Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf>

Dinâmica Costeira e Formação de *Spit* na Praia do Porto, Município de Itarema, Estado do-Ceará

Aderson Barbosa Costa¹, Antônio Flávio Costa Pinheiro², Otávio Augusto de Oliveira Lima Barra³,
Fábio Perdigão Vasconcelos⁴

¹ Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE. Email: aderson.costa@aluno.uece.br CV: <http://lattes.cnpq.br/6351497426697366> (autor correspondente). ² Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE. Email: fpinheiro666@gmail.com. CV: <http://lattes.cnpq.br/8958085949728981>. ³ Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE. Email: otavioaolbarra@gmail.com. CV: <http://lattes.cnpq.br/4040487481556756>. ⁴ Professor da Universidade Estadual do Ceará. Email: Fabioperdigao@gmail.com. CV: <http://lattes.cnpq.br/2358953760401618>.

Artigo recebido em 23/11/2020 e aceito em 25/05/2020

RESUMO

A pesquisa analisou o processo de formação de um *spit* na Praia do Porto, ambiente estuarino do Município de Itarema, costa oeste do Ceará. Analisamos os processos erosivos e sedimentares para compreender a evolução morfodinâmica da linha de costa. A metodologia utilizada foi a coleta de dados em campo, entrevistas com moradores, obtenção de imagens por Drone, análise de documentação oficial e de imagens do Google Earth em série histórica de 2004 a 2018. O *spit* apresenta crescimento rápido de área, de 222m² em 2004 para 171.233m² em 2006. Entre 2006 e 2014 não ocorreram alterações significativas na área. De 2014 a 2018 o *spit* voltou a crescer em área atingindo 227.886m². Durante esse período ocorreu uma significativa alteração na morfologia, com progradação da praia na face exposta à ação das ondas e marés e processos erosivos na área de manguezal próximo ao *spit*. A elevação do nível do mar associada às alterações climáticas, modificações na descarga fluvial sólida e a ação antrópica com ocupação de dunas representam influência nos processos morfodinâmicos, causando alterações na linha de preamar. A área estuarina apresenta manchas de óleo provenientes de embarcações pesqueiras, colocado em risco flora e fauna estuarina e marinha. Ocorre também acúmulo de lixo e lançamentos de efluentes domésticos e industriais, poluindo as águas. Observou-se ainda que nessa região as políticas de gestão costeira não têm sido implementadas de forma constante, não conseguindo resultados consistentes na mitigação dos problemas do litoral, entre eles os de erosão costeira e de poluição ambiental.

Coastal Dynamics and Spit Formation at Praia do Porto, Itarema, State of Ceará

ABSTRACT

The research has analyzed the process of forming a spit in Praia do Porto, an estuarine environment in the municipality of Itarema, west coast of Ceará. We have analyzed the erosive and sedimentary processes to understand the morphodynamic evolution of the coastline. The methodology used was the collection of data in the field, interviews with residents, obtaining images by Drone, analysis of official documentation and images from Google Earth in a historical series from 2004 to 2018. The spit presents a rapid growth in area, from 222m² in 2004 to 171,233m² in 2006. Between 2006 and 2014 there were no significant changes in the area. From 2014 to 2018 the spit grew again in area, reaching 227,886m². During this period there was a significant change in morphology, with the beach progressing on the face exposed to the action of waves and tides and erosive processes in the mangrove area near the spit. Sea level rise associated with climate change, changes in solid river discharge and the anthropic action with occupation of dunes represent influence in the morphodynamic processes, causing alterations in the high tideline. The estuarine area has oil stains from fishing vessels, putting at risk estuarine and marine flora and fauna. There is also a garbage accumulation and discharges of domestic and industrial effluents, polluting the waters. It was also observed that coastal management

1610

policies in this region have not been implemented consistently, failing to achieve consistent results in mitigating coastal problems, including coastal erosion and environmental pollution.

Introdução

As alterações do nível relativo do mar durante o Holoceno por toda extensão longitudinal do litoral do Brasil, favoreceram o desenvolvimento de um sistema lagunar - barreira, ocupado por dunas fixas, semifixas e móveis que se delineiam sobre ambientes lacustres e lagunares atuais. A pesquisa analisa os processos erosivos e de sedimentação que resultam na formação de *spits* paralelos à Praia do Porto, no Município de Itarema, Ceará (Figura 1), situado na costa oeste do Estado, onde a pesca é a principal atividade econômica. Nas localidades próximas também há outras praias como as do Farol, Volta do Rio, Torrões, Almofala, onde ocorrem processos erosivos, alguns bastante intensos, requerendo medidas de controle e recuperação ambiental.

Quanto aos processos erosivos na Praia do Porto pode-se citar que as principais adversidades enfrentadas pela zona costeira são os processos de retração e progradação da linha de preamar, fenômenos de galgamento (*overwash*), ocorrência de ondas do tipo *Swell* provenientes do Atlântico Norte que tem provocado recuo na linha de costa, alteração na morfodinâmica da área pela movimentação de sedimentos pela corrente de deriva litorânea e diminuição das áreas estuarinas propiciando a formação do *spits* (barreiras costeiras). Os principais impactos provenientes de ações antrópicas são os resíduos sólidos deixados na praia por visitantes ao local ou descartados no canal de maré pelos moradores da Vila de Porto do Barco ou por tripulantes das embarcações de pesca. Esses resíduos estão presentes em toda a linha de costa da área em estudo, especialmente nos manguezais onde ficam retidos pelas raízes aéreas dessa vegetação, sendo prejudiciais à fauna e flora.

O litoral de Itarema está localizado em uma zona de clima Tropical Quente Semiárido Brando, com período chuvoso de janeiro a maio, com pluviosidade média de 1.139,7mm/ano. A temperatura média varia entre 26°C a 28°C. Segundo Silva (2014), a velocidade anual dos ventos em Itarema é uma das maiores do estado, podendo ultrapassar valores acima de 8m/s ao longo de toda a costa. O litoral de Itarema apresenta um ambiente de mesomaré com

amplitudes variando entre 2m e 4m com regime semidiurno (IPECE, 2017).

