Pettermann 2010, Basheer et al. 2016; Liu et al. 2017; Navarro et al. 2020; Taramelli et al. 2020).

O fato é que algumas visões já são praticamente consensos na literatura, como a de Muehe (2006), na qual as modificações na posição da linha de costa decorrem em grande parte da falta de sedimentos, provocado pela alteração do fluxo entre as fontes (ex, bacias hidrográficas ou plataforma continental). O processo de alteração se dá, majoritariamente, pela interrupção do aporte de sedimentos para praias e campos de dunas, os quais podem ser efeitos decorrentes de intervenção do homem, principalmente com a construção de barragens ou obras que provocam a retenção do fluxo de sedimentos ao longo da costa.

Mas, mesmo com o arcabouço metodológico existente e com a relevante quantidade e qualidade de resultados de pesquisas sobre o tema, as questões do manejo da erosão costeira no contexto das políticas de ordenamento do território ainda são pouco difundidas e pouco estudadas.

Alguns autores abordam a gestão da erosão costeira, mas com o enfoque na variação da linha de costa em si, seja com a proposição de alternativas para mitigação do problema via a

abordagem de "construindo com a natureza" ou com a proposição de obras e estruturas de engenharia (Charlier, et al., 1998; Mulder et al., 2011; Gracia et al., 2018; Rangel-Buitrago et al., 2018; Williams et al, 2018).

Nesse contexto, o presente artigo visa analisar e discutir a erosão costeira no Brasil sob o enfoque da gestão e do ordenamento territorial, a partir de uma base de dados disponibilizada pelo Ministério Público Federal (MPF), a qual sistematiza a situação dos 17 estados costeiros brasileiros quanto aos seus instrumentos de gestão do território, ações civis públicas em praias e ações da Defesa Civil na zona costeira, gerando um panorama dessa complexa equação que envolve o processo da erosão em praias, bem como analisando alguns aspectos específicos da governança costeira.

A Erosão Costeira no Brasil

Ainda que pesquisas sobre a erosão costeira no Brasil venham sendo desenvolvidas desde a década de 1970, foi a partir da década de 1990 que estes estudos ganharam uma proporção significativa (Addad, 1997; Dupont & Addad, 1997, Tomazelli et al. 1997). No começo dos anos 2000 o Ministério do Meio Ambiente do Brasil (MMA) e o Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM) organizaram e sistematizaram um levantamento da situação da erosão costeira no país, apresentando-a por estados.

Segundo informações do livro Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro (Muehe, 2006), a erosão ocorre ao longo de toda a costa com predomínio sobre os processos de acresção, considerando-se que de fato, predomina a situação de estabilidade. Por um lado, a baixa declividade de grande parte da plataforma continental interna sinaliza uma ampla resposta erosiva, no caso de uma elevação do nível do mar. Para o autor, a conclusão mais imediata é a necessidade da aplicação de critérios quanto à manutenção de uma faixa de não edificação para fins de proteção e preservação da paisagem costeira e a necessidade de estudos adequados quando da implantação de obras costeiras.

Passados 12 anos, esta publicação foi atualizada e seus resultados foram publicados pelas mesmas instituições; MMA e PGGM. Segundo o organizador da pesquisa (Muehe, 2018), os resultados demonstram que nas regiões Norte e parte do Nordeste do país, cerca de 60 a 65% da linha de costa está sob processo erosivo, ao passo que no Sudeste e Sul esse percentual é inferior (cerca de 15%), devendo porém ser ressaltado, no Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul, o elevado percentual de trechos com indicação de tendência erosiva, isto é, segmentos que mostram sinais de erosão sem que se afigure um recuo da linha de costa, ou seja um recuo significativo da posição média estatística da interseção da face da praia com o nível médio do mar. Em resumo, há um predomínio da erosão sobre a estabilidade na posição das linhas de costa nas regiões Norte e em parte do Nordeste e indicações de que pode ocorrer uma reversão em direção à instabilidade também nas regiões Sudeste e Sul. Quando comparados os dois documentos (2006 e 2018) percebe-se um agravamento da situação.

O detalhamento desta situação pode ser observado em diversos trabalhos acadêmicos produzidos em anos mais recentes, como por exemplo; Souza (2009), Muehe (2011), Araújo et al. (2019), Firmino e Bulhões (2020), Venancio et al. (2020), Dillemburg et al. (2020), Carvalho et al. (2020), Nicolodi et al. (2021).

Aspectos de governança e as Instituições no trato da erosão costeira no Brasil

Um dos aspectos fundamentais para o gerenciamento da Zona Costeira e Marinha, em especial da orla, é o conhecimento de sua vulnerabilidade em relação à modificação da posição da linha de costa. Trata-se de uma variável determinante a ser considerada no estabelecimento de áreas de não-edificação para evitar os riscos de perda de ecossistemas e suas funções, bem como de infraestrutura e propriedades por efeito da erosão costeira. Afora os aspectos de vulnerabilidade, as características morfológicas do relevo definem a paisagem costeira e sua atratividade e potencial de uso, conferindo o caráter plural dos cenários e ambientes da costa do Brasil.

Alguns dos principais conceitos da Gestão Costeira Integrada, enquanto política pública, foram aplicados quando da promulgação, ainda em

1972, do US Coastal Zone Management Act, nos Estados Unidos (Humphrey et al., 2000). Neste documento, o tema da erosão costeira já era citado, mas ainda como uma consequência de conflitos por usos e recursos na zona costeira. Não havia sinalização sobre o trato desse tema em um contexto de gestão do território, mas, ainda assim, foi destacada a necessidade de um processo de planejamento para avaliar os efeitos e estudar formas de controlar ou diminuir o impacto da erosão da linha costeira, restaurando áreas adversamente afetadas por tal erosão.

No Brasil, os reflexos destes movimentos impulsionaram a criação, em 1974, da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), que tem como objetivo reger as discussões acerca da temática. Consequência direta da criação dessa Comissão foi a promulgação, em 1980, da Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM) (Marroni & Silva, 2015). Em 1988 foi promulgada a Lei 7668, que implementou o sistema de gestão costeira no país, o qual foi regulamentado em 2004 pelo Decreto 5300. Estes dois instrumentos normativos podem ser considerados a base legal para todo o arcabouço de gestão costeira no Brasil. No âmbito desta estrutura normativa, o tema da erosão costeira apenas aparece no Decreto 5.300/04, em seu Art. 23., o qual dispõe sobre os critérios que definem os limites da orla marítima. O parágrafo (§) 2 deste artigo destaca que estes limites poderão ser alterados a partir de algumas situações específicas, sendo uma delas:

I - dados que indiquem tendência erosiva, com base em taxas anuais, expressas em períodos de dez anos, capazes de ultrapassar a largura da faixa proposta.

Ainda que se tenha previsto essa possibilidade, não há na legislação federal instrumento normativo específico para o trato da questão da erosão costeira, embora como será visto na apresentação dos resultados, algumas iniciativas foram propostas, principalmente a partir do final da década de 2000.

Importante salientar que o arranjo federativo do Brasil pressupõe, além da esfera federal, as esferas estaduais e municipais. O Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), criado pela Lei 6.938/81, reforça o papel destas esferas ao determiná-las como: 1. Órgãos Seccionais – Composto por órgãos e entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos, controle e fiscalização das atividades degradadoras do meio ambiente. São, em geral, as Secretarias Estaduais de Meio Ambiente, e 2. Órgãos locais – Composto por órgãos ou entidades municipais responsáveis pelo controle e fiscalização de atividades degradadoras do meio ambiente em suas respectivas jurisdições (Secretarias Municipais de Meio Ambiente, por exemplo). Tal configuração permite que uma política pública específica para o trato de questões relacionadas à erosão costeira venha a ser implementada nos três níveis de governo - Federal, Estadual e Municipal.

