Revista Brasileira de Geografia Física

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

Análise da dinâmica morfossedimentar no litoral de Paracuru – Ceará

Cristiano da Silva Rocha¹, Fábio Perdigão Vasconcelos², Delano Nogueira Amaral³, Maria Bonfim Casemiro⁴, Adely Pereira Silveira⁵, Danilo Vieira dos Santos⁶

¹ Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE. E-mail: crisbandeiras@hotmail.com CV: <http://lattes.cnpq.br/6456467616514609> (autor correspondente) ²Professor da Universidade Estadual do Ceará. E-mail: Fabioperdigao@gmail.com CV: <http://lattes.cnpq.br/2358953760401618> ³Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE. E-mail: delanonamaral@gmail.com CV: <http://lattes.cnpq.br/9942237421958485> ⁴Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE. E-mail: mariabonfimc@gmail.com CV: <http://lattes.cnpq.br/0001159703467890> ⁵Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE. E-mail: delysilveira@gmail.com CV: <http://lattes.cnpq.br/6151143683394082> ⁶Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE. E-mail: danilovieira@gmail.com CV: <http://lattes.cnpq.br/7599596224318093>.

Artigo recebido em 15/08/2020 e aceito em 01/12/2020

RESUMO

As praias são os ambientes costeiros de primeira interação continente-oceano, apresentam por esse motivo dinâmica morfológica intensa, tornando as comunidades que residem e causam intervenções antrópicas, mais vulneráveis. Com base nisso, o presente trabalho tem por objetivo identificar processos erosivos e deposicionais no litoral de Paracuru, Ceará. Para isso, foram realizadas atividades de campo entre os anos de 2018 e 2019, para traçar perfis de praia e realizar a coleta de sedimentos na área de berma e do estirâncio; os perfis topográficos foram realizados utilizando estação total conforme técnicas apontadas por Borges (1977). Além disso, para corroborar os dados foi mapeada a variação da linha de costa usando movimento da linha costeira do DSAS. Foram realizadas atividades de campo nas praias Boca do Poço, praia do Farol, praia Carnaubinha e praia da Barra indicadas pela equidistância e proximidade da sede urbana. Os resultados revelaram que há processo erosivo conforme balanço sedimentar negativo nas praias do Farol, Carnaubinha e da Barra. Nas praias Boca do Poço e Praia do Farol, os imóveis públicos e privados apresentam-se em alguns casos na faixa de praia, que por vezes é tomada pelas ondas com influência da preamar. E nesse contexto, a inundação dos estabelecimentos pode causar prejuízos, tornando assim a análise necessária para contribuir com subsídios às decisões político-governamentais.

Palavras-chave: praias, processos erosivos, perfis topográficos.

Analysis of morphosedimentary dynamics on the coast of Paracuru – Ceará

ABSTRACT

The beaches are the coastal environments of first continent-ocean interaction, for this reason they present intense morphological dynamics, making the communities that reside and cause anthropic interventions, more vulnerable. Based on this, the present work aims to identify erosive and depositional processes on the coast of Paracuru, Ceará. For this, field activities were carried out between the years 2018 and 2019, to draw beach profiles and collect sediment in the area of berm and styrene; the topographic profiles were made using a total station according to the techniques pointed out by Borges (1977). In addition, to corroborate the data, a variation of the coastline was mapped using the DSAS coastline movement. Field activities were carried out on the Boca do Poço beaches, Farol beach, Carnaubinha beach and Barra beach indicated by the equidistance and proximity to the urban headquarters. The results revealed that there is an erosive process according to a negative sedimentary balance on the beaches of Farol, Carnaubinha and Barra. On Boca do Poço and Praia do Farol beaches, public and private properties are in some cases on the beach strip, which is sometimes taken by the waves influenced by the high tide. And in this context, the flooding of establishments can cause losses, thus making the analysis necessary to contribute with subsidies to political-governmental decisions.

Keywords: beaches, erosive processes, topographic profiles.

Introdução

As flutuações no nível do mar estão diretamente ligadas aos fatores climáticos (Souza et al., 2005). Esses fatores também são fortes contribuintes da dinâmica costeira apontada como responsável pelos processos erosivos ou deposicionais (Souza, 2009).

A erosão costeira pode destruir casas e equipamentos próximos da linha de costa causando assim prejuízos econômicos. Vale salientar que os processos erosivos podem estar associados não somente a causas naturais, mas também antrópicas, visto que por vezes as ocupações irregulares em áreas próximas ao litoral causam diminuição no fluxo de sedimentos.

Os trabalhos de Souza, (2009) e Martins et al. (2016) mostram perspectivas de indicadores de erosão no litoral, ressaltando que há múltiplos fatores associados a esse processo. Os recuos de linha de costa são agravados pelos eventos climáticos e também por construções no limite superior das praias e em trechos do litoral quando voltados a atividade econômica. As ocupações em áreas impróprias denominam-se suscetibilidade induzida (Leal et al., 2020; Bonetti et al., 2018).

A principal hipótese deste trabalho é a de que trechos do litoral de Paracuru encontram-se suscetíveis a processo erosivo com balanço sedimentar negativo, o que foi corroborado conforme os resultados encontrados.

Neste sentido, o presente trabalho visa analisar a dinâmica morfossedimentar no litoral de Paracuru, Ceará. Para isso, foram realizadas atividades de campo nos anos de 2018 e 2019, para composição dos perfis nas praias boca do Poço, praia do Farol, praia Carnaubinha e praia da Barra. As praias elencadas apresentam equidistância da sede urbana que tem estruturas na faixa de praia como praças e calçadão.

Paracuru é um município costeiro recentemente inserido na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) e tem sua sede e edificações situados a poucos metros da faixa praial, exercendo em trechos do município grande pressão pela ocupação do solo. Somando-se ao uso e ocupação e uma tendência no litoral cearense e aumento do nível do mar (Farias; Maia, 2010).

No mesmo sentido, Muehe (2013) aponta que são as praias os ambientes mais vulneráveis, destacando as variações de progradação e retrogradação, atribuindo ao período de estiagem, no caso cearense, o momento de recomposição das praias. Entretanto, quando o balanço sedimentar é negativo há mais perda de

sedimentos, o que indica ocorrência de processos erosivos (Souza et al., 2005).

De maneira geral, no período chuvoso as praias tendem a perder sedimentos, e no período seco tendem a se recuperar, porém nem sempre retornam ao mesmo estado (Muehe, 2005).