Material e métodos

Para efetivação desta pesquisa, que tem como referencial teórico a Teoria Geral dos Sistemas – TGS e o Método Geossistêmico, foi realizada uma revisão da literatura em artigos científicos, dissertações e teses sobre a temática problematizada. Os trabalhos de campo permitiram o entendimento da realidade geográfica da área através da análise sistêmica.

No desenvolvimento da pesquisa foram utilizadas e analisadas imagens de satélite de 2004 a 2016 do Google Earth. Em campo foram realizados voos e tomadas imagens utilizando um Veículo Aéreo Não Tripulado – VANT, sendo utilizado um Drone Mavic PRO II.

As imagens do Drone foram capturadas no primeiro semestre de 2019 e foi possível realizar o monitoramento da área, sendo fundamental para a comparação com as imagens antigas. Em campo também foram coletados depoimentos de pescadores que moram na Vila de Porto dos Barcos, para coletar informações sobre o comportamento da evolução da formação do *spit*.

No processamento dos dados foi feito uso de recursos de softwares de geoprocessamento do sistema de informação geográfica - GIS (Geographic Information System) através do ARQGIS, utilizando o software Change Polygon, desenvolvido por Smith e Cromley (2012).

Com os dados coletados foi possível analisar a variação da linha de costa para acompanhamento da evolução da linha de preamar e elaborar cartas-síntese com escalas atendendo aos níveis de detalhamento das variáveis analisadas.

Referencial teórico e revisão da literatura

A pesquisa teve como referência teórica a Teoria Geral dos Sistemas - TGS (BERTRAN 1968) que favorece compreender a realidade socioambiental e paisagística de maneira integrada. Entre as contribuições para a abordagem Geossistêmica e seus métodos foram utilizados Souza et al. (2000), Bertrand (1968), Tricart

(1977), que dão sustentação para problematizar e compreender a possibilidade de análises da pesquisa acerca do objeto. Para o desenvolvimento dessa pesquisa foram fundamentais; o plano diretor de 2008 do município de Itarema, conceitos geográficos como Paisagem, Zona Costeira, *Spit* (barreira costeira), Erosão Costeira/Sedimentação, Ação Antrópica e Compartimentação Geoambiental (Figura 2). A paisagem, segundo

Machado (2019), é um conceito empregado nas mais diversas áreas do pensamento científico, sendo também utilizado na ciência geográfica, amplamente discutido, abrangendo diversas concepções. A paisagem é um conceito amplo, que passou a ser adotada e explanada posteriormente ao período medieval, no qual o homem se via fortemente como parte da natureza.

Figura 01 – Mapa de localização da região de Porto dos Barcos, Itarema/CE-Brasil. Apresenta os principais setores pesquisados; o *spit* e planície de maré a Nordeste, tanques de cultivo de camarão ao centro, áreas vegetacionais estuarinas na planície litorânea e complexos lagunares a Sudoeste e Sudeste. Fonte: Imagem Google Earth, adaptada pelos autores (2019).

Figura 02 – Esquema simplificado do geossistema da Praia do Porto. Apresentado por Bertrand (1968) e Tricart (1977), que está mostra 4 subsistemas para compreender a possibilidade de análises da pesquisa na área estudada. Fonte: BERTRAND, G., 1968, adaptado pelos autores.

A zona costeira se caracteriza como um elemento natural pertencente à paisagem que está inserida no espaço geográfico. O conceito de zona costeira (ZC) surgiu pela primeira vez na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, conhecida como Conferência de Estocolmo, de 1972, a definição de zona costeira no século XXI ainda é objeto de discussões. (Malzac e Silva 2019):

As ZCs são únicas e identificadas apenas na costa abrangendo influências das marés diárias e ondas de tempestades, presença de florestas e mangue, recifes de coral, planícies de maré, áreas húmidas, praias marítimas, estuários e ilhas. (Malzac e Silva 2019).

Vasconcelos (2005) sugere também que a zona costeira é o lugar de encontro de três principais sistemas ambientais, hidrosfera, atmosfera e litosfera. Essa ligação intersistêmica ocasiona um ambiente de dinâmica complexa, sem domínio prevalecente entre as fases terrestres, aérea ou aquática.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2010) considera a zona costeira e marinha como um ambiente que, além de acolher uma ampla variedade de seres vivos, esses ecossistemas proporcionam serviços essenciais à sobrevivência humana, como alimentos, manutenção do clima, purificação da água, controle de inundações e proteção costeira, além da possibilidade de uso recreativo e bem-estar. Dois grupos de elementos dinâmicos podem ser estabelecidos e atuam na ZC, os de ação de longa duração como os tectônicos, geoidais, isostáticos e macroclimático e os de curta duração como os ventos, correntes marinhas, ondas e marés.

As forças presentes atuam em conjunto e, de forma complexa, agem sobre uma variedade de ambientes litorâneos, entre eles as praias, falésias, dunas, estuários, deltas, lidos, restingas, mangues, *spits*, cordões litorâneos, ou seja, em todos os tipos de formas litorâneas, cada uma apresentando sua própria dinâmica, de forma sinérgica, como resultante dos processos atuantes. Cada ambiente apresenta seu grau de vulnerabilidade, porém, de forma geral, manifesta uma grande fragilidade ambiental quanto ao equilíbrio dinâmico da paisagem. (Vasconcelos, 2005).

Uma das causas dessa fragilidade é a erosão costeira, que segundo Barros (2018) faz parte de um ciclo natural próprio a estabilidade do ambiente praias e quando interfere em danos às estruturas físicas construídas ao longo do litoral causando grandes impactos socioeconômicos para as comunidades costeiras, passa a ser tratada com uma maior ênfase por meio dos veículos de informação.

Com base no artigo 3º inciso VI do plano diretor do município de Itarema, tem por objetivo definir a conservação, proteção e recuperação do meio ambiente e do patrimônio cultural e histórico. (Prefeitura Municipal de Itarema, Plano Diretor, 2008).

A partir dessa discussão, advoga-se que a área pesquisada, situada na planície litorânea, merece atenção especial visto que os geoambientes e as populações locais apresentam-se vulneráveis, em grau variável de riscos que podem variar no tempo e no espaço, em escalas locais ou regionais e em tempo em escala humana de curta duração ou geológica de longa.