O Poder Judiciário também possui atuação no campo da gestão costeira, principalmente a partir da criação, por parte do Ministério Público Federal do MPF-GERCO. Um projeto que centralizou a temática da gestão costeira no âmbito das 11 diferentes instâncias e representações do Ministério Público Federal, além de viabilizar a atuação interinstitucional com as demais instituições que já atuavam com a temática do gerenciamento costeiro.

Ademais, cumpre destacar que o MPF-GERCO foi criado em 2014 em parceria com o Ministério do Meio Ambiente e Ministério do Planejamento, com o intuito de subsidiar a atuação dos procuradores da república nos 17 estados costeiros, a fim de melhorar a gestão da área costeira e garantir a aplicação dos instrumentos previstos nos marcos legais do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Ao longo do tempo o MPF-GERCO apresentou soluções conjuntas para a questão do gerenciamento costeiro, por meio de audiências públicas, notas técnicas, oficinas de capacitação, seminários e workshops. Outrossim, o MPF-GERCO produziu informações técnicas e participou de publicações interinstitucionais.

METODOLOGIA

Esta pesquisa fez uso de duas metodologias de pesquisa: 1) análise documental e 2) elaboração, sistematização e análise de bancos de dados oriundos do Sistema Único do Ministério Público

Federal (MPF) e do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID, vinculado à Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil - SEDEC.

A análise de documentos foi embasada nos instrumentos e estratégias de Gerenciamento Costeiro do Brasil, sendo que os mesmos foram analisados considerando aspectos específicos da erosão costeira. Foram analisados instrumentos e estratégias de gestão costeira estabelecidos no país, com destaque para àqueles descritos na Lei nº 7661/88 e no Decreto nº 5300/04, bem como no Programa Nacional de Conservação da Linha de Costa (PROCOSTA) e no Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto ORLA). Seguindo os mesmos critérios de Scherer & Nicolodi (2021), foram considerados como 'instrumentos' de GIZC aqueles que visam produtos específicos: mapas, planos de manejo, diagnósticos, relatórios, etc. Já como 'estratégias' foram considerados os documentos que estabelecem diretrizes e políticas públicas. Além destes, foram analisadas as atas do Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GIGERCO), vinculado à Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), bem como as atas da Câmara Técnica de Câmara Técnica de Integração das Bacias Hidrográficas e dos Sistemas Estuarinos e Zonas Costeiras (CTCOST), vinculada ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

Para a construção do banco de dados, foi utilizado o Sistema Único do Ministério Público Federal (MPF, 2014), em que se realizou a pesquisa na base de dados afeita aos Inquéritos e Ações Civis Públicas, tendo como referência a utilização do vocabulário controlado, o objeto da lide, e os registros de atuação nos Municípios Defrontantes com o Mar de acordo com o que dispõe o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A pesquisa abrangeu o intervalo de 10 anos, de 01/01/2005 até 01/01/2015, sendo objeto de análise do Projeto MPF-Gerco do Ministério Público Federal no ano de 2017.

Já o acesso ao Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID deu-se via MPF a partir de filtros específicos para os termos erosão costeira, eventos de tempestade e ressacas. Este sistema da Defesa Civil busca qualificar e dar transparência à gestão de riscos e desastres no Brasil, por meio da informatização de processos e disponibilização de informações sistematizadas dessa gestão. É a partir deste sistema que municípios ou estados podem solicitar recursos federais para ações de resposta e reconstrução, desde que haja o reconhecimento federal de situação de emergência ou de estado de calamidade pública.

Foram consideradas duas tipologias que se referem ao fenômeno de erosão costeira e que podem ser utilizadas pelos municípios para representar este evento, são elas: Erosão Costeira/ Marinha e Ciclones/Marés de Tempestade (Ressacas). Essas duas tipologias estão previstas na Classificação Brasileira de Desastres Naturais (COBRADE)[1] sendo numeradas e classificadas como:

i. Erosão Costeira/Marinha (1.1.4.1.0): Processo de desgaste (mecânico ou químico) que ocorre ao longo da linha da costa (rochosa ou praia) e se deve à ação das ondas, correntes marinhas e marés.

ii. Ciclones/Marés de Tempestade (Ressacas) (1.3.1.1.2): São ondas violentas que geram uma maior agitação do mar próximo à praia. Ocorrem quando rajadas fortes de vento fazem subir o nível do oceano em mar aberto e essa intensificação das correntes marítimas carrega uma enorme quantidade de água em direção ao litoral. Em consequência, as praias inundam, as ondas se tornam maiores e a orla pode ser devastada, alagando ruas e destruindo edificações.

RESULTADOS

Análise Documental

A análise dos instrumentos de gestão e dos demais documentos permite inferir que o tema da erosão costeira foi inserido paulatinamente na pauta das ações federais a partir da década de 2000, sendo que o Projeto Orla foi a iniciativa que mais contribuiu para este cenário. O escopo do Projeto Orla visa, em última análise, implementar uma política pública nacional a ser executada de forma integrada com outros entes federados e com a

[1]Pode acessar o Guia em: https://gaigerco.furg.br/images/Arquivos-PDF/Final_Guia-de-Diretrizes_09112018-compressed.pdf

sociedade civil. Um dos preceitos desta iniciativa é a busca pela articulação entre as ações de ordenamento dessa porção do território, conduzindo diretrizes e ações efetivas que visem ao equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental e patrimonial, considerados aspectos de ocupação urbana, de atividades turísticas e de lazer, entre outras.

Oliveira & Nicolodi (2012) analisaram os 55 Planos Municipais de Gestão Integrada da Orla (PGIs) existentes no país à época e identificaram que apenas em 14% deste planos foram propostas ações específicas para o trato da erosão costeira.

Nesta pesquisa, foram analisados os PGIs dos municípios de Pernambuco, um dos estados mais afetados pela erosão costeira no Brasil (Muehe, 2018). O estado de Pernambuco vem implantando o Projeto Orla de forma gradual e participativa, sendo que já foram elaborados os Planos de Gestão da Orla Marítima nos municípios de: Cabo de Santo Agostinho, Rio Formoso, Sirinhaém, Tamandaré, Barreiros e São José da Coroa Grande no litoral sul do estado e Goiana, Ilha de Itamaracá, Igarassu e Paulista no litoral norte. No denominado litoral do Núcleo Metropolitano apenas o PGI de Olinda foi legitimado por audiência pública, sendo que na capital Recife e em Jaboatão dos Guararapes esta etapa ainda não havia sido realizada até abril de 2023.

Os PGIs de Pernambuco retratam a importância do Projeto Orla no trato da erosão costeira e, por consequência, na sua relação com o ordenamento do território costeiro. As ações definidas no escopo destes planos foram classificadas quanto à sua tipologia, sendo que a classe "Erosão Costeira" ocorre em todos os municípios (não necessariamente para todos os trechos de orla de cada município), demonstrando a importância do tema e da busca por ações e diretrizes nos instrumentos de gestão para enfrentar os problemas causados por erosão costeira.