Tratando-se da vulnerabilidade em Paracuru, Rocha (2020) faz uma abordagem das paisagens litorâneas vulneráveis nos aspectos ambientais e sociais, indicando onde há mais chances reais de prejuízos ambientais diante de intervenções. O município exibe vocação turística com ambientes como praias, lagoas, dunas, rios dentre outros convidativos, não à toa é o sétimo destino preferido dos turistas que vem ao Ceará (Ceará, 2016). Destaca-se ainda que a densidade demográfica é de 110 habitantes/km² (IBGE, 2011), valor acima da média do Estado, que é de 56,7 habitantes/km²; essa relação a nível municipal é superada diante dos momentos de eventos e de alta estação, isso indica, portanto, a demanda pelos ambientes do litoral.

As praias são ambientes dinâmicos, e conforme Vasconcelos (2005), sua instabilidade deriva do primeiro e intenso contato entre atmosfera, litosfera e o oceano. Por serem resultado dos fluxos de ondas e marés, estão submetidas a constantes mudanças como (Dias; Rocha-Barreira (2011). Estudar a análise de trocas morfodinâmicas se constitui como principal caminho para a preservação e proteção dos recursos naturais costeiros (Hernandez, 2015).

Existem diversos trabalhos que mostram a perspectiva de análise de processos erosivos a partir variação da linha de costa (Dias; Rocha-Barreira (2011); Silva et. al. (2019); Martins et. al., (2016). Este escrito soma-se a outros que coincidentemente tem como objeto áreas que exibem demanda de uso e ocupação, e que apresentaram variação da linha de costa a partir dos perfis obtidos, utilizando estação total com base nas técnicas de Borges (1977). Indicando balanço sedimentar negativo nas praias Farol, Carnaubinha e Barra, estando nesta análise suscetíveis a processos erosivos.

Nas praias Boca do Poço e Praia do Farol, os imóveis públicos e privados apresentam-se em alguns casos na faixa de praia, que por vezes é tomada pelas ondas com influência da preamar. E nesse contexto, a inundação dos estabelecimentos pode causar prejuízos, tornando assim a análise necessária para contribuir com subsídios às decisões político-governamentais (Amaro; Araújo, 2008).

Material e métodos

Área de estudo

Paracuru é um município costeiro, que dista em 85 km de Fortaleza, é delimitado ao norte por Paraipaba, ao oeste e sul por São Gonçalo do Amarante e ao leste pelo atlântico (Figura 1). O litoral abrange cerca de 17 km de costa (Sousa, Carvalho, Pinheiro, 2008), com presença de praias, falésias, dunas e manguezal.

Na paisagem do município estão presentes de maneira predominante a vegetação da zona litorânea e floresta mista Dicotilo-palmácea (IPECE, 2017).

A paisagem é neste e em muitos trabalhos ambientais entendida como um conjunto de elementos dinâmicos e instáveis em contínua evolução (Bertrand, 2004). As mudanças na paisagem se consolidam com as pressões dos elementos físicos e também dos elementos antrópicos.

De acordo com os dados do IPECE, o clima predominante em Paracuru é o Tropical Quente Semi-árido Brando. O município possui um período chuvoso que vai de janeiro a abril e uma média pluviométrica de 1,238mm, com temperatura média nesse período variando de 26° a 28° (°C) (IPECE, 2012).

Figura 1. Localização do município de Paracuru, Ceará. Fonte: Elaborado pelos autores.

As praias são os ambientes de contato primeiro e por isso é nela que as alterações provocadas pelos diferentes elementos que formam a paisagem são percebidos. É no ambiente de praias que se acumulam materiais sedimentares de natureza arenosa e que se modelam pela influência das ondas e da maré (Vasconcelos, 2005). As ondas modelam

diretamente as praias e são diretamente influenciadas pelo vento principalmente; as marés compõem as oscilações do nível do mar e contribuem excepcionalmente para maior atuação da maré, em geral a maré oscila em função dos astros como sol e lua.

No Nordeste brasileiro 60 a 65% da linha de costa sofrem com o processo erosivo (Muehe,

2018), contudo os processos são desiguais e variam a depender também da interferência humana. No Ceará o trabalho de Silva et al.(2019) menciona o termo equilíbrio dinâmico indicando que sempre existe acreção e retração da faixa de praia, destacando que há áreas denominadas hotspots de erosão.

Procedimentos operacionais

O trabalho foi segmentado em etapas, primeiro buscou-se a pesquisa de conceitos sobre a área de estudo em livros, resumos e artigos, embasado: Maciel et. al. (2016), Santos et. al. (2015), Gois et. al. (2013), no qual ambos discutem a análise morfológica e identificação de processos erosivos por meio de perfis obtidos a partir da estação total.

Posteriormente foi realizada a pesquisa de campo, que foi desenvolvida escolhendo as praias pela proximidade com a sede urbana (Souza et. al., 2005). Para a obtenção dos dados foram realizados trabalhos de campo que tiveram início em julho de 2018 e foram finalizados em julho de 2019, com uma alternância de quatro meses.

Nos campos foram utilizados os procedimentos adotados com base nas técnicas propostas por Borges (1977), com uso de Global Positioning System (GPS), de marca Garmin, modelo e-trax, estação total da marca Ruide, Modelo RTS280 (Figura 2) e prisma. Com a estação em área mais elevada foi feito, em cada ponto, pelo menos uma medida de ré, com exceção da praia da Barra que possuía declividade de 4 metros e o ponto de ré (prisma) estava mais alto que o equipamento.

A estação total permite ao usuário a medição vertical e horizontal através da angulação entre os prismas, por meio de uma mira do laser refletido no prisma que retorna ao equipamento (Santos et. al., 2015). Concomitante a essa medida foi coletado, com frasco, amostra de areia do Berma - parte do pós-praia e do estirâncio ou zona de surfe (Short, 1999), visando classificar a granulometria dos sedimentos. As amostras foram conduzidas ao Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR/UFC) para análise granulométrica.

Figura 2 – Foto da estação total e o uso em campo na praia da Barra

Foi realizada uma análise para comparação com dados dos perfis que está relacionada a variação da linha de costa por método estatístico de perda em metros utilizando o software Arcmap versão 10.5 e o Solft Digital Shoreline Analysis System (DSAS), versão 5.0, com dados do NSM (Net Shoreline Movement – linha de mudança). A classificação se deu fundamentado em Leal (2020), utilizando imagens do Google Earth de 30/12/2010 e 21/10/2020, dividida em 7 classes, utilizando o Natural Breaks, ilustram a alta, média e baixa erosão, a variação moderada em acreção e erosão, e a baixa, média e alta acreção.

Finalmente, os dados e amostras obtidas foram processadas em laboratório, obtendo gráficos por meio da planilha Excel e tabelas da classificação dos sedimentos. Para análise das amostras foram realizadas as seguintes etapas, a saber: durante dois dias, a amostra ficou numa estufa e foram separadas e submetidas a um

conjunto de peneiras Granutest, com diâmetro de 2,0 (grânulos), 1,0 (areia muito-grossa), 0,50 (areia-grossa), 0,250 (areia-média), 0,125 (areia-fina) e 0,062 (areia-muito-fina) (Surguio, 1980).

