



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

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



Caracterização Sedimentológica da Praia de Morro Branco, Litoral Leste Cearense: Uma Análise Espaço-temporal

Isaias Farias da Câmara ¹, Rhaiane Rodrigues da Silva² e Eduardo Lacerda Barros ^{2, 3}

¹ Mestrando em Oceanografia pela Universidade Federal de Pernambuco (PPGO/UFPE) e Oceanógrafo pela Universidade Federal do Ceará (UFC), isaiasdacamara10@gmail.com. ² Doutor(a) pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais pela Universidade Federal do Ceará (PPGCMT/UFC), rhaianerodrigues09@gmail.com. ³ Bolsista de Inovação Tecnológica (BIT/FUNCAP), Secretaria do Meio Ambiente (SEMA/CE), eduardo.lgco@gmail.com.

Artigo recebido em 10/04/2021 e aceito em 17/11/2021

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar e caracterizar a distribuição espaço-temporal dos parâmetros estatísticos dos sedimentos superficiais da Praia de Morro Branco, no litoral leste cearense, com ênfase nos seguintes parâmetros: Diâmetro médio, grau de selecionamento, curtose e assimetria. Para isso, a metodologia utilizada foi a de Suguio (1973), tendo como base a escala de Wentworth (1922) e os parâmetros descritos por Folk e Ward (1957). Os softwares utilizados foram o Sistema de Análise Granulométrica (SAG) para o tratamento dos parâmetros estatísticos; o *SigmaPlot* para gerar os gráficos de dispersão e correlação; e o *Surfer* para a interpolação dos dados. Os sedimentos que compõem a Praia de Morro Branco são predominantemente classificados entre areia média e fina, com o grau de selecionamento moderado. Quanto a curtose, houve a presença majoritária de sedimentos leptocúrticos e mesocúrticos, tendo os valores de assimetria classificados por aproximadamente simétricos. Houveram diferenças espaciais entre os setores leste, central e oeste; e temporal, baseada na influência dos processos costeiros e feições costeiras (dunas, falésias e plataforma de abrasão) sobre o ambiente praiial. Os dados oriundos deste trabalho podem servir de subsídios para a gestão costeira e ambiental e apontam a necessidade da preservação das feições costeiras.

Palavras-chave: Diâmetro médio; grau de selecionamento; curtose e assimetria.

Sedimentological Characterization of the Morro Branco Beach, East Coast of Ceará: A Spatio-temporal Analysis

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate and characterize the spatio-temporal distribution of the statistical parameters of the superficial sediments of the Morro Branco Beach in the east coast of Ceará State, with emphasis on the following parameters: Mean size, sorting, kurtosis and skewness. This paper aims to evaluate and characterize the spatiotemporal distribution of the statistical parameters of the superficial sediments of the Morro Branco Beach in the east coast of Ceará State, with emphasis on the following parameters: Mean size, sorting, kurtosis and skewness. For this, the methodology used was that of Suguio (1973), based on the Wentworth scale (1922) and the parameters described by Folk and Ward (1957). The software used was the Granulometric Analysis System (GAS) for the treatment of statistical parameters; SigmaPlot to generate the scatter and correlation graphs; and Surfer for data interpolation. The sediments present at Morro Branco Beach are predominantly classified as medium and fine sand, with a moderate sorting. As for kurtosis, there was a major presence of leptocurtic and mesocurtic sediments, with the values of skewness being classified by approximately symmetrical. There were spatial differences between the eastern, central and western sectors; and temporal, based on the influence of coastal processes and coastal features (dunes, cliffs and abrasion platform) on the beach environment. The data from this work can use as subsidies for coastal and environmental management and point to the need to preserve coastal features.

Keywords: Mean size; sorting; kurtosis and skewness

Introdução

A zona costeira (ZC) é o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus

recursos renováveis ou não, abrangendo tanto a faixa submersa (a marítima) e emersa (a continental) (Brasil, 1988). Ela está sujeita à constantes alterações de cunho econômico,

3788

ambiental, social e cultural, como: o rápido crescimento populacional desordenado e a expansão econômica desenfreada, incluindo as bacias de drenagem dentro de seus limites; mudanças climáticas a níveis globais e construções de obras costeiras inadequadas (Muehe, 2005; Moraes et al., 2008; Bird, 2008; Souza, 2009; Souza e Luna, 2010; Paula et al., 2013; Paula et al., 2015; Maia e Pinheiro, 2016; Moreira et al., 2020; Barros et al., 2020). Dentro desses limites estão as praias arenosas que são definidas como feições deposicionais, normalmente constituídas por sedimentos desagregados, variando desde seixos até sedimentos lamosos (Muehe, 2003; Bird, 2008). São regiões dinâmicas, cujas características morfológicas refletem o agente modificador predominante, as ondas e marés, tendo influência da composição sedimentar (Silva et al., 2004; Leal et al., 2020).

Compreender a dinâmica e a evolução da ZC, dessa forma, configura-se como um subsídio importante para o planejamento socioambiental e racional do espaço e dos recursos ambientais, em especial quando se trata de praias arenosas, devido às suas constantes alterações morfológicas. Dentre as ferramentas, tem-se o estudo da sedimentologia, por meio do entendimento das características texturais dos sedimentos. Elas são um conjunto de estatísticas descritivas, associadas a tendências centrais (mediana, média e desvio-padrão) ou caudais (assimetria e curtose) (Suguio, 1973; Ponçano, 1986). Dora et al., (2016) destacam, por exemplo, que tais conceitos estão relacionados com a morfologia da praia e com as condições hidrodinâmicas locais. Além disso, são controlados por feições costeiras associadas e atividades antropogênicas.

Diversos autores trataram sobre essa temática ao longo do último século, tendo como destaque em âmbito internacional alguns trabalhos de referência (Folk e Ward, 1957; Mason e Folk, 1958; Friedman, 1961, 1967, 1979 e Duane, 1964). No Brasil (Martins, 1965; Suguio, 1973 e Ponçano, 1986) e alguns mais recentes (Cunha et al., 2017; Paula e Farrapeira Neto, 2017; Lima et al., 2018; Motta et al., 2018; Oliveira et al., 2018).

Estudos sedimentológicos fornecem subsídios importantes ao planejamento e manejo destas áreas (Figueiredo e Calliari, 2006; Quinamo, 2013; Jesus e Andrade, 2013; Jesus et al., 2014). E, quando associados a um conjunto de dados técnicos e decisões governamentais coerentes se mostram como uma importante ferramenta para tomada de decisões (Longarete, Dalingaus e Abreu, 2016).

Diante disso, este trabalho tem como objetivo avaliar e caracterizar a distribuição espacial e temporal dos parâmetros estatísticos dos sedimentos superficiais na Praia de Morro Branco, litoral leste do Estado do Ceará, tendo como ênfase o diâmetro médio, o grau de seleção, a curtose e a assimetria. Nesse sentido, a hipótese é de que os parâmetros estatísticos sedimentares supracitados são controlados pelas condições hidrodinâmicas locais, pela presença de feições costeiras geológicas (dunas) e geomorfológicas (falésias e plataformas e abrasão) e por atividades de cunho antropogênico.

Área de estudo

O estado do Ceará está localizado no nordeste setentrional brasileiro, tendo os estados de Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco como limítrofes. Detêm 573 km de linha de costa (Ceará, 2004), moldadas por feições geomorfológicas costeiras, como falésias, dunas, lagoas costeiras, lagunas e manguezais. A área de estudo está localizada no Setor I – Costa Leste do Estado do Ceará (Ceará, 2004), distante aproximadamente 90 km de Fortaleza, no município de Beberibe. A principal conexão entre os municípios se dá pela CE-040, que interliga a capital cearense ao município de Aracati (Figura 1). A Praia de Morro Branco é conhecida por seus campos dunares localizadas a retaguarda de falésias pertencentes ao Monumento Natural das Falésias de Beberibe (MONA das Falésias de Beberibe), criada pelo pelo Decreto Estadual nº 27.461 de 04/06/2004 com 31, 29 hectares (Figura 1).

Paisagens naturais, associadas a infraestrutura rodoviária e turísticas adequadas tornaram o município de Beberibe um dos mais visitados do estado, tendo a Praia de Morro Branco como seu principal cartão postal. Em 2016, por exemplo, o município deteve aproximadamente 11% da demanda turística, representando o quarto município mais visitado do estado com aproximadamente 243 mil visitantes (Setur/CE, 2017). De acordo com o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), o município apresentou no mesmo período aproximadamente ¼ de seus empregos formais no âmbito dos serviços e comércios, atrás apenas da administração pública municipal (Ipece, 2017). Esse cenário indica a forte carga econômica que a atividade turística exerce na região, somada ainda aos empregos não-formais, como ambulantes e bugueiros, não contabilizados nos valores acima. A Praia de Morro Branco encontra-se dentro da rota

turística local, compreendendo também as praias das Fontes, do Diogo e Uruaú.

