



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
CURSO DE OCEANOGRAFIA

ISAIAS FARIAS DA CÂMARA

**EROSÃO COSTEIRA E SUAS IMPLICAÇÕES NA PRAIA DE MORRO BRANCO,
CEARÁ, BRASIL**

FORTALEZA
2019

ISAIAS FARIAS DA CÂMARA

**EROSÃO COSTEIRA E SUAS IMPLICAÇÕES NA PRAIA DE MORRO BRANCO,
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
Coorientadora: Me. Rhaiane Rodrigues da Silva

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)

- C172e Câmara, Isaias Farias da.
Erosão costeira e suas implicações na praia de Morro Branco, Ceará, Brasil. / Isaias Farias da Câmara. – 2019.
91 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Curso de Oceanografia, Fortaleza, 2019.
Orientação: Profa. Dra. Eduardo Lacerda Barros.
Coorientação: Profa. Ma. Rhaiane Rodrigues da Silva .
1. Linha de costa. 2. Veículos de informações. 3. Processos erosivos. 4. Uso e ocupação do solo. 5. legislação. I. Título.

CDD 551.46

ISAIAS FARIAS DA CÂMARA

**EROSÃO COSTEIRA E SUAS IMPLICAÇÕES NA PRAIA DE MORRO BRANCO,
CEARÁ, BRASIL.**

Monografia apresentado ao Curso de Graduação em Oceanografia do Instituto de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Oceanografia

Aprovado em: ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Eduardo Lacerda Barros (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. Rhaiane Rodrigues da Silva (Co-orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Lidriana de Souza Pinheiro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Msc. Antônio Rodrigues Ximenes Neto
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sempre me mostrar os melhores caminhos a serem seguidos. Aos amores da minha vida: minha mãe Adriana e minha vó Francisca que, além de me ensinarem a vencer os obstáculos e enfrentá-los junto comigo, supriram o papel de pai. Agradeço, ainda, a minha tia Fabiana por fazer sempre os melhores bolos para o “sobrinho preferido”.

À minha colega, amiga e co-orientadora Rhai Rhai por sempre estar disponível desde 2016 para me ajudar, orientar e, inclusive, pelas melhores correções de trabalhos. Tu é um anjo na minha vida. Ao meu orientador Dudu, por ajudar-me a realizar esse trabalho com êxito e, além disso, pelas correções maravilhosas. À minha banca, prof. Lidriana, Msc. Antônio Ximenes Neto e prof. Eduardo e, sem esquecer, à minha *fake* banca – Vanessa, Fabíola, Ana, Matheus e Luciana haha. Obrigado por terem contribuído neste trabalho.

Ao Laboratório de Oceanografia Geológica (LOG/UFC) e Laboratório de Geomorfologia Costeira e Oceânica (LGCO/UECE) pelo espaço concedido para a realização dos experimentos. Agradeço a Cida, Mônica e Gleidson. Ao Laboratório de Microbiologia Ambiental e do Pescado (LAMAP) pelos quase três anos de muito apoio e aprendizado e, inclusive, pelas pessoas que fazem parte dele, em especial, Crisinha, Jhones, Jéssica Ingra e Anna. E, sem esquecer, a prof. Osca, uma mulher forte e incrível.

Ao NPqHo Vital de Oliveira, de onde estou fazendo estes agradecimentos, por acrescentar na minha formação acadêmica e à todas as pessoas que conheci por meio do projeto PIRATA os meus sinceros agradecimentos.

Agradeço, além disso, a 11º melhor universidade do Brasil, a Universidade Federal do Ceará, pelo suporte financeiro e, sobretudo acadêmico, onde eu tive a oportunidade de conviver e realizar pesquisas com os melhores professores do Brasil. Ao prof. Marcelo, por me permitir participar do Plano de Manejo do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio (PEMPRIM). À prof. Lidri por ter me orientado na Bolsa de Iniciação à Docência (PID) e Bolsa de Iniciação Acadêmica. À prof Oziléa, colega, amiga e por ter sido minha orientadora no Programa de Educação Tutorial (PET-Oceanografia). Ao prof. Geraldo pelo aprendizado e pelas piadas haha, prof. Carlos e prof. Ana Paula pelos meus conhecimentos em Oceanografia Física (que não são muitos, rs, mas eu juro que tentei) e, por fim, à Ingrid por todos os questionamentos respondidos, por toda a ajuda. Agradeço, ainda, os terceirizados do LABOMAR.

Aos meus colegas de curso de Oceanografia e de Ciências Ambientais, em especial ao poliamor: Sarah, Camis, Gabis, Yasmin e Malu: sem vocês a faculdade teria sido muito difícil,

quase impossível. Levarei a amizade de vocês para onde quer que eu for, sempre serei grato a todos os conselhos, a todos as saídas de campo e a todas as brincadeiras. Amo vocês imensamente. Aos meus outros amigos da oceano: Caio Erick, Kevin Samuel, Mariana Rodrigues, Eveline Nojosa, Tiffany Késsia, Thaís Marques, Anne Gurgel, Lydi e Liane. Obrigado por tudo. Aos meus amigos do mestrado: Victor Nascimento, Lorena Sampaio, Débora Moraes, Thayane Pires, Derley e Ana Beatriz – eu acredito muito no potencial de vocês, conte comigo sempre! Espero sempre manter contato com vocês, apesar da distância. Eu não poderia deixar de citar aqui toda a galera do ENECAMB – Goiás, em especial, os garotões. Vocês são brother e obrigado por me proporcionar uma das melhores viagens da minha vida.