Para indicar a progradação ou a retrogradação, mediante balanço sedimentar, foi utilizado o cálculo de balanço sedimentar em que Q é igual a integral da variação entre os extremos do perfil e sua altura. O somatório da altura Y multiplicado pela variação da distância corresponde a área do trapézio ao longo do perfil (Figura 3).

$$Q = \int_{x1}^{x2} y \cdot dx$$

Onde:

X1 = Largura inicial do perfil;

X2 = Largura final do perfil;

y = Altura do perfil

Resultados e discussão

Um dos principais problemas em zona costeira em todo o mundo é a suscetibilidade a processos erosivos (SOUZA, 2009).

Neste contexto, o balanço sedimentar revela se a praia está submetida a processos erosivos. Esse balanço pode ser influenciado pelo fluxo eólico que em geral influencia o fluxo de sedimentos (Muehe, 2013).

De acordo com Bird (2008), os processos atmosféricos e oceanográficos estão diretamente correlacionados. É importante mencionar que a dinâmica eólica tem influência na força das ondas, além de influenciar no transporte sedimentar por saltação (Figura 4).

Figura 3 – Cálculo para determinação do volume. Fonte: Adaptado de Araújo (2010).

Os valores de volume foram calculados em m³/m indicados por meio da cota e largura média em função da variação ao longo do tempo, tratados por meio do Beach Morphology Analysis Package (BMAP) (USACE, 1995).

No decorrer das discussões foram classificados os estados das praias. Considerou-se que o estado refletivo é identificado pela areia grossa a muito grossa, com uma antepraia íngreme com pouca zona de surf e berma alta. O estado dissipativo pode ser identificado quando há presença de areia média a fina com antepraia em declinação suave e grande área de surf. No estado intermediário há baixa declividade da antepraia, com a origem de um ou mais bancos e calhas, e não há predomínio de um tipo sedimentar (Muehe, 2013).

Figura 4 – Direção do transporte sedimentar na costa brasileira. Fonte: Muehe (2013).

O município de Paracuru encontra-se sob a influência do transporte unimodal, proporcionado pelo domínio dos ventos alísios de sudeste; isso pode ser observado por meio dos dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME, 2020), que quantifica direção e a intensidade desse agente eólico (Figura 5).

Figura 5 – Direção e intensidade dos ventos no Nordeste. Fonte: Adaptado da Funcme (2019).

As características desses fluxos eólicos podem ser divididas nos dois momentos de atuação. O primeiro momento de maior energia dos ventos antes de chegar ao litoral, pela ausência de bloqueios verticais, porém

proporcionando energeticamente a formação e o direcionamento de ondas e influenciando na deriva litorânea. Ao chegar ao litoral, essa corrente desencadeia o transporte eólico de sedimentos menores, que podem abastecer as praias, transportando sedimentos mais finos e leves.

No continente, os fluxos se apresentam seguindo os caminhos dos cursos d'água, e isso envolve a diferença entre a altitude e o nível de base de poços. Que foi processado no arcgis utilizando o Inverse Distance Weighted – IDW (Vargas et al. 2018) para atribuir nível ao terreno a partir do nível de poços denominado de carga hidráulica. Em seguida foi possível fazer o cálculo utilizando um Modelo Digital de Elevação - MDE e a calculadora raster, para posteriormente gerar pontos, usando a ferramenta flow direction. O resultado dessa interpolação é o mapa de fluxos potenciométricos em Paracuru, observado na figura 6, que ilustra os caminhos que as águas fazem e os direcionamentos de rios e lagoas que transportam superficialmente materiais arenosos (Barbosa, 2005 e Silva, 2019).

Figura 6 – Mapa dos fluxos potenciométricos. Fonte: elaborado pelos autores.

Os trechos convergentes indicam concentração do fluxo em lagoas e açudes, já o fluxo divergente indica relevo com altitude e nível de base mais que os trechos adjacentes.

Vasconcelos (2005) relata que esse contexto dinâmico de matéria e energia está relacionado ao fato de que o ambiente litorâneo este inserido em um cenário complexo que relaciona elementos da atmosfera, hidrosfera e litosfera.

As análises produzidas à luz do sistema de Borges (1977) possibilitou a realização de diversas análises em quatro praias do litoral de Paracuru (Figura 7): comunidade de pescadores Boca do Poço (ponto um), praia do Farol (ponto dois), praia Carnaubinha (Ponto três) e praia da Barra (Ponto quatro).

Figura 7 – Carta Imagem dos pontos de coleta em Paracuru – CE. Fonte: Elaborado pelos autores.

As coletas de dados nos meses de julho e novembro de 2018, somados a de março e julho de 2019, resultaram na elaboração de quatro perfis para cada momento de coleta de dados, além de duas amostragens detalhadas dos sedimentos obtidos – uma de 2018, outra de 2019. Além disso, foi calculado o volume de cada ponto (Tabela 1), resultados que dialogam com os valores que serão apresentados no perfil posteriormente.

Através da análise prévia dos resultados gerais, torna-se notório que apenas um dos pontos apresentou certa recomposição sedimentar do

sistema praiar – ponto1, referente a Comunidade de Pescadores Boca do Poço, graças aos eventos que ocorreram entre 13/07/2018 e 23/11/2018. Todavia, ao longo de toda a pesquisa, essa progradação foi ínfima quando se analisa as resultantes de eventos que culminam na resultante do dia 18/07/2019, apresentando um total de positivo de apenas 3,8. Ou seja, em suma, ao longo da pesquisa, todos os resultados apontam para cenários de erosão ou uma recuperação ínfima – onde cada um deles será detalhado a seguir.

P1		TAXAS EM RELAÇÃO AO MÊS ANTERIOR
13/07/2018	187,3	
23/11/2018	214,6	27,3
20/03/2019	214,4	-0,4
18/07/2019	191,3	-23,1
		Saldo positivo

P2		TAXAS EM RELAÇÃO AO MÊS ANTERIOR
13/07/2018	323,3	
23/11/2018	382,7	59,4
20/03/2019	362,8	-19,9
18/07/2019	161,0	-201,8
		Saldo negativo

P3		TAXAS EM RELAÇÃO AO MÊS ANTERIOR
13/07/2018	101,7	
23/11/2018	139,0	37,3
20/03/2019	156,5	17,5
18/07/2019	84,6	-71,9
		Saldo negativo

P4		TAXAS EM RELAÇÃO AO MÊS ANTERIOR
13/07/2018	252,2	
23/11/2018	204,4	-47,8
20/03/2019	210,6	6,2
18/07/2019	185,9	-28
		Saldo negativo

Tabela 1 – Balanço sedimentar em Paracuru-Ceará nos pontos 1, 2, 3 e 4. Fonte: Elaborado pelos autores.