Este protagonismo do Projeto ORLA fica mais acentuado a partir dos resultados obtidos por Nicolodi (2022), em análise realizada nas ações referentes ao Plano Plurianual (PPA) do Governo Federal entre o período de 2004 a 2007. Neste estudo não foram identificadas ações que tivessem em seu escopo o tema da erosão costeira. A ação que mais se aproximava desse cenário foi o Programa 1138 - Drenagem Urbana Sustentável, vinculado ao Ministério da Integração, o qual trazia em seu objetivo "Promover a gestão sustentável da drenagem urbana com ações não-estruturais e estruturais dirigidas à prevenção, ao controle, e à minimização dos impactos provocados por enchentes e fenômenos erosivos, inclusive nas zonas costeiras".

Como referido na introdução deste trabalho, um marco importante neste período foi a publicação, em 2006, por parte do MMA e PPGM, do livro "Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro" (Muehe, 2006), o qual sistematizou, pela primeira vez no país, a situação das variações de linha de costa no litoral. Já em 2008, duas iniciativas do MMA foram preponderantes para a inserção definitiva da erosão costeira na agenda federal: a) a implementação do Sistema de Modelagem Costeira (SMC-Brasil), a partir de um acordo de cooperação com o governo espanhol, mais especificamente com a Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (AECID) e a Universidade da Cantábria (UC). Esta iniciativa teve como metas a disponibilização de ferramentas computacionais e a capacitação de técnicos e gestores. b) a organização do I Simpósio Nacional sobre Erosão Costeira, onde mais de 130 pesquisadores e representantes de instituições do setor público, privado e da sociedade civil discutiram aspectos relacionados à gestão da linha de costa. Neste Simpósio foram definidos três eixos de atuação: 1) Suprimento sedimentar e manejo dos aquíferos costeiros; 2) Monitoramento e ferramentas para a gestão costeira sob o prisma da erosão; 3) Obras de engenharia costeira e sua interação com os instrumentos de gestão de meio ambiente.

Ao se analisar políticas e instrumentos de gestão, identifica-se que, ao longo do tempo, algumas iniciativas foram implementadas para atender, ainda que indiretamente, a estes três eixos. Pode-se inferir que o eixo onde foram identificados avanços mais tímidos foi o primeiro (Suprimento sedimentar e manejo dos aquíferos costeiros), com

escassas iniciativas de integração da gestão de bacias hidrográficas e zonas costeiras, principalmente em escala local.

Uma destas iniciativas mais preponderantes foi a realização, ainda em 2005, do 1º Encontro Nacional Temático "Gestão Integrada de Bacias Hidrográficas e da Zona Costeira", o qual foi o embrião da criação da Câmara Técnica de Integração das Bacias Hidrográficas e dos Sistemas Estuarinos e Zonas Costeiras (CTCOST), que, por sua vez, foi oficialmente criada e teve sua primeira reunião em 2006. Este espaço de discussão e formulação de políticas públicas tinha como objetivo prover subsídios para a integração entre estes dois sistemas (zonas costeiras e bacias hidrográficas). Ainda que tenham sido realizadas 35 reuniões entre 2006 e 2018 (com um grande hiato entre 2013 e 2018) onde temas relevantes à gestão destes espaços tenham sido discutidos, esta Câmara Técnica não conseguiu avançar para a proposição de ações práticas. Um exemplo foi a criação, em 2006, de um grupo de trabalho sobre o tema "Integração dos procedimentos de outorga e licenciamento", tendo em vista que estes procedimentos podem ser altamente variáveis em zonas costeiras, refletindo principalmente na disponibilidade de outorgas ou na diluição de cargas para uma condição de maré cheia ou vazante, a qual pode limitar a capacidade hídrica disponível (por exemplo). A proposta para esta integração de procedimentos de outorga e licenciamento pouco avançou, não apresentando produtos que desenvolvessem estratégias para orientar ou regrar outorgas e procedimentos de regulação de recursos hídricos na zona costeira.

Segundo a análise das atas, o tema da erosão costeira somente foi abordado diretamente pela CTCOST em 2007, na 13º reunião, quando foram apresentadas as bases técnicas e conceituais do que viria a ser a proposta de Resolução para inserção de variáveis específicas da zona costeira em Planos de Gestão de Bacias Hidrográficas (Nicolodi et al, 2009). Após a realização do I Simpósio Nacional sobre Erosão Costeira (MMA, 2008) o assunto da erosão costeira passou a ser mais frequente nas discussões da CTCOST, principalmente a partir do consenso acerca da importância das bacias hidrográficas como aporte de sedimentos para as zonas costeiras. Outro fator que aproximou a erosão costeira das discussões sobre bacias hidrográficas foi a prerrogativa da CTCOST em integrar o grupo que iria elaborar o capítulo IX do Plano Nacional de Recursos Hídricos, o qual trata especificamente das Zonas Costeiras.

Já em relação ao eixo dois (Monitoramento e ferramentas para a gestão costeira sob o prisma da erosão), tanto o Sistema de Modelagem Costeira (SMC Brasil) quanto o Programa Nacional para Conservação da Linha de Costa (PROCOSTA) sinalizaram avanços, ainda que incipientes, no trato da questão.

O SMC Brasil foi implementado em 2011, embora tenha sido discutido entre os governos de Brasil e Espanha desde 2008. Sua implementação propiciou aos envolvidos com o gerenciamento costeiro no país metodologias e ferramentas de apoio à gestão do litoral adequadas à realidade nacional, consolidando uma base de dados do litoral brasileiro que possibilitou, de forma automatizada, o acesso a informações de cenários do comportamento da costa frente a ações naturais e antrópicas. Além disso, foram capacitados técnicos e pesquisadores vinculados a grupos de pesquisa de Universidades ou de órgãos governamentais.

Já o Programa Nacional para Conservação da Linha de Costa (PROCOSTA) é mais recente, tendo sido implementado pela Portaria MMA 76/2018. O PROCOSTA tem como objetivo promover a gestão integrada da linha de costa, seu conhecimento técnico-científico, suas variações conforme os eventos extremos e mudanças do clima, usos múltiplos e proteção dos ecossistemas marinhos e costeiros (PROCOSTA, 2018). Este Programa trouxe um caráter inédito ao conjunto de instrumentos e ferramentas da Gestão Costeira Integrada, a partir de uma abordagem integrada da Gestão com base Ecossistêmica (Agardy et al., 2017). No escopo deste programa há um projeto específico para tratar da projeção de linhas de costa futuras e identificação de perigos associados à erosão costeira. Ainda não foram produzidos resultados práticos da aplicação do PROCOSTA no Brasil, uma vez que de 2019 a 2023 a agenda federal de gerenciamento costeiro esteve paralisada, em um contexto de desconstrução do

sistema ambiental brasileiro (Dutra da Silva & Fearnside, 2022).

Em relação ao eixo 3 (Obras de engenharia costeira e sua interação com os instrumentos de gestão de meio ambiente), o Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO/CIRM) desenvolveu o Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira, que representou um avanço para o planejamento e para a mitigação dos efeitos da erosão costeira no Brasil.

Deve-se ressaltar que o GI-GERCO representa um espaço com ampla representatividade que trata dos assuntos referentes à ZC brasileira (Santos et al, 2019). Trata-se de um fórum onde diferentes órgãos e instituições, federais, estaduais e municipais atuam e discutem sobre diversas problemáticas, tendo como fundamentação os instrumentos da gestão costeira que possibilitam o adequado e participativo ordenamento deste território (MMA, 2015). Em 2019 o Decreto Federal 9759/2019 extinguiu diversos colegiados de participação popular no Brasil, e consequentemente, o Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO) também foi extinto.

O Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira é oriundo de uma manifestação do MPF no âmbito da 48° Sessão do GI-GERCO (08/04/2014), em que o MPF apontou a necessidade da criação de um grupo de trabalho (GT) voltado para a análise e desenvolvimento de proposições referentes às obras desenvolvidas na linha de costa, tendo em vista os procedimentos conduzidos à época pelo Ministério da Integração Nacional que se utilizavam da dispensa de estudos prevista no Código Florestal (12.651/2012, Art. 8º, § 3º)[2]. Assim, foi criado o grupo de trabalho com o tema "Obras costeiras e mapeamento de áreas de risco", cujo objetivo foi avaliar a problemática das obras costeiras e estimular o mapeamento de áreas de riscos na zona costeira. Todavia, este grupo de trabalho, posteriormente voltou-se para atender somente a questão do desenvolvimento de diretrizes para as obras costeiras, sendo renomeado de Grupo de Trabalho de Gestão de Riscos e Obras de Proteção Costeira (GT-GROPC).

Em resumo, este Grupo de Trabalho foi composto por mais de 8 instituições permanentes, entre outras eventuais, que de 2014 até 2018, fizeram o levantamento da literatura técnica nacional e internacional, bem como das boas práticas relacionadas à execução e estudos de obras costeiras, para então construir o Guia de Diretrizes. Os trabalhos foram conduzidos conjuntamente pelo MPF, Ministério da Integração Nacional e Ministério do Meio Ambiente, tendo como foco principal os problemas referentes à não regulamentação das obras costeiras no litoral brasileiro.

Dentre os principais resultados alcançados com a criação deste grupo de trabalho e com a publicação do Guia[3] destacam-se; o desenvolvimento de documentação técnica e guias com a proposição de diretrizes gerais para implantação de obras de prevenção e proteção costeira; a discussão de metodologias para o mapeamento e monitoramento de riscos em áreas costeiras; a criação de um fórum para debate de novas tecnologias relacionadas ao tema de obras e gerenciamento costeiro; o acompanhamento dos principais casos relacionados a obras costeiras custeadas com recursos públicos; o levantamento de ações do governo federal e com enfoque na área costeira.

Análise do Banco de Dados

Em relação aos resultados da pesquisa no Sistema Único do Ministério Público Federal (MPF, 2014), foram identificados 3.909 Ações Civis Públicas divididas nos 17 Estados costeiros do Brasil. Cumpre destacar que, inicialmente, no âmbito do MPF Gerco estas ações foram classificadas em temas relacionados ao seu objeto de atuação: empreendimentos portuários; estruturas e atividades náuticas; exploração e produção de petróleo e gás; atividades industriais e mineração; erosão e obras de intervenção costeira; empreendimentos imobiliários e atividades urbanas;

[2]Disponível em: http://www.defesacivil.rj.gov.br/images/formularios/COBRADE.pdf Acesso em: 6 dez. 2022.
[3]Artigo 8º § 3º da lei 12.651/2012, "É dispensada a autorização do órgão ambiental competente para a execução, em caráter de urgência, de atividades de segurança nacional e obras de interesse da defesa civil destinadas à prevenção e mitigação de acidentes em áreas urbanas".

ocupações irregulares; e atividades pesqueiras e aquicultura. Cabe ressaltar que estas temáticas fazem parte de uma análise constante na Nota Técnica nº 006/2015/MPF/4ª Câmara de Coordenação e Revisão.

No entanto, o presente trabalho volta-se para a identificação das Ações Civis Públicas (ACP) que se localizam, tem como referências e/ou possuem seu objeto relacionado ao ambiente praial. Neste sentido, tendo como referência os dados citados, foi desenvolvida uma análise caso a caso, com a revisão das ementas e das iniciais destas ações, em que se selecionaram as ações a partir da identificação da referência geográfica/locacional, ou da correlação do objeto com o sistema praial.

Para a identificação das referências geográficas/locacionais pesquisou-se nos documentos iniciais e nas ementas das Ações Civis Públicas a área ou endereço da ocupação ou empreendimento. Deve-se ponderar que no levantamento também foi realizada a análise do Município em que ocorre o fato e objeto da Ação Civil Pública, em que é disposto o Geocódigo do Município para fins de referência geográfica.

Já para a correlação do objeto da ação com o sistema praial, desenvolveu-se a análise documental no processo relacionado. Neste contexto, foram tomadas como base as referências utilizadas nas ementas e, quando na inexistência destas, foram obtidas informações gráficas referentes ao objeto, as quais estando localizadas em ambiente praial, foram consideradas no âmbito desta análise.

Vale ressaltar que uma quantidade significativa das ementas das Ações Civis do levantamento inicial carece de detalhamento sobre o objeto destas ações, ao mesmo tempo em que a análise documental das mesmas pode estar envolta de algum tipo de sigilo processual. Todavia, as ações que não puderam ser acessadas em razão do sigilo se limitam a cerca de uma dezena, o que remete a uma margem de erro mínima nos resultados desta pesquisa.

Outrossim, no âmbito desta seleção, considerou-se tanto impactos diretos quanto indiretos ao ambiente praial, desde que estes assim fossem expostos e abordados na Ação Civil Pública. Por exemplo, foram consideradas as ações em que o objeto da lide estivesse localizado no espelho d'água, mas que apresentasse impactos no ambiente praial, tais quais as obras portuárias, estruturas náuticas e atividades industriais.

Observa-se que a análise caso a caso das Ações Civis Públicas possui caráter subjetivo, sobretudo, na carência de referências locacionais. No entanto, com o intuito de diminuir as fragilidades relacionadas aos resultados de uma análise subjetiva, optou-se por desconsiderar ações que pudessem originar dupla interpretação, retirando-as da seleção.

Dessa maneira, a análise desenvolvida neste trabalho pautou-se por classificar de forma binária, 1 ou 0, a correlação da Ação Civil Pública analisada com o ambiente praial, ao passo que os resultados foram divididos por Estados e dispostos na tabela 1.

Foram extraídos do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) todos os registros, reconhecidos ou não pelo ente federal, que estão disponibilizados no âmbito da informatização de processos relacionados à gestão de riscos e desastres. Sobre isto, é válido explicar que o processo de reconhecimento é referente a uma avaliação administrativa feita pela Secretaria Nacional de Defesa Civil, após o registro do desastre natural pelo Município solicitante de recursos federais para a mitigação dos danos deste desastre[4]. Neste caso, mesmo que não ocorra o repasse de recursos com o devido reconhecimento, fica o registro disponível no Sistema S2iD.

Dessa forma, o levantamento abrangeu um espaço amostral de 46 anos, em que foram considerados somente os registros afeitos à Defesa Civil Nacional, sendo desconsiderados em uma primeira análise os levantamentos que constam nas bases de dados das defesas civis estaduais. Isto porque, quando consultadas as defesas civis estaduais observou-se que boa parte de suas informações não estavam sistematizadas, e as que estavam, era porque tinham sido objeto de comunicação ao Sistema S2iD.

Como exemplo, é relevante citar que o primeiro registro de Desastre Natural referente à Erosão Costeira/Marinha e Ciclones/Marés de

[4]Disponível em: https://www.gov.br/pt-br/servicos/ter-reconhecida-situacao-de-emergencia-ou-estado-de-calamidade-publica Acesso em: 6 dez. 2022.

Tabela 1. Sistematização dos bancos de dados analisados para os 17 estados costeiros do Brasil, com destaque para informações sobre Danos Materiais, Prejuízos Econômicos Referentes à Serviços e Ações Civis Públicas em praias.

