



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
CURSO DE OCEANOGRAFIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

JOSÉ CARLOS RODRIGUES LIMA

**ANÁLISE DA VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA NO LITORAL DO
MUNICÍPIO DE PARACURU, CEARA-BRASIL**

**FORTALEZA
2019**

JOSÉ CARLOS RODRIGUES LIMA

ANÁLISE DA VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA NO LITORAL DO MUNICÍPIO
DE PARACURU, CEARÁ-BRASIL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Oceanografia do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como um dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Lacerda Barros

Co-Orientador: Dr. Francisco Gleidson da Costa Gastão

FORTALEZA
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L698a Lima, José Carlos Rodrigues Lima.
ANÁLISE DA VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA NO LITORAL DO MUNICÍPIO DE
PARACURU, CEARA-BRASIL / José Carlos Rodrigues Lima Lima. – 2019.
70 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto
de Ciências do Mar, Curso de Oceanografia, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Eduardo Lacerda Barros.

Coorientação: Prof. Dr. Francisco Gleidson da Costa Gastão.

1. Erosão Costeira. 2. Linha de costa. 3. DSAS. I. Título.

CDD 551.46

ANÁLISE DA VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA NO LITORAL DO
MUNICÍPIO DE PARACURU, CEARÁ-BRASIL

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Oceanografia do Instituto de
Ciências do Mar da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Oceanografia.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Eduardo Lacerda Barros (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Francisco Gleidson da Costa Gastão (Co-orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Lidriana Souza Pinheiro

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Francisco José Maciel de Moura

Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Dedico esta pesquisa a minha querida mãe, Michele, que hoje está no céu. Mas por longos e felizes 23 anos estive ao meu lado proporcionando-me incontáveis momentos de alegria e transmitindo-me uma sensação de amor que jamais conseguirei explicar. Certamente a pessoa mais importante da minha vida, o meu conforto e a minha segurança mesmo depois de adulto. Eu jamais teria chegado até aqui sem o seu apoio. Mesmo que fisicamente tão longe. Sei que de onde estiver o seu sorriso vai estar de uma ponta a outra da boca quando eu alcançar meus objetivos, e é isso que me motiva a seguir e jamais te esquecer. Daria tudo pra te ter aqui nesse momento.

In memoria da minha querida e doce mãe Michele. A quem eu sempre vou amar e jamais vou esquecer o quão me fez feliz.

AGRADECIMENTO

Primeiramente, quero agradecer a minha família por todo o amor e suporte que me permitiu permanecer de pé esses últimos meses para desenvolver meu TCC. Minha irmã Letícia e minha tia Carla a quem eu sei que posso contar em qualquer momento, minha avó Nuzanira, minha tia Chelida, meu pai César, meu tio Sanfro, minha tia Eliacir... o meu MUITO obrigado a vocês por todos os momentos de carinho e força que me permitiram chegar nesta etapa. E não posso esquecer do meu doguinho Thor, só tenho a agradecer por tamanho carinho e pela companhia de sempre.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Eduardo Lacerda, pela amizade, paciência e disposição em sempre querer ajudar no que fosse preciso, além do incentivo constante em muitos momentos, mesmo sem perceber.

Ao meu co-orientador Dr. Gleidson por ter me dado a primeira oportunidade dentro do mundo da ciência e por se mostrar sempre solícito ao longo do desenvolver do TCC.

A Prof. Lidriana e ao Prof. Maciel por terem aceitado o convite para participar da banca.

Ao LABIDIC e ao LOG, em especial a Cida e a Mônica por sempre me receberem de braços abertos e me tratar sempre tão bem. Além de terem me ajudado incontáveis vezes com minhas amostras.

Agradeço ao Jota, Regimário, Rodrigo, Eduardo e Victor pelo auxílio nos três trabalhos de campo, valeu galera.

Agradeço aos amigos que fiz ao longo do curso, em especial, João Neto, Mariana, Eveline, Caio, Tiffany, Isaias e a todos que estiveram presente ao longo de caminhada na graduação. Meu obrigado pelos momentos incríveis compartilhados de alegria, amizade e aventura pelo Brasil a fora, amo vocês.

Minha gratidão ao PET Oceanografia, em especial a Prof. Ozilea, por toda os momentos de aprendizado e a oportunidade de desenvolver conhecimentos.

E por fim quero agradecer a instituição UFC por ter me proporcionado aprendizados incríveis tanto na vida acadêmica, como na vida pessoal. Obrigado pelas inúmeras experiências enriquecedoras durante as aulas de campo, viagens para os congressos, e em especial, um super obrigado pela oportunidade de ter conhecido a ilha da Trindade.

RESUMO

A praia, sendo a faixa de transição entre o continente e o oceano, apresenta uma dinâmica controlada diretamente pela atuação de processos costeiros como ondas, marés, correntes e os ventos, juntos estes fatores propiciam um equilíbrio entre o volume de sedimentos que entram e saem do sistema praial, portanto, a erosão costeira se configura quando esse equilíbrio é rompido, causando um déficit de sedimentos na praia, o que repercute diretamente no recuo da linha de costa. Neste contexto: o município de Paracuru, situado no litoral oeste do Estado, está localizado a aproximadamente 85 km da cidade de Fortaleza tem apresentado sérios problemas devido ao avanço dos processos erosivos ao longo do seu litoral na última década, portanto, o objetivo deste trabalho foi o de analisar o comportamento espaço-temporal da linha de costa frente a atuação de processos erosivos em um trecho do litoral do município de Paracuru visando a identificação de áreas suscetíveis a erosão e também um planejamento do uso e ocupação do litoral. A metodologia consistiu no monitoramento do comportamento da linha de costa por meio de trabalho de campo utilizando receptor GNSS do tipo RTK associado ao levantamento topográfico ao longo de 5 perfis perpendiculares à praia para análise da variação morfológica e coleta de amostras de sedimentos para análise da variação textural frente à atuação dos processos costeiros atuantes no setor em estudo que possui aproximadamente 2,5 km de extensão. Foram utilizadas também imagens de satélite entre os anos de 1977 e 2019 para identificação da linha de costa por meio de ambiente SIG, utilizando a sua extensão *Digital Shoreline Analysis System – DSAS* que permite por meio de análise estatística a determinação das taxas de erosão, progradação e estabilidade ao longo do trecho monitorado. Foi observado que o trecho de praia selecionado como área de estudo, apresenta um grande processo de ocupação desordenada, resultando em vários pontos em que a linha de costa é delimitada por muros, calçadas, dentre outras construções. Os resultados mostraram que todo o trecho monitorado apresenta taxas negativas de variação da linha de costa entre o intervalo de ano analisado. Foi observado taxas de recuo de até 2,16 m/ano ao longo dos 42 anos de analisados. Evidenciando uma tendência erosiva na região. Logo, é

necessário um monitoramento contínuo da linha de costa da praia de Paracuru e um reordenamento da ocupação que se concentra na zona de pós-praia.

Palavras-chave: Erosão Costeira, Linha de costa, DSAS.

ABSTRACT

The beach, being the transition band between the continent and the ocean, has a dynamic controlled directly by the action of coastal processes such as waves, tides, currents and winds, together these factors provide a balance between the volume of sediment that enters and leaves. From the beach system, therefore, coastal erosion is formed when this equilibrium is broken, causing a deficit of sediment on the beach, which directly impacts the retreat of the shoreline. In this context: The municipality of Paracuru, located on the west coast of the state, is located approximately 85 km from the city of Fortaleza. It has presented serious problems due to the advance of erosive processes along its coast in the last decade. Therefore, the objective of this work was to analyze the spatiotemporal behavior of the shoreline against erosive processes in a part of the coast of Paracuru, aiming at identifying areas susceptible to erosion and also planning the use and occupation of the coast. The methodology consisted of monitoring the behavior of the shoreline through field work using a RTK-type GNSS receiver associated with a topographic survey along 5 perpendicular beach profiles for morphological variation analysis and sediment sampling for variation analysis. textural approach to the action of coastal processes acting in the sector under study that is approximately 2.5 km long. Satellite images from 1977 to 2019 were also used to identify the shoreline by GIS environment, using its Digital Shoreline Analysis System (DSAS) extension, which allows the determination of erosion rates, progradation through statistical analysis. and stability along the monitored stretch. It was observed that the stretch of beach selected as the study area, presents a large process of disordered occupation, resulting in several points where the coastline is delimited by walls, sidewalks, among other constructions. The results showed that the whole monitored stretch presents negative rates of variation of the shoreline between the analyzed year interval. Withdrawal rates of up to 2.16 m / year were observed over the 42 years analyzed. Evidencing an erosive tendency in the region. Therefore, continuous monitoring of the Paracuru beach shoreline is required and a reordering of occupation that focuses on the post-beach zone.

Keywords: Coastal Erosion, Shoreline, DSAS.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da área de estudo com pontos de monitoramento.....	18
Figura 2: Formação Barreiras exposta em forma de Falésias	19
Figura 3: beachrocks (Sedimentos praias cimentados por carbonato de cálcio cujo processo de formação evidencia diferentes posições da linha de costa).	19
Figura 4: Síntese da movimentação da ZCIT e os ventos associados. Modificado de: Martin et al. (1998).	21
Figura 5: Posicionamento da lua durante as marés de sizígia e quadratura ..	23
Figura 6: Elementos de um sistema costeiro. Adaptado de Short (1999).	26
Figura 7: Indicadores da posição da linha de costa destacados por Boak e e Turner (2005) e Toldo Jr. e Almeida (2003). Adaptada de Boak e Turner (2005).	27
Figura 8: Base do equipamento RTK	29
Figura 9: Coleta de sedimentos e aquisição de dados topográficos	30
Figura 10: Delimitação da linha de costa a partir do limite de ocupação	31
Figura 11: Delimitação da linha de costa a partir da base da duna	32
Figura 12: Delimitação da linha de costa a partir da base do berma	32
Figura 13: Peneiramento úmido e mecânico no Laboratório de Oceanografia Geológica (LOG).....	33
Figura 14: Ambiente do software SAG	34
Figura 16: Ambiente do software Trimble Business Center	36
Figura 17: Linhas de costas utilizadas na pesquisa	37
Figura 18: Área de monitoramento com transectos.....	38
Figura 19: Praia de Coqueirinho (transectos 1 a 10)	39
Figura 20: Praia de Munguba (transectos 11 a 47)	41
Figura 21: Praia Boca do Poço (Transectos 48 a 83)	42
Figura 22: Praia das Almas (Transectos 84 a 116)	44
Figura 23: Perfil de monitoramento 01	47
Figura 24: ponto de monitoramento 02	49
Figura 25: Arenito de praia no perfil 2	50
Figura 26: Ponto de Monitoramento 03	53
Figura 27: Indicativo de erosão no ponto de monitoramento 02.....	53
Figura 28: Ponto de monitoramento 04	56
Figura 29: Registros de ocupação no ponto 04.....	57
Figura 30: Variação Granulométrica perfil 03	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Média de precipitação semestral no município de Paracuru	20
Gráfico 2: Média de precipitação mensal no município de Paracuru	21
Gráfico 3: Taxas de erosão/progradação ao longo da área de estudo	37
Gráfico 4: Taxa de erosão/progadação na praia de Coqueirinho	39
Gráfico 5: Taxa de erosão/progadação na praia de Munguba	41
Gráfico 6: Taxa de erosão/progadação na praia Boca do Poço	43
Gráfico 7: Taxa de erosão/progadação na praia das Almas	44
Gráfico 8: Taxa de erosão/progadação ao longo da área de estudo	45
Gráfico 9: Perfil de monitoramento 01	46
Gráfico 10: Variação do volume sedimentar do ponto de monitoramento 01 ..	47
Gráfico 11: Variação Granulométrica perfil 01	48
Gráfico 12: Perfil ponto de monitoramento 02	49
Gráfico 13: Variação do volume sedimentar do ponto de monitoramento 02 ..	50
Gráfico 14: Variação Granulométrica perfil 02	51
Gráfico 15: Ponto de Monitoramento 03	52
Gráfico 16: Variação do volume sedimentar do ponto de monitoramento 03 ..	54
Gráfico 17: Variação Granulométrica perfil 03	55
Gráfico 18: Ponto de monitoramento 04	56
Gráfico 19: Variação do volume sedimentar do ponto de monitoramento 04 ..	57
Gráfico 20: Variação Granulométrica perfil 04	58
Gráfico 21: Ponto de monitoramento 05	59
Gráfico 22: Variação do volume sedimentar do ponto de monitoramento 05 ..	60
Gráfico 23: Variação Granulométrica perfil 05	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados de imagens de satélites, fotografia aérea e ortofotocarta.....	28
Tabela 2: Informações sobre a linha de costa da área de estudo.....	35

LISTAS DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

DSAS Digital Shoreline Analysis System

EPR End Point Rate

LRR Linear Regression Rate

FUNCEME Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

GNSS Global Navigation Satellite Systems

GPS Global Positioning System

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LOG Laboratório de Oceanografia Geológica

RTK Real Time Kinematic

RBMC Real Time Kinematic

SAG Sistema de Análise Granulométrica

SIG Sistema de Informação Geográfica

SIRGAS Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

UFC Universidade Federal do Ceará

UTM Universal Transverse Mercator

SUMÁRIO

1. Introdução.....	16
2. Objetivos	17
2.1 <i>Objetivo geral</i>	17
2.2 <i>Objetivos específicos</i>	17
3. Caracterização da Área de estudo.....	17
3.1 Aspectos Geológicos e Geomorfológicos	18
3.2.2 <i>Regime de ventos</i>	21
3.2.3 <i>Ondas e marés</i>	22
3.2.4. <i>Correntes litorâneas</i>	24
4. Referencial Teórico.....	24
4.1. Estado da arte da erosão costeira no Ceará	24
4.2. Ambiente Praial	25
4.3 Linha de costa	26
5.1 Etapa pré- campo	28
5.2 Etapa de campo	28
5.2.1 <i>Perfil de praia</i>	29
5.2.2 <i>Delimitação da linha de costa</i>	30
5.3 Etapa de laboratório.....	32
5.3.1 <i>Análise granulométrica</i>	33
5.4 Etapa de gabinete.....	34
5.4.1 <i>Análise de variação multitemporal da linha de costa</i>	34
5.4.2 <i>Processamento dos dados topográficos</i>	35
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
6.1 <i>Análise multitemporal da variação da linha de costa</i>	36
6.1.1 <i>Coqueirinho (Transectos 1 a 10)</i>	38
6.1.2 <i>Praia da Munguba (Transectos 11 a 47)</i>	40
6.1.4 <i>Praia das almas (Transecto 84 a 116)</i>	43
6.2 Mudanças morfosedimentares na praia de Paracuru.....	45

6.2.1 Ponto de monitoramento 1 (Praia das Almas)	46
6.2.2 Ponto de monitoramento 2 (Praia Boca do Poço)	48
6.2.3 Ponto de monitoramento 3 (Praia Boca do Poço)	52
6.2.4 Ponto de monitoramento 4 (Praia da Munguba)	55
6.2.5 Ponto de monitoramento 5 (Praia de Coqueirinho)	59
7. Conclusões	61
8. Referências	62

1. Introdução

A zona costeira caracteriza-se por se um ambiente com alta dinâmica coordenada por variações energéticas dos processos naturais que acarretam avanços e recuos da linha de costa. Por ser uma área de alto potencial turístico e urbanístico, a ocupação desordenada cresce com a expansão da população alterando a dinâmica natural da região e gerando impactos como a erosão costeira (MARINO, 2012).

Diversas regiões costeiras apresentam riscos, além de antrópicos, naturais. Problemas decorrentes das alterações no balanço sedimentar, ocorrência de eventos extremos como tempestades gerando retração da linha de costa (FERREIRA *et al.*, 2006).

Mapear a linha de costa e analisar a percepção de sua dinâmica tem grande importância no monitoramento e gerenciamento da zona costeira. Este entendimento possibilita conhecimentos para analisar faixas com presença de erosão (BOAK & TURNER, 2008).

Na costa do Ceará os primeiros registros de erosão datam da década de 50 (MORAIS, 1981) Atualmente, O ceará possui aproximadamente 47% da , extensão do seus 573 km, que registram erosão ou tendência erosiva (MORAIS, 2018)

O mapeamento sistemático da linha de costa seguido de suas mudanças representam excelentes ferramentas para a criação de informações de grande valor para gerenciamento costeiro, fornecendo subsídios para o estabelecimento das variações temporais da linha de costa (MARINO & FREIRE, 2019).

Neste contexto, DSAS ou *Digital Shoreline Analysis System* possibilita ao usuário calcular taxas de mudança da linha costa a partir de várias posições históricas da costa, com interface amigável e intuitiva nas etapas da análise de alterações na costa, o software surgiu para facilitar o processo de cálculo das alterações da linha de costa fornecendo informações sobre taxa de alterações e dados estatísticos THIELER *et al*, 2009)

Com a observação dos dados coletados, foi possível identificar que o município de Paracuru não apresenta trechos em processo de progradação. Já

taxas de variação negativas da linha de costa foram observadas em todo o trecho analisado, com máximas de até 90,7 metros de perda de faixa praial em um intervalo de 42 anos. Frente a isso, o estudo teve como objetivo principal analisar a variação e estabilidade espaço-temporal da linha de costa do município Paracuru entre os anos de 1977 a 2019 com intuito de compreender os processos que regem a dinâmica local e fornecer dados que possam ser usados na elaboração de um plano de gerenciamento costeiro do município.

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

- O objetivo deste trabalho foi analisar as variações na linha de costa frente à atuação de processos morfodinâmicos em um trecho do litoral do município de Paracuru-Ce.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar as modificações na linha de costa da praia de Paracuru entre os anos de 1977 e 2019, a partir de dados de sensoriamento remoto e GPS modo RTK.
- Analisar a variação morfológica do perfil de praia, utilizando dados topográficos.
- Identificar alterações granulométricas do sedimento da faixa de pós-praia, estirâncio e antepraia.
- Discutir os principais fatores que influenciam nas variações morfológicas que podem refletir nas modificações do posicionamento da linha de costa da área do estudo.