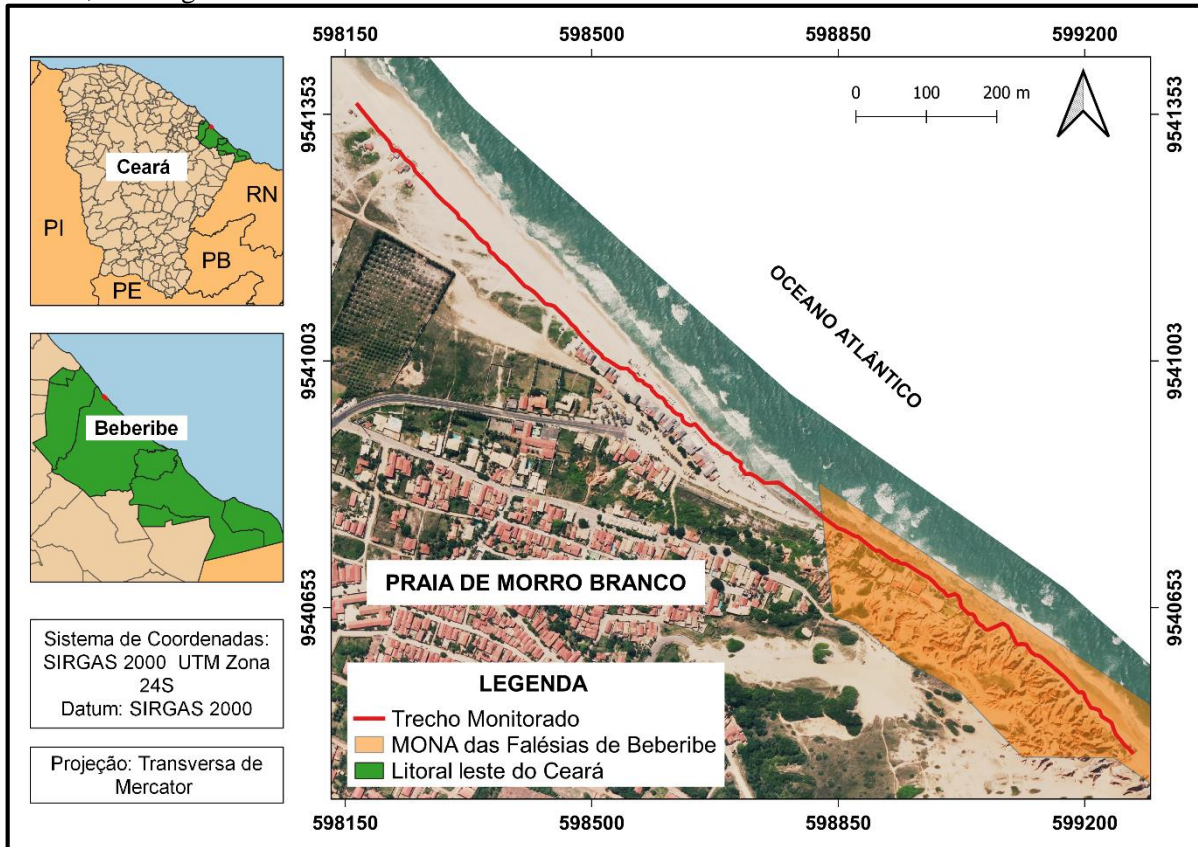


Figura 1. Mapa de localização da Praia de Morro Branco, município de Beberibe, litoral leste do Estado do Ceará.

O clima da região é caracterizado como tropical semiárido brando (Ipece, 2017) tendo dois períodos bem definidos no ano, um seco e longo e outro úmido, curto e irregular (Morais et al., 2006; Morais et al., 2018). A média pluviométrica é de 1149 mm, determinada entre os anos de 1982 e 2019, de acordo com a estação pluviométrica localizada no município de Beberibe, pertencente a Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME). A distribuição durante o ano é irregular, tendo os meses de fevereiro, março, abril e maio como os mais chuvosos, sendo condicionada pela migração da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (Paula et al., 2013; Pinheiro et al., 2016). As chuvas são responsáveis pela retirada e transporte de sedimentos das falésias para a praia (Meireles, 2014).

A temperatura média anual varia entre 26° e 28° graus com máximos em novembro e mínimos em fevereiro (Barroso, 2010). O regime de ventos é bem definido. A velocidade média dos ventos varia entre 2,5 e 4,5 m/s, atingindo os maiores valores nos meses de agosto e setembro e os mínimos em março e abril, predominantemente na direção entre SE e E (Maia, 1998).

A região está submetida ao regime de mesomares (2-4 metros) na classificação proposta por Silva et al., (2004), tendo como periodicidade duas baixa-mares e duas preamares por dia, classificada como semidiurnas. As ondas apresentam uma forte componente E, tendo variação das direções entre os quadrantes E, E-NE e E-SE mantendo uma relação com as direções predominantes dos ventos (Morais et al., 2006; Pinheiro et al., 2016). Ondas mais energéticas são capazes de remobilizar sedimentos e transportá-los da face praial para a antepraia ou ao contrário. Em relação aos eventos de alta energia, Paula et al., (2015) destacam que estes podem acontecer durante todo o ano, tendo diferenciação na atuação das forçantes; entre os meses de dezembro e maio, por exemplo, quando ocorre o empilhamento da água junto a costa, pode ocorrer também a associação de ondas de longa período em consonância com marés de sizígia, potencializando o efeito destas sobre o patrimônio edificado. No caso de Morro Branco, ocorre a abrasão marinha na base das falésias e, por conseguinte, a remobilização sedimentar para a face praial.

Pode ocorrer, além disso, a geração e intensificação de correntes paralelas à costa.

Segundo Silva et al., (2004), estas são importantes na distribuição de sedimentos entre os dois subambientes. A corrente de deriva litorânea apresenta direção preferencial de E-W na região (Moura-Fé e Pinheiro, 2006). Ela pode ser, inclusive, a única fonte de sedimentos de uma determina área.

Metodologia

Foram analisadas 44 amostras sedimentares da praia de Morro Branco, coletadas em 5 perfis morfológicos (P1, P2, P3, P4 e P5)

perpendiculares à praia, com amostragens superficiais realizadas na região da pós praia, estirâncio e antepraia, devidamente separados por setores (Figura 2). O trecho monitorado possui uma extensão aproximada de 1,5 km. Os perfis 1 e 2 correspondem ao setor leste; o perfil 3 ao setor central; e os perfis 4 e 5, ao setor oeste (Figura 2 e Tabela 1). As coletas foram realizadas em 2019 nos meses de março, maio (período chuvoso) e setembro (período seco), respeitando os critérios da sazonalidade para a área de estudo (Morais et al., 2006).

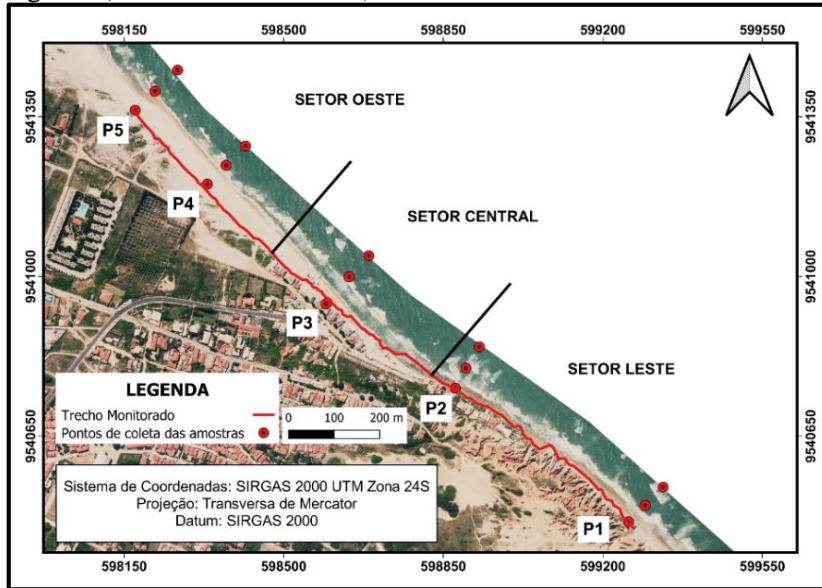


Figura 2. Subdivisão do trecho monitorado em setor leste (P1 e P2), setor central (P3) e setor oeste (P4 e P5). Encontram-se, ainda, espacialmente definidos os pontos de coletas das amostras dentro dos limites de cada setor.

Tabela 1. Caracterização e localização dos perfis de coleta das amostras sedimentares.

Setor	Perfis	Subambiente praial	Coordenadas		Caracterização do perfil
			X	Y	
Leste	P1	Pós-praia	599256.9	9540460.8	Falésias ativas pertencentes ao MONA das Falésias de Beberibe. Voçorocas e trilhas de acesso à Unidade de Conservação.
		Estirâncio	599293.4	9540496.8	
		Antepraia	599332.5	9540537.0	
	P2	Pós-praia	598876.4	9540752.7	Estruturas edificadas localizadas na região de pós praia. Plataforma de abrasão paralela ao perfil.
		Estirâncio	598899.7	9540797.5	
Antepraia		598929.7	9540843.8		
Central	P3	Pós-praia	598593.2	9540937.4	Barracas de praia feitas de palafita na pós praia e estruturas móveis ramificadas no estirâncio. Mudança da orientação e fixação da linha de costa.
		Estirâncio	598643.8	9540996.9	
		Antepraia	598686.8	9541042.9	
Oeste	P4	Pós-praia	598332.2	9541199.3	Presença de dunas frontais na pós praia. Ausência de ocupação.
		Estirâncio	598373.9	954124.4	
		Antepraia	598415.6	9541284.3	
	P5	Pós-praia	598174.5	9541361.3	Presença de dunas frontais na pós praia. Ocupação incipiente.
		Estirâncio	598218.0	9541403.0	
		Antepraia	598267.1	9541448.7	

A metodologia utilizada para o estudo foi a de Suguio (1973), levando em consideração a escala de Wentworth (1922). Os resultados brutos, em gramas, foram introduzidos no software denominado de Sistema de Análise Granulométrica (SAG), desenvolvido pela Universidade Federal Fluminense (UFF) que utiliza os parâmetros propostos por Folk e Ward (1957) para a caracterização dos parâmetros estatísticos sedimentares (diâmetro médio do grão, desvio padrão, curtose e assimetria).