Tendo em vista a importância da bacia de drenagem nos processos litorâneos, pode-se dividir a zona costeira do Estado do Ceará em seis compartimentos representados pelas seguintes bacias hidrográficas delimitadas pela Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará como sendo as Bacias do Coreaú, Acaraú, Curú, Litoral, Metropolitana e do Baixo Jaguaribe. (Morais et al. 2006).

O sistema de drenagem é constituído por rios exorréicos de regime de escoamento intermitente sazonal. Neste artigo será dada ênfase a dinâmica dos processos que ocorrem em uma parte da Bacia do Litoral, no Município de Itarema.

A zona costeira do Estado do Ceará é sistematizada por Souza et al. (2000) em Planície

Litorânea subdividida em Zona de Praia, Dunas Móveis, Dunas Fixas, Paleodunas, Planícies Fluvioamarinhas e Tabuleiros Pré-Litorâneos. No caso da área estudada, ocorrem os seguintes geoambientes, Zona de Praia, Dunas e Planície Fluvioamarinha do Rio Aracatimirim, pertencente à Bacia do Litoral.

Nesse contexto de sistema ambiental costeiro está inserido o *spit* que se caracteriza, consoante Moura (2018) como corpos sedimentares que emergem próximo à costa, podendo estar conectados à linha de costa através de uma ou de duas extremidades, ou estar completamente desconectados do continente.

Os *Spits* menores são geralmente considerados temporários, enquanto as formas maiores são mais consistentes e resultado de um processo de longo prazo, mas, independentemente do tamanho e da dinâmica, espera-se que a evolução dos *spits* seja condicionada pela localização e natureza de suas fontes de sedimentos. (DINIS, 2016).

Uma forma de diminuir a vulnerabilidade dos *spits* é realizar plantações em áreas ribeirinhas onde a morfologia praias é extremamente dinâmica, ocasionada pelos efeitos das correntes e de ondas, como na costa, como foi o caso do litoral do Vietnã onde os cidadãos cultivaram árvores no *spit*, em sua face externa, enquanto no lado interno uma série de tanques de cultivo de camarão foram construídos. (ANH, 2019).

As principais formas de deposições arenosas são os cordões litorâneos regressivos e barreiras costeiras. Os *spits*, as praias e barreiras fazem parte do ambiente frontal que compõe diversos sistemas costeiros, são locais cujas morfologias refletem o agente modificador, tanto no caso de ondas e marés como os sedimentos constituintes (Tomazelli e Villwock *et al.*, 2005).

A gênese e a evolução de depósitos eólicos costeiros podem consistir em processos nos quais o vento que sopra quase paralelo a linha de costa, sobre a zona de praia, transportando sedimentos da superfície e movendo-os forma ponta arenosa em área de enseadas ou de canais de maré, que associado ao transporte de sedimentos pela corrente de deriva litorânea pode originar um *spits*. Os *spits* são como dunas em formação, que recebem contribuição da deriva litorânea como é mostrado na Figura 3 (BIRD, 2011).

Figura 03 - *Spit* de Norfolk apresentado por Bird. Fonte: Bird (2011).

Por outro lado, a presença de dunas costeiras é determinada pela interação de três fatores: disponibilidade de sedimentos soltos, ação do vento com força razoável para retrabalhar e transportar o sedimento, bem como espaços apropriados de estocagem. (Castro et al., 2017).

Para Miguel et al. (2019) esses estudos sugerem que o fluxo eólico pode ser considerado por medições e observações de campo ou aplicação de métodos empíricos. O autor aponta uma série de modelos para estimar as taxas de transporte eólico em diferentes escalas como expressões físicas ou matemáticas, envolvendo a força de cisalhamento do vento, índice pluviométrico, temperatura atmosférica, cobertura da vegetação e níveis de lençóis freáticos.

As menores taxas de transporte eólico, conforme Castro et al. (2017), ocorrem no período de estação chuvosa e as maiores no período seco. Enquanto o período seco indica soterramento intensivo nos sistemas lacustres lagunares de retaguarda e aterramento de canais de ligação com o mar aberto.

Os *spits*, conforme Bird (2011), crescem na direção predominante da deriva costeira por ondas que chegam obliquamente à costa, e seus contornos são moldados em grande parte por padrões dominantes da ação destas ondas (Figura

4). Em algumas *longshores* (barreiras), se apresentam quase retas. No caso do *spit*, da Praia do Porto o crescimento é semelhante ao apresentado na Figura 4, entretanto, apresenta a direção da deriva litorânea local que é de Sudeste para Noroeste, com uma pequena curva em sua extremidade crescente que tem direção Oeste-Sudoeste.

Observando a forma do *spit* da Praia do Porto (Figura 1) com o apresentado por Bird (2011) na Figura 4 é possível notar a semelhança da dinâmica de formação desses ambientes, com curvas muito semelhantes.

Ainda sobre *spit*, John Benner et al. (2012), reforçam que essa morfoestrutura se constitui como uma crista de areia que se estende para longe da costa, podendo ter um dos extremos em direção às águas mais calmas perto da costa.

Para Dinis (2016) e Carvalho (1963), essas composições morfossedimentares sugerem que os *spits* desenvolvidos em costas progressivas são alimentados pelos rios. No entanto, outras formações podem receber contribuições importantes de sedimentos de pequenos riachos costeiros e da erosão de falésias. Entretanto, não há um entendimento completo da contribuição da carga em suspensão de sedimentos das bacias hidrográficas para os sistemas costeiros e nem

tampouco é conhecido o padrão de dispersão de sedimentos por toda a extensão da zona costeira. Um bom controle de fontes e da dispersão de

sedimentos é crucial para a compreensão da dinâmica desses ambientes litorâneos.

Figura 04 – Dinâmica da evolução de um *spit* apresentado por Bird. Fonte: BIRD, 2011.