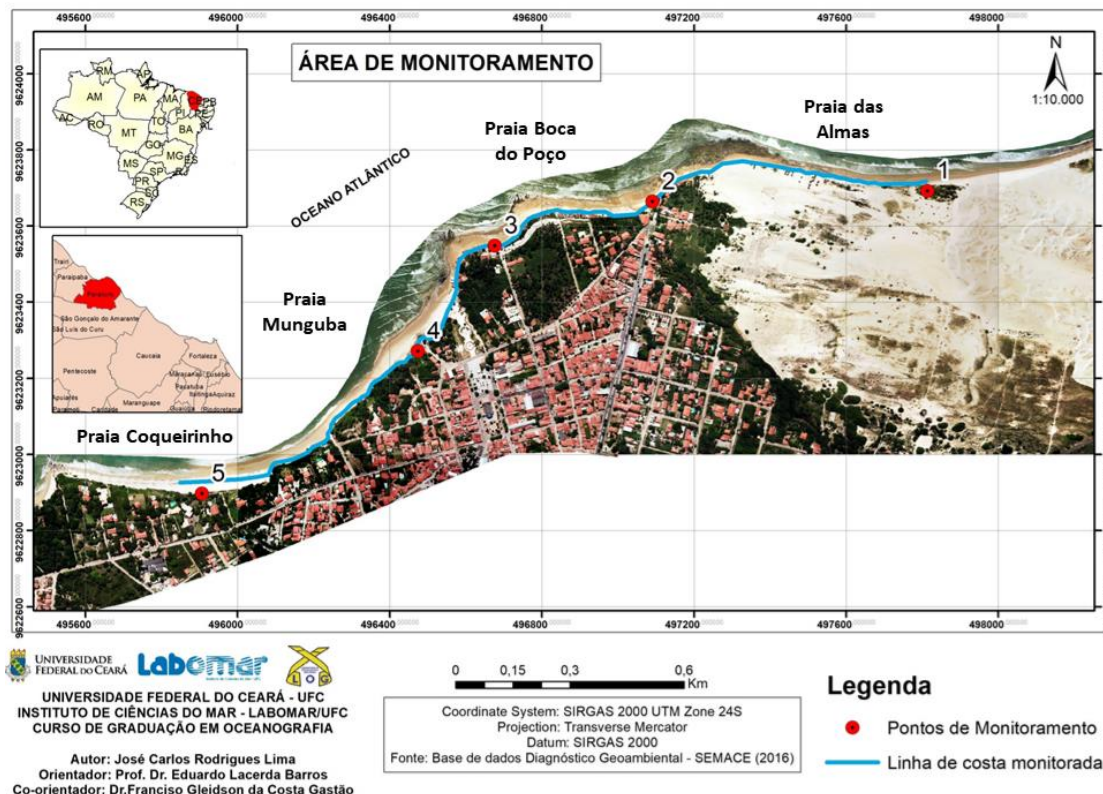
3. Caracterização da Área de estudo

O município de Paracuru (3° 24' 36", 39° 01' 50") , localizado no litoral Oeste do Estado do Ceará, está a cerca de 85 km a noroeste da capital Fortaleza, tendo como cidades limítrofes São Gonçalo do Amarante ao sul e leste e Paraipaba ao norte e oeste (IPECE, 2017). O acesso a cidade pode ser feito através da BR 081 ou CE-341, partindo de Fortaleza.

Com relação a faixa litorânea, Paracuru estende-se por cerca 20 km, limitando-se a oeste pela foz do Rio Curu e a leste pela foz do rio São Gonçalo. Ao longo da extensão litoral, o município apresenta diversos ecossistemas como praias, campos de dunas, lagoas interdunares, ambientes fluviomarinhos, falésias, arenitos de praia e plataformas de abrasão (ROCHA, 2017). Os 5

pontos distribuídos ao longo da área de estudo estão presentes as praias de Coqueirinho, Munguba, Boca do Poço e das Almas (Figura 1)

Figura 1: Mapa da área de estudo com pontos de monitoramento



Fonte: Autores (2019)

3.1 Aspectos Geológicos e Geomorfológicos

O aspecto geológico da região é representado pelo Embasamento cristalino, Sedimentos Cenozóicos de idade plio-pleistocênica da Formação Barreiras, Sedimentos eólicos, aluviais, Flúvio-marinhos, Marinheiros e holocênicos da base para o topo respectivamente (LIMA et al, 2007). Segundo Rocha (2017), toda costa de Paracuru possui cobertura sedimentar recente que é representada pela faixa de praia e terraços marinhos compostos por areias quartzosas médias e grossas sem consolidação, muito embora em alguns trechos seja possível observar a formação de beachrocks (Figura 3). A atuação de processos morfodinâmicos e trabalhos de deflação e acúmulos eólicos são responsáveis pela configuração dos ambientes costeiros do litoral de Paracuru representados por praias, campos de dunas, falésias, plataforma de abrasão, dentre outros (ROCHA 2017).

Figura 2: Formação Barreiras exposta em forma de Falésias



Fonte: Autores (2019)

Figura 3: beachrocks (Sedimentos praias cimentados por carbonato de cálcio cujo processo de formação evidencia diferentes posições da linha de costa).



Fonte: Autores (2019)

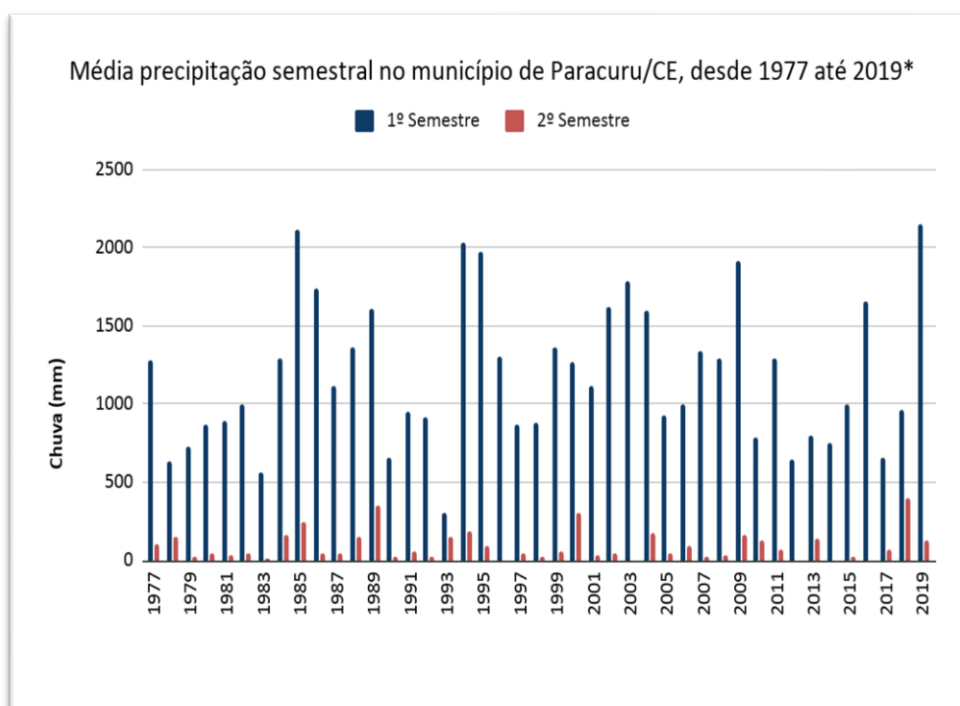
3.2 Aspectos dinâmicos e climáticos do litoral

3.2.1 Regime pluviométrico

O clima, uma das principais variáveis controladoras dos processos costeiros, tem como destaque a variação anual do regime pluviométrico e dos ventos, (MORAIS *et al.*, 2006)

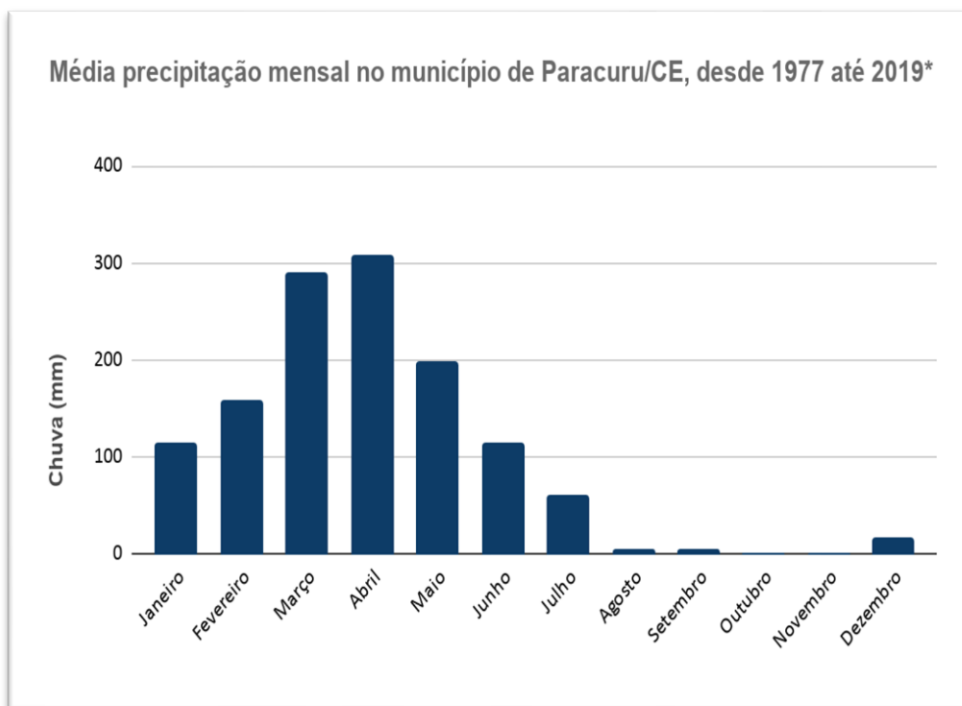
Paracuru apresenta um clima tropical quente semi-árido com médias de temperatura entre 26° a 28° e de pluviosidade 1238,22 mm/ano, com período chuvoso concentrado entre os meses de janeiro a abril (IPECE, 2017). Objetivando o estudo do comportamento climatológico de Paracuru as médias semestrais e mensais de pluviosidade entre 1977 e 2019* para o município de Paracuru estão representadas pelos gráficos 1 e 2 respectivamente. As médias foram obtidas a partir de dados observacionais da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). Como já era esperado, o primeiro semestre dos anos concentrou expressivas maiores médias com e as maiores médias de chuvas ocorreram ao longo dos meses de fevereiro, março, abril e maio.

Gráfico 1: Média de precipitação semestral no município de Paracuru



Fonte: Autor 2019, a partir de dados observacionais da FUNCEME

Gráfico 2: Média de precipitação mensal no município de Paracuru

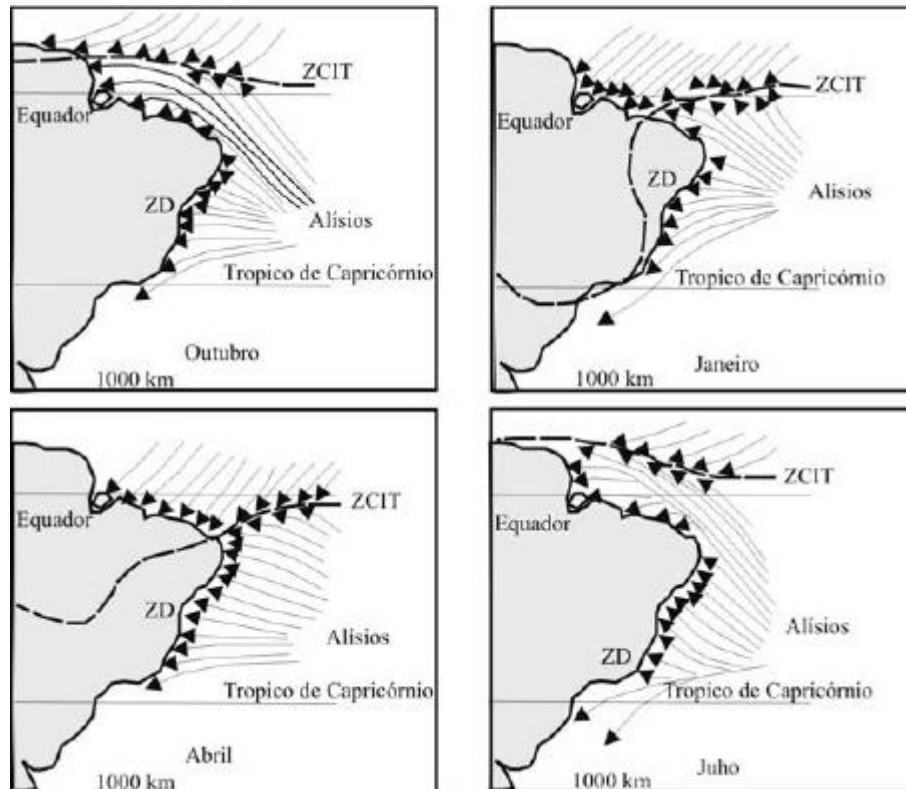


Fonte: Autor 2019, a partir de dados observacionais da FUNCEME.

3.2.2 Regime de ventos

O regime de ventos no Ceará é decisivamente influenciado pela migração sazonal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) afirma Maia (1998). No semestre inicial do ano os ventos atuam com menor intensidade estando a ZCIT mais ao norte do equador, enquanto que no segundo semestre a intensidade do regime de ventos cresce, coincidindo com o posicionamento da ZCIT mais ao sul do equador. De acordo com Gastão (2017) as médias diárias de velocidade dos ventos no estado do Ceará estão em torno de 4,7 m/s, com relação a direção dos ventos, predominam ventos de ENE no setor oeste, setor em que está situado o município de Paracuru.

Figura 4: Síntese da movimentação da ZCIT e os ventos associados. Modificado de: Martin et al. (1998).



Fonte: Carvalho et al., 2007.

3.2.3 Ondas e marés

Os aspectos oceanográficos, são de essencial importância para dinâmica presente no ambiente costeiro. Wright e Short (1984) afirmam que a hidrodinâmica existente ao longo da praia é resultado da interação das ondas incidentes, permanentes e aperiódicas e também por conta dos fluxos gerados por ondas e marés.

As ondas têm características diferentes em relação à zona de geração, são definidas como *sea* quando se encontram dentro da zona de (*fetch*), já quando ocorrem fora da sua zona de geração são denominadas de *swell* (MAIA, 1998).

Pinheiro *et al* (2016) assegura que no estado do Ceará, as ondas do tipo *sea* são as mais atuantes com predominância de 80%, com períodos variando entre 1 e 9 segundos, já as *swell* estão em cerca de 20% dos registros, apresentando períodos acima de 10 segundos, sendo mais presentes durante os meses de dezembro a abril.

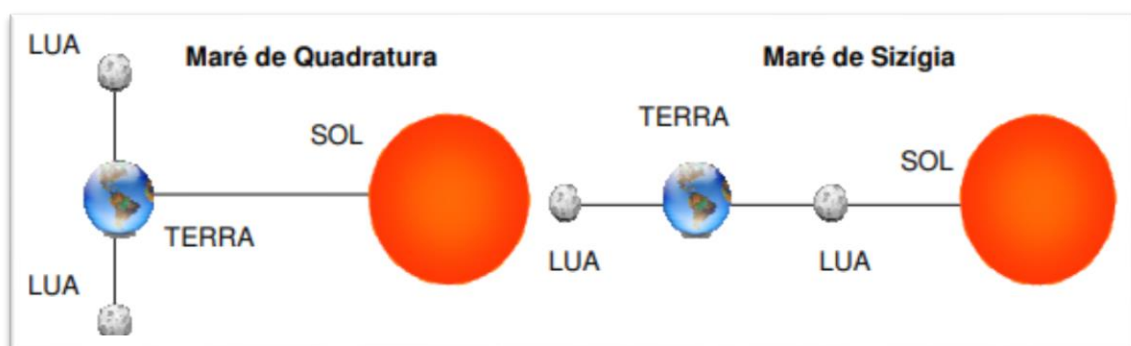
O padrão de ondas verificado em Paracuru segue os mesmos registros identificados ao longo da costa do Estado do Ceará, ondas com direção

predominante E e SE e com média de altura máxima de 1,20 m e mínima de 0,20m (SOUSA, 2007).

As marés é tida como um elemento de importância na dinâmica do transporte de sedimentos, pois, sua oscilação interfere na morfologia da costa transferindo a zona de arrebentação, surfe e espraiamento ao longo do perfil da praia (HOEFEL, 1998 *apud* SOUSA, 2007). De acordo com Morais (1996), as marés são classificadas pela sua influência e atração gravitacional exercida pela lua e pelo sol, o que reflete na duração da maré. As marés podem ser diurnas, com uma preamar e uma baixa-mar durante o dia lunar (24 horas e 50 minutos); semi-diurna, com duas preamares e duas baixa-mares durante o dia lunar, com altura e duração do ciclo similares; e maré mista, também com duas preamares e duas baixa- mares em um dia lunar, porém com diferenças relevantes na altura e duração de cada ciclo.

As forças gravitacionais do sistema Sol e Lua dão origem a dois tipos de maré, denominadas marés de quadratura e de sizígia . As marés de quadratura ocorrem quando o Sol , a Terra e a Lua forma um ângulo de 90° durante as fases da lua crescente e minguante, fazendo com que a força do Sol seja parcialmente anulada pela força da Lua. As marés de sizígia ocorrem quando as forças dos astros estão alinhados formando uma linha reta, durante as fases de luas Nova e Cheia (MOURA, 2009).

Figura 5: Posicionamento da lua durante as marés de sizígia e quadratura



Fonte: Moura, 2009 adaptado de Souza, 2007

3.2.4. Correntes litorâneas

Correntes litorâneas são as correntes geradas pela ação dos ventos e das ondas, formadas principalmente por dois tipos: correntes longitudinais, que movem-se paralelamente a linha de costa, e correntes de retorno, que transportam os sedimentos costa afora, estas correntes têm uma grande importância para morfodinâmica do ambiente praial (DUARTE, 1997 *apud* MOURA, 2009)

Morais *et al* (1996) explica que as correntes longitudinais costeiras são formadas pelas ondas que quebram obliquamente sobre a praia, entre o limite da zona de arrebatção e zona de espraio, resultando na suspensão de sedimentos que são transportados paralelamente a linha de costa. Já as correntes de retorno ocorrem transversal ou obliquamente à linha de costa formadas superficialmente a partir do movimento de retorno das águas acumuladas na zona de surf que escoam através de depressões topográficas de uma barra (AAGAARD & MASSELINK in SHORT, 1999 *apud* SOUZA, 2007). As correntes de retorno também podem ser formadas são formadas a partir da convergência de duas correntes de deriva litorânea em um ponto ao longo da praia, que, quando ocorre, se encontram e fluem em direção ao mar, na forma de uma corrente estreita e forte (SCHMIEGELOW, 2004)

4. Referencial Teórico

4.1. Estado da arte da erosão costeira no Ceará

A erosão costeira é um processo decorrente de um déficit no balanço sedimentar de uma região que pode gerar consequências graves para o sistema praia, provocando aumento das inundações costeiras em eventos de ressaca do mar, destruição de propriedades e perda do valor paisagístico da região afetada (BARROS, 2018). Processos erosivos não atuam somente em escala local, há registros ao longo de aproximadamente 70% das costas arenosas do mundo (BIRD, 2008).