Os resultados gerados foram tabelados e armazenados no software Excel. Diagramas de dispersão foram feitos no *software SigmaPlot* versão 12.0. Segundo Martins (2003), gráficos de dispersão com médias, desvio padrão e assimetria são ferramentas úteis na distinção entre os ambientes de sedimentação (rios, praias e dunas). Friedman (1967) acrescenta que estes gráficos permitem uma comparação quantitativa dos vários parâmetros e, dessa forma, são mais eficazes do que curvas individuais para mostrar a extensão da diferenciação entre eles.

Para a elaboração do mapa de distribuição do diâmetro médio do grão foi utilizada o método de interpolação da krigagem a partir do software *Surfer*. Esse método é bastante utilizado na ciência

do solo e geologia, uma vez que o universo amostral não é homogêneo no espaço (Oliveira et al, 2018).

Resultados e discussão

O diâmetro médio dos grãos (ϕ) variou entre -0.435 e 3.238, sendo 50% de areia média, 43% de areia fina, 5% como areia muito fina e 2% como areia muito grossa. O grau de selecionamento variou entre 0.328 e 1.243 e uma média de 0.5325, sendo majoritariamente compreendido por amostras moderadamente selecionadas (53%), seguidas de sedimentos bem selecionados (31%). 7% foram de sedimentos muito bem selecionados e 9% de sedimentos pobremente selecionados. A curtose, por sua vez, variou entre 0.796 e 1.397, com média de 1.04. As amostras foram classificadas leptocúrticas (45%), mesocúrticas (41%) e platicúrticas (14%). A assimetria, por fim, apresentou-se da seguinte forma: entre -0.492 e 0.214 com média de -0.052. Os valores aproximadamente simétricos foram mais abundantes (52%), seguidos por assimetria negativa (27%), assimetria muito negativa (14%) e assimetria positiva (7%) (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros estatísticos granulométricos para a Praia de Morro Branco, leste cearense. Os valores estão representados em phi.

* Não foi realizada a coleta na pós-praia.

		AMOSTRAS	MEDIANA	MÉDIA	SELEÇÃO	ASSIMETRIA	CURTOSE
MARÇO DE 2019	Setor leste	P1 (PP)	1,759	1,754	0,471	-0,022	0,796
		P1 (EST)	3,242	3,214	0,486	-0,141	0,824
		P1 (ANT)	2,304	2,318	1,036	-0,038	0,895
		P2 (PP)	1,756	1,733	0,607	-0,041	0,865
		P2 (EST)	2,326	2,194	0,783	-0,347	1,379
		P2 (ANT)	2,842	2,482	0,973	-0,492	1,304
	Setor Central	P3 (PP)	1,24	1,256	0,47	0,096	1,152
		P3 (EST)	-0,596	-0,435	1,243	0,214	1,102
		P3 (ANT)	2,941	2,988	0,493	0,086	0,932
	Setor oeste	P4 (PP)	1,818	1,829	0,561	0,083	0,961
		P4 (EST)	2,429	2,338	0,647	-0,167	1,02
		P4 (ANT)	2,941	2,988	0,493	0,086	0,932
P5 (PP)		1,989	1,845	0,598	-0,286	0,94	
P5 (EST)		2,351	2,346	0,502	-0,07	1,282	
		P5 (ANT)	2,721	2,681	0,575	-0,17	1,17
MAIO DE 2019	Setor leste	P1 (PP)*	-	-	-	-	-
		P1 (EST)	1,7	1,672	0,562	-0,066	0,944
		P1 (ANT)	2,479	2,403	0,593	-0,162	1,259
		P2 (PP)	1,404	1,371	0,459	-0,073	0,892

AGOSTO DE 2019	Setor central	P2 (EST)	2,321	2,326	0,534	0,113	1,397
		P2 (ANT)	2,837	2,854	0,637	-0,096	1,195
		P3 (PP)	1,206	1,238	0,617	0,039	0,926
		P3 (EST)	1,347	1,11	0,956	-0,354	0,902
		P3 (ANT)	2,812	2,824	0,794	-0,149	0,949
	Setor oeste	P4 (PP)	2,021	1,997	0,458	-0,063	1,061
		P4 (EST)	1,802	1,84	0,348	0,059	1,144
		P4 (ANT)	2,901	2,579	1,076	-0,388	0,83
		P5 (PP)	1,896	1,921	0,425	0,056	1,085
		P5 (EST)	2,222	2,214	0,387	0,006	1,121
	Setor leste	P5 (ANT)	3,288	3,238	0,483	-0,299	1,19
		P1 (PP)	2,327	2,344	0,523	0,064	1,021
		P1 (EST)	2,176	2,09	0,531	-0,249	1,237
		P1 (ANT)	2,561	2,423	0,644	-0,346	1,485
		P2 (PP)	1,736	1,73	0,444	-0,014	0,876
	Setor central	P2 (EST)	2,272	2,301	0,328	0,061	1,385
		P2 (ANT)	2,282	2,201	0,594	-0,205	1,157
		P3 (PP)	1,606	1,592	0,412	-0,016	0,971
		P3 (EST)	1,28	1,276	0,528	-0,022	1,045
		P3 (ANT)	1,781	1,664	0,725	-0,255	1,086
Setor oeste	P4 (PP)	2,148	2,104	0,381	-0,041	1,034	
	P4 (EST)	1,051	1,073	0,653	0,021	1,142	
	P4 (ANT)	1,911	1,835	0,536	-0,174	0,957	
	P5 (PP)	1,727	1,73	0,487	0,003	0,898	
	P5 (EST)	1,549	1,607	0,441	0,21	0,838	
		P5 (ANT)	2,186	2,118	0,513	-0,2	1,11

Diâmetro Médio

De acordo com Dias (2004) o diâmetro médio é o parâmetro estatístico sedimentar mais importante, sendo definido como a fração dominante de uma amostra (Suguio, 1973). Os sedimentos coletados na área de estudo variaram entre areia muito fina e areia média, majoritariamente dominada por areia média. Essa variação aconteceu espacialmente e temporalmente. Os sedimentos de praia, geralmente, são classificados entre areia muito fina a média (Martins, 2003).

A distribuição sedimentar apresentou-se de forma típica para praias arenosas da região com um ϕ médio para o mês de março de 2,338 ϕ , 1,84 ϕ para maio e 1,73 ϕ para agosto, evidenciando um aumento temporal do diâmetro médio do grão para a região (Figuras 3 e 5), evidenciando o aumento da energia das ondas no segundo semestre do ano (Maia, 1998; Morais et al., 2006). Em relação aos subambientes, houve um aumento do diâmetro médio dos sedimentos da antepraia em direção a pós praia (menores valores de ϕ) (Figuras 3 e 5,

Tabela 2). A região do estirâncio é regida por processos aquosos, tendo pouca ou nenhuma atuação de processos eólicos, com exceção das baixa-mares e, excepcionalmente, em marés de sizígia onde o estirâncio encontra-se totalmente exposto.

O setor leste apresentou um diâmetro médio dos grãos (ϕ) que variou entre 1.37 e 3.214, com média de 2.301. A areia fina foi predominante (59%), areia média (35%) e areia muito fina (6%). Normalmente a região leste, está diretamente relacionada com a ação erosiva marinha sobre as falésias, que ao realizar o processo de abrasão, disponibilizam sedimentos para a face de praia, (Morais, Souza e Coutinho, 1975; Pinheiro et al., 2009) (Figura 4). Segundo Silva et al., (2020), a voçoroca adjacente ao perfil 1 (setor leste), a maior do Ceará descrita na literatura, possui uma área de 10,5 km², sendo 886.953 m³ de sedimentos removidos e disponibilizadas para o ambiental praias.

Os sedimentos são, então, retrabalhados pelas ações das ondas e incorporadas na corrente de deriva litorânea que abastece regiões adjacentes a oeste, o que é visivelmente notado pela coloração do substrato praial (Figura 4a). Esses processos erosivos, preferencialmente sobre a base das falésias, se dão na forma de solapamentos e

consequentes desagregações de blocos (Figura 4b e 4c). Segundo Amaral et al., (2020), dentre os agentes erosivos atuantes na região, o solapamento ocasionado pela abrasão marinha sobre as falésias é o principal, em especial quando ocorrem ressacas do mar.