No que concerne à Zona de Praia, Muehe (2013), escreve que praias são depósitos de sedimentos, mais comumente arenosos acumulados por ação de ondas que, por apresentar alta mobilidade, se ajustam as condições de ondas e marés, atua como importante elemento de proteção do litoral, ou seja, são ambientes compostos basicamente de água e areia, cuja dinâmica de ondas e marés determinará sua estrutura e classificação. O perfil transversal de uma praia perde ou ganha sedimentos de acordo a incidência das ondas e sua forma geomorfológica.

Os ambientes litorâneos formam uma interface entre o mar e terra firme, por serem compostos por sedimentos, retém parte da energia das ondas, tanto por infiltração como por mudanças de forma do perfil e da área de praia. Os ecossistemas costeiros e marinhos continuam tendo sua extensão reduzida, o que põem em risco, serviços ecossistêmicos altamente valiosos e relevantes, como, por exemplo, a absorção da energia das ondas, a proteção costeira e a absorção de dióxido de carbono da atmosfera, que cumpre papel importantíssimo na diminuição das grandes mudanças climáticas globais (Vasconcelos, 2005).

No litoral cearense, segundo Melo *et al.*, (1995), as ressacas do mar no litoral do Brasil estão relacionadas à atuação de furacões extratropicais do Hemisfério Norte, que ocasionam fortes tempestades, e em consequência, a chegada de ondas do tipo *Swell* na costa do Nordeste brasileiro, podendo causar alterações no modelamento das barreiras costeiras no litoral.

No Oceano Atlântico, encontra-se dois grandes vórtices anticiclônicos subtropicais situados próximos à superfície, um com ventos soprando no sentido anti-horário no hemisfério-Sul e o outro com sentido horário no hemisfério-Norte. Circunjacente a faixa equatorial, na região de confluência entre os dois vórtices, se forma uma enorme pista, caracterizando os ventos alísios.

Através destes ventos são geradas agitações marítimas configuradas por ondas locais, ao passo que se propagam de leste para oeste alcançando o litoral nordestino. Os ventos alísios que ocasionam fortes ondas durante o período de setembro a novembro são os de Sudeste (SE), e de dezembro a março quando a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) se localiza mais ao Sul atingindo a área costeira do NNE do Brasil (Silva, 2014). Outros fenômenos meteorológicos elencados pelo autor são os ciclones extratropicais e os distúrbios africanos de Leste, que produzem ondas na costa nordestina.

Esses distúrbios na superfície do mar geram ondas e correntes que impactam a região costeira muito além dos aspectos físicos do litoral, ondas e correntes transportam o lixo lançado inadvertidamente pela população. Isso ocorre em muitos lugares do planeta, mas ocorre também na Praia do Porto que acumula detritos, principalmente nas áreas de mangues, que aprisionam embalagens plásticas e metálicas, além de uma grande variedade de outros materiais (Figura 5).

Figura 05 – Material detrítico aprisionado pelo sistema estuarino. Acúmulo de lixos descartados por visitantes que frequentam a praia, lançados por embarcações e pela população local. Fonte: Próprios autores, 2019.

Diante das dificuldades de informações sobre as ondas na área em análise, o estudo da ressaca do mar no litoral de Fortaleza serviu de base para compreender alguns processos dinâmicos que ocorreram na Praia do Porto entre os anos de 2004 a 2019. Esses processos associados as ações antrópicas colaboraram para mudanças na morfologia do *spit* existente.

Para que se possa calcular o impacto das ressacas é necessário estabelecer anteriormente a origem e suas características. Contudo, as pesquisas relacionadas às influências das ressacas do mar no nordeste brasileiro, segundo Paula et al. (2015), são bastante escassas e recentes, visto que existem limitações na disponibilidade dos órgãos e instituições para fornecer séries observacionais históricas de ondas e marés que possibilitem

definir com clareza os principais episódios e impactos.

Os eventos de ressaca que ocorreram em Fortaleza muito provavelmente também ocorreram na região do Porto dos Barcos, todavia com intensidades diferentes, apesar do posicionamento da linha de costa ser o mesmo, existe uma distância de 180 km entre os dois lugares. Além disso, cada lugar tem sua dinâmica espacial e social diferente que influenciam na configuração da linha de costa.

As ressacas do mar são consideradas como eventos extremos que ocorrem na zona litorânea, que associados a outros fatores como a urbanização acelerada na planície litorânea, que ocupa e transforma espaços de intensa dinâmica

ambiental, pode causar instabilidade e danos aos ecossistemas costeiros.

Tomando como base o estudo de ressaca do mar realizado por Paula et al. (2015) no litoral de Fortaleza, o nível mais elevado pesquisado nos registros maregráficos, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias- INPH (1996), foi de 3,67m e o mais baixo de 0,2 m, o nível médio do mar é de 1,55m. A altura das ondas pode variar, chegando até 2,0m em 1,38% do ano, proveniente principalmente da direção ESE e com menor frequência do quadrante E a NE. Esse autor afirma que as ondas podem chegar a atingir uma altura de 4,0m, porém com uma frequência muito pequena.

Resultados e discussão

A Figura 1 apresentou a localização e as principais características da morfologia local, produto da interação entre a intensa dinâmica costeira e as ações antrópicas. Nela pode-se observar a presença do *spit*, de áreas de mangues na frente marítima e na planície litorânea. Observa-se ainda áreas de plantações de coqueiros, tanques de cultivo de camarão, construções urbanas e vias de acesso.

Os dados e informações coletadas na área de estudo permite fazer uma análise ambiental da evolução dos diversos geoambientes que compõem a paisagem litorânea local, com especial atenção ao mais dinâmico deles, o *spit*.

Análise da formação do *spit* entre 2004 e 2018

Para iniciar a análise da evolução do *spit* foi necessária a realização de entrevistas com moradores, essencialmente de pescadores, que utilizam cotidianamente a área. Eles observaram que o *spit* é uma barra arenosa em constante transformação, obrigando os pescadores a sempre estarem buscando o canal de navegação para as embarcações não encalharem em bancos de areia. Segundo eles, a mudança é muito rápida porque tem muita areia e a maré leva e traz constantemente.