Análise sistemática do balanço sedimentar do Ponto um - Comunidade de Pescadores Boca do Poço

No primeiro trabalho de campo, a área de estudo, em 13 de julho de 2018, o primeiro perfil (perfil um) apresentou uma declinação abrupta, interpretada como a perda de sedimentos e ação intensa das ondas na zona de estirâncio. É importante ressaltar também que nessa praia há casas localizadas bem na zona de berma (Figura 8A,B), o que chamou atenção dos pesquisadores sobre a vulnerabilidade existente ali.

Em comparação com as visitas técnicas posteriores, foi observado que o perfil manteve certa declividade suave, apesar do nível do mar estar em outra altura, a cobertura de sedimentos foi alimentada; isso pode estar associado a localização pela proximidade do ponto com as dunas e o transporte sedimentar eólico, anteriormente debatido.

Figura 8 A-B – Perfil 1: Comunidade de Pescadores Boca do Poço. Fonte: Elaborado pelos Autores.

As outras visitas a campos ocorreram em 23 de novembro de 2018 (Figura 8a), em 20 de março e 18 de julho de 2019 (Figura 8b). De maneira geral, se torna necessário informar que para o gráfico foi utilizada a matriz 10 em 10 metros em cada uma das coletas de dados, considerando o valor médio a partir do ponto mais próximo. Nesse cenário, a variação sedimentar foi de 187,3 m³ no primeiro campo; 214,6m³ no segundo campo; resultando em um ganho sedimentar de 27,3 m³.

Todavia, com a amostra de 214,4 m³ obtida no terceiro campo, notou-se uma pausa na progradação da praia e um pequeno déficit de 0,4m³. Esse resultado de perda sedimentar foi agravada novamente na quarta coleta de dados, que registrou 191,3m³, uma perda de mais 23,1m³ que ocorreu se comparado com a primeira análise realizada.

Apesar da baixa progradação como resultante final, esse foi o único perfil que houve o resultado positivo, com o período de maior progradação entre a primeira e a segunda visita técnica. Isso aparentemente pode estar ligado a proximidade das dunas da área em análise ou a presença do transporte de bancos de areia, e os períodos de fortes ventos que ocorrem do meio para o final do ano – vale ressaltar que outros pontos de análise, no mesmo período, também apresentaram recarga sedimentar recorde, que será exposto posteriormente.

Trabalhando a questão da progradação e retrogradação da linha de costa no Ceará, Moraes et al. (2006, p. 145) cita que, especificamente, na cidade de Paracuru “[...] a urbanização, nos terraços marinhos e pós-praia, associada aos processos de refração de ondas no pontal de arenitos foi responsável por um intenso processo de retrogradação.” Em campo os perfis mostraram isso conforme apresentado anteriormente.

Por fim, foi observado que em períodos de eventos oceanográficos de maior intensidade toda praia, berma e estirâncio, se tornam cobertas pela

ação das ondas, que chegam a invadir também as residências locais onde lá estão localizadas.

Apesar da mudança morfosedimentar que ocorreu nesse ponto de análise, aparentemente predomina o estado intermediário, sem tendência erosiva.

Os dados colhidos resultaram na produção de um perfil que compreende ao somatório de

todas as visitas técnicas, sendo este representado na figura 9.

A produção desse material atenta para uma perspectiva privilegiada sobre a análise do balanço sedimentar, de forma que se torna viável ponderar não só o volume, em primeiro momento através da tabela 1, mas também das morfodinâmicas que ocorrem na praia evidenciadas pelo perfil.

Figura 9 – Perfil realizado na praia da Comunidade de Pescadores Boca do Poço. Fonte: Elaborado pelos autores.

Análise sistemática do balanço sedimentar do Ponto dois - praia do Farol

É importante ressaltar que a Praia do Farol é uma das praias mais importantes para o município de Paracuru, devido à localização da sede urbana e de diversos fixos que incentivam o turismo. Nesse sentido, as alterações sedimentares negativas sofridas por essa praia apresentam, consequentemente, um dano para o turismo, logo, para economia local. Conforme Souza (2009), a erosão costeira impacta fortemente as residências costeiras, bem como prejudica as atividades antrópicas existentes nesse espaço, principalmente as atividades ligadas ao turismo e lazer.

Os problemas relacionados a inundação de casas intensificam os conflitos entre grupos menos favorecidos e grupos políticos locais (Sousa et al., 2017). Em Paracuru empreendimentos ganham permissão para continuar funcionando, e grupos mais pobres foram intimados a deixar suas propriedades mesmo ambos, encontrando-se na faixa de praia.

Em uma das coletas de campo, realizada da praça do Farol em direção à praia (Figura 10), foi possível observar que o pós-praia estava molhada, apesar do nível do mar estar distante. Mesmo no pós-praia onde se localiza o berma havia trechos encharcados, a despeito de a mancha

na calçada da praça não deixar dúvidas que as ondas estavam tocando o local.

Figura 10 A-B – Ponto dois: Praia do Farol. Fonte: Elaborada pelos Autores.

No mês de julho de 2018, a declividade entre a praça e a zona de pós-praia estava maior e

o nível do perfil aplaninado. Essa característica chama atenção pois em novembro do mesmo ano (na segunda visita técnica) (Figura 10b), houve um aumento de $59,4 \text{ m}^3$ de sedimento, pois passou de $323,3 \text{ m}^3$ para $382,7 \text{ m}^3$ – o maior aumento de progradação registrado da pesquisa. De posse desse resultado foi realizada uma entrevista com o secretário de meio ambiente do município, que afirmou não ter tido aterramento artificial, podendo essa recarga ter sido feita a partir de bancos de areia encalhada na plataforma.

Na terceira visita para coleta de dados (Figura 10a), foi constatado perda de sedimentos, apresentando $362,8 \text{ m}^3$, uma diminuição de $19,9 \text{ m}^3$. Foi registrado também um forte decaimento indicando ação dos processos erosivos e recuo da linha de costa. No último campo para coleta de dados houve novamente uma diminuição, dessa vez de $201,8 \text{ m}^3$ de sedimentos, a maior perda registrada em toda pesquisa para esse perfil.

É importante ressaltar que, semelhante a primeira visita técnica, quando a descida em

direção a praia exigia saltar 1 metro – pois o nível de sedimento estava bem abaixo dos degraus; bem diferente de quando foram realizadas a segunda e a terceira coleta – após a primeira e única progradação registrada nesse perfil. Deste modo, houve nessa área uma alta progradação entre a primeira e a segunda coleta, e maior taxa erosiva.