O litoral do Estado do Ceará ao longo de seus 573km vem sofrendo com extensivos processos erosivos ao longo das últimas décadas (MORAIS *et al*, 2018). Atualmente cerca de 40% da linha de costa apresenta colapso decorrentes da atuação de processos erosivos (PAULA, 2015; BARROS *et al*, 2018). Os primeiros registro de erosão costeira no Ceará datam da década de 50 em um trecho entre as praias do Mucuripe e de Iracema (MORAIS, 1981)

Com relação a erosão costeira situada na área de estudo Souza (2007) relata que:

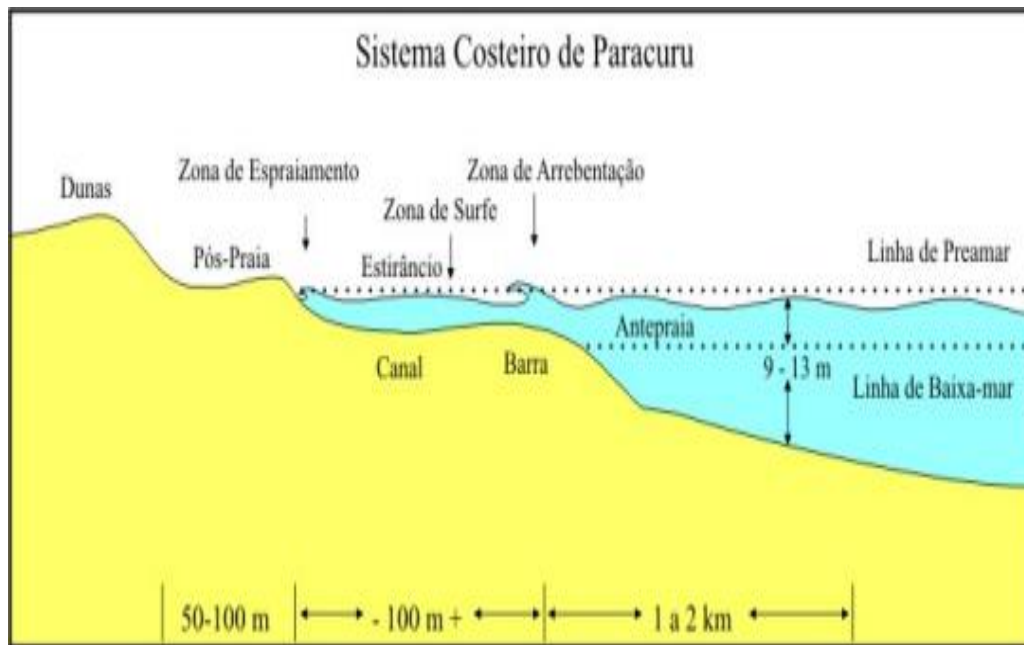
O litoral de Paracuru em si apresenta forte tendência a processos erosivos evidenciados no recuo da linha de costa, no avanço do mar sobre barracas de praia, no forte processo de ocupação, no ataque direto das ondas aos equipamentos urbanos, nas mudanças abruptas no perfil praial, dentre outros fatores.

4.2. Ambiente Praial

As praias são depósitos de sedimentos, mais comumente arenosos, que por apresentar alta mobilidade, se ajustam às condições de ondas e maré atuando como um importante elemento de proteção do litoral (GUERRA, 2014 *apud* MUEHE, 1995). Para Neto *et al.* (2004), essas regiões refletem o agente modificador predominante no caso de ondas e maré e os atributos dos sedimentos em que são compostas, principalmente granulometria.

As praias têm suas delimitações formadas desde o espraiamento, limite superior, até a profundidade de base da onda, limite em que a metade do comprimento de onda é igual a profundidade local (GUERRA, 2014 *apud* SHORT, 1984). Os processos atuantes nas praias que são responsáveis pela sua mobilidade atuam a partir da base da antepraia, local cuja as alterações na praia são, em parte, causadas pela troca de sedimentos entre os limites superior e inferior da praia, por meio da zona de arrebentação. Logo, a variabilidade temporal e a espacial são dependentes do tipo e disponibilidade de material sedimentar que a praia é composta (CALLIARI *et al.*, 2003).

Figura 6: Elementos de um sistema costeiro. Adaptado de Short (1999).



Fonte: SOUSA (2007)

Short & Wright (1983) classificaram as praias em seis estágios morfológicos variando entre níveis de dissipativas, refletivas e intermediárias. Nas praias dissipativas, a zona de surfe é larga, apresenta baixo gradiente topográfico e elevado estoque de areia. Enquanto que na refletiva, ao contrário, é caracterizada por elevados gradientes da praia e fundo marinho adjacente, o que praticamente elimina a zona de surfe, o estoque de areia na zona submarina é baixo. Já as intermediárias apresentam características das praias dissipativa e reflexiva.

4.3 Linha de costa

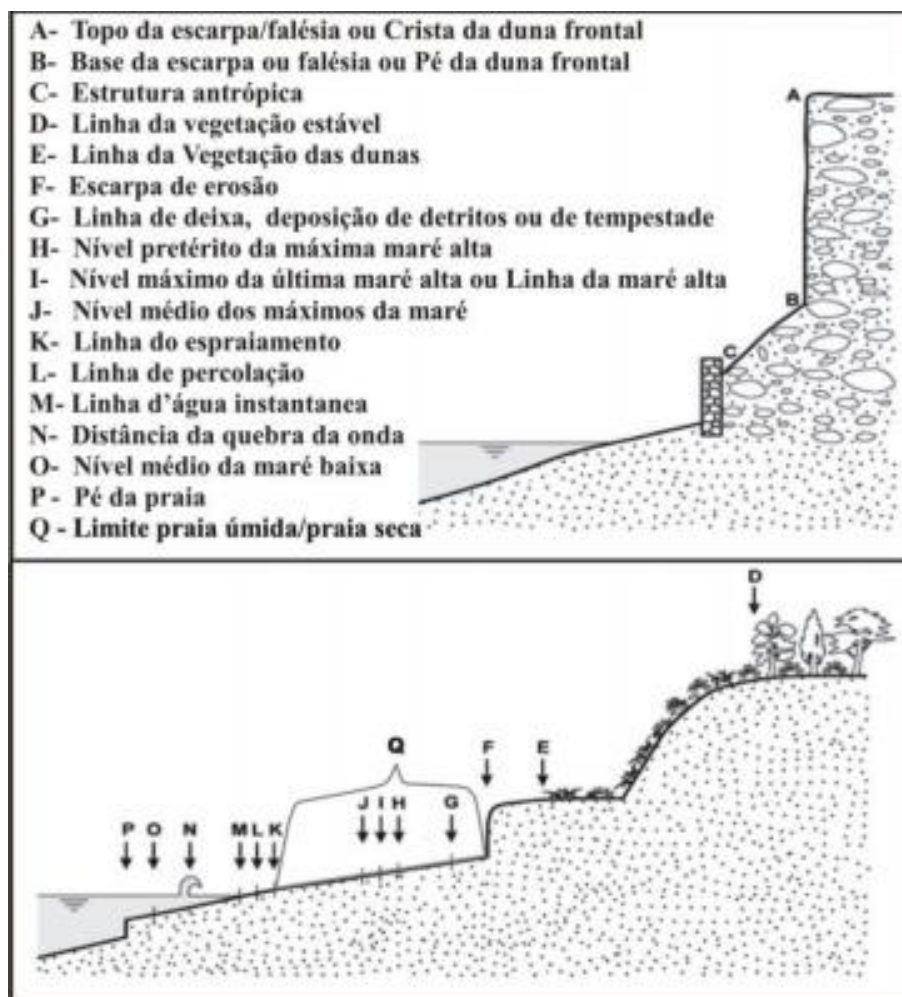
Para Camfield & Morang (1996) a linha de costa é um feição geomorfológica que apresenta constante dinâmica espacial por apresentar frequentes mudanças de posição envolvendo processos complexos como: a elevação do nível do mar em curto e longo prazo, balanço de sedimentos, movimentos tectônicos e outros fatores.

A linha de costa sofre continuamente com alterações pelo transporte transversal e longitudinal de sedimentos principalmente pela dinâmica natural proporcionada por alterações no nível do mar, a ação de ondas e maré e tempestades, devido a estes fatores, a linha de costa pode ser tida como uma

linha móvel com posição que tende a variar em todas as escalas (BOAK & TURNER, 2005) A intervenção humana em ambientes costeiros a partir da construção de enrocamentos, muros, calçadas ou outros elementos é outro fator que vêm colaborando com variações de posição linha de costa. Os diversos fatores que influenciam no posicionamento da linha de costa evidenciam que a definição de que a definição da linha de costa é simples, porém a sua delimitação é complexa (BOAK & TURNER, 2005; DUARTE, 2018)

Diversos limites, tais como, topo ou base de falésias, escarpas, linha de vegetação, linha de detritos, interface areia seca/molhada, são sugeridos como indicadores (FIGURA 07). No entanto, a interface areia seca/úmida é o indicador mais utilizado por apresentar uma melhor visualização, seja em fotografias aéreas ou no em experimentos de campo. (LEATHEMAN, 2002)

Figura 7: Indicadores da posição da linha de costa destacados por Boak e e Turner (2005) e Toldo Jr. e Almeida (2003). Adaptada de Boak e Turner (2005).



Fonte: Schweitzer (2013)

5. METODOLOGIA

5.1 Etapa pré- campo

A etapa que antecedeu os trabalhos de campos compreendeu na análise de referências bibliográficas de processos dinâmicos e costeiros, além da análise cartográfica e fotográfica do município de Paracuru. Foram utilizadas imagens dos satélites Quickbird, RapidEye, também uma ortofotocarta e fotografia aérea disponibilizadas pela SEMACE (Superintendência Estadual do Meio Ambiente) (Tabela 01), para obter uma análise multitemporal das linha de costa.

A seleção da área de estudo e pontos de amostragem foi realizada nesta etapa do trabalho. O critério para seleção dos pontos de monitoramento foi feito com base no pontais de arenitos existentes que alteram a dinâmica local criando enseadas. Por ser uma praia com a presença de ocupação, os pontos de monitoramentos foram fixados com base em construções, com exceção do ponto 01 que foi demarcado a partir de coordenadas obtidas com GPS.

Tabela 1: Dados de imagens de satélites, fotografia aérea e ortofotocarta

Imagem	Escala temporal	Resolução espacial
Foto aérea (1977)		
Ortofoto(2014)		0,20 m
Quickbird(1999, 2004, 2009, 2016, 2017, 2018)	42 anos	0,35 m
RapidEye (2011, 2012 e 2013)		0,61 m
		5,0 m

Fonte: Autor (2019)

5.2 Etapa de campo

A coleta de dados na área de estudo foi realizada em três experimentos de campo. A primeira e a segunda coleta ocorreram em março e maio de 2019 (meses inseridos na quadra chuvosa do estado), respectivamente. Já a terceira ocorreu no mês de julho de 2019 (período de estiagem). As aquisições de

dados foram realizadas em maré de sizígia. Os dados de marés foram obtidos por meio da plataforma digital da DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação), a partir do portal online da tábua de maré disponibilizados pela Marinha do Brasil.

Foram coletados dados de:

i) Posicionamento da linha de costa (limite da preamar máxima) a partir de caminhamento com RTK,

ii) Perfis praias para monitoramento da morfodinâmica praias por meio de nivelamento topográfico com RTK.

iii) Sedimento para análise Carbonato de cálcio (CaCO_3) e Granulometria em laboratório

Figura 8: Base do equipamento RTK



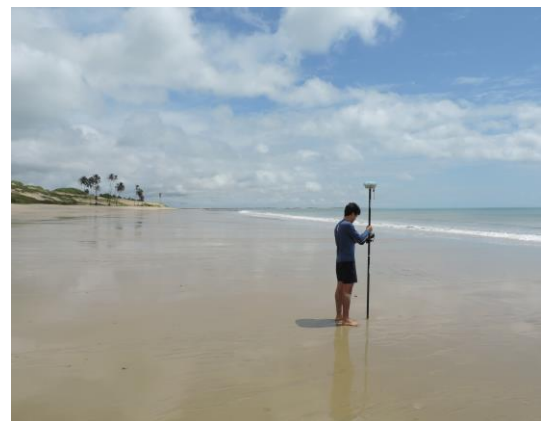
Fonte: Autores (2019)

5.2.1 Perfil de praia

.Foram realizados 5 perfis topográficos de monitoramento posicionados perpendicularmente a linha de costa durante cada um dos 3 experimentos de

campo. O perfil era iniciado na zona de pós praia (ou no limite máximo de preamar nos pontos sem a presença de pós praia) e seguia em direção a antepraia. A importância da realização dos perfis de praia deve-se ao fato de que a análise sistemática da topografia praial possibilita quantificar o volume de sedimentos transportados, classificando se o ambiente sofreu erosão ou deposição (MOURA, 2012). Para obtenção dos dados foi utilizado o RTK 6 (Real Time Kinematic) da marca Trimble, que conta com precisões vertical e horizontal na escala do milímetro. O RTK funciona a partir do princípio da triangulação entre uma base que permanece fixa, o rover que é uma unidade móvel para realização do caminhamento na área de estudo e os satélites disponíveis em órbita. Durante a aquisição dos dados de perfis, foram coletadas amostras de sedimentos para fins de caracterização sedimentológica, sendo coletadas três amostras por transecto distribuídas entre pós praia, estirâncio e antepraia.

Figura 9: Coleta de sedimentos e aquisição de dados topográficos



Fonte: Autores (2019)

5.2.2 Delimitação da linha de costa

A delimitação da linha de costa, na presente pesquisa, foi determinada baseada nos critérios proposto por Crowell (1991) de linha de preamar máxima

em que a determinação é feita pela linha de interface entre sedimentos secos e molhados ou pela a base de uma falésia ou duna voltada para o oceano, linha de vegetação ou mesmo uma estrutura antrópica (BIRD, 2008,) (Figuras 10, 11 e 12). O método de delimitação foi usado durante os experimentos de campo e nas imagens de satélites para obtenção de uma análise multitemporal da variação da linha de costa.

A aquisição das linhas de costas foram obtidas com auxílio de um equipamento de posicionamento global (GNSS - Global Navigation Satellite Systems) a partir de levantamentos geodésicos usando o sistema GPS (Global Positioning Systems). Para isso, também foi utilizado um RTK 6 da marca Trimble para obter um levantamento geodésico por posicionamento relativo que gera coordenadas (x,y), que proporcionam resultados com acurácia milimétrica.

Figura 10: Delimitação da linha de costa a partir do limite de ocupação



Fonte: Autor (2019)

Figura 11: Delimitação da linha de costa a partir da base da duna



Fonte: Autor (2019)

Figura 12: Delimitação da linha de costa a partir da base do berma



Fonte: Autor (2019)

5.3 Etapa de laboratório

Esta etapa consistiu na análise das frações granulométricas e no teor de carbonato de cálcio das 15 amostras coletadas durante as atividades em campo. As análises foram feitas no LOG (Laboratório de Oceanografia Geológica) localizado no Instituto de Ciências do Mar - Labomar/UFC

5.3.1 Análise granulométrica

As amostras de sedimentos coletadas em campo foram devidamente ensacadas e etiquetadas passando por técnicas propostas por Suguio (1973). As amostras são inseridas dentro de um recipiente de vidro e colocadas em estufa de secagem. Após isso, a amostra bruta é quarteada e é retirado 100g. Inicialmente, as amostras são lavadas em água corrente com o auxílio de uma peneira de malha 0,062 mm que proporciona a retirada dos sais da amostra e do material mais fino (silte e argila). Depois de lavadas, o que sobrou das 100g lavadas volta para estufa para secar.

Após secas, inicia-se o processo de peneiramento mecânico das amostras que é realizado inserindo as amostras em equipamento um rot-up com um conjunto um de 11 peneiras com malhas que variam entre 2,83 mm de abertura até 0,062 mm de abertura. Logo então, ocorre à pesagem das amostras em uma balança analítica, os pesos são anotados de acordo com a fração granulométrica

Figura 13: Peneiramento úmido e mecânico no Laboratório de Oceanografia Geológica (LOG)



Fonte: Autor (2019)

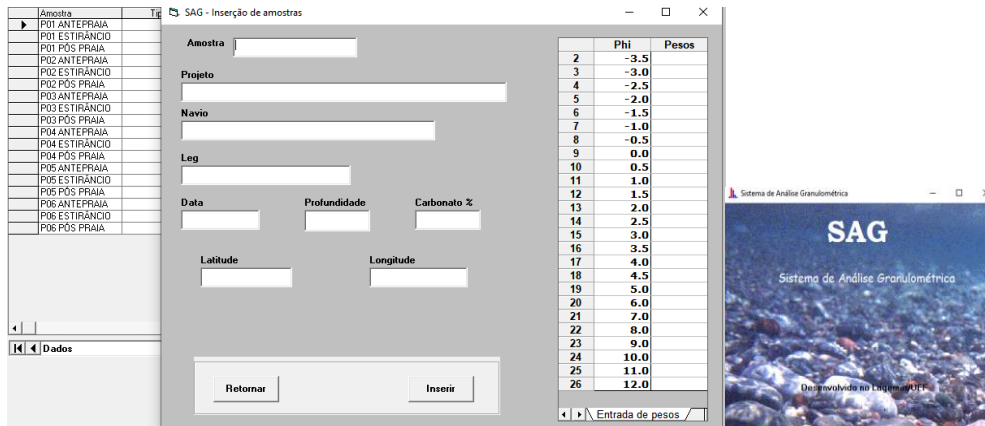


Fonte: Soares (2017)

Os valores obtidos através do peneiramento mecânico foram inseridos no software SAG – Sistema de Análise Granulométrica, desenvolvido pela Universidade Federal Fluminense (UFF), onde foram obtidos parâmetros estatísticos como grau de assimetria, grau de curtose e grau de

selecionamento e a classificação quanto à percentis, frequência, e de acordo com Folk e Larssonneur.