Outra informação importante para a compreensão do processo das mudanças ocorridas

na área de estudo foi a verificação da afirmação de que era comum a retirada de grandes volumes de sedimentos da área do *spit* por parte das empresas do ramo de pesca, que sempre havia o interesse de manter a comunicação aberta entre o rio e o mar. Foi realizado uma minuciosa busca nos arquivos públicos e foram realizadas entrevistas com gestores municipais na busca de verificar essa informação, mas nenhuma fonte confirma que houve qualquer tipo de dragagem no leito do canal de maré que dá acesso ao cais pesqueiro da Vila de Porto dos Barcos. Ressalta-se que trabalhos de dragagens são normalmente de custo muito elevado e fazem parte de políticas públicas de gestão da zona costeira. O que parece muito improvável que isso tenha ocorrido sem recurso ou, pelo menos, autorização municipal. Em trabalhos de campo não foi possível identificar qualquer indício que tenha havido dragagem no canal de maré nos últimos anos.

A subida do nível médio do mar, a ocupação de campo de dunas, a retenção de sedimentos nos barramentos de rios, a ocupação urbana desordenada na planície litorânea, as construções de obras costeiras, as cheias e enchentes de rios são fatores que agindo em conjunto determinam muitos dos processos de assoreamento ou de erosão na zona costeira.

Estes processos alteram significativamente a linha de costa, fato que vem ocorrendo com a formação de um *spit* na Praia do Porto. O *spit* apresentava em sua fase inicial de formação uma área de 222m² em 2004. Em apenas dois anos, entre 2004 e 2006, ocorre a expansão e a consolidação do *spit*, que aumentou sua área para 171.233m². De 2006 até 2010 ocorreu uma pequena diminuição da área para 147.210m² e de 2010 para 2014 praticamente não ocorreu alteração significativa com área de 144.209m². No período de 2014 a 2018 o *spit* volta a crescer em área com 227.886m² (gráfico 1). Durante esse período ocorreu também uma significativa alteração na morfologia local, com progradação da área de praia na face exposta à ação das ondas e marés e processos erosivos na área de manguezal próximo ao *spit* (figuras 6, 7 e 8).

Gráfico 01 - Área total do *spit* em m² de 2004 a 2018
. Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 6 mostra a área de início da formação do *spit* em 2004, onde observa-se apenas uma pequena “mancha” de areia (222 m²) em frente ao canal de maré, entrada das embarcações ao Porto das Barcas. Comparando

com a Figura 7, em 2018, com mais de 200 mil m², analisa-se o *spit* formado e em pelo dinamismo, alterando significativamente a morfologia local.

Figura 06 - Área do *spit* em 2004. Nesta imagem é possível notar na face exposta do *spit* eventos de galgamento (*overwash*) e a fragilidade da faixa praial. Fonte: Google Earth, 2020.

Figura 07 – Área do *spit* em 2018. Nesta imagem já é possível notar o rompimento do *spit* e sua erosão na área exposta ao oceano. Fonte: Google Earth, 2020.

A urbanização da zona costeira está cada vez mais intensa, principalmente com a ocupação de campos de dunas e planícies de deflação, que, quando ocupados de maneira insustentável, tornam os processos erosivos mais destrutivos. Outros fatores como a elevação do nível do mar associada às alterações climáticas, alterações na descarga fluvial sólida e líquida, além da ação antrópica direta, representam forças maiores, atuantes nos processos morfodinâmicos costeiros, causando alterações no comportamento da linha de costa com erosão ou deposição de sedimentos.

Na região costeira as forças de atuação das correntes litorâneas e de ondas produzem erosão ou deposição de corpos clásticos arenosos na linha de costa. As praias arenosas respondem a essas forças mostrando perfis suaves ou inclinados, em função das taxas de erosão ou deposição.

A Figura 8 mostra a evolução da morfologia do *spit* em quatro períodos, 2004-2006; 2006-2010; 2010-2014 e 2014-2018. É

necessário observar que entre 2004 e 2006, através do processo de *overwash*, ocorrem modificações morfológicas com deposição de sedimentos ao longo do *spit* e remoção de sedimentos pela erosão ao longo da crista da praia.

Por volta do ano de 2007, houve uma ideia dos empresários da indústria pesqueira junto com os pescadores, de tentar romper a flecha de areia com equipamentos mecânicos de dragagem, porém o custo desse equipamento mostrou-se muito caro, e os trabalhos não foram realizados, portanto, a própria flecha de areia nos anos seguintes se rompeu através dos processos naturais de fluxos marinhos, abrindo espaço suficiente para as embarcações adentrarem ao mar. Na verdade, então, nunca houve trabalhos de dragagens, como informado por alguns pescadores. Observando a Figura 8 no período de 2006 a 2010 não há nenhuma evidência de modificação da morfologia do *spit* por dragagem. Nesse período ocorre erosão na face praial marinha e acumulação na porção interna próximas ao canal de maré.

Figura 08 – Evolução morfológica do *spit* entre os anos de 2004 e 2018. A marcação vermelha no mapa representa os locais que estão sendo erodidos, enquanto a verde apresenta as áreas onde há progradação da praia. Fonte: Autores, 2019.

Outro fato relatado nas entrevistas realizadas entre os anos de 2018 e 2019 com moradores e pescadores da região, foi dito que ocorreu uma grade ressaca no dia 02 de outubro de 2008, que ocasionou o rompimento da faixa de praia, rompendo a barra arenosa e favorecendo a formação de *spits*. No que concerne à pluviosidade, a média histórica anual do município, conforme IPECE (2017) é de 1.139,7mm, sendo que a pluviometria em 2008 foi

1.031mm, portanto abaixo da média histórica, o que significa que não foi determinante no processo de rompimento do pacote sedimentar, sendo a ressaca sua principal causa.

Vale destacar que o rompimento aconteceu em outubro quando começa a se intensificar os eventos de ressacas e os fluxos de correntes na faixa litorânea do Ceará como mostra o gráfico 2 de eventos de ressacas.

Gráfico 02 - Gráfica de ocorrências das ressacas. Fonte: Paula et al. 2015.

A partir do ano de 2007, a população percebeu que estava acontecendo uma mudança na linha de costa transformando a dinâmica local, o que motivou a retirada das barracas de praia e a desocupação do local, transformando o ambiente em pouco habitado. Esse processo de erosão da linha de costa se deu gradativamente podendo ser notado na Figura 7, quando é nítida a formação do *spit*.