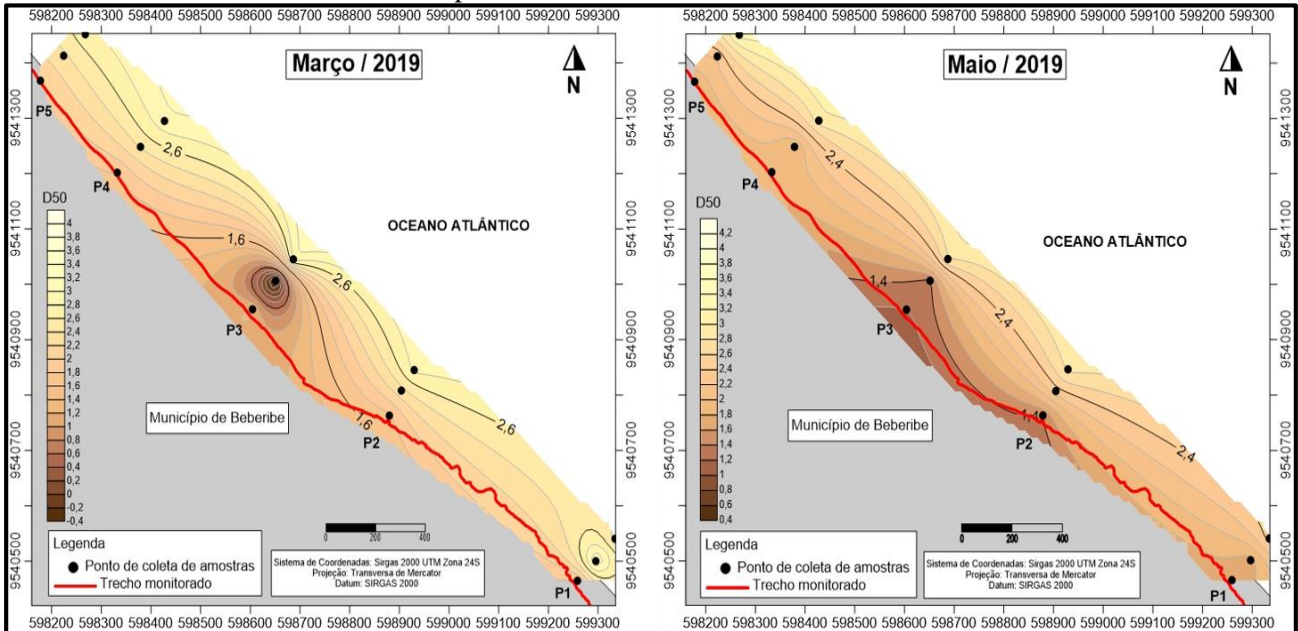


Figura 3. Distribuição do diâmetro médio do grão nos meses de março e maio de 2019, no trecho monitorado da Praia de Morro Branco, Beberibe.

Como aferido por Ferreira (2015), o Grupo Barreiras na região de Morro Branco, assim como nas praias de Cabimbinha e do Madeiro (RN), assume o papel de área fonte de sedimentos para a região. Todavia, no mês de agosto, aproximadamente 83% das amostras foram areia fina, 35% de areia média e 6% de areia muito fina. Pinheiro et al., (2009) classificou este trecho, tendo como referencial a classificação morfodinâmica proposta por Wright e Short (1984), como um estágio intermediário com a presença de bancos submersos. No segundo semestre, quando esses bancos estão presentes, originam-se condições ideais para o assentamento de partículas de menor diâmetro, devido ao processo de dissipação da energia das ondas quando passam sobre essas feições, como ressalta Paula (2017). Nesse sentido, ocorreu uma gradação lateral da distribuição do diâmetro médio do grão em agosto, com valores relativos menores a leste, aumentando em direção a oeste (Figura 5). Abuodha (2003) atribuiu que, à medida que os sedimentos se afastam da área fonte, eles são retrabalhados, o que justifica a gradação lateral.

Em Morro Branco, por sua vez, esse processo acontece de forma diferenciada, pois os sedimentos de maior diâmetro estão mais afastados da origem, diferentemente do que foi descrito por Abuodha (2003). Assim, sugere-se que a presença de feições submersas no setor leste favorece a sedimentação de partículas de menor diâmetro, além de diminuir o alcance, e consequentemente o potencial energético das ondas sobre a base das falésias, resultando em um déficit de sedimentos para a face praial, somado a escassez de chuvas que pode contribuir para o não carreamento de sedimentos em direção a face praial. Nessa linha, o setor central seria largamente atingido por ondas energéticas difratadas na plataforma de abrasão (Figura 6a), principalmente no segundo semestre quando esta feição se encontra mais exposta e as ondas são mais energéticas (Maia, 1998; Moraes et al., 2006), intensificando assim, a atuação da corrente de deriva litorânea (E-W), distribuindo partículas até o setor adjacente, o setor oeste. Em adição a isso, Oliveira et al., (2018) acrescentam que a direção predominante da corrente de deriva litorânea pode causar estas diferenças.

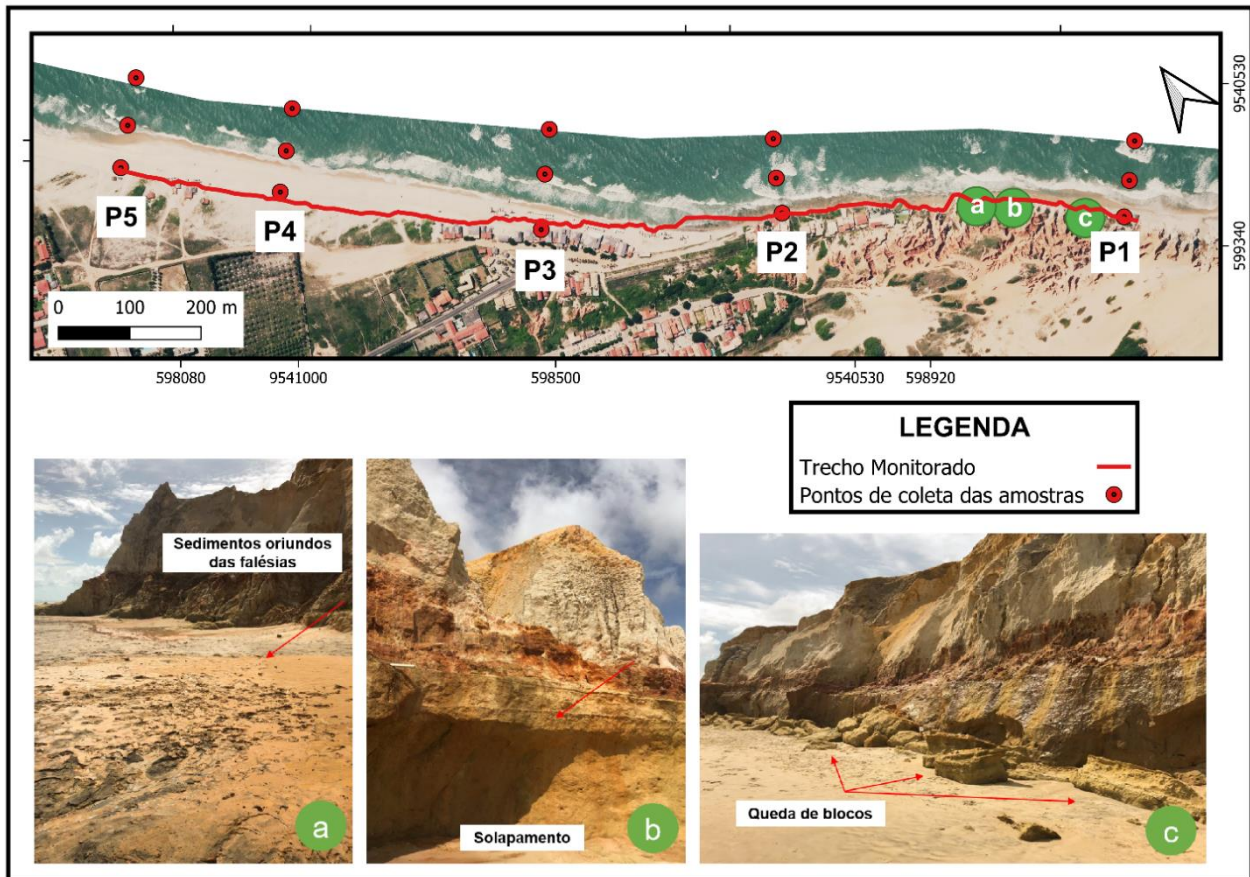


Figura 4. Influência de falésias ativas no ambiente praial, sobretudo no setor leste, onde os processos marinhos e aéreos são responsáveis pela erosão destas feições. 4a) Coloração avermelhada de sedimentos oriundos das falésias sobre a pós praia e estirâncio. 4b) Erosão marinha na base das falésias causam solapamentos e 4c) contínua abrasão das ondas na base das falésias culminam no desagregamento de blocos e, por conseguinte, na queda desses.

Vale ressaltar ainda que a plataforma de abrasão presente pode ser uma armadilha de sedimentos, bem como, fornecedora, ao passo que o ataque das ondas sobre ela pode contribuir no desagregamento de partículas, disponibilizando-as ao meio. Nesse sentido, a explicação pode ser complementada por Ponçano (1986), onde este afirma que as descontinuidades dos processos erosivos atuantes em uma dada região podem interferir no tamanho do diâmetro médio do grão a partir de uma área-fonte, bem como, a declividade da praia (Dora et al., 2016; Carvalho et al., 2021).

O setor central, deteve o tamanho médio dos grãos (ϕ) que variou entre -0.435 e 2.988 com média de 1.276 (Tabela 2). A areia média predominou nas amostragens (78%), seguidas por areia fina (11%) e areia muito grossa (11%). Este setor foi o único a apresentar a classe de areia muito grossa das amostras analisadas, localizado no estirâncio no mês de maio (Figura 6b). Paula e Ferrapeira Neto (2017) verificaram que na Praia do Icaraí, CE, a maior variabilidade textural detectada no estirâncio ocorreu em regiões mais antropizadas

da praia. Em concordância, o setor central apresentou a maior trecho de antropização: barracas de praia no estirâncio e pós praia, além de construções de estruturas artificiais para fixação da linha de costa. Leal et al., (2020) destacam que edificações sobre estes trechos impedem a mobilidade sedimentar, convergindo para uma instabilidade do trecho devido a eliminação de uma fonte sedimentar.