Ainda no início da pesquisa fora registrado $323,3 \text{ m}^3$ de balanço sedimentar da praia, no fim da pesquisa esse número chegou a $161,0 \text{ m}^3$, menos da metade do valor inicial. Com base nesses cálculos, esse perfil apresentou saldo negativo, ou seja, é uma área suscetível a processos erosivos (Figura 11). Embora exista a dinâmica de reposição sedimentar aparentemente natural, evidenciados na progradação datada, há uma dinâmica que propiciou uma perda maior do que acumulação de sedimentos – fato que pode vir a comprometer atividades turísticas.

Figura 11 – Perfil realizado na Praia do Farol. Fonte: Elaborado pelos autores.

Análise sistemática do balanço sedimentar do Ponto três - Praia Carnaubinha

Acerca da Praia Carnaubinha (Figura 12), destaca-se a presença de barcos no entorno que indicam atividade de pesca e uma barraca desativada, onde as ondas por vezes investem. Quando a maré alta está atuando, o berma fica parcialmente inundado, e em períodos de maré baixa há aumento da frequência de pessoas que aproveitam as belas paisagens permitidas pelos beach rocks.

Figura 12 A,B – Perfil três – Praia da Carnaubinha. Fonte: Elaborado pelos autores.

O balanço entre a primeira e segunda coleta foi de 101,7m³ sedimentares; na segunda ida a campo foi constatado uma progradação de 37,3 m³, passando a 139 m³ em novembro de 2018. No terceiro balanço sedimentar houve novamente uma progradação, chegando a 156,5m³ em março de 2019.

Todavia, assim como nos perfis passados, o último dado recolhido apresentou um déficit erosivo, que na Praia Carnaubinha foi de 71,9 m³, superando o somatório das progradações que ocorreram nos campos anteriores – o resultado final do balanço foi de 84,6 m³, abaixo dos 101,7m³ iniciais.

Houve formação de bancos de areia em novembro de 2018 (Figura 12a), voltando ao normal, com declinação suave em março de 2019 (Figura 12b). O balanço sedimentar indica perda de volume e susceptibilidade a processos erosivos com períodos de estado refletivo (reduzida zona de surfe e elevada altura da Berma) e intermediário. Essa dinâmica propiciada por meio da coleta de dados pode ser observada na Figura 13. Souza (2009) relata que essa realidade está presente no litoral brasileiro, onde os processos erosivos predominam sobre os de acreção e equilíbrio.

Uma das características do processo erosivo é a redução da faixa de praia que pode está associada a variações do tempo ressaltando maior impacto em áreas de transporte sedimentar de praias e dunas (Brindeiro; Moraes, 2019). O balanço sedimentar no chuvoso e mais seco mostram se houve variação e em qual trecho há risco para a população local.

Figura 13 – Perfil realizado na Praia Carnaubinha. Fonte: Elaborado pelos autores.

Análise sistemática do balanço sedimentar do Ponto 4 - Praia da Barra

De todos os ambientes analisados, a praia da Barra (Figura 14) é a mais distante dos fixos urbanos e a menos ocupada, porém a que apresenta maior potencial paisagístico, com cenários de falésias que bordejam o litoral do município de Paracuru. Pela existência dessas

feições, através do deslizamento de material pelo movimento de massa, há uma influência no decaimento topográfico justificado pela presença de material coluvial como abastecimento sedimentar.

Figura 14 A-B – Perfil quatro: Praia da Barra. Fonte: Elaborado pelos autores.

Esse declínio abrupto proporcionado pela falésia foi observado principalmente na primeira e na terceira visitas a campo – julho/2018 (Figura 14a) e março/2019 (Figura 14b). A cota de altura do perfil no ponto inicial foi de 8,526m, sendo considerado a maior altura entre os perfis coletados. De acordo com Moraes et al. (2006), o sistema de falésias que movimentam o relevo

cearense evidenciam a evolução paleogeográfica a partir das flutuações do nível relativo do mar.

Por meio do cálculo de volume foram identificados 252,2 m³ de sedimentos, em março, valor que apresentou redução de 47,8 em novembro no segundo momento de coleta em que foi identificado 204,4 m³, já em março de 2019, o balanço teve leve progradação, 6,2 m³ a mais em relação a coleta anterior, com total de 210,6 m³ acumulados; em julho de 2019 o volume foi estimado em 185,9m³ e o balanço foi negativo, tornando a erodir, cerca de 28m³ a menos em relação ao período anterior (tabela 1).

Através do exposto, o ponto quatro também apresentou balanço negativo com indicação de ganho de volume, quase nos mesmos períodos de outros pontos. Apesar de apresentar erosão desde a primeira análise comparativa, suas taxas de perdas de sedimentos não foram muito elevadas.

Com isso, destaca-se as falésias vivas – sendo alcançadas pelas ondas em eventos de alta energia – como elemento pode explicar a variação no perfil considerando a cota máxima e pelo abastecimento sedimentar da praia.

Por fim, este é mais um quadro de mudança morfológica que foi favorável a processos erosivos com variação do estado dissipativo (areia média a fina com baixa declividade da antepraia e larga zona de surfe) e o estado intermediário (baixa declividade da antepraia, com formação de um ou mais bancos). Os dados coletados resultaram no perfil apontado na figura 15.

Figura 15 – Perfil realizado na Praia da Barra. Fonte: Elaborado pelos autores.

Para relacionar dados dos perfis à paisagem foram identificados trechos do litoral a

partir da variação da linha de costa feitas em 2010 e 2020, conforme ilustra a figura 16.

Figura 16 – Mapa de variação da linha de costa de Paracuru – Ceará. Fonte: Elaborado pelos autores.

Como pode ser observado há trechos classificados em tons vermelhos e laranja que são considerados em processo erosivo ou em acreção. Muita erosão foi aplicado para trechos onde observou-se perda entre -30,3 e -42 metros; média erosão para áreas entre -30,2 e -14 metros; entre -14 e -3 metros baixa erosão; entre -2,99 e +3 erosão/acreção moderada; entre +4 e +19 baixa acreção, de +20 a +35 média acreção; entre +35 e +99 alta acreção. Essa classificação corrobora os dados dos perfis, mas vai além identificando trechos ocupados por dunas que apresentaram

processos erosivos em nuances com processos de acumulação. É observado que a maior parte do litoral em processo erosivo encontra-se nas proximidades do núcleo urbano nas praias de carnaubinha e praia do farol, destacando-se que nas extremidades leste e oeste a existência dos rios São Gonçalo do Amarante e rio Curu contribuem para que haja trechos de linha de costa em alta acreção.