Ainda observando a Figura 7 nota-se que no *spit* ocorre o fenômeno de galgamento relacionado às ondas de *swell* (*overwash*) e a elevação do nível das águas do Oceano Atlântico. Conforme Park & Edge (2010), Maia e Pinheiro (2016), *overwash* é caracterizado como o transporte ou intrusão de água do mar e sedimentos no decurso da duna frontal ou pós-praia, através do aumento da onda e/ou do nível do mar, que por consequência não retorna diretamente para o seu local de origem (mar, oceano, lago, baía etc.).

As ondas provenientes do atlântico Norte (*Swell*), conforme Paula et al. (2015) com períodos longos, excedem 12 segundos, verifica-se cerca de 15% do ano e são originárias, principalmente, de NE (8,8%) das ocorrências, e de NNE (4,5%). Nesse âmbito, vale ressaltar a ocorrência de ondas com períodos de pico superiores a 18 segundos, com frequência anual de 0,6%.

Analisando a Figura 7, percebe-se que entre 2010 e 2014 ocorre um intenso processo erosivo na face frontal do *spit*, área que recebe a ação de ondas e marés. Por outro lado, ocorre um acúmulo de sedimentos na porção de jusante, na

direção Noroeste. Conforme Bezerra Filho (2017) esses sedimentos estão sendo deslocados de sudeste para noroeste por influência fluvial, eólica, da corrente costeira e antrópica.

Nesse período de 2010 a 2014 a abertura do canal de maré em direção ao mar se consolidou. Toda a complexidade de fatores associados à própria dinâmica costeira, erosiva e acumulativa, provoca rompimentos e acumulações de sedimentos, transformando constantemente o *spit*, que são desta forma, ambiente de alta vulnerabilidade ambiental.

O último quadrante da Figura 8 mostra a evolução do *spit* entre 2014 e 2018, período em que ocorrem as variações morfológicas mais significativas. Nesse período ocorreu um intenso processo de acumulação de sedimentos na face marítima do *spit*, formando um novo braço, quase um novo *spit*, que continua ligado à barreira principal. Por outro lado, ocorre uma intensa erosão na ponta Noroeste do *spit*, aumentando consideravelmente a entrada do canal de maré. O processo de retirada de sedimentos desta área se deve a movimentação das correntes de maré que adentram o continente por este canal. No balanço final entre deposição e erosão há um saldo positivo para a sedimentação com crescimento da área do *spit* em aproximadamente 100.000m².

Na Figura 9 apresenta-se uma sequência de imagens realizadas pelos voos de Drone realizados no primeiro semestre de 2019, que confirma a predominância de processos acumulativos na face marítima do *spit* e erosão na entrada do canal de maré.

Figura 09 - Vista panorâmica do *spit* da Praia do Porto. Imagens aéreas captadas por um *drone* de alta resolução, apresentando o *spit* em constante evolução, com detalhes do complexo vegetacional litorâneo e flúviomarinho da área estudada. Fonte: Imagens dos autores.

A partir das observações *in loco* é possível afirmar que a área estuarina pertencente à planície de maré apresenta manchas de óleo

provenientes das embarcações pesqueiras, que coloca em risco a flora e a fauna marinha desta área e dos ambientes marinhos da faixa litorânea.

Outro problema grave é o acúmulo de uma grande quantidade de lixo, já descrito anteriormente, além de lançamentos de efluentes domésticos e industriais, entre eles o descarte de restos de peixes, que não são tóxicos, mas podem consumir oxigênio dissolvido da água no processo de decomposição da matéria orgânica.

Na região, existem várias outras praias paradisíacas, habitadas por nativos e bastante visitadas por turistas, como por exemplo, as praias do Farol, Volta do Rio e Almofala, onde os processos erosivos também estão presentes, requerendo medidas de proteção e recuperação ambiental. Em algumas destas praias ocorrem também à formação de *spit* como é o caso da Volta do Rio e do Farol (Figura 10). Um dos agentes dinâmicos mais importantes para a formação destes *spits* são os ventos alísios, que são constantes durante todo o ano. Entre setembro e dezembro a velocidade dos ventos aumenta, atraindo muitos turistas para a realização da prática do *kitesurf* nestas praias.

Figura 10 – Flecha litorânea localizada na praia do Farol, Itarema, Ceará. Fonte: Claudino-Sales e Peulvast (2003).

Embora os principais problemas ambientais da zona costeira do Ceará sejam bastante estudados por pesquisadores como Meireles (2014), Vasconcelos (2018) e Souza et al. (2000), nessa região específica as políticas de planejamento e ordenamento territorial não têm sido implementadas de forma constante, não conseguindo resultados consistentes na mitigação dos principais problemas do litoral, entre eles os de erosão costeira e de poluição ambiental.

A faixa litorânea pesquisada tem recebido investimentos privados como parques eólicos, cultivos de camarão, plantações de coqueiros, indústrias de gelo e de processamento do pescado,

que podem alterar alguns dos processos dinâmicos e ocasionar, ou contribuir para o agravamento de problemas ambientais. Na pesquisa não foi possível identificar políticas públicas com os objetivos, diretrizes ou ações para minimizar ou compensar impactos negativos.

Embora a problemática acerca da erosão costeira seja um tema bastante abordado nas instituições de pesquisa em geociências, as políticas de planejamento e ordenamento territorial, em especial aquelas na esfera da gestão costeira, pouco tem incorporado os conhecimentos produzidos pela academia. Além disso, a falta de entendimento acerca da dinâmica costeira e dos processos de gestão ambiental, ainda se mostram pouco conhecidos no âmbito dos municípios litorâneos. Soma-se a esta realidade a ausência de recursos financeiros e humanos para a execução das funções de gerenciamento costeiro. Ademais, grande parte dos municípios brasileiros localizados na zona costeira não possuem planos específicos para gestão de seus litorais.