Geralmente, a ocorrência da deposição de sedimentos de maior granulação na região de estirâncio são devido a estas regiões apresentarem uma maior remobilização dos sedimentos finos, devido à quebra de ondas (Longarete, Dalingahus e Abreu, 2016), assim como acontece nas praias de Cardoso e da Lagoa, no litoral de Santa Catarina discutidos pelos autores supracitados. Por outro lado, Lima et al., (2018) encontraram a predominância de sedimentos classificados como areia fina nos estirâncios das praias do Pina, Boa Viagem e trecho de Jaboatão dos Guararapes no Estado de Pernambuco, indicando pouca variação de energia. Segundo Quinamo (2013),

especificamente para estas regiões, isso se deu devido a presença de *beachrocks* que dissipam a energia das ondas, tornando os locais necessariamente a retaguarda destas estruturas propícios para a sedimentação de particulares menores.

No setor oeste, o tamanho médio dos grãos (ϕ) variou entre 1.073 e 3.238 com média de 2.051. Foi predominante a areia média em 1/2 das amostras,

44% de areia fina e 6% de areia muito fina. A existência de partículas mais finas em declives suaves ou quase suaves (ex: setor oeste de Morro Branco) e partículas mais grossas em declives mais íngremes (ex: setor central de Morro Branco) corrobora para uma relação entre a variação do tamanho do grão e a morfologia praial (Dora et al., 2016).

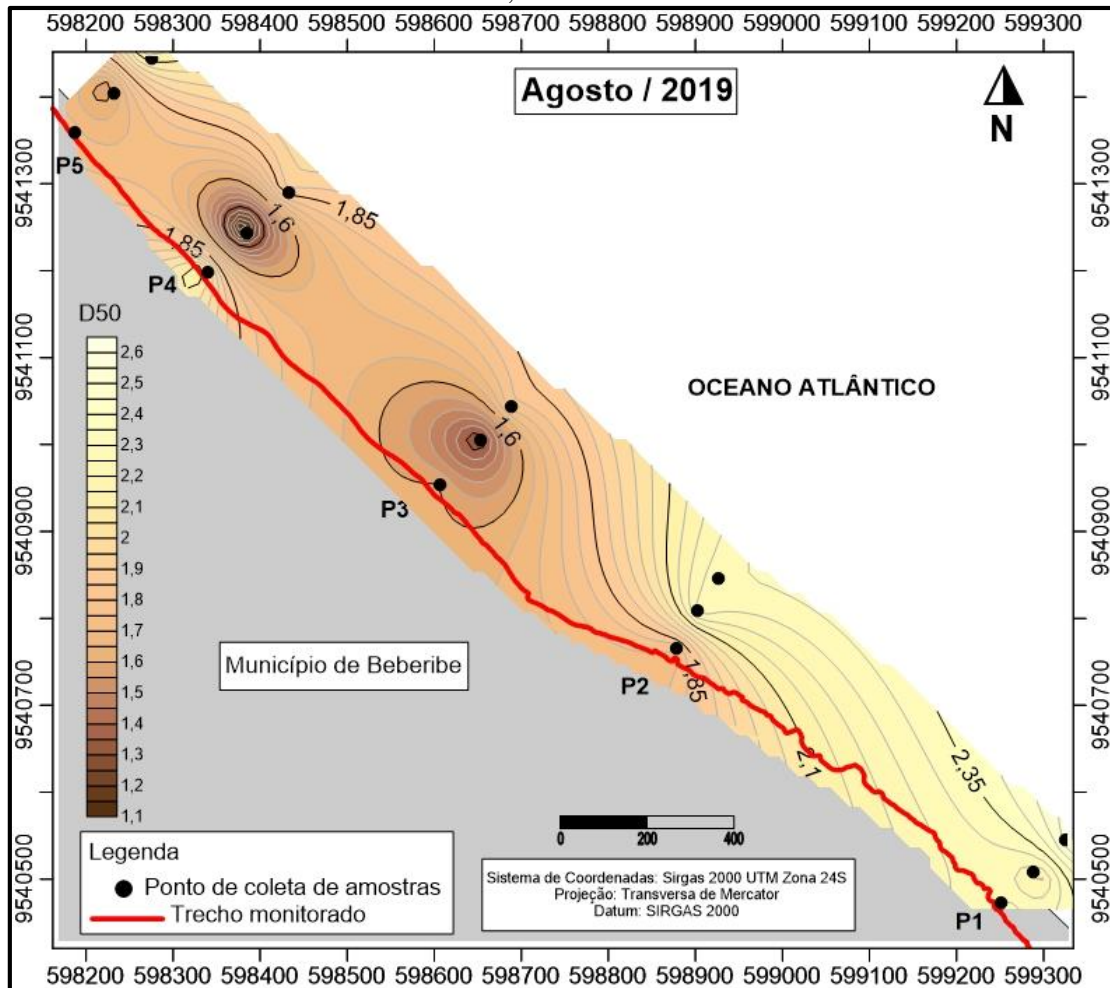


Figura 5. Distribuição do diâmetro médio do grão no mês de agosto de 2019, no trecho monitorado da Praia de Morro Branco, Beberibe.

Grau de selecionamento (Desvio Padrão)

O grau de seleção dos grãos define o desvio padrão da distribuição dos tamanhos das partículas (Cunha et al., 2017). Temporalmente, os valores do grau de selecionamento foram de 0,575, 0,548 e 0,523 (Tabela 2) para os meses de março, maio e agosto, respectivamente, ressaltando o aumento do selecionamento do grão e, por conseguinte, uma maior efetividade dos processos atuantes: ondas, marés e ventos. O grau de selecionamento de uma partícula é reflexo direto das características hidrodinâmicas de um local, onde um maior

hidrodinamismo implica em um maior grau de selecionamento, portanto, uma maior uniformidade (Folk & Ward, 1957; Suguio, 1973; Garrison, 2010; Jesus e Andrade, 2013).

No setor leste houve predominância de sedimentos moderadamente selecionados, acima de 60% e 6% de sedimentos mal selecionados nos dois perfis analisados, devido a presença de afloramentos das falésias ativas de Morro Branco, pertencentes ao grupo Barreiras. Elas são formadas de sedimentos mal selecionados e pouco ou não consolidados (Vilas Boas, 1996; Vilas Boas, Sampaio e Pereira, 2001). Segundo Ferreira (2015),

os sedimentos pobremente selecionados são reflexos da forma de deposição de partículas oriundas das falésias (ex: quedas e/ou lentamente), sendo estes, portanto, reflexos das características da área-fonte (Folk & Ward, 1957; Oliveira et al., 2018). Segundo Abuodha (2003), os sedimentos mal selecionados são situados próximos ao seu local de origem.

Amaral et al., (2020) ressalta que as falésias de Morro Branco são importantes para o abastecimento do ambiente praiial por meio dos processos naturais de erosão, sobretudo os de solapamento na base das falésias; todavia, a antropização e expansão de edificações sobre essas estruturas têm prejudicado a exportação sedimentar. Os mesmos autores ressaltam, portanto, a necessidade da preservação dessas feições, uma vez que elas são agentes necessário para a dinâmica natural local, em especial, quando se trata do balanço sedimentar praiial.

No setor central, houveram 22% de sedimentos mal selecionados. Ainda Segundo Abuodha (2003) estes podem estar presentes em ambientes onde o hidrodinamismo não foi suficiente capaz de selecionar as partículas. Folk e Ward (1957) acrescentam que em locais onde há sobreposições de camadas rápidas de sedimentos, pode haver dificuldades no processo de retrabalhamento de partículas, corroborando para as características dinâmicas deste setor.

No setor oeste, por sua vez, as amostras bem selecionadas são de 44%. A proximidade com as dunas frontais influencia na caracterização sedimentar, principalmente nas regiões de pós-praia, onde as amostras foram coletadas na base das dunas frontais, na qual 67% das amostras de pós-praia foram bem selecionadas e 33% moderadamente selecionados, corroborando com Martins (2003), no qual ele ressalta que estas feições são classificadas entre moderadamente e bem selecionadas. Ferreira (2015) classificou-as como bem selecionadas.

Ainda neste setor, dados referentes a maio relatam que todas as amostras dos perfis 5 foram bem selecionadas e as do perfil 4 foram bem selecionadas para a pós praia, muito bem selecionadas para o estirâncio e pobremente selecionadas para a antepraia. Sugere-se, então, a influência das dunas frontais sobre o sistema praiial. Segundo Calliari e Figueiredo (2006), os sedimentos dunares são mais homogêneos, ressaltando assim, a ação do agente eólico (Calliari e Figueiredo, 2006; Ferreira, 2015). Em concordância, Silva et al., (2014) também inferiu a

ação do agente eólico no selecionamento de grãos, porém, para leques de arrombamento no litoral de Maricá, Rio de Janeiro.