	Informações Geográficas				Dados Defesa Civil		Dados MPF
Estado	Municípios Defrontantes com o Mar	Densidade Demográfica (hab/km²)	Extensão do Litoral (km)	IBGE Estimativa 2020 (habitantes)	Danos Materiais (R$) (1976-2022)	Prejuízos Econômicos referentes a serviços (R$) (1976-2022)	Quantidade de Ações Civis Públicas em Praia (2005 - 2015)
Amapá	4	10,70	750	561.301	0	0	2
Pará	14	17,20	562	521.026	39.962.314	16.565.052	13
Piauí	4	105,12	66	201.051	0	0	2
Maranhão	33	7,30	640	2.270.740	4.112.564.531	400.000	59
Ceará	20	259,65	626,89	3.947.764	94.197.746	48.055.777	226
Rio Grande do Norte	24	231,71	417,79	1.530.800	12.207.684	2.234.726	16
Paraíba	9	473,03	138	1.061.017	7.528.503	833.800	11
Pernambuco	15	958,27	187	3.458.595	209.399.222.147	12.742.000	62
Alagoas	15	331,50	223	1.283.718	20.707.471	3.507.890	13
Sergipe	7	378,38	163	902.369	4.311.746	0	32
Bahia	30	137,16	932	4.429.628	10.285.858.991	47.850.286	114
Espírito Santo	14	176,77	410	2.115.820	40.256.382.775	223.000	41
Rio de Janeiro	25	746,11	246,22	12.038.696	131.310	1.220.329,00	242
São Paulo	16	239,70	880	1.859.787	193.022.781.774	9.302.720	61
Paraná	5	58,89	100	264.429	34.167.207	7.660.100	26
Santa Catarina	30	356,19	560	2.685.982	823.291.079	22.835.027	473
Rio Grande do Sul	16	58,51	622	935.984	3.062.776	2.451.679	121
TOTAL		4.546,19	7.523,90	40.068.707	458.116.378.054,00	175.882.386	1.514

Tempestade (Ressacas) foi feito para o Município de Navegantes em 1978, o qual não apresentou danos associados a este evento, tão só comunicando o ocorrido para a Defesa Civil Nacional. Esta comunicação foi feita à época por meio de documentação física, a qual foi digitalizada posteriormente e associada ao S2iD.

Os resultados deste levantamento demonstram que, no Brasil, já foram danificadas diferentes estruturas públicas e privadas, que somam R$ 458.116.378.054,00 (458 bilhões de reais) de danos materiais e afetados serviços públicos que somam prejuízos de R$ 175.882.386,00 (175 milhões de reais).

Importante ressaltar que os dados da Defesa Civil dividem-se em dois grupos: 'Danos Materiais', o qual refere-se àqueles danos causados em estruturas (casas, terrenos, muros, etc) particulares e "Prejuízos Referentes a Serviços', o que se refere aos danos em infraestruturas e edificações públicas. Os dados referentes aos estados de Pernambuco (PE) e Ceará (CE) são bem

ilustrativos nesse quesito. Em PE, principalmente na região metropolitana de Recife, o tipo de ocupação urbana remete às casas e edifícios muitas vezes construídos em cima do perfil praial, aqui considerado como o espaço que envolve troca sedimentar entre todos os compartimentos morfodinâmicos de uma praia (Masselink & Short, 1993).

Em 2009 o governo do estado de Pernambuco, estado com a maior densidade demográfica média de municípios defrontantes com o mar (958,27 hab/km^2), desenvolveu o Programa de Monitoramento Ambiental Integrado (MAI), o qual visava cooperação técnica, institucional e financeira para avaliação dos processos de erosão costeira nos municípios da grande Recife: Jaboatão dos Guararapes, Recife, Olinda e Paulista. Tal programa tinha como objetivo final o compromisso, por parte do poder público, da realização de obras estruturais estritamente condicionadas às orientações (protocolo) do MAI. Tais condicionantes se deram a partir da identificação, de forma regionalizada, de soluções técnicas integradas que evitassem a realização de obras costeiras pontuais (costumeiramente executadas na região), que acabavam por transferir o processo erosivo para as adjacências em efeito "dominó". Outro importante ponto foi a elaboração de um Plano Estratégico de Controle da Erosão Costeira para os municípios de Jaboatão dos Guararapes, Recife, Olinda e Paulista. Iniciativas como esta tendem a reduzir, ao longo do tempo, os impactos da erosão em praias, reduzindo assim os danos, prejuízos e quantidade de ações civis públicas.

Este tipo de iniciativa tem potencial para organizar a gestão específica do tema e a tomada de decisão em um cenário que é, muitas vezes, emergencial. Na Paraíba, estado com densidade demográfica média de 473,03 hab/km² em seus municípios defrontantes com o mar, foram identificados danos materiais na ordem de R$7.528.503,00 e Prejuízos Econômicos referentes a serviços na ordem de R$833.800,00 no período analisado. Este cenário tende a piorar em situações como a de Cabedelo-PB (Figura 1), onde cidadãos conseguiram por meio de Liminar na justiça[5] o direito de fazerem intervenções pontuais, sem nenhum tipo de preocupação com a dinâmica costeira e nem com efeitos colaterais às áreas adjacentes, comumente encontrados em situações como esta (Koerner et al., 2013; Toimil et al. 2017).

Já no Ceará, a intensidade das intervenções públicas na orla é muito significativa. Segundo Barros et al. (2021) a linha de costa da cidade de Fortaleza apresenta uma série de estruturas costeiras construídas para conter e/ou minimizar o impacto da erosão, bem como dos portos que estão em contínuo desenvolvimento desde 1875. Ou seja, há um histórico relevante de variações da linha de costa, não só na cidade de Fortaleza, mas em grande parte de sua Região Metropolitana. Os



Figura 1. Obras de contenção à erosão costeira feitas por particulares. Este tipo de intervenção, sem um planejamento integrado, tende a causar efeitos colaterais nas áreas adjacentes, agravando o problema em escala municipal.

[5]Notícia de Fato nº 1.24.000.000431/2022-01, Cabedelo/PB.

autores identificaram 39 estruturas (obras) ao longo dos 34 km apenas na orla de Fortaleza. Em Icaraí, com aproximadamente 4 km de linha de costa, mais de 65% de sua extensão estão artificializados por infraestruturas urbanas. Segundo Moura et al., 2012 as taxas de recuo da linha de costa neste local são da ordem 7,6 m (quase 1 m/ano) entre 2004 e 2011 (Figura 2).

Os dados referentes ao Ceará (tabela 1) refletem esse contexto. O Ceará tem 20 municípios defrontantes com o mar e significativa densidade demográfica média (259,65 hab/km2). No período entre 1976 e 2022 foram registrados danos materiais estimados em R$ 94.197.746,00 e os prejuízos econômicos referentes a serviços foram estimados em R$ 48.055.777,00. A quantidade de Ações Civis Públicas em Praia foi de 226.

Os dois conjuntos de dados da Defesa Civil analisados nesta pesquisa acabam por ter uma relação direta com a gestão municipal, uma vez serem os Municípios os entes responsáveis pela inserção dos dados no sistema S2iD. Locais onde a gestão costeira é mais presente e atuante tendem a contarem com levantamentos mais detalhados e, por consequência, mais registros no sistema.

Ainda que a inserção dos dados inicialmente seja feita pelos municípios, os estados também têm papel preponderante nesse contexto, identificando eventos que necessitem de algum tipo de atuação direta na orla marítima. Estados com maior capacidade de gestão costeira e de resposta a emergências, como é o caso de São Paulo, tendem a atuar diretamente nas situações, não estabelecendo a comunicação com a esfera federal via sistema S2iD, e por consequência, não declarando danos e nem prejuízos.