Análise Granulométrica dos Sedimentos Coletados dos Pontos de Perfis

A análise granulométrica de sedimentos possibilita a caracterização, classificação e a correlação de sedimentos de locais diferentes por meio de tratamento estatístico (Guilherme, 2015).

Para a análise de sedimentos foram coletadas as amostras no tempo seco e chuvoso, com coletas distribuídas a cerca de 500m de distância, na zona de berma e estirâncio (Lima et al., 2018). Nesse sentido, a caracterização dos sedimentos exerce grande importância em

diversos estudos, principalmente os estudos geológicos e de evolução dos ambientes praias.

Em relação as tabelas, a média e mediana do diâmetro são as principais medidas para classificar a relação com a origem do sedimento e do aporte de material; a curtose mensura a oscilação dos níveis de agudez e detecta uniformidade de grãos – em caso de oscilações acima da média, ou abaixo da média, pondera-se eventos de alta energia; a assimetria está relacionada a distribuição de grãos em grosseiros e finos – quando finos a assimetria é positiva.

As Tabelas dois, três, quatro e cinco mostram o resultado do processamento em laboratório, com a separação dos sedimentos e o percentual respectivo. A composição dos sedimentos coletados em junção com o formato

do perfil de praia, considerando suas variações, foram importantes para identificar o estado da praia, que em alguns perfis varia entre os períodos analisados.

Pontos/2018	Media	Mediana	Curtose	Assimetria	Gr Selecao	Cascalho(%)	Areia(%)	Lama(%)	Silte(%)	Argila(%)
P01B	19.954	21.166	1.126	-0.3133	0.5424	0	100	0	0	0
P01E	11.536	0.9857	10.897	0.3051	0.6715	9.72E-02	99.9	0.003	0	0.003
P02B	2.395	23.392	0.9632	0.2833	0.3183	0	100	0	0	0
P02E	20.571	22.317	18.944	-0.3724	0.7043	0	100	0	0	0
P03B	18.539	18.604	11.512	-0.0057	0.5932	0	100	0	0	0
P04B	18.078	1.925	11.052	-0.3505	0.6052	1.80E-02	99.98	0.002	0	0.002
P04E	21.894	23.482	13.942	-0.3187	0.8609	0	97.87	2.13	0	2.13

Tabela 2 – Resultados das análises estatísticas e da distribuição granulométrica para berma (B) e estirâncio (E) dos perfis 1, 2, 3 e 4 em 2018. Fonte: Elaborado pelos autores.

PONTOS/2018	F&W-MEDIA	F&W-MEDIANA	F&W-GR_SELEC	LARSONNEUR	SHEPPARD
P01B	Areia Média	Areia Fina	Moderadamente selecionado	Areia Litoclástica Fina a muito Fina	Areia
P01E	Areia Média	Areia Grossa	Moderadamente selecionado	Areia Litoclástica Grossa a muito Grossa	Areia
P02B	Areia Fina	Areia Fina	Muito bem selecionado	Areia Litoclástica Fina a muito Fina	Areia
P02E	Areia Fina	Areia Fina	Moderadamente selecionado	Areia Litoclástica Fina a muito Fina	Areia
P03B	Areia Média	Areia Média	Moderadamente selecionado	Areia Litoclástica Média	Areia
P04B	Areia Média	Areia Média	Moderadamente selecionado	Areia Litoclástica Média	Areia
P04E	Areia Fina	Areia Fina	Moderadamente selecionado	Areia Litoclástica Fina a muito Fina	Areia

Tabela 3 – Resultados das análises estatísticas e da distribuição granulométrica para o Berma (B) e Estirâncio (E) dos perfis de 1 a 4 em 2019. Fonte: Elaborado pelos autores.

Pontos/2019	Media	Mediana	Curtose	Assimetria	Gr Selecao	Cascalho(%)	Areia(%)	Lama(%)	Silte(%)	Argila(%)
P01B	17.098	17.166	0.8836	-0.0637	0.5497	0	100	0	0	0
P01E	12.705	12.884	0.808	-0.0936	0.9032	1.609.202.343	98.39	0.001	0	0.001
P02B	16.549	16.031	0.8702	0.0943	0.6063	0	100	0	0	0
P02E	11.161	12.586	0.6977	-0.1955	1.115	2.561.165.536	97.44	0	0	0
P03B	15.616	15.102	0.9542	0.0888	0.5531	0	100	0	0	0
P03E	2.317	2.28	17.206	0.0013	0.4574	0	100	0	0	0
P04B	18.492	19.318	0.9901	-0.1443	0.6581	0	100	0	0	0
P04E	24.724	2.424	12.045	0.0858	0.4861	2.51E-02	99.97	0.004	0	0.004

Tabela 4 – Classificação granulométrica das amostras de Berma (B) e Estirâncio (E) dos perfis de 1 a 4 em 2018. Fonte: Elaborado pelos autores.

Pontos/2019	F&W-Media	F&W-Mediana	F&W-Gr_Selec	Larsonneur	Sheppard
P01B	Areia Média	Areia Média	Moderadamente selecionado	Areia Litoclástica Média	Areia
P01E	Areia Média	Areia Média	Moderadamente selecionado	Areia Litoclástica Média	Areia
P02B	Areia Média	Areia Média	Moderadamente selecionado	Areia Litoclástica Média	Areia
P02E	Areia Média	Areia Média	Pobrememente selecionado	Areia Litoclástica Média	Areia
P03B	Areia Média	Areia Média	Moderadamente selecionado	Areia Litoclástica Média	Areia
P03E	Areia Fina	Areia Fina	Bem selecionado	Areia Litoclástica Fina a muito Fina	Areia
P04B	Areia Média	Areia Média	Moderadamente selecionado	Areia Litoclástica Média	Areia
P04E	Areia Fina	Areia Fina	Bem selecionado	Areia Litoclástica Fina a muito Fina	Areia

Tabela 5 – Classificação granulométrica das amostras de Berma (B) e Estirâncio (E) dos perfis de um a quatro em 2019. Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o ponto um, praia Boca do Poço, não foi observada granulometria predominante e a declividade oscilou em alguns perfis com formação de bancos de areia, indicando tendência ao estágio intermediário. Considerando as tabelas referentes a essa área, foi observado em 2018 que na área de berma havia materiais finos com predomínio de areia; já o estirâncio apresentou tendência de areia grossa, e ambos apresentaram em 2019 assimetria baixa, porém o larsonneur foi classificado como areia litoclástica média.