Segundo Guerra et al., (2020), em estudos no litoral oeste cearense, a estação seca, em média, é marcada por ventos oriundos do quadrante leste, enquanto na estação chuvosa são dominantes os ventos de nordeste. Nesse sentido, considerando uma série dados para Fortaleza (Maia, 1998) propôs que os valores de velocidade dos ventos variam entre 3 e 8,4 m/s, atingindo os menores valores de fevereiro a maio. As influências, então, de ventos de N/NE aumentam, contribuindo assim, para a inserção de sedimentos na face praiial pelas dunas no setor oeste em Morro Branco. Todavia, o contrário também pode acontecer. Silva et al., (2014) detectaram a similaridade de sedimentos do ambiente praiial e dunares variando entre grossas e médias, indicando a influência de ventos de tempestades suficientemente capazes de transportar areias grossas em direção às dunas.

Curtose

A curtose é a razão de espalhamento médio das caudas da distribuição em relação ao desvio padrão (Suguio, 1973; Souza, 2012). Houve a presença majoritária de sedimentos leptocúrticos (44%), evidenciando o predomínio de transporte na região (Machado, 2010), seguidos pela presença de sedimentos mesocúrticos (41%), indicando ambientes de transição (Machado, 2010). Mason e Folk (1958) afirmam que as amostras de praias geralmente possuem curvas normais, isto é, apresentam sedimentos mesocúrticos.

No setor leste, as amostras foram predominantemente classificadas como leptocúrticas (53%), mesocúrticas (24%) e platicúrticas (23%), indicando o caráter de transporte sedimentar presente na região e ressaltando a influência das falésias no trecho. Ferreira (2015) ressaltou a influência de falésias na configuração leptocúrtica dominante. No setor central, 2/3 das amostras foram classificadas como mesocúrticas e 33% como leptocúrticas. Não houveram amostras com características platicúrticas. A predominância de sedimentos platicúrticos em uma dada região sugerem baixa movimentação no ambiente (Quinamo, 2013), indicando ambientes de deposição (Machado, 2010). Dessa forma, infere-se que o setor central possui condições dinâmicas fortemente atuantes, como foi largamente explorado nos tópicos anteriores (diâmetro médio e grau de seleção).

Por fim, no setor oeste, houve predominância também de amostras leptocúrticas (45%) e mesocúrticas (44%). Os outros 11%, platicúrticas. No mês de maio, no perfil 5, 100% das amostras foram classificadas como platicúrticas, ressaltando a ação dos agentes de transporte sedimentar, em especial os ventos. A curtose está relacionada inversamente proporcional a energia das ondas atuantes (Braga et al., 2007; Souza, 2012). Souza (1997), por exemplo, correlacionou a curtose como indicador de variação relativa de energia de ondas ao longo de alguns trechos de praias do litoral paulista e obteve uma correlação positiva de 88%.

Assimetria

De acordo com Mason & Folk (1958) as curvas simétricas tem assimetria = 0 e conforme a assimetria se torna mais extrema, o valor se aproxima de um máximo teórico de +1 ou -1. Entre os valores obtidos foram 52% aproximadamente simétricos. A assimetria traduz a posição da mediana em relação à média, resultando em uma assimetria aproximadamente simétrica quando os valores são similares (Folk e Ward, 1957; Braga et al., 2007; Jesus e Andrade, 2013). 27% foram classificadas em assimetria negativa. Abuodha (2003), na região costeira do Quênia, detectou distribuições quase simétricas e atribuiu tal resultado ao efeito do transporte seletivo por ondas e ventos que podem reduzir as proporções relativas de grãos menores. No trecho monitorado a situação é similar.

A região central apresentou aproximadamente metade das amostras com assimetria negativa e muito negativa, o que indica também uma forte atuação dos processos hidrodinâmicos atuantes neste setor. Numa comparação temporal, percebe-se que ocorre uma alteração de assimetria positiva em março (+0,096) para negativa em agosto (-0,022) (Tabela 2), corroborando para o aumento das condições energéticas para a região. A assimetria negativa indica a erosão ou a não deposição do material e, conseqüentemente, locais de maior energia (Folk e Ward, 1967; Duane, 1964), ou ela pode ser causada pela remoção do material mais fino (Martins, 2003; Motta et al., 2018). O fluxo de água da praia remove os sedimentos mais finos (Friedman, 1967) resultando em uma inclinação da curva de

frequência para tamanhos mais grosseiros (Duane, 1964), fazendo com que a assimetria adquira um caráter negativo (Suguio, 1973; Braga et al., 2007; Souza, 2012; Oliveira et al., 2018).

No setor oeste, os valores levemente positivos (Tabela 2) presentes sugerem influência das dunas frontais na face praial (Figura 6c). As amostras entre os sedimentos de praias e dunas possuem diferenças consideráveis, apresentando curvas quase simétricas, sendo as dunas com curvas enviesadas positivamente (Mason e Folk, 1958). Friedman (1961) e Duane (1964) descrevem os sedimentos de praias como negativos e os das dunas como positivos. Friedman (1961), ainda nesse sentido, diferenciou sedimentos de praias e dunas, indicando que a principal diferença entre estes ambientes está na porção caudal das curvas de distribuição.

Ainda nesse sentido, Martins (1965) aborda que 95% das praias arenosas do Rio Grande do Sul apresentaram assimetria negativa, enquanto 90% das dunas apresentaram assimetria positiva. Os sedimentos movidos pelos ventos - transporte longitudinal normalmente unidirecional - explica o motivo de assimetrias positivas (Martins, 1965; Martins, 2003). Machado (2010), por sua vez, no norte fluminense, detectou manchas isoladas de assimetria positiva em um trecho onde se localizavam as lamas e as areias muito finas e assimetrias negativas onde se encontravam areia média e grossa. Segundo Lima et al., (2018) os valores de assimetria positiva (areia fina) para a Praia de Boa Viagem, indicam um ambiente de pouca energia e com deposição, corroborando com Folk e Ward (1957), Duane (1964) e Cunha et al., (2017).

Percebe-se, portanto, que a assimetria é um parâmetro sensível ao dinamismo do ambiente (Mason e Folk, 1958; Friedman, 1961; Duane, 1964), no qual pequenas alterações na composição sedimentológica podem resultar em variações consideráveis das curvas.

Motta et al., (2018) encontram relação entre o diâmetro mediano mais fino e tendências leptocúrticas, sugerindo remoção ou a não deposição na plataforma continental da região de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. Em Morro Branco, provavelmente isso aconteceu devido a descontinuidade dos processos costeiros (destacando aqui, a ação das ondas) presentes na região.

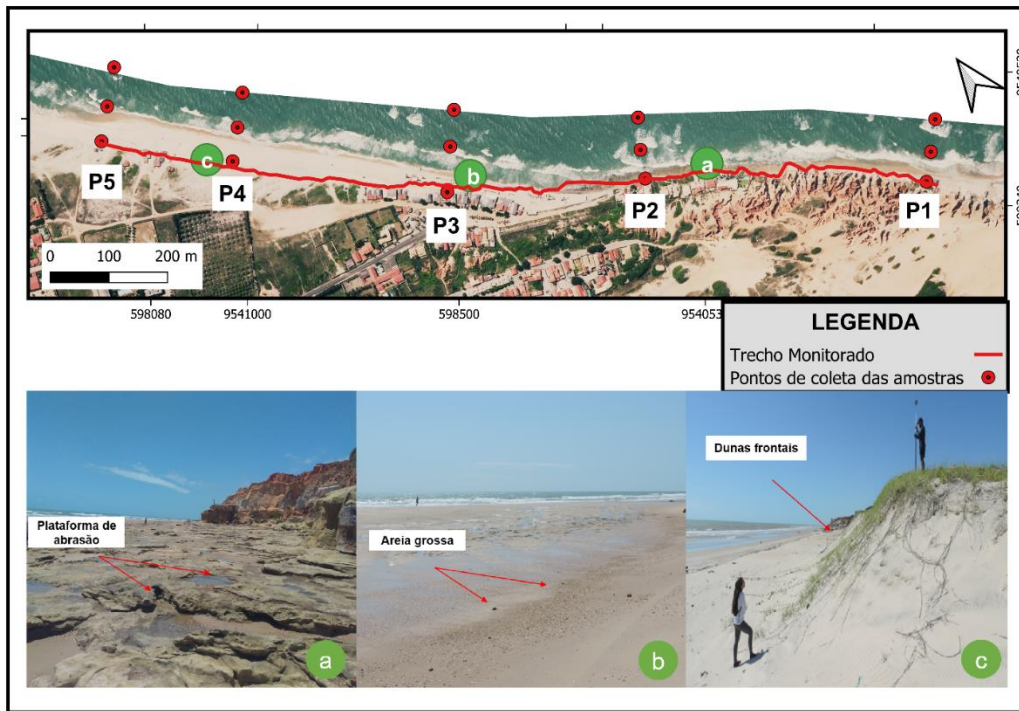


Figura 6. 6a) Presença da plataforma de abrasão no setor leste e setor central que influencia na hidrodinâmica do setor central e, por conseguinte, na caracterização sedimentar, 6b) Presença de areia grossa e média na região de estirâncio no setor central e 6c) Presença de dunas frontais no setor oeste que influencia na composição sedimentar.