Um dos pontos do litoral brasileiro mais atingido pela erosão costeira é a região de Atafona, Rio de Janeiro, onde o fenômeno vem sendo estudado há várias décadas (Argento, 1989; Lämmle et al. 2022). O caso de Atafona ilustra uma situação peculiar: Embora tenham sido registradas 242 ações civis públicas em praias, os valores de 'Danos Materiais' e de "Prejuízos Referentes a Serviços" são relativamente baixos (Tabela 1). Este cenário reflete uma situação de "não atuação" uma vez que diversas estruturas atingidas pela erosão costeira são irregulares do ponto de vista de ocupação territorial, que é, especificamente, o caso de Atafona (RJ). Boa parte das ações civis nesse tipo de situação se referem a ações demolitórias em ocupações irregulares, as quais não são passíveis de receberem recursos federais, fazendo com que, muitas vezes, o registro não seja realizado no S2iD.

Este cenário faz com que percepções como aquelas obtidas por Firmino & Alves (2021) sejam cada vez mais difundidas na sociedade. Neste trabalho, os autores analisaram a percepção socioambiental da população sobre o processo de erosão costeira em Atafona por meio de entrevistas. Os resultados apontam que, para a grande maioria da comunidade local, nenhuma ação é tomada pelo governo para mitigar o problema da erosão e não há medidas de envolvimento e consulta da população para identificar as causas e consequências do fenômeno.



Figura 2. Tentativas de contenção à erosão costeira na orla do município de Icaraí, CE.

A partir do agrupamento em classes de tipologias temáticas das Ações Civis Públicas localizadas em praias (Figura 3), percebe-se que as categorias 'ocupações irregulares', 'empreendimentos imobiliários e atividades urbanas' e 'erosão e obras de intervenção costeira' são as situações mais emblemáticas. Estas temáticas possuem algumas semelhanças em sua origem, já que são oriundas da carência de ordenamento e fiscalização territorial. Por exemplo, como 'atividades urbanas' foram consideradas todas aquelas associadas a construções que não fossem consideradas ocupações irregulares: esgotos domésticos, aterros, expansão de muros, supressão de vegetação para limpeza de terreno, entre outros.

Questões referentes aos 'empreendimentos portuários' e 'empreendimentos imobiliários e atividades urbanas' englobam 79% das ações identificadas, o que reflete dois aspectos inerentes a estes temas; a complexidade dos sistemas portuários, definidos no Artigo 2º do Decreto 5.300/04 como trecho da orla marítima de interesse especial e a dinâmica, muitas vezes errática e predatória, do setor da construção civil em áreas costeiras (Borelli, 2017, Schlickmann et al. 2019).

Ainda que as ações específicas sobre erosão costeira tenham sido registradas em apenas 2% do conjunto de dados, muitas vezes algumas ações são coletivas, abarcando em seu bojo mais de uma ação específica. Por exemplo, em condomínios que existem mais de uma ocupação em faixa de praia, geralmente, o MPF instaura uma única Ação Civil Pública sobre todo o condomínio.

No entanto, esta prática não é padronizada, pois o MPF pode individualizar estas ações, tal qual ocorreu no exemplo exposto no Inquérito Civil nº 1.29.006.000344/2015-80, que analisou as intervenções no Balneário Hermenegildo, no município de Santa Vitória do Palmar, Rio Grande do Sul (RS). Neste caso, obras de enrocamento e muretas de proteção foram implementadas por particulares e agravaram a erosão em áreas desprotegidas (figura 4). Um detalhado panorama técnico dessa situação pode ser observado em Albuquerque (2013), Koerner et al. (2013) e Oliveira et al. (2018). Neste caso, o inquérito em referência demonstra que o MPF atuou inicialmente sobre o Município de Santa Vitória do Palmar/RS, mas depois instaurou Ações Civis Públicas individuais para conter as ocupações e construções irregulares em faixa de praia.

Ainda que as bases de dados aqui utilizadas apresentem algumas lacunas de informações, o cenário exposto ilustra a temática da erosão costeira no contexto da gestão territorial. Isso porque, no âmbito do acompanhamento local, esta comunicação dos entes municipais é o que mais se aproxima de um monitoramento sistemático dos efeitos da erosão costeira na sociedade, abrangendo tanto a questão dos danos patrimoniais quanto do comprometimento oriundo deste desastre no desenvolvimento e manutenção de bens e serviços públicos.

Estas lacunas nos bancos de dados dizem respeito, principalmente, ao Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID, onde não há obrigatoriedade por parte de municípios e estados de inserirem informações sobre eventos de erosão costeira em suas bases. Esta inserção está vinculada à necessidade (interesse) no repasse de recursos federais para mitigação de problemas decorrentes do fenômeno, o que acaba sendo uma tarefa

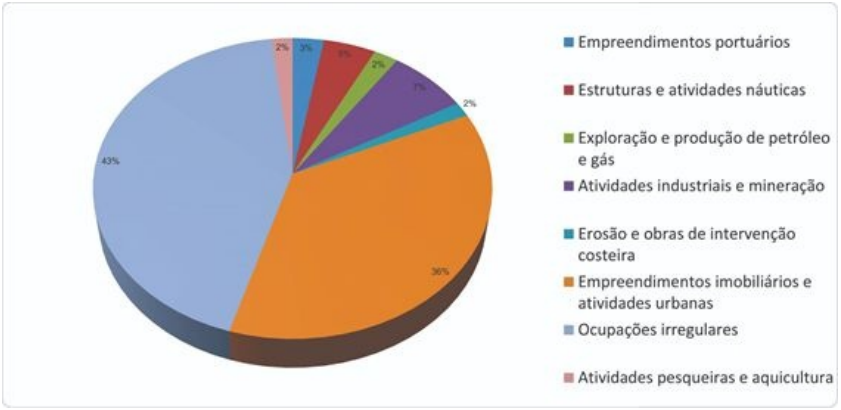


Figura 3. Categorias temáticas das ações civis públicas analisadas no Sistema Único do Ministério Público Federal (MPF, 2014)

discricionária por parte dos municípios. Tal fato leva à necessidade de cautela ao considerar os dados presentes no sistema, tais quais os associados aos eventos de erosão costeira ocorridos no período. Para se chegar a essa afirmação é impreterível complementar estas informações com outros dados advindos de bases distintas (governamentais, acadêmicas, imprensa, etc). Por outro lado, a validação destes dados como eventos de relevância do ponto de vista da gestão é inegável, sobretudo porque estes elucidam tanto uma percepção local afeita aos desastres quanto informações que apenas eventualmente são consideradas em estudos acadêmicos, como os danos materiais e prejuízos econômicos relacionados ao comprometimento de serviços públicos e patrimônios particulares.

CONCLUSÕES

O fenômeno da erosão costeira é uma realidade cada vez mais presente no litoral brasileiro, sendo que suas causas e consequências são objetos frequentes de estudo de diversos pesquisadores e grupos de pesquisa ao longo do país.

Além da importância deste tipo de estudo, análises das complexas e intrincadas relações entre instituições e atores sociais relevantes à temática se fazem ainda mais necessárias. Não há como pensar em uma governança costeira e marinha sem que tais relações sejam melhor compreendidas e, principalmente, aprimoradas. Neste sentido, observa-se que as próprias bases de dados e as atuações aqui analisadas se sobrepõem quando se avaliam seus objetivos para com o desenvolvimento de instrumentos de gestão costeira. Por exemplo, a extensa discussão afeita ao registro dos danos da erosão costeira no litoral brasileiro, pode ser obtida tanto em atuações do Judiciário quanto em levantamentos acadêmicos e em pedidos municipais voltados para a obtenção de recursos. No entanto, não se observa nenhuma ferramenta ou indicação que faça a coesão entre estas diferentes fontes de informação.