Figura 14: Ambiente do software SAG



Fonte: Autor (2019)

5.4 Etapa de gabinete

5.4.1 Análise de variação multitemporal da linha de costa

Esta etapa consistiu em georreferenciar as imagens disponíveis (TABELA) a partir de pontos controles em ambiente SIG, referenciados ao datum horizontal SIRGAS 2000 24S, em seguida, foi feita a digitalização das linhas de costas utilizando a delimitação proposta por Crowell (1991), e por fim, foi feito o procedimento estatístico para cálculo da variação da variação de linha de costa com o uso da extensão Digital Shoreline Analysis System - DSAS 5.0 (THIELER et al., 2009) do programa ArcGIS 10.5. A linha de base (baseline) foi colocada offshore e a partir desta linha foram criados 116 transectos perpendiculares à linha de costa, com espaçamento de 20 m entre si.

As taxas de variação da linha de costa foram obtidas pelos métodos estatísticos ponto de terminação (end point rate - EPR) e regressão linear (linear regression rate - LRR). O método EPR faz os cálculos a partir da variação, em metros, entre a linha de costa mais antiga e mais recente (SHEEJA; AJAY GOKUL, 2016; SANTOS, 20019). O método LRR calcula as taxas de recuo de linha de costa através de regressão linear simples, considerando todos os transectos para o cálculo, inclusive, os dados

intermediários, que podem ou não ter recuado ou avançado ao longo dos anos analisados apresentando uma linha de tendência JONAH et al., 2016).

Tabela 2: Informações sobre a linha de costa da área de estudo

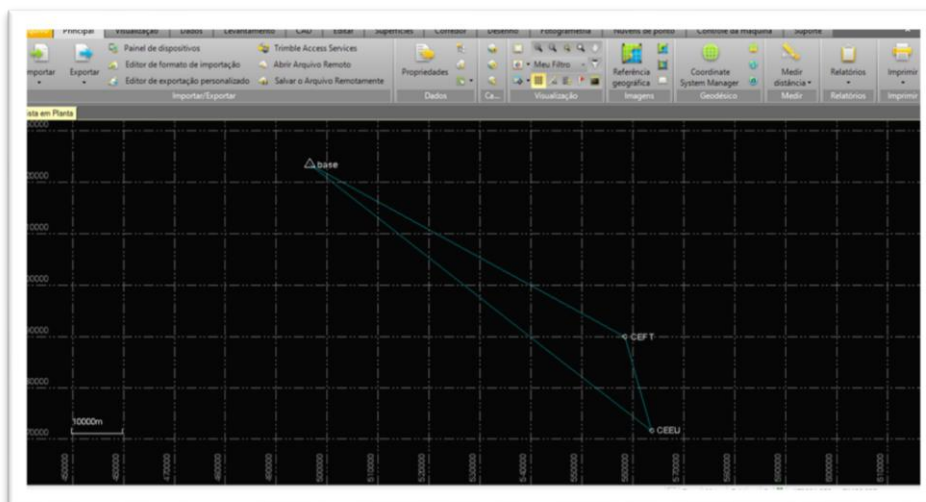
Praias	Município	Extensão da LC municipal	Extensão da LC analisada	Direção da LC	Exposição*	Geoindicadores**	
						Campo	Imagens de satélite
Praia das almas						Base de duna,	
Munguba						alcance máximo do	
Boca do poço	Paracuru	17 km	2,446 km (14,4% do total)	E-SE	Exposta e Semi-abrigada	espraio, ocupação, falésia e obras de contenção	Alcance máximo do espraio e frente marítima urbana
Coqueirinho							
Pedra do Meio							

Fonte: Autor (2019)

5.4.2 Processamento dos dados topográficos

Os dados bruto adquiridos como o RTK nos experimentos em campo foram pós-processados através do programa Trimble Business Center. Após processados, é preciso fazer a conversão dos dados para altura ortométrica, pois o RTK consideram a forma elipsóide da terra. Para converter os dados, foi utilizado o software MAPGEO 2015 disponibilizado gratuitamente pelo IBGE. Com o MAPGEO, é possível obter-se a altura geoidal necessária para conversão de altitudes elipsoidais, em altitudes ortométricas consistentes com o nível médio do mar.

Figura 15: Ambiente do software Trimble Business Center



Fonte: Autor (2019)

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

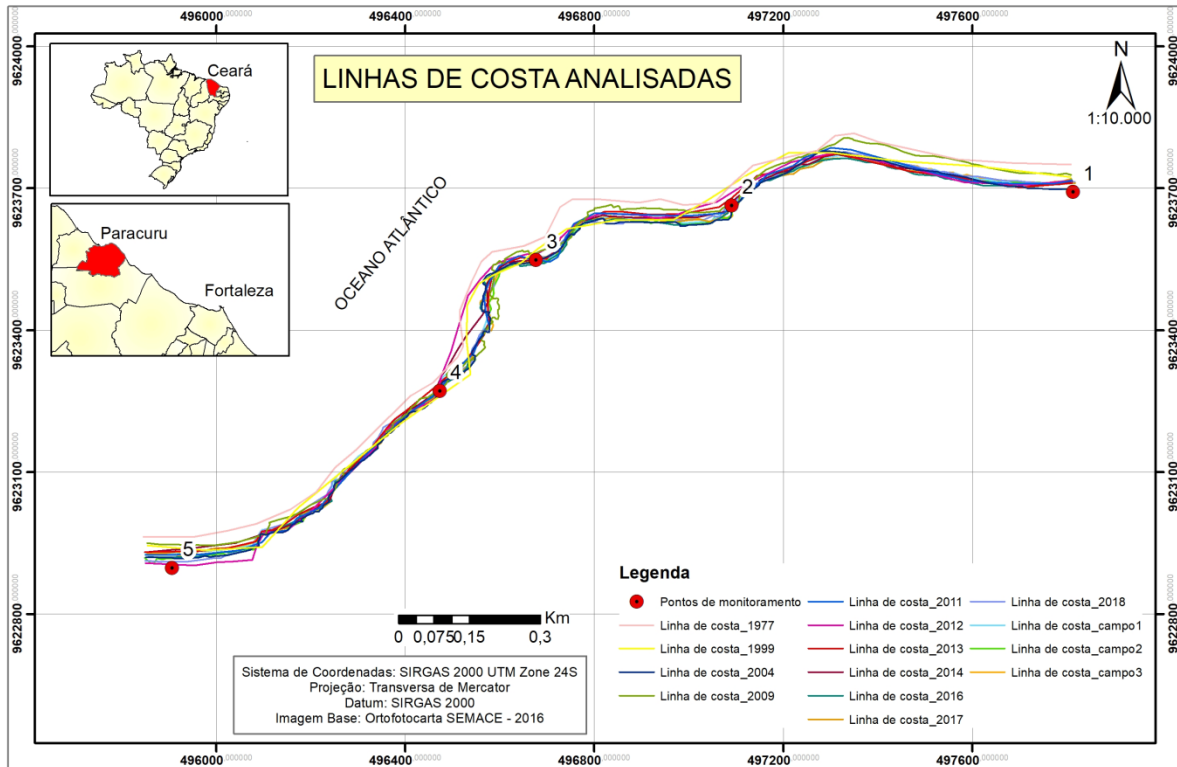
6.1 Análise multitemporal da variação da linha de costa.

Com a análise multitemporal da linha de costa a partir dos resultados obtidos por meio dos cálculos da taxa de variação ao longo de 44 anos, 1977 a 2019, foi possível verificar que o trecho do município de Paracuru selecionado como área de estudo sofre ao longo de toda sua extensão com processos erosivos (Gráfico 3). Taxas positivas de variação da linha de costa que caracterizam tendências deposicionais, não foram observadas.

Segundo Maia (1998), “os processos costeiros que controlam a evolução da linha de costa são resultantes das interações entre os agentes propulsores e o meio físico que, em condições naturais podem alcançar um equilíbrio dinâmico”.

Morais (1996) afirma que os principais impactos produzidos na região costeira podem ser representados pela ocupação. No que se refere à área de estudo em questão, a ocupação está presente na maior porção dos trechos analisados.

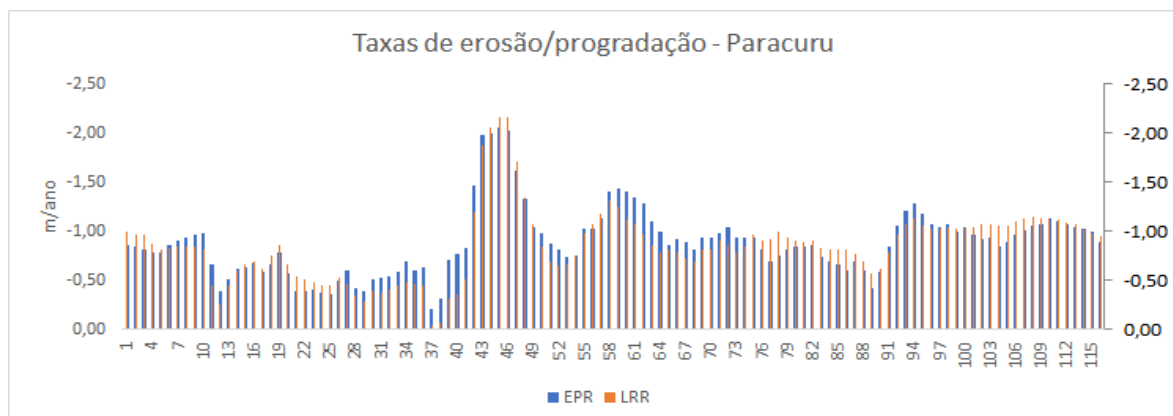
Figura 16: Linhas de costas utilizadas na pesquisa



Fonte: Autores (2019)

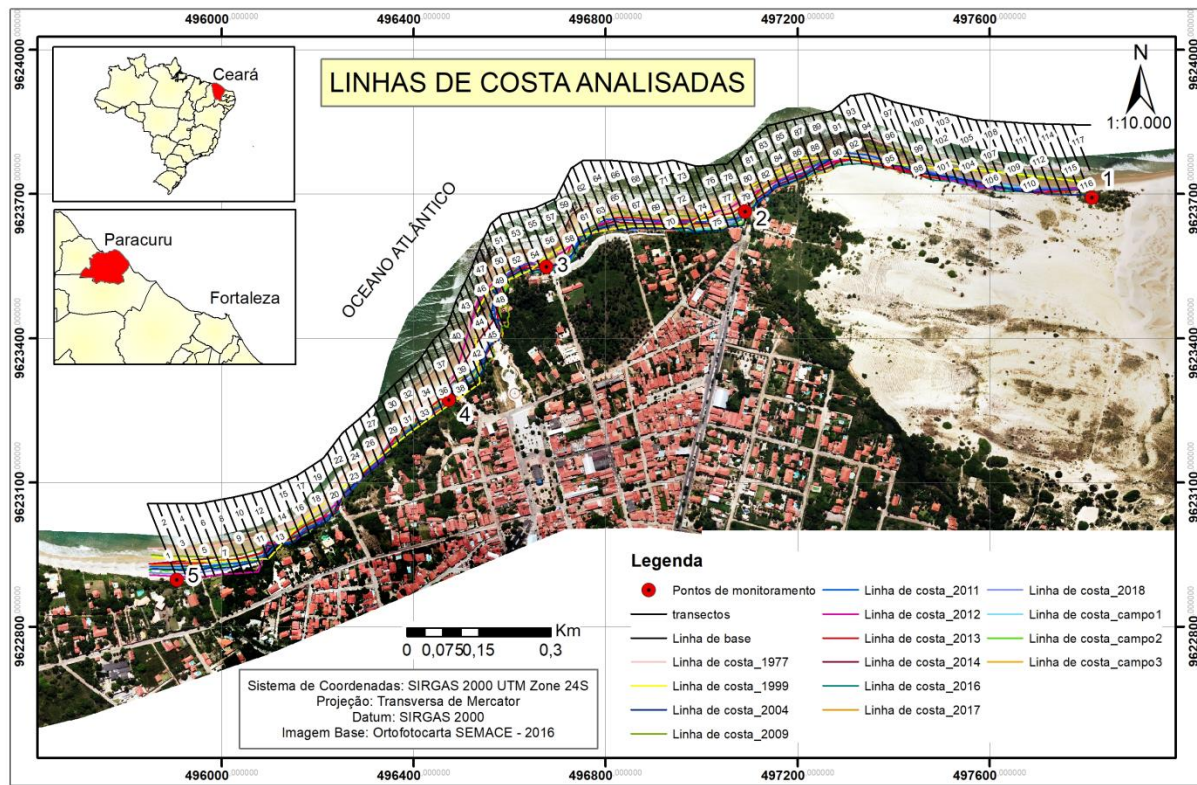
Para analisar a linha de costa foram traçados 116 transectos (Figura 18) ao longo das praias de Coqueirinho, Munguba, Boca do Poço e das Almas. Observou-se que a média das taxas de erosão entre as praias foi de - 0,86 m/ano a partir do método LRR, resultando em perda média de 36 metros de faixa de praia. Com o método EPR, as taxas médias de erosão foram de - 0,89 m/ano, totalizando uma perda média de 37,3 metros de faixa de praia, mostrando uma semelhança entre os resultados do método EPR e LRR (Gráfico 3)

Gráfico 3: Taxas de erosão/progradação ao longo da área de estudo



Fonte: Autor (2019)

Figura 17: Área de monitoramento com transectos



Fonte: Autores (2019)

Para uma melhor discussão sobre os resultados obtidos, os transectos foram divididos com base nas praias em que estão inseridos.

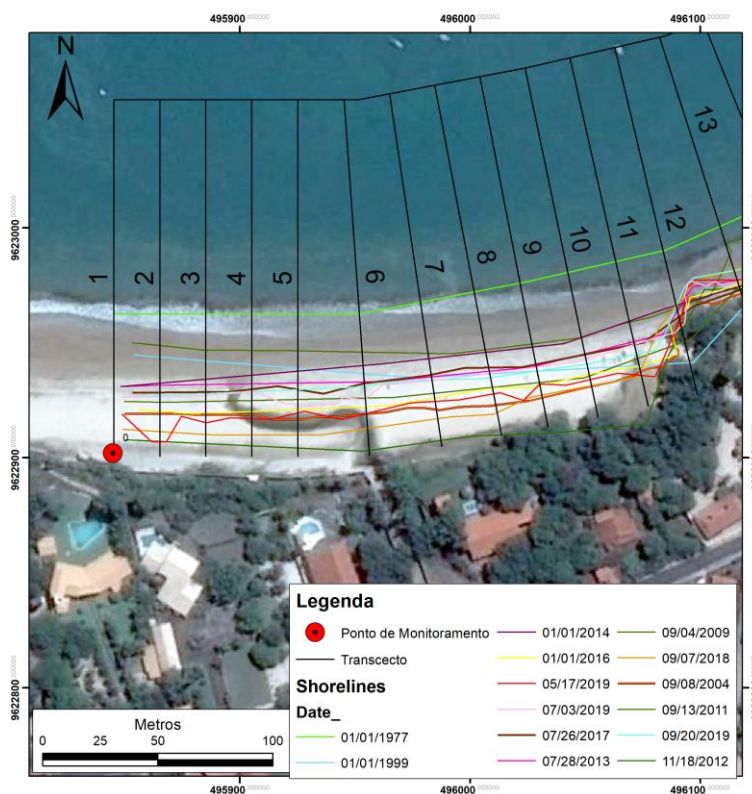
6.1.1 Coqueirinho (Transectos 1 a 10)

Ao longos dos três experimentos de campo foi visto que a praia possui extensa ocupação da zona de pós-praia com casas de veraneios restringindo a extensão do perfil de praia. Possui trechos com bermas de grande declividade, além de estar localizada próximo a um pequeno promontório de arenitos.

Neste trecho, foram observadas médias de - 0,87 m/ano de recuo da faixa de praia pelo método EPR e - 0,88 m/ano no método LRR (Grafico 4), totalizando um avanço médio da linha de preamar de aproximadamente 37 metros ao longo do intervalo de 42 anos , ligeiramente maiores do que a média total da área de estudo. As maiores taxas de recuo ocorreram nos transectos 1 com - 0,86 m/ano (método EPR) e - 0,99 m/ano (método LRR) e no transecto 10, -0,98 m/ano (método EPR) e -0,81 (método LRR). Observa-se que o local com maior decreção da faixa praias ao longo dos anos de análise obteve recuo

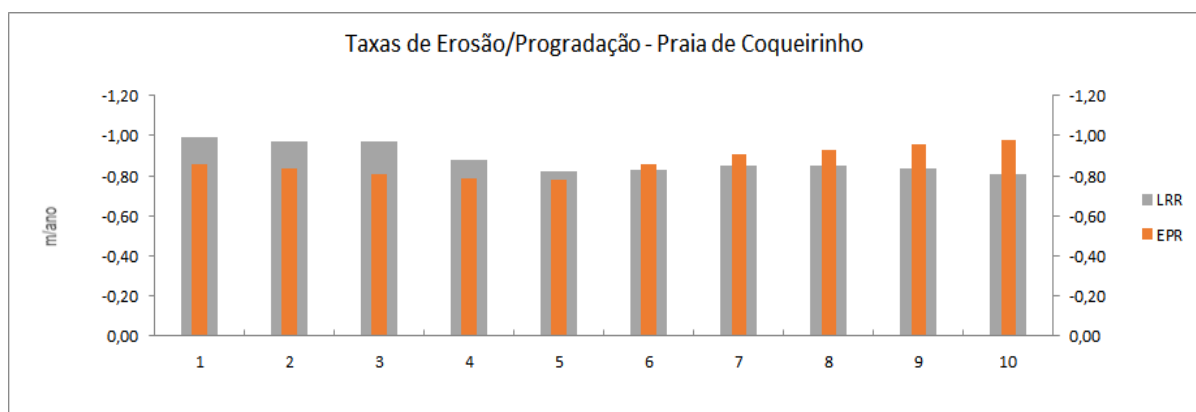
de 41 metros aproximadamente. As taxas de erosão neste setor foram um pouco maiores do que a média geral, fato esse que pode ser atribuído à grande presença de casas de construção de casas de veraneio o que vem acarretando nos últimos 40 anos em indícios de erosão e prejuízos econômicos e ambientais com o avanço do mar (OLIVEIRA, 2009), alterando a dinâmica sazonal de sedimentos na região. A ocupação também gerou a retirada de barreiras naturais ao longo da praia e com isso grande parte deste trecho possui o limite preamar localizada em zonas de ocupação.