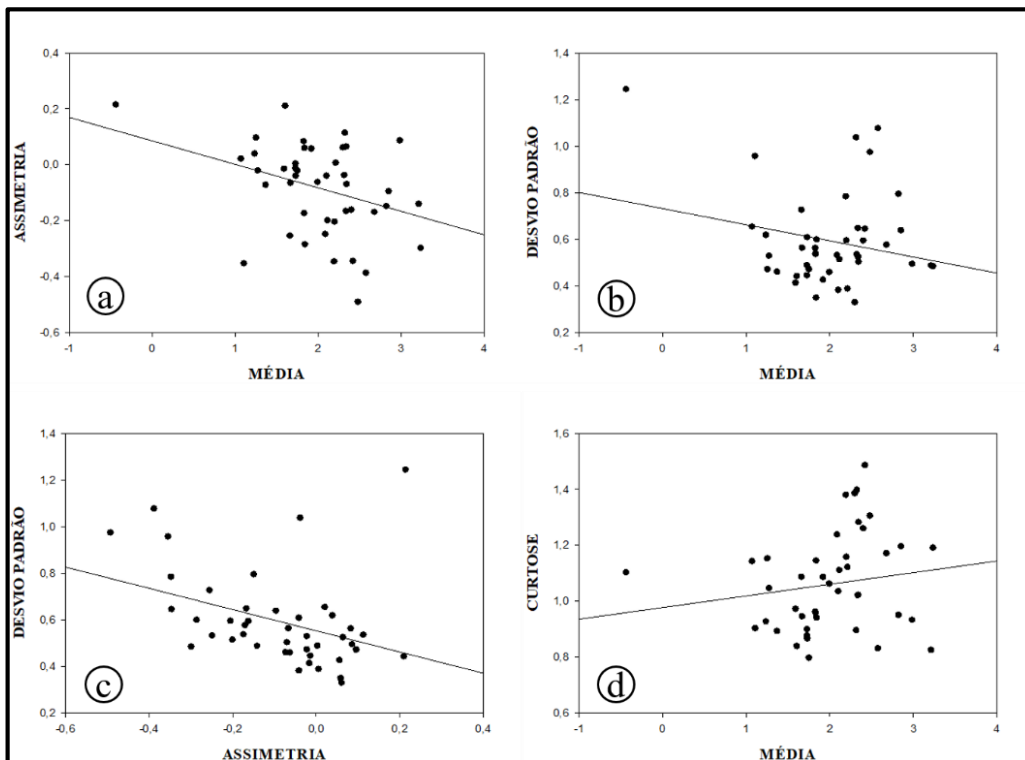


Figura 7. Diagramas de dispersão. 7a) Média versus Assimetria, 7b) Média versus Desvio Padrão, 7c) Assimetria versus Desvio Padrão e 7d) Média versus Curtose.

Diagramas de Dispersão

O gráfico de dispersão “Média versus Assimetria” mostrou uma relação inversamente proporcional sobre as variáveis plotadas (Figura 7a). À medida que o diâmetro do grão aumenta, a assimetria tende a adquirir valores negativos. Assim como ressaltado por Friedman (1961), os valores com tendências positivas (ou próximos de 0) estão intimamente ligados aos sedimentos de menor granulometria (maiores valores de phi), enquanto o contrário é verdadeiro. No gráfico “Média versus Desvio Padrão” não foi encontrado correlação entre as variáveis (Figura 7b).

No gráfico “Média versus Curtose” também não foi encontrado relação (Figura 7d). Por fim, o diagrama “Assimetria versus Desvio Padrão” também apresentou uma relação inversamente proporcional. Neste caso, valores de assimetria próximos de 0 ou assimetrias positivas estão correlacionados com uma melhor seleção dos sedimentos (Figura 7c). Dessa forma, valores de assimetria positivos ou próximos de 0 tendem a ter um maior selecionamento do grão. Friedman (1979) usou as mesmas variáveis com o objetivo de diferenciar ambientes praias e dunares.

Conclusões

A distribuição espacial e temporal da Praia de Morro Branco reflete às discontinuidades dos processos hidrodinâmicos atuantes no local, aos aspectos meteorológicos, à morfologia praias e à presença de feições costeiras, como falésias, dunas e plataformas de abrasão, além da ação antrópica sobre alguns trechos; por exemplo, barracas de praia e edificações que impedem a mobilidade sedimentar natural.

Compartimentalizando, o setor leste é controlado por processos morfodinâmicos típicos deste trecho, bem como pela exportação de material sedimentar das falésias para o ambiente praias, enquanto o setor central é naturalmente mais dinâmico, influenciado pela presença da plataforma de abrasão adjacente. Ainda, destaca-se a presença de construções sobre pós-praias e estirâncios, que alteram a dinâmica sedimentar local. O setor oeste, menos antropizado, recebe influência direta das dunas frontais sobre o setor, sobretudo no mês de maio, onde os ventos podem adotar valores oriundos do quadrante N-NE.

Os parâmetros estatísticos sedimentares podem ser utilizados como subsídios para a gestão costeira e ambiental. No setor central a ausência de amostras platícurticas, a presença de sedimentos

mal selecionados e assimetrias negativas indicam tendências mais energéticas na região, sugerindo condições dinâmicas na face praias e, por conseguinte, corroborando para a não ocupação em trechos de pós-praias, por exemplo. Todavia, este é o setor onde há a maior presença relativa de ocupação. No setor leste, amostras com assimetrias positivas, bem e muito bem selecionadas indicam a influências de dunas frontais sobre o setor praias. Este setor ainda se encontra com ocupação escassa e esparsa.

Consideramos importante, por fim, a preservação e conservação dos ambientes naturais existentes no trecho monitorado. As falésias, por serem áreas de preservação permanente e por estarem inseridas em uma unidade de conservação do tipo integral; as dunas frontais e restingas, por também serem áreas de preservação permanente, quando associadas.

Além disso, as feições citadas desempenham papéis importantes quanto ao suprimento sedimentar do ambiente praias, além de fornecerem proteção contra eventos de alta energia, entre outros serviços prestados. Sugere-se, ainda, a não ocupação e parcelamento do solo nas regiões acima, visto às suas respectivas funções ecossistêmicas e proteções legais.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Ceará (UFC), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento e Pesquisa (CNPQ), ao Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica da Universidade Estadual do Ceará (LGCO/UECE), ao Laboratório de Oceanografia Geológica do Instituto de Ciências do Mar (LOG/LABOMAR), ao Programa Cientista-Chefe Meio Ambiente (FUNCAP/SEMA/SEMACE) e ao Programa de Educação Tutorial (PET-Oceanografia).

Referências

- Abuodha, J. O. Z. 2003. Grain size distribution and composition of modern dune and beach sediments, Malindi Bay coast, Kenya, *Journal of African Earth Sciences*, 36, 41-54.
- Amaral, D. N., Vasconcelos, F. P., Morais, J. S. D., Barra, O. A. O. L., Rocha, C. S. 2020. Intervenção antrópica desordenada e dinâmica costeira: um conflito autodestrutivo na praia de Morro Branco, 13, 3428-3447
- Barros, E. L., Pinheiro, L. S., Morais, J. O. 2020. Análise dos indicadores do processo erosivo no litoral do município de Icapuí, Ceará, Nordeste

- do Brasil. Revista Eletrônica do PRODEMA, 14, 69-86
- Barroso, J. 2010. Perspectivas para o meio ambiente urbano: GEO Beberibe. Fortaleza: Cearah Periferia
- Bird, E. 2008. Coastal Geomorphology. Second Edition. p. 67 – 106. Australia: Wiley
- Braga, F. P. S., Souza Filho, P. W., Alves, M. A. M. S., Pereira, L. C. C. 2007. Morfologia e sedimentologia da praia de macromaré de Ajuruteua, Amazônia, norte do Brasil, Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba, 60, 11-30
- Brasil. 1988. Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1998. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil
- Carvalho, B. C., Lins-de-Barros, F. M., Silva, P. L., Pena, J. N., Guerra, J. V. 2021. Morphological variability of sandy due to variable oceanographic conditions: a study of oceanic beaches of Rio de Janeiro city (Brazil). Journal of Coastal Conservation, 25, 1-16
- Ceará, 2004. Gerenciamento Costeiro do Ceará. Disponível: http://gerco.semace.ce.gov.br/gerco_ceara.asp. Acesso: 09 jan. 2021
- Cunha, R. F., Jarentchuk Junior, O., Oliveira, F. A. 2017. Análise sedimentar e geomorfológica para compreensão da dinâmica fluvial local em ambiente de planície costeira na região norte de Santa Catarina. Raega: O Espaço Geográfico, 41, 20-36
- Dias, J. A. 2004. A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos (Uma Introdução à Oceanografia Geológica). Universidade do Algarve, 84 p
- Dora, G. U., Kumar, V. S., Philip, C. S., Johnson, G. 2016. Deformation of textural characteristics and sedimentology along micro-tidal estuarine beaches. Indian Journal of Geo Marine Sciences, 45. 1432-1444
- Duane, D. B. 1964. Significance of skewness in recente sediments, western Pamlico Sound, North Carolina, Journal of Sedimentary Petrology, 34, 864-874
- Ferreira, J. C. V. 2015. Análise da dinâmica deposicional das Praias de Cacimbinha e do Madeiro, Tibau do Sul – RN, Brasil. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte
- Figueiredo, S. A., Calliari, L. J. 2006. Sedimentologia e suas implicações na morfodinâmica das praias adjacentes às desembocaduras da linha de costa do Rio Grande do Sul. Gravel, [s/v], 73-87
- Folk, R. L., Ward, W. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. Journal of Sedimentary Petrology, 27, 3-26
- Friedman, G. M. 1961. Distinction between dune, beach, and river sands from their textural characteristics, Journal of Sedimentary Petrology, 31, 514-529
- Friedman, G.M. 1979. Differences in size distributions of populations of particles among sand of various origins: addendum to IAS Presidential Address, Sedimentology, 26, 859-862
- Friedman, G.M. 1967. Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands. Journal of Sedimentary Petrology, 37, 327-354
- Garrison, T. 2010. Fundamentos de Oceanografia. 4 ed. São Paulo: Cengage Learning
- Guerra, R. G. O., Moreira, A. S., Silva, J. R. M., Nascimento, H. H. O., Barros, E. L. 2020. Migração de dunas e o processo de soterramento no litoral de Barroquinha, Ceará, Brasil. Arquivo de Ciências do Mar, 100-109
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia do Ceará. 2018. Perfil municipal 2017 Beberibe. Disponível: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Beberibe_2017.pdf 1. Acesso 13 jan. 2021.
- Jesus, L. V., Andrade. A. C. S. 2013. Parâmetros granulométricos dos sedimentos da praia dos Artistas-Aracajú-SE. Scientia Plena, Aracaju, 9, 1-11
- Jesus, L. V., Andrade, A. C. S., Silva, M. G., Rodrigues, T. K. 2014. Distribuição espacial das características granulométricas, morfoscópicas e composicionais dos sedimentos das praias de Aracaju – Sergipe. Scientia Plena, Aracaju, 10, 1-15
- 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., Gregorio, M. N., Barreto, E. P., Silva, C. F. A., Manso, V. A. Z., 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