Corroboram com esse parecer, Scherer et.al. (2018), ao pontuar que os instrumentos definidos para a gestão costeira no Brasil têm implementação deficiente na maioria dos estados litorâneos brasileiros sendo bastante precária no âmbito dos municípios costeiros. Os autores também sugerem que a situação atual do gerenciamento costeiro no Brasil não pode ser pensada e analisada de maneira isolada, uma vez que as origens e causas da inefetividade das iniciativas de gestão estão conectas à situação do país, passando pela falta de vontade política, pela precarização das instituições de planejamento e gestão e pelo sucateamento da educação de qualidade, dentre outros problemas.

Como exemplo da baixa eficiência das políticas públicas de gestão costeira pode-se citar que no estado do Ceará existem apenas 80 Unidades de Conservação (MMA, 2018), distribuídas sob as tutelas federal, estadual, municipal e áreas particulares. Apenas 25% destas Unidades de Conservação se encontram em ambientes costeiros e marinhos. Nenhuma delas está inserida no município de Itarema.

Conclusão

A partir dos dados analisados nesta pesquisa foi possível chegar as seguintes conclusões sobre a formação e evolução recente

de um *spit* na Praia do Porto, Município de Itarema, Ceará.

A partir dos depoimentos de pescadores e moradores locais fica evidente a percepção entre eles tem que o *spit* é uma barra arenosa em constante transformação, fato que obriga os pescadores a sempre estarem buscando novos canais de navegação para as embarcações. Outra informação presente nos relatos da população é que teria ocorrido a retirada de grandes volumes de sedimentos da área do *spit* por parte das empresas do ramo de pesca, para aprofundar o canal de navegação. Essa informação não foi comprovada, nem em documentos oficiais ou em imagens de satélite, nem durante trabalhos de campo realizados. Afirma-se que não foi possível identificar qualquer indício de que tenha havido dragagem no canal de maré nos últimos anos.

A subida do nível médio do mar, a ocupação de campo de dunas, a retenção de sedimentos nos barramentos de rios, a ocupação urbana desordenada na planície litorânea, as construções de obras costeiras, as cheias e enchentes dos rios são fatores que agindo em conjunto determinam muitos dos processos de assoreamento ou de erosão na formação do *spit*.

O *spit* se forma a partir de 2004 com uma área de apenas 222m², evoluindo rapidamente para 171.233m² em 2006. Entre 2006 e 2014 o *spit* praticamente não sofre alteração em sua área, apresentando modificações apenas em sua morfologia. Entre 2014 e 2018 o *spit* volta a crescer em área, chegando a 227.886m². Durante esse período ocorreu também uma significativa alteração na morfologia local, com progradação da área de praia na face exposta à ação das ondas e marés, e processos erosivos na área de manguezal.

Outro fator que pode alterar a morfologia da zona costeira são as ressacas que ocorrem frequentemente no litoral do nordeste brasileiro. Um episódio ocorrido em outubro de 2007 ocasionou o rompimento da faixa de praia, rompendo a barra arenosa e modificando significativamente a morfologia do *spits*.

Modificações importantes foram observadas ao longo do período analisado, com intensos processos erosivos na face frontal do *spit* e acúmulo de sedimentos na porção de jusante, na direção Noroeste até 2014. A partir desta data, e até o ano de 2018, o formato do *spit* revela uma forte sedimentação na face marítima, aumentando

significativamente sua área e erosão em sua extremidade de jusante (Noroeste), aumentando consideravelmente a entrada do canal de maré.

Observações em campo revelam a presença de agentes poluidores com manchas de óleo na água e acúmulo de uma grande quantidade de lixo no ambiente estuarino, aí incluído as áreas de mangue, causando danos a flora e fauna local.

Pode-se também aferir que nessa região as políticas de planejamento e ordenamento territorial não têm sido implementadas de forma constante, não conseguindo resultados consistentes na mitigação dos principais problemas do litoral, entre eles os de erosão costeira e de poluição ambiental, apesar da faixa litorânea ter recebido investimentos privados na produção de energia eólica, aquicultura, agricultura, indústrias pesqueiras e instalações turísticas.

Os gestores ambientais na esfera pública municipal não têm conhecimento acerca da dinâmica costeira e dos problemas a ela relacionados, fato que dificulta a implantação de políticas públicas eficientes que possam mitigar os impactos ambientais existentes, além disso, é notória a ausência de recursos financeiros e humanos para a execução das funções de gerenciamento costeiro no município.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Estadual do Ceará – UECE, ao Programa de Pós-graduação em Geografia – PROPGeo e a CAPES pelo apoio financeiro. Agradecemos ainda a colaboração de Adriely Santos Ribeiro e Fabíola Farias Vasconcelos.

Referências bibliográficas

- Anh, N. Q. D., Tanaka, H., Tinh, N. X., & Viet, N. T. (2019). Sand spit morphological change of An Hai and Le Thinh inlets, Phu Yen Province, Central Vietnam. *東北地域災害科学研究= Tohoku journal of natural disaster science*, 55, 73-78.
- Barros, E.L. 2018. Erosão Costeira no Município de Icapui-CE na última Década: Causas, Consequências e Perspectivas Futuras. 2018. 254. p. Tese (Doutorado em: Ciências Marinhas Tropicais do Instituto do Mar) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