Figura 18: Praia de Coqueirinho (transectos 1 a 10)



Fonte: Autor (2019)

Gráfico 4: Taxa de erosão/progradação na praia de Coqueirinho



Fonte: Autor (2019)

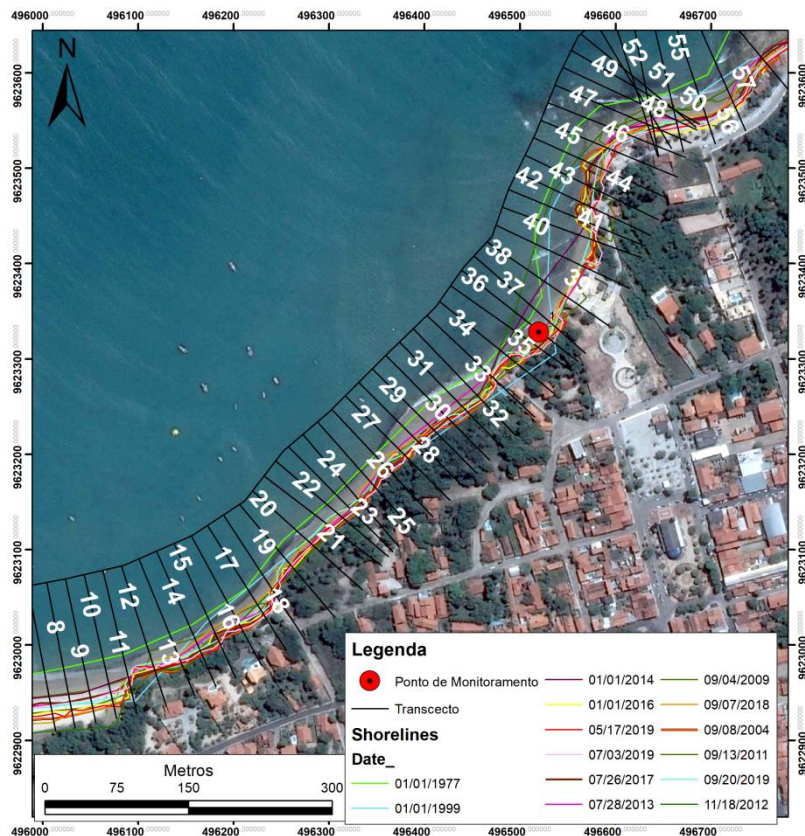
6.1.2 Praia da Munguba (Transectos 11 a 47)

A praia da Munguba é um trecho de intensa ocupação com grande parte da linha máxima de preamar delimitada por muros de concreto. Neste trecho também há a presença de falésias como limite da pós-praia e arenitos de praias em boa parte do estirâncio. A praia possui pontos em que o perfil de praia é o mais extenso da área em estudo.

Apesar dos arenitos de praia estarem presentes e normalmente funcionarem como proteção natural, as maiores taxa de erosão foram observadas neste intervalo de transectos. O transectos 45 e 46 apresentam a maior taxa de erosão com -2,16 m/ano (método LRR) com recuo de aproximadamente 91 metros ao longo dos 42 anos analisados. Já o cálculo pelo método EPR resultou na taxa de 2,05 m/ano para o transecto 45 e 2,02 m/ano para o transecto 46. A menor taxa de erosão também está neste intervalo de dados, o transecto 37 apresenta -0,21 m/ano (método EPR) e -0,04 m/ano (método LRR), totalizando 5,28 metros e 0,88 metros de perda de faixa de praia. (gráfico) Entre os transectos 11 a 41, a média de erosão foi de -0,45 m/ano (método EPR) e -0,47 m/ano (método LRR). Enquanto que o intervalo entre os transectos 42 a 47 apresenta recuo de -1,85 m/ano (método EPR) e -1,86 m/ano (método LRR).

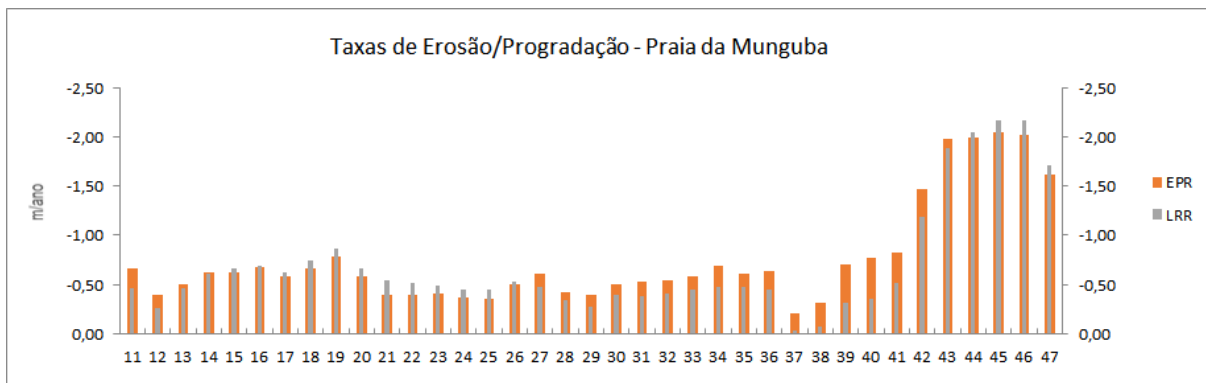
Como no setor anterior, a ocupação desordenada da faixa de praia que está presente na forma de casa de veraneios, escadarias, barracas de praia é apontado como o um fator que impossibilita o fluxo sedimentar natural. Apesar de contar com uma faixa de praia mais extensa, a declividade é pouco acentuada possibilitando que a ação das ondas incida diretamente na linha de ocupação ou nas linhas de falésias ao longo de todo o intervalo em análise. O trecho entre os transectos 42 a 47, está situado em frente a praça de Paracuru uma área de intenso fluxo de pessoas e é delimitada a leste por um extenso trecho com arenitos de praia que podem estar atuando como um promontório e intensificando a erosão no região.

Figura 19: Praia de Munguba (transectos 11 a 47)



Fonte: Autor (2019)

Gráfico 5: Taxa de erosão/progradação na praia de Munguba



Fonte: Autor (2019)

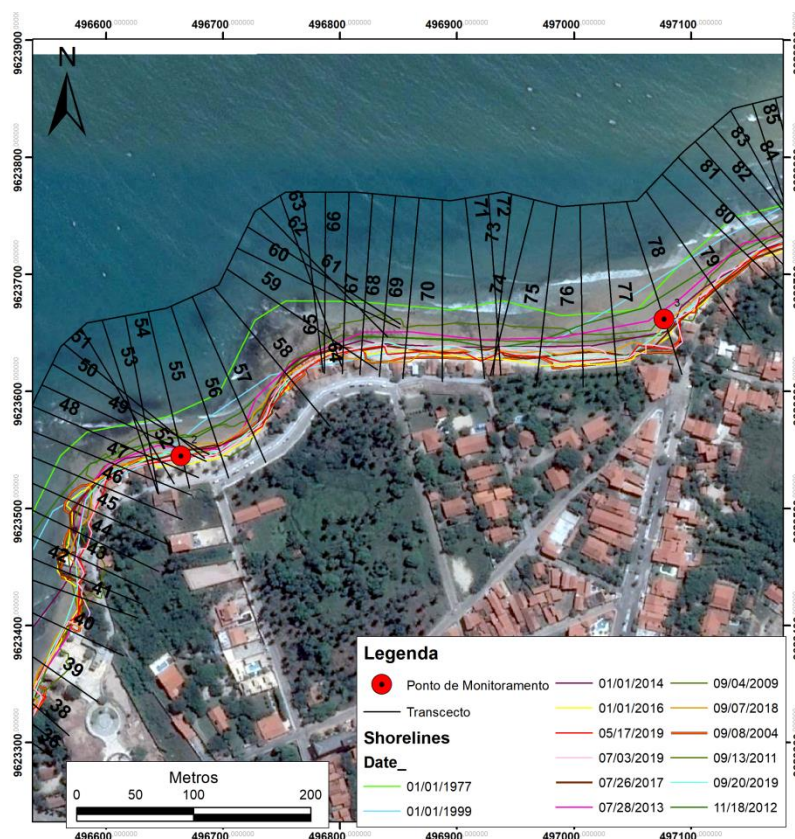
6.1.3 Praia Boca do Poço(Transectos 48 a 83)

A área referente a praia da Boca do Poço apresenta calçadas, casas e barracas situadas na zona de pós-praia que estão com a estrutura colapsada. A região fica próxima ao campo de dunas e conta com presença de um pequeno corpo hídrico denominado riacho Boca do Poço.

As taxas médias de recuo no setor são de -0,98 m/ano (método EPR) e -0,92 m/ano (método LRR), taxas maiores que a média na área de estudo completa com um recuo de aproximadamente 41 metros ao longo do anos monitorados. A maior taxa de recuo foi observado no transecto 59 com valores de -1,44 (método EPR) e -1,26 (método LRR),

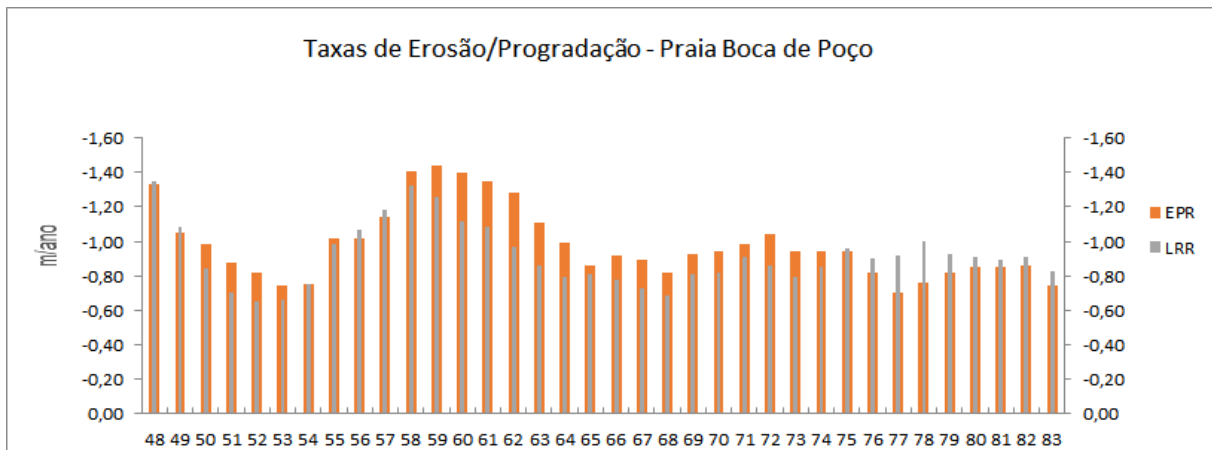
Apesar de a praia ser alimentada pelos sedimentos provenientes do campo de dunas e do riacho Boca do Poço, a extensiva ocupação na região de pós-praia é o principal ponto motivador das taxas erosão ao longo dos anos. Os trechos com maior taxas de erosão deste setor, inclusive o transecto 59, estão localizados dentro de uma pequena enseada.

Figura 20: Praia Boca do Poço (Transectos 48 a 83)



Fonte: Autor (2019)

Gráfico 6: Taxa de erosão/progradação na praia Boca do Poço



Fonte: Autor (2019)

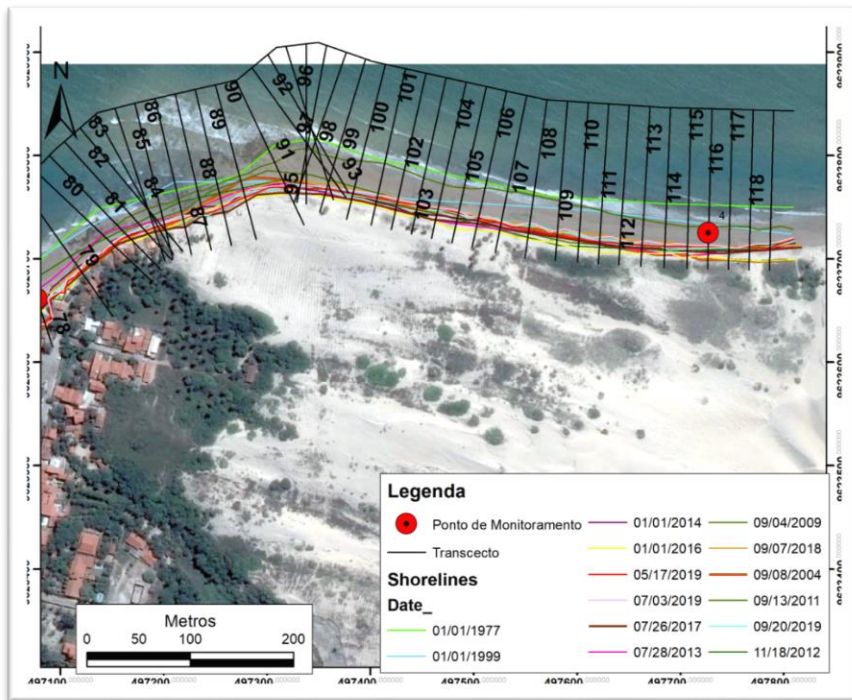
6.1.4 Praia das almas (Transecto 84 a 116)

A praia está localizada em frente a um extenso campo de dunas que delimita boa parte da linha de costa. Neste setor, a presença de ocupação é pequena restringindo-se a construções que se encontram colapsadas e parcialmente soterradas pelo campo de dunas. A leste da região encontra-se um pontal com a presença de um píer que pertence a Petrobras.

As taxas médias de erosão na região foram -0,94 m/ano EPR e -0,99 m/ano LRR o que totaliza um recuo de aproximadamente 41,5 metros da linha de costa. As maiores taxas de recuo ocorreram no transecto 94 com 1,29 m/ano de (método EPR) e 1,14 m/ano de (método LRR), Já as menores taxas foram observadas no transecto 89 com -0,43 m/ano (método EPR) e -0,57 m/ano (método LRR)

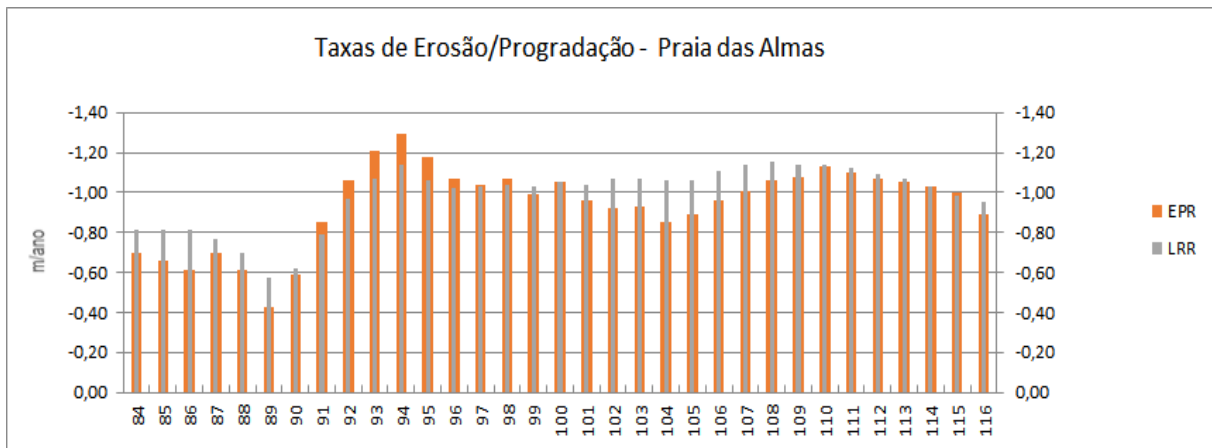
Apesar do intenso aporte sedimentar ofertado pelo campo de dunas, o pontal rochoso que se encontra a leste do trecho da Praia das Almas é observado como o principal causador da erosão na região alterando a dinâmica de incidência das ondas na região.

Figura 21: Praia das Almas (Transectos 84 a 116)



Fonte: Autores (2019)

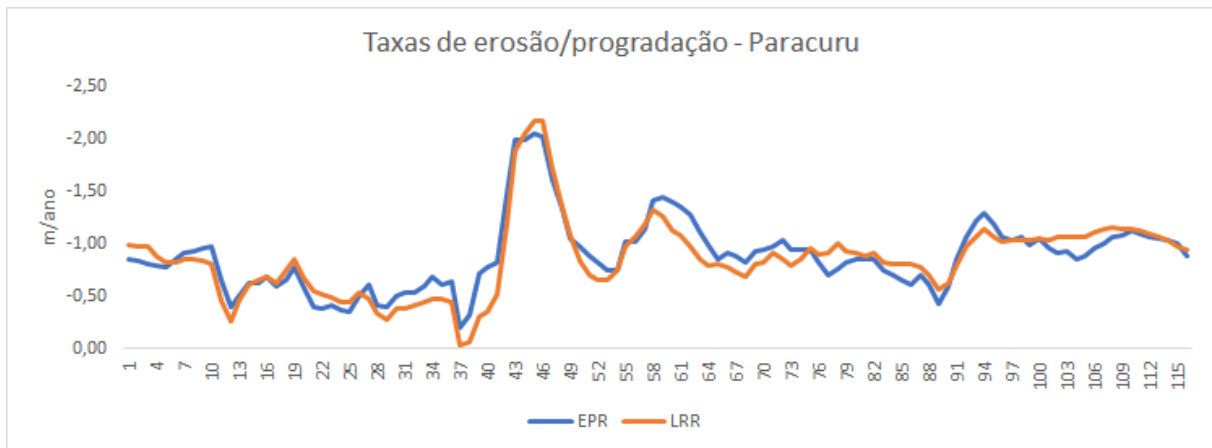
Gráfico 7: Taxa de erosão/progradação na praia das Almas



Fonte: Autor (2019)

Ao longo de todos os transectos foi observado semelhanças entre os resultados dos métodos estatísticos EPR e LRR (gráfico). A proximidade entre os dados revela que houveram pequenas variações entre períodos erosivos e progradação ao longo dos intervalos de anos analisados, constatando que a característica erosiva da praia é predominante de 1977 a 2019.