- Longarete, C., Dalinghaus, C., Abreu, J. G. N. 2016. Caracterização morfológica, hidrodinâmica e sedimentar das praias abrigadas Cardoso e Lagoa na baía de Tijucas, Bombinhas-SC. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 17, 317-329
- Machado, G. M. V. 2010. Análise morfossedimentar da praia, antepraia e plataforma continental interna da linha de costa do Parque Nacional de Jurubatiba – Rio de Janeiro. *Quaternary and Environmental Geosciences*, 2, 1-17
- Maia, G. O., Pinheiro, L. S. 2016. Eventos de alta energia e suas consequências na zona costeira do município de Aquiraz, Estado Ceará. *Arquivo de Ciências do Mar*, 49, 74-90
- Maia, L. P. 1998. Procesos costeiros y balance sedimentário a lo largo de Fortaleza (NE-Brasil): Implicaciones para una gestión adecuada de la zona litoral. Tese (Doutorado em Ciências do Mar) – Departamento de Estratigrafia e Paleontologia, Universidade de Barcelona
- Martins, L. R. 1965. Significance of skewness and kurtosis in environmental interpretation. *Journal of Sedimentary Research*, 35,768-770
- Martins, L.R. 2003. Recent Sediments and Grain size analysis. *Revista Gravel*, Porto Alegre, 1, 90-105
- Mason, C.C., Folk, R.L. 1958. Differentiation of beach, dune, and aeolian flat environments by size analysis, Mustang Island, Texas. *Journal of Sedimentary Petrology*, 28, 211-226
- Meireles, A. J. A. 2014. Geomorfologia Costeira: Funções Ambientais E Sociais. Fortaleza: Imprensa universitária
- Morais, J. O., Freire, G. S. S., Pinheiro, L. S., Souza, M. J. N., Carvalho, A. M., Pessoa, P. R. S., Oliveira, S. H. M. Ceará. 2006. In: Erosão e progradação do litoral brasileiro. Muehe, D. (Coord); Ministério do Meio Ambiente (MMA). Rio de Janeiro, 1, 132-134
- Morais, J. O., Pinheiro, L. S., Pessoa, P. R. S., Freire, G. S. S., Carvalho, A. M., Guerra, R. G. P., Barros, E. L. Ceará. 2018. In: Erosão e progradação do litoral brasileiro. Muehe, D. (Coord); Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2 ed. Rio de Janeiro, v. 2, p. 261-289
- Morais, J. O.; Pinheiro, L. S.; Cavalcante, A. A.; Paula, D. P.; Silva, R. L. 2008. Erosão Costeira em praias adjacentes às desembocaduras fluviais: O caso de Pontal de Maceió, Ceará, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*. 8, 61-76
- Morais, J. O., Sousa, M. J. N., Coutinho, P. N. 1975. Contribuição ao estudo geomorfológico-sedimentológico do litoral de Beberibe (Ceará-Brasil), *Arquivo de Ciências do Mar*, 15, 71-78
- Moreira, T. F., Albuquerque, M. G., Espinoza, J. M. A., Paula, D. P., Alves, D. C. L., Barros., E. L., Bendô, A. R. R., Conceição, T. F. 2020. Estudo do comportamento da linha de costa na praia do Icarai (Caucaia, Ceará), a partir dos métodos digital shoreline analysis system e do polígono de mudança, 13, 3395-3411
- Motta, P. R., Netto, L. R., Bastos, E. B., Pereira, T. G., Bulhões, E. M. R. 2018. Distribuição e transporte de sedimentos costeiros. Exemplos em Arraial do Cabo, RJ. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 19, 341-358
- Moura-Fé, M. M., Pinheiro, M. V. A. 2006. Evolução morfodinâmica de dunas móveis associada à análise granulométrica em Beberibe, Ceará. *Boletim goiano de geografia, Goiânia*, 26, p. 1-10
- Muehe, D. 2005. Aspectos gerais da Erosão Costeira no Brasil. *Mercator – Revista de Geografia da UFC*, 4,97-110
- Muehe, D. 2003. Geomorfologia: uma introdução de bases e conceitos. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand
- Oliveira, E. B., Nicolodi, J. L., Marinho, C., Machado Júnior, V. C. 2018. Caracterização sedimentológica da Praia de Arambaré, Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*,19, 665-678
- Paula, D. P., Dias, J. A., Souza, M. A. L., Ferrapeira Neto, C. A., Barros, E. D. 2013. Monitorização de curto prazo da Praia do Icarai (Caucaia, Ceará, Brasil) após construção de estrutura rígida do tipo Bagwall para controle da erosão. In: 6º Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, p. 1 – 10
- Paula, D. P., Moraes, J. O., Ferreira, Ó., Dias, A. J. 2015. A Análise histórica das ressacas do mar no litoral de Fortaleza (Ceará, Brasil): origem, característica e impactos. In: *Ressacas do Mar / Temporais e Gestão Costeira*, p.173-201
- Paula, D. P., Farrapeira Neto, A. C. 2017. Resposta de uma praia arenosa a um evento de ressaca do mar: O caso da Praia do Icarai (Caucaia, Ceará, Brasil). *Ateliê Geográfico*, 11, 184-204
- Pinheiro, L. S., Moraes, J. O., Dias, C. B., Araújo, A. S. Parque Monumental das Falésias de Beberibe. *Relatório Técnico*. 2009
- Pinheiro, L. S., Moraes, J. O., Maia, L. P. 2016. The Beaches of Ceará, In: *Brazilian Beach Systems*, p. 175-199

- Ponçano, L. W. 1986. Sobre a interpretação ambiental de parâmetros estatísticos granulométricos: exemplos de sedimentos quaternários da costa brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 16. 157-170
- Quinamo, L. A. 2013. Caracterização sedimentológica e aspectos geoambientais das praias do litoral sul de Pernambuco. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco
- SETUR/CE - Secretaria de Turismo do Estado Ceará. 2016. Evolução 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: 10 dez. 2020
- Silva, A. L. C., Silva, M. A. M., Gralato, J. C. A., Silvestre, C. P. 2014. Caracterização geomorfológica e sedimentar da Planície Costeira de Maricá (Rio de Janeiro). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 15, 231-249
- Silva, C. G., Patchineelam, S. M., Baptista Neto, J. A., Ponzi, V. R. A. 2004. Ambientes de Sedimentação Costeira e Processos Morfodinâmicos Atuantes na Linha de Costa. In: *Introdução à Geologia Marinha*, p. 175-218
- Silva, R. R., Pinheiro, L. S., Ximenes Neto, A. R., Morais, J. O. 2020. Mapeamento LIDAR nas falésias costeiras do leste cearense (Nordeste do Brasil). *Geociências*, São Paulo, 39, 463-479
- Souza, C. R. G. 1997. As células de deriva litorânea e a erosão nas praias do estado de São Paulo. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo
- Souza, C. R. G. 2009. A Erosão Costeira e os Desafios da Gestão Costeira no Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 9, 17-37
- Souza, C. R. G., Luna, G. C. 2010. Variação da linha de costa e balanço sedimentar de longo período em praias sob risco muito alto de erosão do município de Caraguatatuba (Litoral Norte de São Paulo, Brasil), *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 10, 179-199
- Souza, C. R. G. 2012. Praias arenosas oceânicas do estado de São Paulo (Brasil): síntese dos conhecimentos sobre morfodinâmica, sedimentologia, transporte costeiro e erosão costeira. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, [s.v], 307-331
- Suguio, K. 1973. *Introdução à sedimentologia*. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1973
- Vilas Boas, G. S. 1996. Sedimentos terciários e quaternários do interior. In: *Texto explicativo para o mapa geológico do Estado da Bahia*. Salvador: Secretaria da Indústria, Comércio e Mineração: Superintendência de Geologia e Recursos Minerais
- Vilas Boas, G. S., Sampaio, F. J., Pereira, A. M. S. 2001. The Barreiras Group in the northeastern coast of the State of Bahia, Brasil: depositional mechanisms and processes. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 73, 417-427
- Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30, 377-392
- Wright, L. D., Short, A. D. 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis, *Marine Geology*, 56, 93-111