No ponto de coleta dois, Praia do Farol, foi identificado assimetria positiva para berma de ambos os anos, idem para estirâncio, também positiva. Quanto ao tipo de material houve predominância de areia com pequena proporção de cascalho em 2019, já o larsonneur foi classificado como areia fina a muito fina em 2018, e areia média em 2019, tanto para berma, como para estirâncio. A Praia do Farol também apontou curtose acima da média em 2018, indicando evento de alta energia, curtose abaixo da média indicando estabilidade e recomposição.

Entre as alternâncias das coletas houve intensa mudança no perfil dois, predominando a declividade suave mesmo em período de recomposição dos sedimentos. Quanto ao sedimento no período de perda houve predomínio de areia fina a muito fina, enquanto para o período de recomposição a areia era média, e, apesar dos perfis nesse ponto apresentarem oscilações, pode ser identificada como estágio intermediário em que não há recuo contínuo da linha de costa.

A Praia da Carnaubinha apresentou declividade acentuada em virtude de o tabuleiro borderar essa área. Quanto ao sedimento a classificação das amostras foi média, e na maior parte dos perfis a praia mostrou tendência

intermediária por não apresentar a zona de surfe com largura igual ou maior que 100 metros (Muehe, 2013). Com relação a coleta, a amostra foi identificada com predominância de 100% de areia classificada em média, e em ambas as coletas, apresentando apenas variação para o estirâncio do ano de 2019, que foi classificada em fina ou muito fina.

Para o ponto de coleta quatro, Praia da Barra, foi identificado predominância variando de 97,87% a 100% de areia com curtose alta, para berma e estirâncio em 2018; e baixa apenas para o berma em 2019, indicando a possibilidade de eventos de alta pressão. Quanto a classificação granulométrica para berma em 2018 e 2019, a areia encontrada foi denominada como média, enquanto no estirâncio a classificação foi fina a muito fina.

Ainda no que se refere a Praia da Barra, os perfis apresentaram variação entre declividade abrupta em julho de 2018 e julho de 2019. O sedimento foi identificado como areia média no berma e fina a muito fina no estirâncio. O último campo mostrou estágio dissipativo, entretanto pela variação e formação de bancos a tendência dessa praia é de estágio intermediário com mobilidade sedimentar sem evidência de uma tendência erosiva (Muehe, 2013). De maneira geral, a predominância de sedimentos de menor granulometria pode estar associada a um processo de acumulação ou a recarga por meio de dunas ou bancos de areia, enquanto a presença de areia grossa pode ser associada a recarga fluvial ou processo de erosivo (Souza et al. 2005).

Conclusões

A variação sedimentar é um fenômeno natural que ocorre no decorrer das mudanças sazonais, mas em função de outros fatores o balanço sedimentar pode apresentar predominância negativa. No caso de Paracuru, três praias apresentaram retrogradação, na análise dos anos 2018-2019, indicando processos erosivos em curso, sendo elas: Praia do Farol, Praia de carnaubinha e praia da Barra.

De maneira geral os dados dos perfis mostram que há processo erosivo conforme balanço sedimentar negativo nos trechos 02, 03 e 04 e mudança morfológica em curso, entretanto não foi possível estabelecer a ideia de tendência erosiva, pois em período chuvoso as praias estavam perdendo e em período seco acumulando sedimentos. A análise da variação da linha de costa possibilitou confirmar que as praias do farol (trecho 2) e carnaubinha (trecho 3) destacam-se no cenário costeiro com erosão alta e média.

Em relação aos tipos de sedimentos, no trecho 1 – praia Boca do Poço, a assimetria menor mostra possível recarga da praia pelo transporte eólico proveniente das dunas ou ainda mobilizados pela deriva litorânea. Apesar do balanço sedimentar ter sido levemente positivo neste trecho, a presença de domicílios na faixa de praia torna possível a ocorrência de prejuízos diante de eventos extremos.

Em relação aos trechos analisados, foi possível perceber variação entre tipo areia fina a média de maneira predominante, com grau de seleção variando entre moderadamente selecionado a selecionado, destaca-se ainda que nas praias onde há predominância de material de menor granulometria, não é possível falar em tendência erosiva, mas dadas as condições, três das quatro praias analisadas apresentaram balanço negativo indicando predomínio da erosão.

A análise contínua da dinâmica costeira do Ceará é necessária em estudos detalhados que venham a englobar principalmente a escala municipal, pois é nessa esfera que os estudos poderão contribuir para a tomada de decisões.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Estadual do Ceará (UECE), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico

(FUNCAP) e à SEDUC (Secretaria de Educação do Estado do Ceará) pelos apoios logístico e financeiro, suportes elementares à pesquisa.

Referências

- Amaro, V.E., Araújo, A.B., 2008. Análise Multitemporal da morfodinâmica da região costeira setentrional do Nordeste do Brasil entre os municípios de Grossos e Tibau, Estado do Rio Grande do Norte. *Revista da Gestão Costeira Integrada* [Online] 8, Disponível: https://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-140_Amaro.pdf. Acesso: 20 ago. 2020.
- Araujo, R.S., Sprovieri, F.C., Freitas, D., Klein, A.H.F, 2010. Variação da morfologia praial e identificação de zonas de erosão acentuada (ZEA) na enseada do Itapocorói – SC. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technologie* [Online] 14. Disponível: <<https://siaiap32.univali.br/seer/index.php/bjast/article/view/2252/1599>>. Acesso: 21 jun. 2020.
- Barbosa, G.R., Silva Junior, G.C, 2005. Potenciometria e Fluxo Subterrâneo no Aquífero Aluvionar do Baixo Curso do Rio Macaé, Município de Macaé-RJ. *Anuário do Instituto de Geociências* 28, 102-115.
- Bertrand, G., 2004. Paisagem e geografia física global. *RA'E GA* [Online] 8. Disponível: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3389/2718>. Acesso: 30 maio 2020.
- Bird, E., 2008. Coastal Geomorphology: An introduction. Wiley and sons. Chichester. Disponível: <https://epdf.pub/queue/coastal-geomorphology-an-introduction73456185b3667ccf2cc9b9ddde77346c80836.html>. Acesso: 20 jul. 2020.
- Brindeiro, F.O.S., Morais, J.O., 2019. Dinâmica morfossedimentar da Praia do Balbino - Cascavel/Ceará, Brasil. *Boletim geográfico* 37, 123-137.
- Bonetti, J., Rudorff, F.M., Campos, A.V., Serafim, M.B., 2018. Geoindicator-based assessment of Santa Catarina (Brazil) sandy beaches susceptibility to erosion. *Ocean e Coastal Management* 156, 198-208.