Gráfico 8: Taxa de erosão/progradação ao longo da área de estudo



Fonte: Autor (2019)

6.2 Mudanças morfosedimentares na praia de Paracuru

A análise da topografia praial permite quantificar o volume transversal de sedimentos transportados, classificando se o ambiente sofreu erosão, deposição ou apresentou estabilidade, além da evolução da morfodinâmica praial. Maia (2002)

Nesta etapa serão discutidos os resultados das alterações morfológicas dos 5 perfis topográficos analisados, abordando a variação da altimetria e a variação volume linear.

Os resultados obtidos com a análise da variação topográfica e do volume sedimentar dos perfis de praia serão discutidos neste tópico. Meireles *et al.* (2003) afirma que a dinâmica que envolve o transporte de sedimentos é caracterizada principalmente pela ação das correntes de deriva litorânea que transportam o material sedimentar paralelamente à costa, além de ondas, marés e vento, fazendo com que o perfil praial mude de acordo com a dinâmica local.

Com relação aos resultados da análise granulométricas, estes serão apresentados juntamente com os seguintes parâmetros calculados: assimetria, grau de selecionamento e curtose.

Martins (2003), expressa que a granulometria dos sedimentos de praia, em geral, varia de areia muito fina a média.

De acordo com Martins (1965) os sedimentos do ambiente praia são, geralmente, leptocúrtico. Os valores de curtose muito altos ou muito baixos

podem inferir que o material foi transportado de uma área-fonte e depositado sem perder suas características originais (JESUS & ANDRADE, 2013).

6.2.1 Ponto de monitoramento 1 (Praia das Almas)

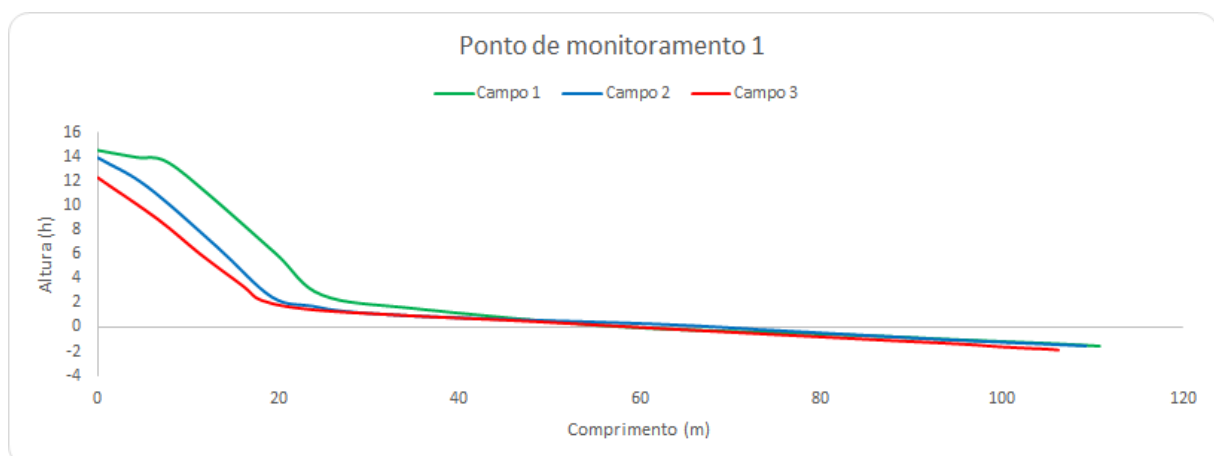
O perfil topográfico em análise apresentou comprimento médio de 109 metros e 13,5 metros de altura em relação ao nível do mar. Este ponto está localizado em uma área com a presença de um campo de dunas em que a base é o limite entre o estirâncio e o pós-praia, as dunas se estender por toda extensão da praia.

O campo de dunas presente na região atua diretamente no transpasse de sedimentos eólicos para deriva litorânea (bypass). São, portanto, áreas de recarga sedimentar importantes tanto para a dinâmica costeira quanto para o equilíbrio do perfil praial, devido ao transporte eólico e a ação erosiva das marés e ondas que solapam a base da duna (ROCHA, 2017). Este é o único ao longo dos 5 pontos da área de estudo que não apresenta ocupação do setor de pós-praia.

Foi verificado que as maiores alterações observadas a partir dos coletados em campo ocorreram na região de pós praia, à duna apresentou um rebaixamento de 2,3 metros de seu topo entre o primeiro e o terceiro campo.

O volume deste perfil é o maior entre os pontos analisados motivado pela presença do campo de dunas. Inicialmente com 834,23 m³ no mês de março, o volume observado em campo cai para 585,93 m³ no mês de maio e no campo de julho o volume chega a 417,76 m³. Resultando em uma alteração sedimentar negativa de - 417,07 m³ (Gráfico 10).

Gráfico 9: Perfil de monitoramento 01



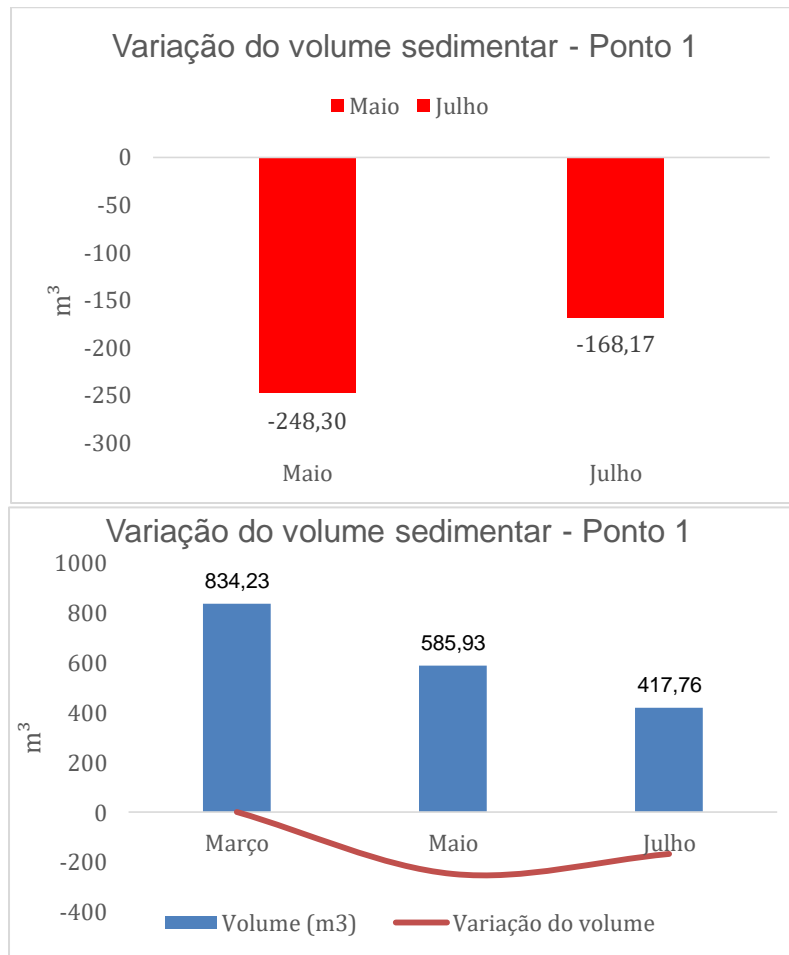
Fonte: Autor (2019)

Figura 22: Perfil de monitoramento 01



Fonte: Autores (2019)

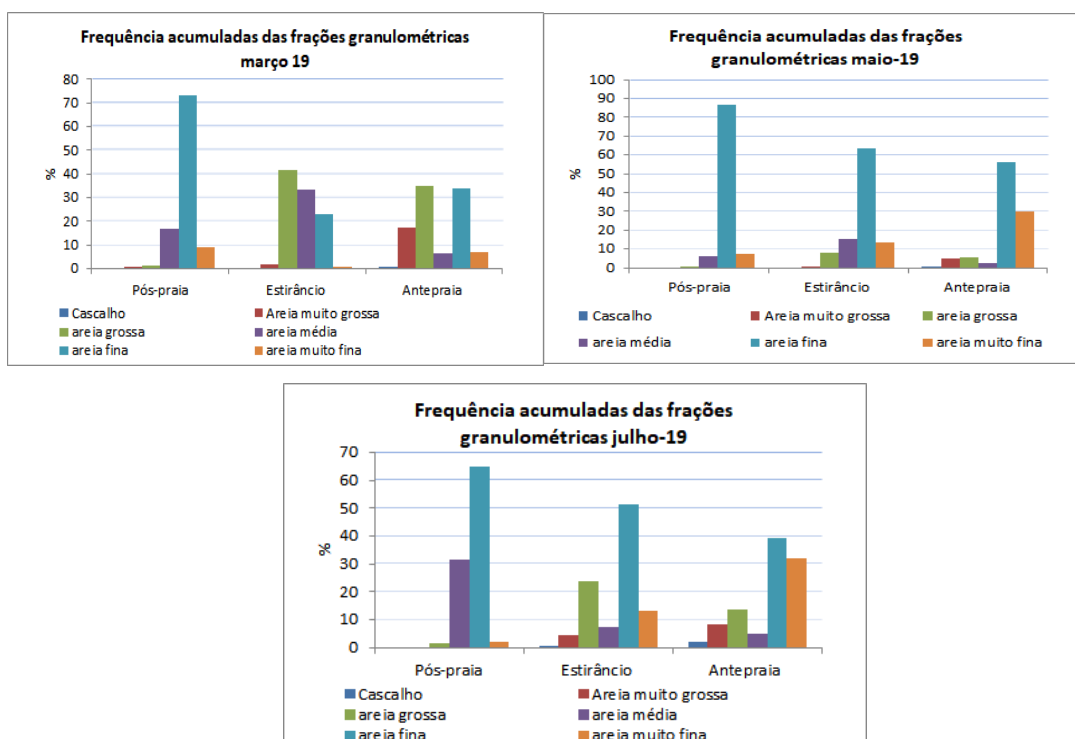
Gráfico 10: Variação do volume sedimentar do ponto de monitoramento 01



Fonte: Autor (2019)

O sedimento neste ponto apresentou-se moderadamente selecionado em 67% das amostras, com valores de assimetria que variaram de -0,530 a 0,311, com 55,5% das amostras com assimetria negativa. Com relação ao parâmetro curtose, 44% das amostras apresentaram sedimentos platicúrticos. O percentual granulométrico deste perfil está representado nos gráficos a seguir:

Gráfico 11: Variação Granulométrica perfil 01



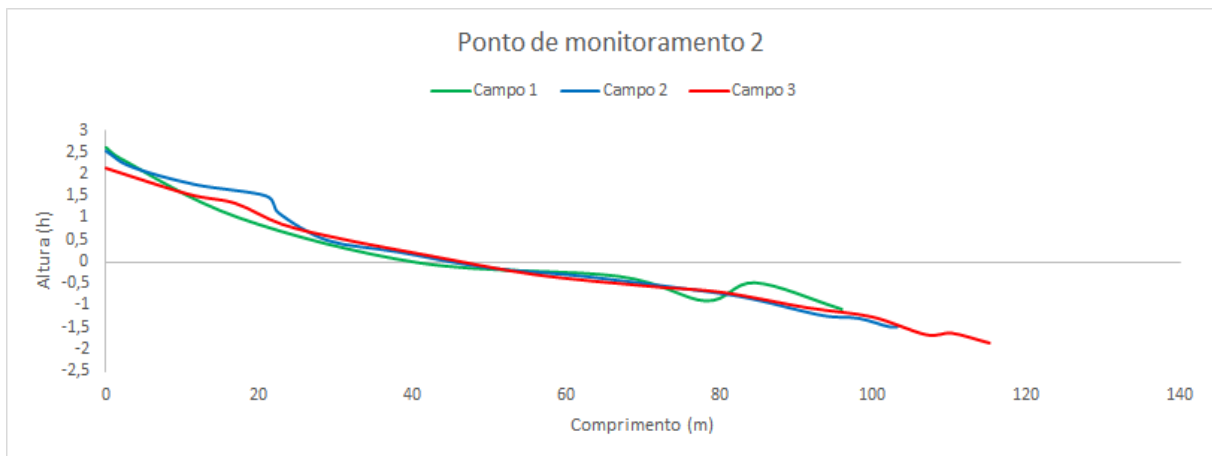
Fonte: Autor (2019)

6.2.2 Ponto de monitoramento 2 (Praia Boca do Poço)

O presente ponto de monitoramento apresenta um perfil com média de 106 metros de comprimento, com máxima de 116 metros atingidos no mês de julho e mínima de 95 metros no mês de março. A cota de altura com relação ao nível do mar atingiu 2,4 metros médios, não houve significativa variação. Este perfil se caracteriza por apresentar uma ocupação baseada em residências muito próximas à linha de costa. O perfil conta com afloramentos de arenitos de praia, estes adquirem uma elevação acentuada em partes da faixa de praia, fato esse que explica a subida repentina do nível topográfico do perfil em alguns trechos (Gráfico 12).

O perfil apresenta o volume bem menor de sedimentos quando comparado com o perfil anterior. No mês de março o perfil contava com volume de 55,78 m³, no mês de maio o volume cresceu e atingiu 69,66 m³ e por fim, no mês de julho o volume de sedimentos decresceu e atingiu 54,44 m³. O perfil teve um balanço positivo de 0,66 m³. (Gráficos 13 e 14)

Gráfico 12: Perfil ponto de monitoramento 02



Fonte: Autor (2019)

Figura 23: ponto de monitoramento 02



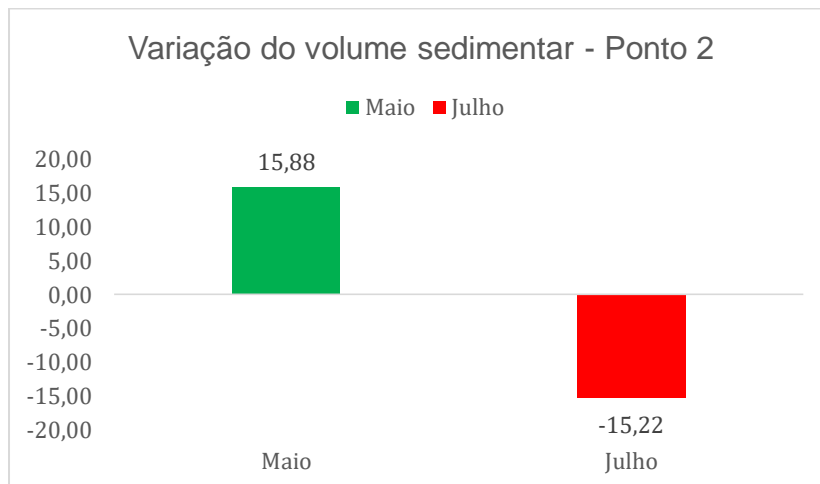
Fonte: Autores (2019)

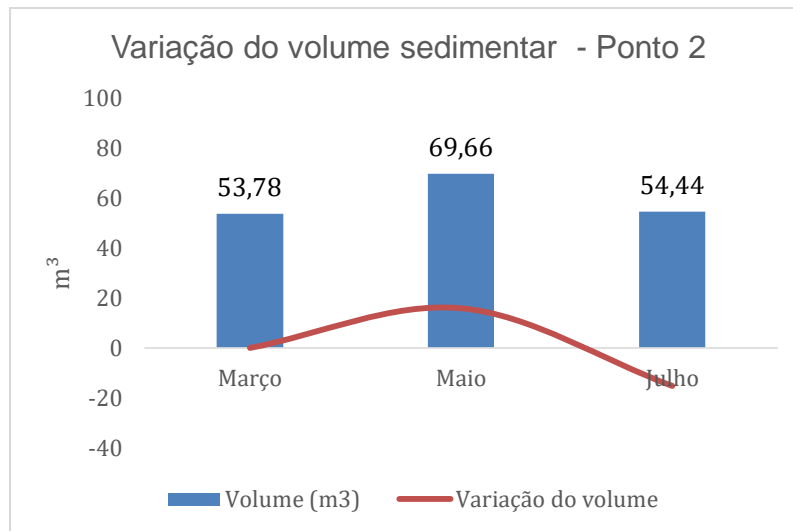
Figura 24: Arenito de praia no perfil 2



Fonte: Autores (2019)

Gráfico 13: Variação do volume sedimentar do ponto de monitoramento 02



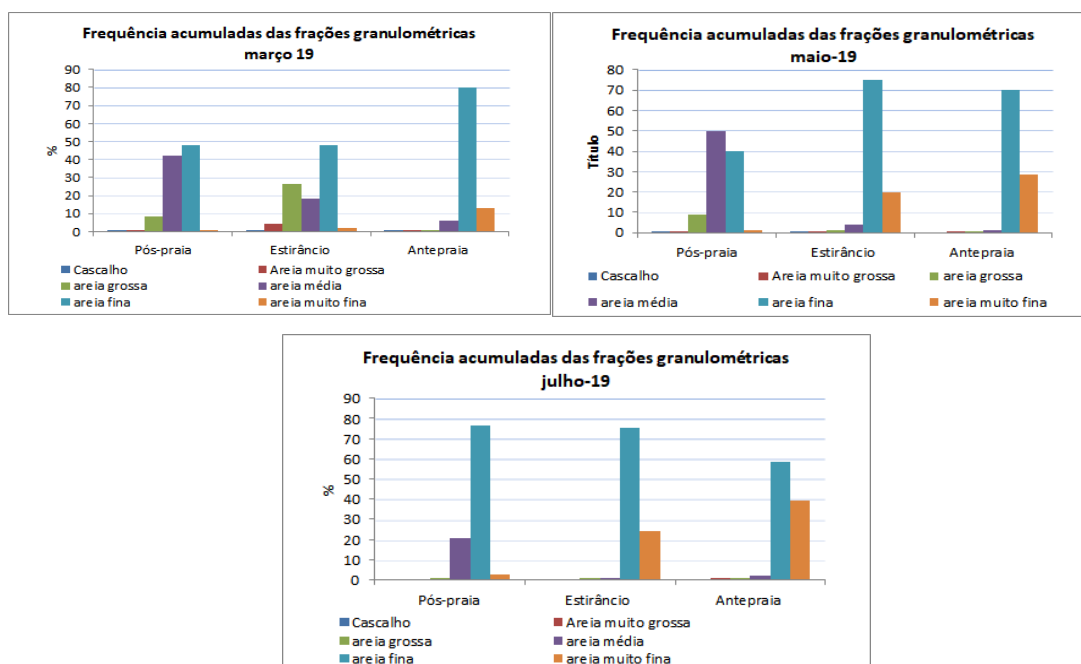


Fonte: Autor (2019)

O sedimento neste ponto, também se apresentou moderadamente selecionado em 67% das amostras, com valores de assimetria que variaram de -0,377 a 0,304, com 55,5% das amostras aproximadamente simétricas. Com relação ao parâmetro curtose, 55,5% das amostras apresentaram sedimentos mesocúrticos.