- Bezerra Filho, F. A. A. 2017. Sistemas estuarinos de torrões e porto dos barcos, Itarema (Ceará, Brasil): Um olhar a Partir Da Percepção Ambiental. 2017. 177 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceara, Fortaleza.
- Bertrand, G. (1968). Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. Trad. Olga Cruz. *Caderno de Ciências da Terra*, (13).
- Bird, E. C. (2011). *Coastal geomorphology: an introduction*. John Wiley & Sons.
- Carvalho, G.S., 1963. Problemas de sedimentologia das praias do litoral de Angola: entre a foz do rio coporolo e o Lobito. *Garcia Orta* 11, 291e313.
- Castro, J. W. A., Malta, J. V., Miguel, L. L. A. J., Cabral, C. L., & Passemilio, A. B. (2017). Chronological reconstruction of eolianites and transversal mobile dunes of northwest coast of Ceará State–Brazil, in the last 3000 cal yrs BP. *Aeolian research*, 28, 51-57. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2017.07.006>
- Claudino-Sales, V. C., & Peulvast, J. P. (2003). BARREIRAS E FLECHAS LITORÂNEAS NO ESTADO DO CEARÁ, NORDESTE DO BRASIL.
- Dinis, P. A., Huvi, J., Cascalho, J., Garzanti, E., Vermeesch, P., & Callapez, P. (2016). Sand-spits systems from Benguela region (SW Angola). An analysis of sediment sources and dispersal from textural and compositional data. *Journal of African Earth Sciences*, 117, 171-182. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2016.01.020>
- INPH - Instituto de Pesquisas Hidroviárias. (1996). *Relatório final dos estudos em modelo físico reduzido de agitação do Porto do Pecém-CE (Nº71/96)*. Rio de Janeiro, 1996. 38 p.
- IPECE. (2017). Perfil municipal 2017, Itarema. Recuperado em 08 junho, 2019. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Itarema_2017.pdf>.
- John Benner, M. A. *Earth Science for Middle School*. 2012.
- Machado, J. R. V. F. (2019). Contribuições da paisagem geográfica para a mudança de percepção de Charles Darwin sobre a natureza.
- Maia, G. D. O., & Pinheiro, L. D. S. (2016). Eventos de alta energia e suas consequências na zona costeira do Município de Aquiraz, Estado do Ceará. DOI: <http://tede.unioeste.br/handle/tede/4516>
- Malzac, M. E., & da Silva, T. C. (2019). Delimitações da zona costeira Sul do estado da Paraíba, Brazil. *Journal of Integrated Coastal Zone Management/Revista de Gestão Costeira Integrada*, 19(2), 123-141.
- Melo, E., Alves, J. H. G. M., Jorden, V., Zago, F., & Dias, W. S. S. (1995). Instrumental confirmation of the arrival of North Atlantic swell to the Ceara coast. In *INTERNATIONAL CONFERENCE COASTAL AND PORT ENGINEERING IN DEVELOPING COUNTRIES. COPEDEC* (Vol. 4, pp. 1984-1996).
- Meireles, A.J.A. (2014). Bases Metodológicas e Critérios para Licenciamento Ambiental na Unidade de Conservação Sabiaguaba, Fortaleza, Brasil. *Mercator*, Fortaleza, v.13, n. 3, p. 139-158, set./dez. 2014. DOI: 10.4215/RM2014.1303.0010
- Miguel, L. L. A. J., & Castro, J. W. A. (2019). Dinâmica Sedimentar das Dunas Transgressivas do Sistema Laguna-Barreira da Costa Sul de Moçambique, África. *Anuário do Instituto de Geociências*, 41(1), 222-231. DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2018_1_222_231
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. A biodiversidade na Zona Costeira e Marinha do Brasil. (2010) Recuperado em 23 abr, 2020. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zona-costeira-e-marinha.html>>
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. Consultas por UC's (2018). Recuperado em 20 abr, 2019. Disponível em: <<http://sistemas.mma.gov.br/portalcnuc/rel/index.php?fuseaction=portal.relatorioFicha>>.
- Moraes, J. O. D., Freire, G. S. S., Pinheiro, L. D. S., Souza, M. J., Carvalho, A. M. D., Pessoa, P. R. S., & Oliveira, S. H. M. (2006). Ceará. *Erosão e progradação do litoral brasileiro*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 132-154.
- Moura, F. J. M. D. (2018). Dinâmica de barreiras costeiras na costa semiárida brasileira: o caso do litoral de Acaraú e Itarema-Ceará.
- Muehe, D. (2013). Erosão costeira, mudança do clima e vulnerabilidade. *GUERRA, Antonio José Teixeira. JORGE, Maria do Carmo Oliveira (Orgs.). Processos erosivos e*

- recuperação de áreas degradadas. São Paulo: Oficina de Textos.*
- Park, Y. H., & Edge, B. L. (2010). An empirical model to estimate overwash. *Journal of Coastal Research*, 26(6), 1157-1167.
- Paula, D. P., Morais, J. O., Ferreira, O., Dias, J. A. (2015). Análise histórica das ressacas do mar no litoral de Fortaleza (Ceará, Brasil): origem, características e impactos. Paula, D. P.; DIAS, J.A. *Ressacas do mar: temporais e gestão costeira. Fortaleza: Premium*, 173-201. DOI: <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-09-00017.1>
- Prefeitura Municipal Itarema. Plano Diretor Participativo do Município de Itarema – CE. “Versão Final Consolidada”, 2008.
- Scherer, M. E. G., Asmus, M. L., & Gandra, T. B. R. (2018). Avaliação do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro no Brasil: União, Estados e Municípios. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 44. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v44i0.55006>
- Silva, N. S. da. (2014). Novos olhares para o litoral cearense: a produção de energia eólica e os impactos socioambientais decorrentes dos parques eólicos Volta do Rio (Acaraú) e Cajucoco (Itarema) - ce, Brasil. 2014. 144p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza.
- Smith, M. J., & Cromley, R. G. (2012). Measuring historical coastal change using GIS and the change polygon approach. *Transactions in GIS*, 16(1), 3-15. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9671.2011.01292.x>
- 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.
- Souza, M. J. N (2000). Bases Naturais e esboço de zoneamento geoambiental do estado do Ceará. IN: LIMA, Luís C.(Org.). *Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará. Fortaleza: Editora FUNECE.*
- Tomazelli, L. J., & Villwock, J. A. (2005). Mapeamento geológico de planícies costeiras: o exemplo da costa do Rio Grande do Sul. *Gravel*, 3(1)
- Tricart, J. (1977). *Ecodinâmica* (No. 1). Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente, Secretaria de Planejamento da Presidência da República, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria Técnica.
- Vasconcelos, F. P. (2005). *Gestão Integrada da Zona Costeira: Ocupação antrópica desordenada, erosão, assoreamento e poluição ambiental do litoral*. Premium Editora.
- Vasconcelos, F. P. (2018). *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*. Parecer Técnico Ambiental. IEPRO/LAGIZC/UECE, Outubro de 2018, 110p. Recuperado de: <http://www.uece.br/wp-content/uploads/2019/04/Parecer-T%C3%A9cnico-Impacto-Aterro-Beira-Mar-outubro-2018.pdf>