- Borges, A.C. 1977. Topografia Aplicada à Engenharia Civil. São Paulo: Edgard Blucher.
- Ceará. Secretaria Estadual de Turismo. Evolução recente do turismo no Ceará. 2006/2016. Disponível: <https://www.setur.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/59/2016/11/evolucao-turismo-2006-2016-artigo.pdf>. Acesso: 21 maio 2019.
- Dias, I.C.C.M., Rocha-Barreira, C.A., 2011. Comportamento Morfodinâmico da Praia da Taíba, Nordeste do Brasil. Revista da Gestão Costeira Integrada 11, 421-431.
- Farias, E.G.G., Maia, L.P., 2010. Uso de técnicas de geoprocessamento para a análise da evolução da linha de costa em ambientes litorâneos do Estado do Ceará, Brasil. Revista da Gestão Costeira Integrada 10, 521-544.
- FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, 2019. Projeto previsão de curto prazo de vento e energia eólica no estado do Ceará.
- Gois, L.A., Oliveira, N.M.G.A, Manso, V.A.V., 2013. Processos erosivos costeiros da praia de Boa Viagem. Mercator. 12, 111-133.
- Guilherme, P.D.B., Borzone, C.A., Bueno, M.L., Lamour, M.R., 2015. Análise granulométrica de sedimentos de praias arenosas através de imagens digitais. Descrição de um protocolo de mensuração de partículas no software. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology 19, 23-32.
- Hernandez, J.O., Santana, J.R.H, Cruz, E.E. Guanche, C.D., Linares, A.P.M., 2016. Morfodinâmica costeira en la playa Bailén, costa sur del occidente de Cuba, entre los años 2003-2013. Investigaciones Geográficas 1, 56-69.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011. Censo Demográfico, Características da população e dos domicílios: resultados do universo.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, 2017. Indicadores Econômicos do Ceará.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, 2012. Perfil Básico Municipal.
- Leal, K.B., Bonetti, J., Pereira, P.S., 2020. Influência da orientação de praia na retração da linha de costa induzida por marés de tempestade: Armação e Canasvieiras, Ilha de Santa Catarina–SC. Revista Brasileira de Geografia Física 13, 1730-1753.
- Lima, P.F.T.T., Gregório, M.N., Barreto, E.P., Silva, C.F.A., Manso, V.A.V., Carneiro, M.C. S.M., Silva, D.L., 2018. Estudos Sedimentológicos das praias dos municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes – Pernambuco. Revista Brasileira de Geografia Física 11, 2287-2314.
- Maciel, A.B.C., Silva, R.V.M., Lima, Z.M.C., 2016. Processo erosivo e gestão costeira: Estudo de Caso da Praia de Ponta Negra, Natal/RN. Okara: Geografia em debate 10, 345-361.
- Martins, K.A., Pereira, P.S., Lino, A.P., Gonçalves, R.M., 2016. Determinação da erosão costeira no estado de Pernambuco através de geoindicadores. Revista Brasileira de Geomorfologia 17, 533-546.
- Morais, J.O., Freire, G.S.S, Pinheiro, L.S., Souza, M.J.N., Carvalho, A.M., Pessoa, P.R., Oliveira, S.H.M., 2006. Erosão e progradação no Ceará. In: Muehe, D. (org.). Erosão e progradação no litoral brasileiro. Brasília: MMA.
- Muehe, D., 2018. Erosão e progradação do litoral brasileiro. Brasília: MMA.
- Muehe, D. Erosão costeira, mudança do clima e vulnerabilidade. 2013. In: Guerra, A.J.T; Jorge, M. C.O. (Org.). Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas. São Paulo: Oficina de Textos.
- Muehe, D., 2005. Aspectos Gerais da Erosão Costeira no Brasil. Mercator 4, 97-110.
- Pereira, A.Q., 2015. Urbanização-metropolização e vilegiatura no litoral Nordeste brasileiro. Mercator 14, 107-121.
- Rocha, C.S. 2020. Análise socioambiental como subsídio à gestão integrada da zona costeira em

- Paracuru-ce. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2020. Disponível: <http://www.uece.br/mag/dmdocuments/cristiana_silva_rocha.pdf>. Acesso: 18 maio 2020.
- Santos, A.L.S., Amaro, V.E., Santos, M.S.T., 2015. Avaliação de metodologia de aquisição de dados para representação de feições morfológicas de praias arenosas através de modelo digital de elevação. *Mercator* 14, 137-155.
- Short, A.D.B. 1999. *Handbook of beach and shoreface morphodynamics*. John Wiley and Sons.
- Silva, M.T., Lopes, D.N., Rebouças, I.S., Freires, E.V., Neto, C.A.S., Duarte, C.R., Souto, M.V.S., 2019. Variação da linha de costa no litoral cearense (1984-2018). *Revista Brasileira de Geografia Física* 12, 2551-2579.
- Silva, G.E.B., 2019. Elaboração de mapa potenciométrico para análise do aquífero costeiro do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, porção sul da bacia de Campos, Rio de Janeiro/ Gabriel Eloy Botelho da Silva - Rio de Janeiro: UFRJ/IGeo.
- Sousa, A.M.V., Bezerra, A.C.V., Lyra, T.M., Albuquerque, M.S.V., 2017. Problemas e conflitos socioambientais no litoral do Município de Goiana, Pernambuco. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 10, 1934-1947.
- Souza, C.R.G., Souza Filho, P.W.M., Esteves, S.L., Vital, H., Dillenburg, S.R., Patchineelam, S.M, Addad, J.E. 2005. Praias Arenosas e Erosão Costeira. In: Souza, C.R. de G., Suguio, K., Oliveira, A.M.M.S., Oliveira, A.M. (eds.), *Quaternário do Brasil*, Ribeirão Preto: Holos, p. 130-152.
- Souza, C.R.G. 2009. A Erosão Costeira e os Desafios da Gestão Costeira no Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada* 1, 17-37.
- Sousa, P.H.G.O., Carvalho, D.A.P., Pinheiro, L. S., 2008. A Costa de Paracuru: turismo, ocupação e perfil do usuário. *Revista da Gestão Costeira Integrada* 8, 247-258.
- Surguio, K, 1980. *Rochas sedimentares: propriedades, gênese, importância econômica*. São Paulo: Edgard Blucher.
- USACE. 1995. *Beach Morphology Analysis Package*. Coastal Engineering Technical Notes (CETN II-34), U.S. Vicksburg: Army Engineer Research and Development Center, Coastal and Hydraulics Laboratory.
- Vargas, T., Gomes, M.G., Belladonna, R., Adami, M.V.D., 2018. Aplicação do Interpolador IDW para Elaboração de Mapas Hidrogeológicos Paramétricos na Região da Serra Gaúcha. *Scientia cum industria*. 6, 38 - 43.
- Vasconcelos, F.P., 2005. *Gestão Integrada da Zona Costeira: ocupação antrópica desordenada, erosão, assoreamento e poluição ambiental do litoral*. Fortaleza: Premius.