O percentual granulométrico deste perfil está representado nos gráficos a seguir:

Gráfico 14: Variação Granulométrica perfil 02



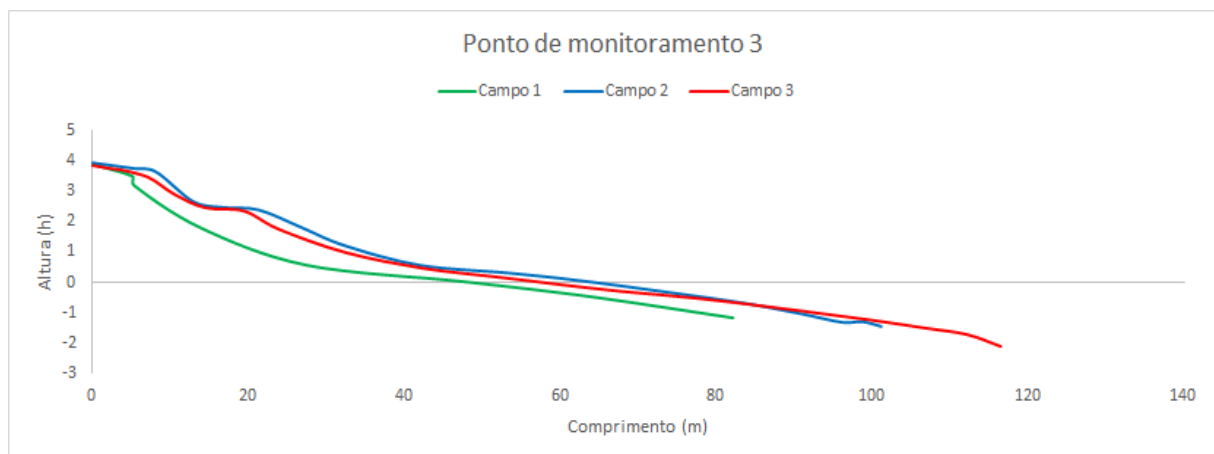
Fonte: Autor (2019)

6.2.3 Ponto de monitoramento 3 (Praia Boca do Poço)

O ponto de monitoramento 3 também situado na praia Boca do Poço é caracterizado pela presença de estruturas antrópicas colapsadas, coqueiros com raízes expostas, indicadores de processos erosivos. O perfil tem início em um trecho de calçada, passando por uma feição berma e seguindo até atingir, em média, 100 metros de comprimento (Gráfico 3). Observa-se que a declividade do perfil sofreu alterações entre os campo 1 e 2, no entanto, os valores do campo 2 e 3 não tiveram alterações significativas entre si. A oeste do perfil há a presença de um grande afloramento de arenitos de praia

A variação do volume sedimentar do perfil 3 foi positiva, alterando de 79,98 m³ durante o campo de março, para 287,82 m³ durante o monitoramento do mês de julho, totalizando um acréscimo de 207,84 m³ de sedimentos. Isto pode ser atribuído à presença dos arenitos de praia a oeste do ponto, atuando como um promontório (Figura 21) e barrando o fluxo de sedimentos a barlar. Como foi observado anteriormente, o ponto de monitoramento 1 perdeu significativo volume de sedimentos, que podem ter sido transportados para oeste pela corrente de deriva litorânea até o ponto de serem barrados pelos arenitos de praia distribuídos em forma de promontório.

Gráfico 15: Ponto de Monitoramento 03



Fonte: Autor (2019)

Figura 25: Ponto de Monitoramento 03



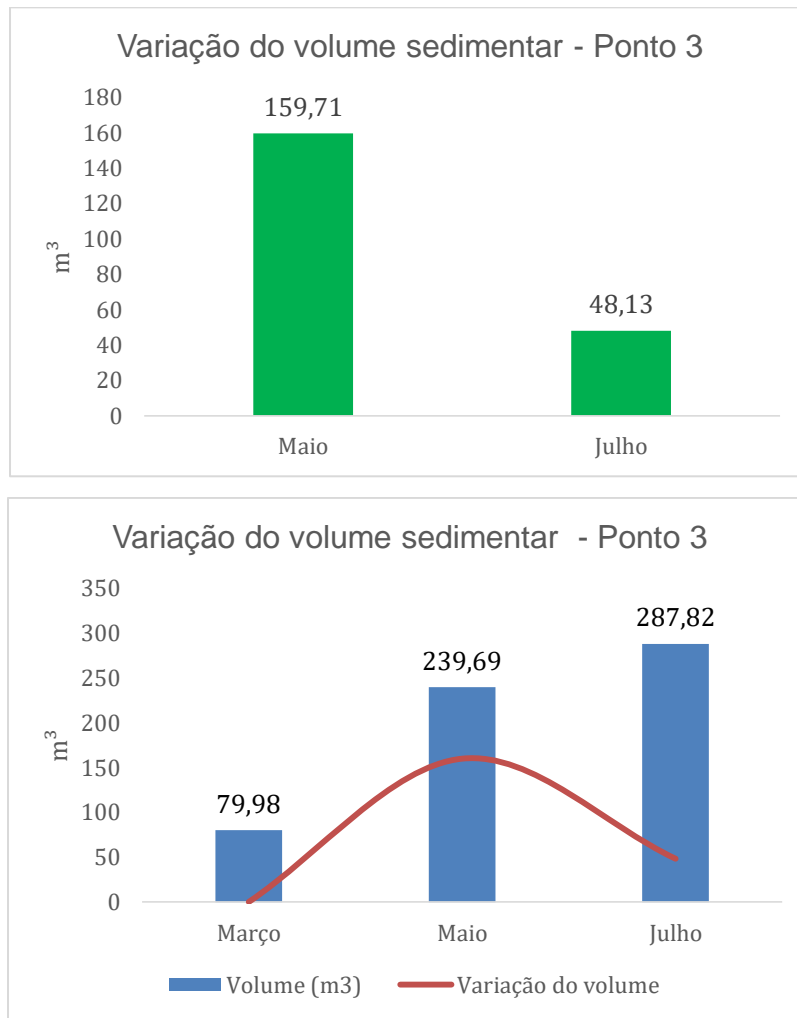
Fonte: Autores (2019)

Figura 26: Indicativo de erosão no ponto de monitoramento 02



Fonte: Autores (2019)

Gráfico 16: Variação do volume sedimentar do ponto de monitoramento 03

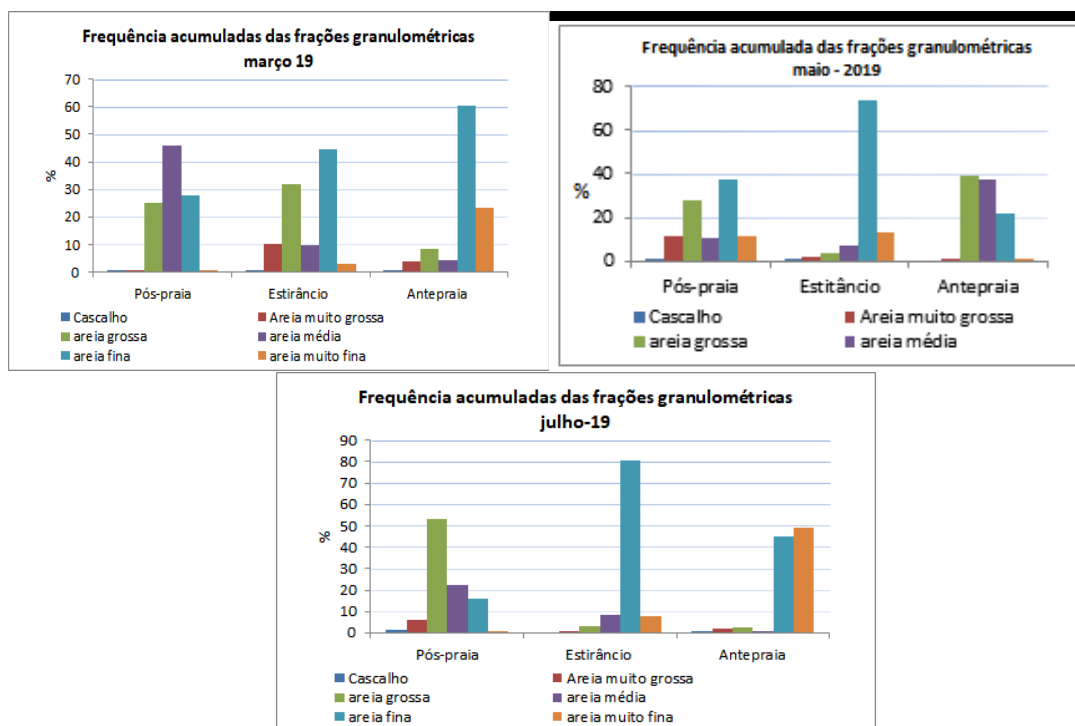


Fonte: Autor (2019)

O sedimento neste ponto apresentou-se bem selecionado e moderadamente selecionado em 89% das amostras, com valores de assimetria que variaram de -0,321 a 0,259, com 44,5% das amostras aproximadamente simétricas. Com relação ao parâmetro curtose, 55,5% das amostras apresentaram sedimentos leptocúrtico.

O percentual granulométrico deste perfil está representado nos gráficos a seguir:

Gráfico 17: Variação Granulométrica perfil 03



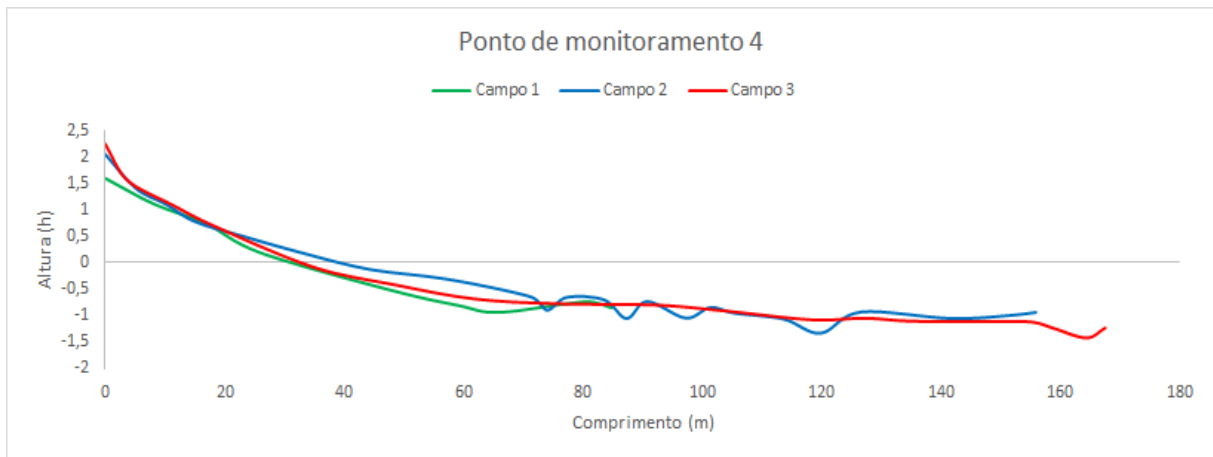
Fonte: Autor (2019)

6.2.4 Ponto de monitoramento 4 (Praia da Munguba)

O ponto de monitoramento 4 está localizado em um área de intensa ocupação, sendo a linha de costa delimitada por um muro de concreto (Figura 24). Neste ponto, é possível visualizar estruturas de antigas construções que provavelmente colapsaram com o crescente avanço do mar por conta de um intenso processo erosivo. O perfil de praia 4 apresenta maior extensão dentre os pontos analisados com média de 136 metros entre os meses de março, maio e julho (Gráfico 18),. O trecho de monitoramento 4 apresentou sua maior extensão no mês julho com 167 metros, enquanto que o campo de março apresentou o menor comprimento com 84 metros. A altura média do início do transecto é de 2 metros, com maior altura registrada no campo 3 com 2,3 metros e a menor altura foi observada no campo 1 com 1,6 metros. Ao longo da sua extensão o perfil possui arenitos de praia e valas, o que explica a presença de repentinas subidas e descidas ao longo do perfil.

O volume do perfil no mês de março é 20,97 m³, crescendo para 26,59 m³ no mês de maio e decrescendo para 3,29 m³ no mês julho. O setor apresenta uma variação do volume sedimentar negativa com -23,30 m³ de sedimento durante os três experimentos de campo. (Gráfico 19)

Gráfico 18: Ponto de monitoramento 04



Fonte: Autor (2019)

Figura 27: Ponto de monitoramento 04



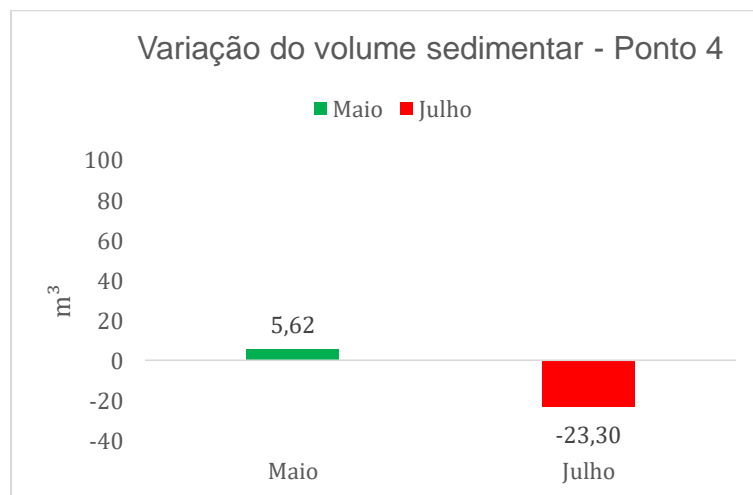
Fonte: Autores (2019)

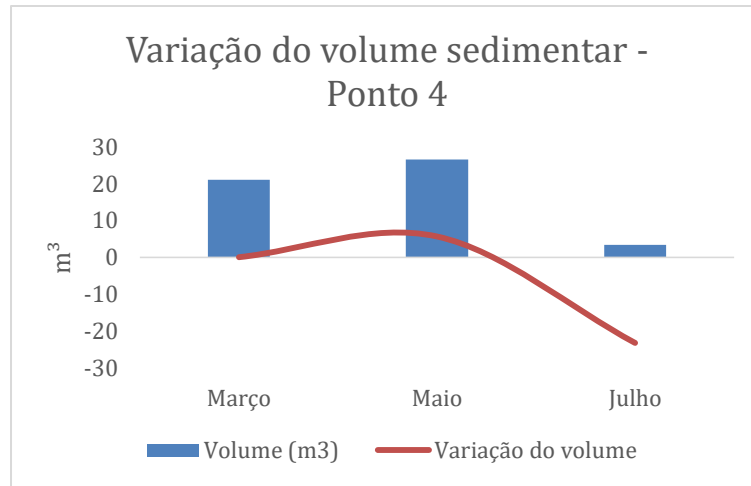
Figura 28: Registros de ocupação no ponto 04



Fonte: Autor (2019)

Gráfico 19: Variação do volume sedimentar do ponto de monitoramento 04



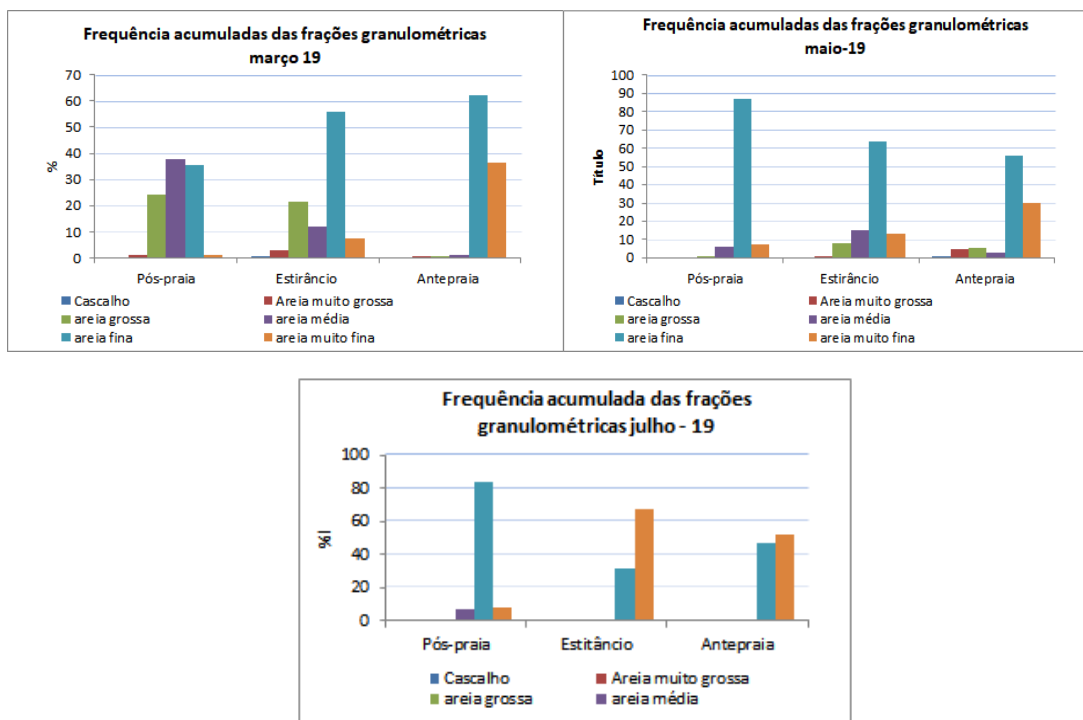


Fonte: Autor (2019)

O sedimento neste ponto apresentou-se moderadamente selecionado em 44,5% das amostras, com valores de assimetria que variaram de -0,400 a 0,252, com 44,5% das amostras aproximadamente simétricas. Com relação ao parâmetro curtose, 77,8% das amostras apresentaram sedimentos mesocúrtico.