Especificamente falando da temática da erosão costeira, estas visões complementares, aqui externadas pelos sistemas analisados (GERCO, Defesa Civil e MPF) formam um conjunto do que pode ser considerada a Gestão Costeira Integrada: um processo de gestão diretamente vinculada ao Estado, que necessita de participação social efetiva e de aporte técnico e científico (Nicolodi et al, 2022). No caso do Brasil, Polette (2020) considera que o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC habilita a plena governança da ZC, por meio de uma ampla articulação de políticas públicas (setoriais, ambientais e urbanas) destinadas a otimizar o potencial de desenvolvimento que tais



Figura 4. Exemplos de obras de proteção realizadas por particulares e que agravaram a erosão em áreas desprotegidas. Fotos de Miguel da Guia Albuquerque.

espaços representam, e validam os instrumentos das políticas públicas, como elementos-chave da gestão territorial permitindo assim sua implementação no âmbito da governabilidade. Neste contexto, cumpre destacar, que o presente trabalho identificou esta articulação no âmbito de uma convergência de competências, em que mais de uma instituição se faz necessária para a implementação de uma governabilidade minimamente satisfatória.

O Brasil ainda está distante de uma governança costeira e marinha que efetivamente atenda aos preceitos básicos de justiça social e ambiental, mas o aperfeiçoamento de sistemas como os aqui analisados, bem como suas inter-relações e, principalmente, sua efetiva aplicação na tomada de decisão são um caminho inexorável para que se alcancem estes objetivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Addad, J. (1997). Alterações fluviais e erosão costeira. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 2(2), 21-44.

Agardy, T., Davis, J., Sherwood, K., Vestergaard, O. (2017). Taking steps toward marine and coastal ecosystem-based management: an introductory guide.

Albuquerque, M. D. G. (2013). Análise espaço-temporal das causas da variabilidade da linha de costa e erosão na praia do Hermenegildo, RS.Tese. UFRGS

Araújo, I., Gomes, É., Gonçalves, R., Queiroz, H. (2019). Estimativa do índice de vulnerabilidade à erosão costeira (IVC) para o litoral do Piauí, Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia, 20(1).

Argento, M. S. (1989). The Paraíba do Sul retrogradation and the Atafona environmental impact. In: Coastlines of Brazil. ASCE, 1989. p. 267-277.

Asmus, M. L., Nicolodi, J. L., Anello, L. S., & Gianuca, K. (2019). The risk to lose ecosystem services due to climate change: A South American case. Ecological Engineering, 130(1), 233-241. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.12.030

Aucelli, P. P., Mastronuzzi, G., Mattei, G. (2022). Relative Sea-Level Changes and Their Impact on Coastal Zones: Past and Future Scenarios from Cases Studies around the World. Water, 14(11), 1822.

Barros, E. L., 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 Practices in Regional Science and Sustainable Regional Development: Experiences from the Global South (pp. 127-150). Singapore: Springer Singapore.

Basheer Ahammed, K. K., Mahendra, R. S., Pandey, A. C. (2016). Coastal vulnerability assessment for Eastern Coast of India, Andhra Pradesh by using geo-spatial technique. Geoinformatics & Geostatistics: An Overview, 4(3).

Bird, E. C. (1996). Coastal erosion and rising sea-level. In Sea-Level Rise and Coastal Subsidence (pp. 87-103). Springer, Dordrecht.

Borelli, E. (2007). Urbanização e qualidade ambiental o processo de produção do espaço da costa brasileira. INTERthesis: Revista Internacional Interdisciplinar, ISSN-e 1807-1384, Vol. 4, Nº. 1, 2007

Charlier, R. H., De Meyer, C. P. (1998). Coastal erosion: response and management. Springer Science & Business Media.

Carvalho, B. C., Dalbosco, A. L. P., Guerra, J. V. (2020). Shoreline position change and the relationship to annual and interannual meteo-oceanographic conditions in Southeastern Brazil. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 235, 106582.

Cienfuegos, R. (2022). Flood risk from geophysical and hydroclimatic hazards: an essential integration for disaster risk management and climate change adaptation in the coastal zone. Natural Hazards, 1-3.

Cooper, J. A. G., O'connor, M. C., & McIvor, S. (2020). Coastal defences versus coastal ecosystems: a regional appraisal. Marine Policy, 111, 102332.

Di Noia, J. (2022). Agent-Based Models for Climate Change Adaptation in Coastal Zones. A Review.

Dillenburg, S. R., Barboza, E. G., Rosa, M. L. C., Caron, F., Bitencourt, V. J. (2020). Changes in the Littoral Drift System of the Uruguayan Coast during the Holocene and its Influence in the

Continuing Erosion in Southern Brazil. Journal of Coastal Research, 95(SI), 453-457.
Dupont, H., Addad, J. (1997). Erosao costeira: a dança das praias. Ciencia Hoje, 42-51.
Dutra da Silva, M., Fearnside, P. (2022). Brazil: Environment under attack. Environmental Conservation, 49(4), 203-205. doi:10.1017/S0376892922000364
Firmino, L. A. C., Bulhões, E. M. R. (2020). Aspectos das ondas oceânicas em áreas de erosão costeira. Litoral do Espírito Santo, Brasil. Finisterra, 55(113), 23-44.
Firmino, L. A. C., Alves, L. D. (2021). Percepção socioambiental da população sobre eventos de erosão costeira no litoral de Atafona, Rio de Janeiro, Brasil. Revista do Departamento de Geografia, 41, e173598-e173598.
Gracia, A., Rangel-Buitrago, N., Oakley, J. A., Williams, A. T. (2018). Use of ecosystems in coastal erosion management. Ocean & coastal management, 156, 277-289
Haddow, G., Bullock, J. A., Haddow, K. (Eds.). (2017). Global warming, natural hazards, and emergency management. CRC Press.
Haddow, G., Bullock, J. A., Coppola, D. P. (2020). Introduction to Emergency Management. Ed. Butterworth-Heinemann. ISBN: 978-0-12-817139-4. https://doi.org/10.1016/C2018-0-00417-X.
Harley, M. D., Turner, I. L., Kinsela, M. A., Middleton, J. H., Mumford, P. J., Splinter, K. D. Short, A. D. (2017). Extreme coastal erosion enhanced by anomalous extratropical storm wave direction. Scientific reports, 7(1), 1-9.
Humphrey, S., Burbridge, P., Blatch, C. (2000). US Lessons for coastal management in the European Union. Marine https://doi.org/10.1016/S0308-597X(00)00003-8
Koerner, K. F., Oliveira, U. R., Gonçalves, G. (2013). Efeito de estruturas de contenção à erosão costeira sobre a linha de costa: Balneário Hermenegildo, Rio Grande do Sul, Brasil. Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management, 13(4), 457-471.
Lämmle, L., Perez Filho, A., Donadio, C., Arienzo, M., Ferrara, L., Santos, C. D. J., Souza, A. O. (2022). Anthropogenic Pressure on Hydrographic Basin and Coastal Erosion in the Delta of Paraíba do Sul River, Southeast Brazil. Journal of Marine Science and Engineering, 10(11), 1585.
Leatherman, S. P., Zhang, K., Douglas, B. C. (2000). Sea level rise shown to drive coastal erosion. Eos, Transactions American Geophysical Union, 81(6), 55-57.
Liu, J., Gong, J. H., Liang, J. M., Li, Y., Kang, L. C., Song, L. L., & Shi, S. X. (2017). A quantitative method for storm surge vulnerability assessment–a case study of Weihai city. International Journal of Digital Earth, 10(5), 539-559
Luijendijk, A., Hagenaars, G., Ranasinghe, R., Baart, F., Donchyts, G., & Aarninkhof, S. (2018). The state of the world's beaches. Scientific reports, 8(1), 1-11.
Marroni, E. V., Silva, A. L. R. (2015). Geopolítica do Brasil para o Atlântico Sul: uma revisão de literatura a partir da política pública nacional para o mar. Revista da Escola Superior de Guerra Naval, 21(2), 145-177.
MMA, 2008. Documento síntese do I Simpósio Nacional sobre Erosão Costeira. Ministério do Meio Ambiente. Brasilia, DF. 2008
MMA, 2015. Ministério do Meio Ambiente. (2015). Plano nacional de gerenciamento costeiro: 25 anos do gerenciamento costeiro no Brasil. Brasília.
Masselink, G. Short, A. D. (1993). The effect of tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual beach model. J. coast. Res., 9(3):785800.
MPF - MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL (2014). Sistema ÚNICO. Brasília: MPF, 2014. Disponível em: <http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic4_bra_mpf_sistema.pdf>. Acesso em: 20 de dez. de 2020.
Moura, M. R., Abreu Neto, J. C., Sousa, P. H. G. O. (2012). Geoprocessamento aplicado à análise da evolução da linha de costa da Praia do Icaraí, Caucaia, Ceará. In: 1º Simpósio de Integração das Ciências do Mar (I SICMar), São Paulo, 2012
Muehe, D. (2006) Erosão e progradação no litoral brasileiro. Brasília: Ed. MMA, 2006
Muehe, D. (2011). Erosão costeira-Tendência ou eventos extremos? O litoral entre Rio de Janeiro e Cabo Frio, Brasil. Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management, 11(3), 315-325.