O percentual granulométrico deste perfil está representado no gráfico a seguir:

Gráfico 20: Variação Granulométrica perfil 04



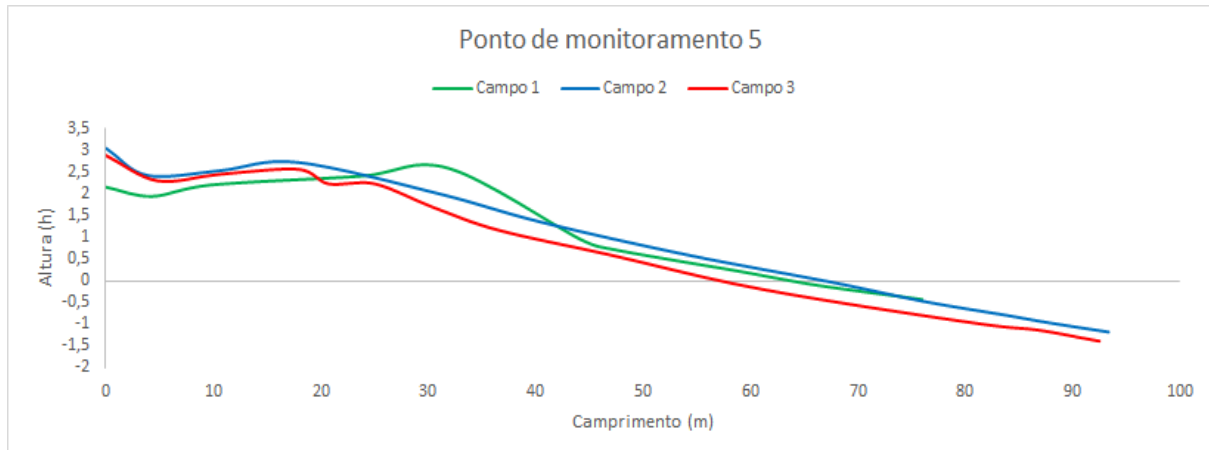
Fonte: Autor (2019)

6.2.5 Ponto de monitoramento 5 (Praia de Coqueirinho)

Este é o ponto mais a oeste da área de monitoramento. O trecho que o ponto está inserido possui uma intensa ocupação da faixa do pós-praia, com a linha de costa sendo delimitada por estas ocupações. Entre os perfis analisados, este contou com a menor média de extensão com 87 metros. A partir da análise dos resultados apresentados pelo gráfico 21, é possível observar que há variações significativas nos primeiros 40 metros. A região conta com bermas que mudaram de declividade ao longo dos meses de análise.

Com relação ao volume sedimentar do transecto, podemos observar que este perfil possui o segundo maior volume de sedimentos entre os pontos analisado. Em março o volume do perfil era de 232,26 m³, passando para 250,26 m³ em maio e por fim, atingindo 194,92 em julho. Neste perfil verifica-se uma variação do volume sedimentar negativa como - 37 m³ (Gráfico 22).

Gráfico 21: Ponto de monitoramento 05



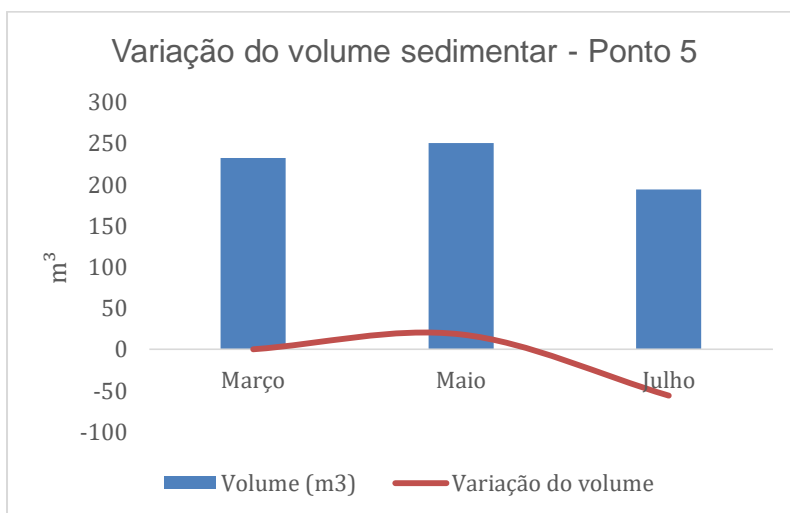
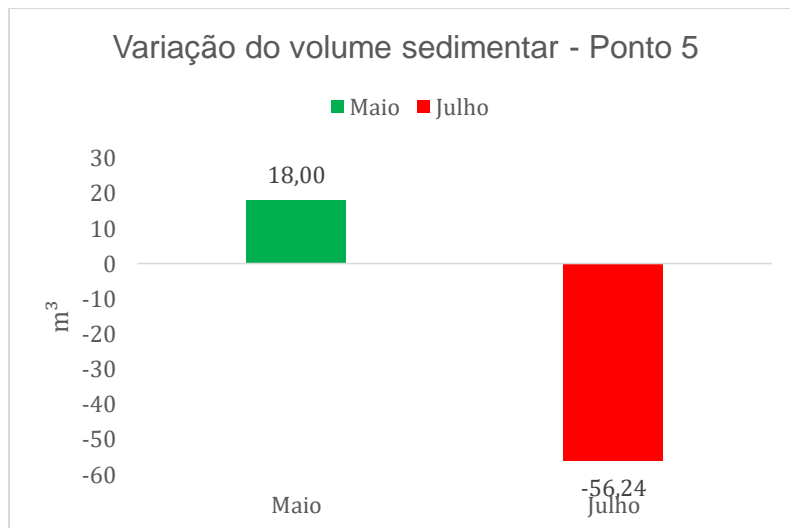
Fonte: Autor (2019)

Figura 29: Variação Granulométrica perfil 03



Fonte: Autores (2019)

Gráfico 22: Variação do volume sedimentar do ponto de monitoramento 05

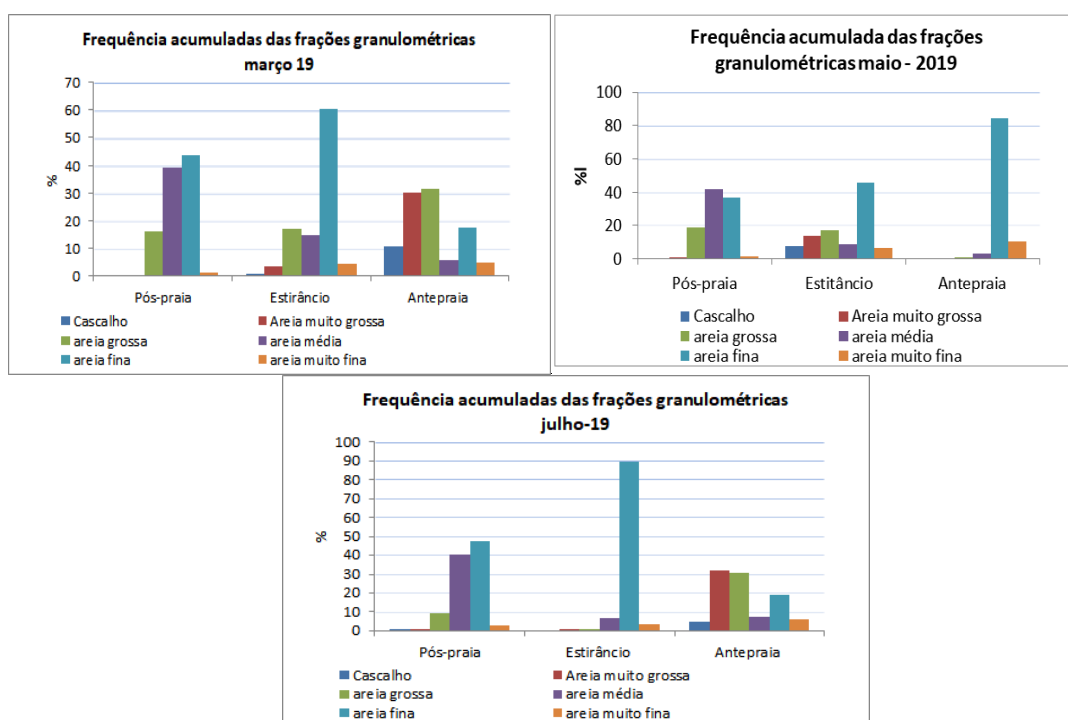


Fonte: Autor (2019)

O sedimento neste ponto apresentou-se moderadamente selecionado em 44,5% das amostras, com valores de assimetria que variaram de -0,447 a 0,380, com 55,5% das amostras com assimetria positiva. Com relação ao parâmetro curtose, 66,7% das amostras apresentaram sedimentos mesocúrtico.

O percentual granulométrico deste perfil está representado nos gráficos a seguir:

Gráfico 23: Variação Granulométrica perfil 05



Fonte: Autor (2019)

7. Conclusões

Com os resultados obtidos a partir da análise da variação espaço-temporal da linha de costa de Paracuru, foi possível avaliar que o trecho selecionada para a pesquisa tem caráter predominantemente erosivo. Apresentando taxas de recuo da linha de costa que chegam -2,16 m/ano totalizando 95 metros ao longo dos 42 anos entre 1977 e 2019.

O 5 pontos monitorados mostraram que em Paracuru há um predomínio de praias com volume de sedimentos em média menor que 200 m³. Com

exceção do ponto de monitoramento 1, que tem o perfil iniciado em cima de uma duna com mais de 10 metros.

As maiores variações de volume ao longo dos pontos de monitoramento, ocorreram no ponto 1 e ponto 3, no entanto, ao passo que o ponto 1 perdeu sedimento ao logo dos meses de monitoramento o volume do ponto 3 cresceu, ou seja, o sedimento perdido pelo ponto 1 foi possivelmente depositado no ponto 3. A presença de arenitos de praia em forma de pontal a oeste do ponto 3 pode estar retendo o fluxo de sedimento e gerando o depósito na região.

A ocupação desordenada ao longo do litoral é característico da região com diversos trechos de ocupação da zona de pós-praia. Vários trechos de ocupação apresentam muros de concreto e recebem a ação das ondas no período de maiores amplitudes de marés

É necessário um monitoramento contínuo da linha de costa da praia de Paracuru e um reordenamento da ocupação que se concentra na zona de pós-praia. A região já apresenta diversos trechos do litoral em que há incidência direta de ondas sobre construções, sendo, necessário o conhecimento acerca dos processos erosivos atuantes na região, com o intuito de solucionar ou amenizar problemas relacionados a danificação das construções localizadas muito próximas à linha de costa, e com isso, reestabelecer o equilíbrio sedimentar na região

8. Referências

BARROS, E. L. **Erosão costeira no litoral do município de Icapuí-Ce na última década: causas, consequências e perspectivas futuras**. 2018. 254 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

BIRD, E. Coastal geomorphology: an introduction. Second ed. New York: John Wiley & Sons, 2008. 434p.

BOAK, E.H.; TURNER, I.L. SHORELINE DEFINITION and Detection: A Review, **Journal of Coastal Research**, 21(4), West Palm Beach (Florida), p. 668-703, 2005.

CARVALHO, A. M., MAIA, L. P., DOMINGUEZ, J. M. L. **A deriva e o transporte litorâneo de sedimentos no trecho entre Cumbuco e Matões–Costa Noroeste do estado do Ceará.** Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, v. 40, n. 1, p. 43 – 51. 2007.

CASTRO, J.W.A. Geomorfologia do Sistema Sedimentar Eólico de Paracuru – Ceará. Rio de Janeiro: UFRJ/PPGG, 2001.

CALLIARI, L.J., MUEHE D., HOEFEL F.G., TOLDO JR.. E.E. Morfodinâmica praias: uma breve revisão. Revista Brasileira de Oceanografia. v. 51.p. 63-78. 2003.

CAMFIEL, F.E; E MORANG, A. Defining and interpreting shoreline change. **Ocean and Coastal Management**, 32 (3): p. 129-151, 1996

CROWELL, M.; LEATHERMAN, S. P.; BUCKLEY, M. K. Historical Shoreline Change: Error Analysis and Mapping Accuracy. Journal of Coastal Research, 7 (3), 839-852. Ft. Lauderdale (Florida), ISSN 0749-0208. 1991.

DUARTE, D. M. **Erosão e progradação da praia de Pontal de Maceió, Fortim, Ceará.** 2018. 96 f. TCC (Graduação) - Curso de Oceanografia, Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018

FERREIRA, O., GARCIA. T ., MARIAS, A., TABORDA, R., ALVERINHO, J. D. **An integrated method for the determination of set-back lines for coastal erosion hazards on sandy shores.** Continental Shelf Research. 26: 2006

GASTÃO, Francisco Gleidson da Costa. **Dunas eólicas costeiras como indicadores de alteração no clima desde o pleistoceno superior – O caso de dunas dos Estados de Ceará e Maranhão, Brasil.** 2017. 155 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil Municipal 2017.

PERFIL MUNICIPAL 2017 PARACURU. Disponível em:

<<https://www.ipece.ce.gov.br/wp->

content/uploads/sites/45/2018/09/Paracuru_2017.pdf>. Acesso em: 15 de agosto 2019.

JESUS, Luciana Vieira de; ANDRADE, Ana Cláudia da Silva. Parâmetros Granulométricos dos Sedimentos da Praia dos Artistas - Aracaju - SE. Scientia Plena, São Cristóvão, v. 9, n. 5, Maio, 2013. Disponível em: <<https://www.scientiaplena.org.br>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

LINS-DE-BARROS, F. M. **Risco e vulnerabilidade à erosão costeira no município de Maricá, Rio de Janeiro**. 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2005.

MAIA, Luís P. **Procesos costeros y balance sedimentario a lo largo de fortaleza (NE-Brasil): Implicaciones para una gestión adecuada de la zona litoral**. 1998. Tese (Doutorado em Ciências do Mar) - Departamento de Estratigrafia e Paleontologia, Universidade de Barcelona, Barcelona, 1998.

MARTINS, L.R. Recent Sediments and Grain size analysis: **Revista Gravel**,. p. 90-105. Porto Alegre. 2003.

Meiros, A.J.A.; Maia, L.P. (2003) - Diagnóstico geoambiental: dinâmica e erosão costeira. In: Campos, A.A., Monteiro, A.Q., Neto, M. & C. Polette, M. (coord.), A Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para a Gestão Integrada, pp.27-81, AQUASIS, Fortaleza, CE, Brasil. ISBN: 85689491-01-3.

MOURA, M. R. (2012). **Dinâmica costeira e Vulnerabilidade à erosão do litoral dos municípios de Caucaia e Aquiraz, Ceará**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geografia, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MORAIS, J. O, PINHEIRO, L. S., CAVALCANTE, A. A., PAULA, D. P., SILVA, R. L.

(1996) Processos e Impactos Ambientais em Zonas Costeiras. Revista de Geologia da UFC, Fortaleza – CE, v. 9, p. 191-242.

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. In: MUEHE, D. (2006). (Org.). Erosão e progradação do litoral brasileiro. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p.131-154.

MORAIS, J. O.; PINHEIRO, L. S.; PESSOA, P. R. S. et al. Ceará. In: MUEHE, D. (org.) (2018). Panorama da Erosão Costeira no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial, 2018. 759 p.

MUEHE, D. (org.) (2018). Panorama da Erosão Costeira no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial, 2018. 759 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80342/Panorama_erosao_costeira_brasil.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2019.

NETO, J. B; PONZI, V. R. A.; SICHEL, S. E. Introdução à geologia marinha. Editora Interciência, p. 279, 2004.

OLIVEIRA, G.G.de. (2009) Análise integrada da linha de costa situada entre o riacho Barro Preto e rio Catú, Aquiraz, Ceará. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/7898/1/2009_dis_ggoliveira.pdf

PAULA, D. P. 2015. Erosão costeira e estruturas de proteção no litoral da região metropolitana de Fortaleza (Ceará, Brasil): um contributo para

artificialização do litoral. Rede – Revista Eletrônica do PRODEMA (Fortaleza), 9(1): 73-86.

PINHEIRO, Lidriana de Souza. **RISCOS E GESTÃO AMBIENTAL NO ESTUÁRIO DO RIO MALCOZINHADO, CASCAVEL - CE.** 2003. 229 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Oceanografia, Centro de Tecnologia e Geociência, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

PINHEIRO, L.S, MORAIS, J.O. de, MAIA, L.P. 2016. The Beaches of Ceará, In: Brazilian Beach Systems Volume 17 of the series Coastal Research Library ; pp 175-199 DOI. 10.1007/978-3-319-30394-9_7 Springer International Publishing

ROCHA, Mailton Nogueira da. **DINÂMICA DOS DEPÓSITOS EÓLICOS DE BYPASS NA PLANÍCIE COSTEIRA DE PARACURU, BRASIL: SUBSÍDIO PARA AÇÕES DE CONTENÇÃO E MANEJO.** 2017. 148 f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2017

SANTOS, João Paulo da Silva. **LINHA DE COSTA E FAIXA DE PROTEÇÃO À EROSÃO COSTEIRA: ESTUDO DE CASO NAS PRAIAS DO SACO, DO ABAÍS E DA CAUEIRA, SUL DE SERGIPE.** 2019. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Geociências e Análise de Bacias, Niversidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019

SCHMIEGELOW, J. M. M. O Planeta Azul: uma introdução às ciências marinhas. Riode Janeiro: Interciência, 2004.

SCHWEITZER, A. **Monitoramento da linha de costa: uma análise de métodos e indicadores aplicados em investigações na escala de eventos.** Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2013.

SOARES, R. S. **Novas proposições metodológicas para o Calcímetro de Bernard e caracterização dos sedimentos marinhos do Espírito Santo.** 2017. 90 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2017.

SOUSA, P. H. G. de O. (2007) **Atuação dos Processos Costeiros e Vulnerabilidade à Erosão na Praia de Paracuru** - Ceará, Dissertação de Mestrado, Mestrado Acadêmico em Geografia/MAG, Fortaleza

SUGUIO, K. Introdução à sedimentologia. Ed. Edgard Blucher Ltda. 317 p., São Paulo-SP.1973.

THIELER, E. R; HIMMELSTOSS, E.A; ZICHICHI, J.L; ERGUL, A. (2009). The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 – An ArcGIS extension for calculating shoreline change. US Geological Survey Report nº 2008-1278, 79p.

VILA-CONCEJO, A., HUGHES, M., SHORT, A., RANASINGHE, R. (2010). Estuarine shoreline processes in a dynamic low-energy system. *Ocean Dynamics: theoretical, computational oceanography and monitoring*, 60(2), 285-298.

WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a syntesis. *Marine Geology*. Amsterdam, v.56. 1984