Muehe, D. (2018) Panorama da erosão costeira no Brasil. Brasília: Ed. MMA, 2018.

Mulder, J. P., Hommes, S., Horstman, E. M. (2011). Implementation of coastal erosion management in the Netherlands. Ocean & coastal management, 54(12), 888-897.

Navarro, O., Restrepo-Ochoa, D., Muñoz-Duque, L. A., Zapa-Perez, K., Ameline, A., Mercier, D., Fleury-Bahi, G. (2020). Determinants of coping strategies in two types of natural hazards: Flash floods and costal flooding. International journal of disaster risk reduction, 46, 101514

Nicolodi, J. L., Zamboni, A., Barroso, G. F. (2009). Gestão Integrada de Bacias Hidrográficas e Zonas Costeiras no Brasil: Implicações para a Região Hidrográfica Amazônica. Revista da Gestão Costeira Integrada, 9(1), 9-32.

Nicolodi, J. L. & Petermann, R. M. (2010). Mudanças climáticas e vulnerabilidade da zona costeira do Brasil: aspectos ambientais, sociais e tecnológicos. Revista da Gestão Costeira Integrada, 10(2), 151-177.

Nicolodi, J. L., Figueiredo, S. A., Toldo Jr, E., Calliari, L. J. (2021). Regional coastline changes and future predicted scenario on southern Brazil. Revista Geográfica de Chile Terra Australis Número Especial 1, Vol.57 (2021) 76-95 ISSN 0719-9562. DOI: https://doi.org/10.23854/07199562.2021571esp.Nicolodi76

Nicolodi, J. L., Scherer, M. E. G., Camargo, J. M., Corraini, N. R., Moreira, J. (2022) A Gestão da Zona Costeira do Brasil e a Economia Azul. In: Economia azul: vetor para o desenvolvimento do Brasil. Org. Thauan Santos ... [et al.]. São Paulo, SP : Essential Idea Editora, 2022.

Nicolodi, J. L. (2022). Municipalização da Gestão de Praias. In: Gestão de Praias - Do conceito à prática. Bombana, B., Turra, A., Polette, M. (Org.) – São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, 2022. 441 p

Oliveira, M. R. L., Nicolodi, J. L. (2012). A Gestão Costeira no Brasil e os dez anos do Projeto Orla. Uma análise sob a ótica do poder público. Revista de Gestão Costeira Integrada, 12(1), 89-98

Oliveira, U. R., Koerner, K. F., Simões, R. S., da Mota, G. S., Leal, K. B., Gautério, B. C. (2018). Histórico de antropização e supressão das dunas no balneário Hermenegildo, Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física, 11(2), 687-704.

Polette, M. (2020). Gestão e governança costeira e marinha. In: MUEHE, D.; LINS DE BAR - ROS, F. M.; PINHEIRO, L. (orgs.) Geografia Marinha: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos. Rio de Janeiro: PGGM, 2020. p.292-340. ISBN 978-65-992571-0-0

PROCOSTA – Programa Nacional para Conservação da Linha de Costa. (2018). Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial. Brasilia

Rangel-Buitrago, N., de Jonge, V. N., Neal, W. (2018). How to make integrated coastal erosion management a reality. Ocean & Coastal Management, 156, 290-299

Santos, C. R, Polette, M. Vieira, R. S. (2019). Gestão e Governança Costeira no Brasil: O Papel do grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO) e sua relação com o Plano de Ação Federal (PAF) de Gestão da Zona Costeira. Revista Costas, 1(1), 135-162. http://dx.doi.org/10.26359/costas.0208

Scherer, M., Nicolodi, J. L. (2021). Land-Sea Interactions: Contributions of the Brazilian Coastal Management Program to Marine Saptial Planning. Revista Costas, vol. esp., 2: 253-272. doi: 10.26359/costas.e1221

Schlickmann, M., B. (2019). Fitossociologia de um fragmento de restinga herbáceo-subarbustiva no sul do Estado de Santa Catarina, Brasil. Hoehnea, v. 46, n. 2, 2019. DOI: https://doi.org/10.1590/2236-8906-29/2018

Souza, C. R. G. (2009). A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management, 9(1), 17-37.

Taramelli, A., Valentini, E., Righini, M., Filipponi, F., Geraldini, S., Nguyen Xuan, A. (2020). Assessing Po river deltaic vulnerability using earth observation and a bayesian belief network model. Water, 12(10), 2830.

Toimil, A., Losada, I. J., Camus, P., Díaz-Simal, P. (2017). Managing coastal erosion under climate change at the regional scale, Coastal Engineering, Volume 128, 2017, Pages 106-122, ISSN 0378-

3839.
Tomazelli, L. J., Villwock, J. A., Dillenburg, S. R., Bachi, F. A., Dehnhardt, B. A. (1997). A erosão costeira e a transgressão marinha atual na costa do Rio Grande do Sul. In Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Congresso (Vol. 6, pp. 415-419).
Williams, A.T., Rangel-Buitrago, N., Pranzini, E., Anfuso, G. (2018). The management of coastal erosion, Ocean & Coastal Management, Volume 156, 2018, Pages 4-20,
Venancio, K. K., Garcia, P. D., Gireli, T. Z., Corrêa, T. B. (2020). Hydrodynamic modeling with scenario approach in the evaluation of dredging impacts on coastal erosion in Santos (Brazil). Ocean & Coastal Management, 195, 105227.