Eu não poderia deixar de dedicar um parágrafo inteiro para falar de alguém que, por muito tempo, foi e ainda é minha *roommate*, Mayara Olívia, Mayara Klinha, Kylvia, Kélvia.. tu tem tantos nomes, cansei de escrever. Agradeço também às outras pessoas que também compartilhei grandes momentos: Yuri Oliveira, Zaine Martins e Wesley Vidal – vocês são pessoas importantíssimas para mim.

Aos meus amigos Letícia Falcão, Karol Oliveira, Sara Facó, Clinton Simplicio, Emily Rebouças, Clarice Nascimento, Carol Maia, Victor Gonçalves, Jéssika Ribeiro. Agradeço ainda a Maryane, Bruninha, Marquinhos e Lidjia por sempre acreditarem em mim. À Gigi, por todas as zueiras, os açais, as conversas e deboches.

Depois de 2 horas escrevendo, finalmente consegui finalizar uma das partes mais importantes de um trabalho como este: agradecer a todas as personalidades que me ajudaram a chegar até o fim, sem vocês teria sido impossível. Obrigado por tudo, de verdade.

"O mundo não se divide em pessoas boas e más. Todos temos luz e trevas dentro de nós. O que importa é o lado que decidimos agir. Isso é o que realmente somos."

Sirius Black

RESUMO

O recuo acelerado da linha de costa é um dos principais indicadores da erosão costeira, podendo ser utilizado para definir limites seguros para a ocupação e uso do solo em regiões litorâneas. O objetivo deste trabalho é analisar a evolução espaço-temporal da linha de costa da Praia de Morro Branco, distante 92 km de Fortaleza, entre os anos de 2004 e 2019 afim de utilizá-la como subsídio para o ordenamento costeiro da região. A metodologia consistiu no levantamento bibliográfico, cartográfico, de caráter legal (leis, diretrizes, normas, dentre outras) e de notícias sobre processos erosivos em veículos de informações de caráter popular. As atividades de campo foram realizadas em março, maio e agosto de 2019, em detrimento da sazonalidade, onde foram feitos 06 perfis topográficos de monitoramento e aferições do posicionamento da linha de costa em cada um deles numa extensão de aproximadamente 1,5 km por meio do *RTK* onde os dados adquiridos foram pós processado em um *software* do próprio instrumento. Além disso, concomitantemente, foram realizadas 15 amostragens de sedimentos em cada campo, totalizando 45. As linhas de campo (3), imagens de satélites do tipo *Quickbird* (5) e uma ortofotocarta foram tratadas em ambiente SIG e depois submetidas ao *Digital Shoreline Analysis System – DSAS* versão 5.0, onde pôde-se avaliar os avanços e recuos da linha de costa dos últimos 15 anos. As amostras de sedimentos foram tratadas utilizando a metodologia de Suguio (1973). A praia de Morro Branco encontra-se numa situação de tendência erosiva, onde os três setores (setor leste, oeste e central) possuem valores máximos de -2,42 m/ano à tendências progradacionais que raramente excedem 0,20 m/ano, sendo a dinâmica natural da região, a ocupação desordenada do solo e a presença de feições geomorfológicas costeiras os principais agentes que contribuem para tal caracterização. Estes recuos foram evidenciados a partir de notícias, sobretudo de jornais, que entre o ano de 2011 e 2018 foram registrados 12 no total, sendo o ano de 2016 o mais recorrente devido à destruição de parte do patrimônio edificado instalado na região costeira. Frente a essa problemática, foi constatado que parte das construções litorâneas encontram-se em regiões proibidas, no âmbito municipal, estadual e federal localizadas, muitas vezes, em região suscetíveis a própria dinâmica natural do sistema, como o estirâncio, base e topo das falésias e proximidades com dunas. Os dados apresentados neste trabalho são imprescindíveis para entender a dinâmica natural de regiões que possuem as peculiaridades da área de estudo, servindo ainda de subsídio para o ordenamento correto do solo e, ainda, para o uso dos recursos naturais disponíveis.

Palavras-chave: Linha de costa; Veículos de informações; Processos erosivos; Uso e ocupação do solo e legislação.

ABSTRACT

Accelerated shoreline retreat is a major indicator of coastal erosion and can be used to define safe limits for land use and occupation in coastal regions. The objective of this work is to analyze the spatiotemporal evolution of the Morro Branco Beach coastline, 92 km from Fortaleza, between 2004 and 2019 in order to use it as a subsidy for the coastal planning of the region. The methodology consisted of a bibliographic, cartographic, legal survey (laws, guidelines, norms, among others) and news about erosive processes in popular information vehicles. Field trips were carried out in March, May and August 2019, to the detriment of seasonality, where six topographic monitoring profiles were made and measurements of the shoreline positioning in each one of them approximately 1.5 km long, where The acquired data were post processed in a software of the instrument itself. In addition, at the same time, 15 sediment samples were performed in each field, totaling 45. Field lines (3), Quickbird-type satellite images (5) and an orthophotochart were treated in GIS environment and then submitted to Digital Shoreline Analysis. System - DSAS version 5.0, where it was possible to assess the shoreline advances and setbacks of the last 15 years. Sediment samples were treated using the methodology of Suguio (1973). Morro Branco beach is in an erosive trend, where the three sectors (east, west and central sector) have rates ranging from -2.42 m / year to progradational trends that rarely exceed 0.20 m / year. The natural dynamics of the region, the disordered occupation of the soil and the presence of coastal geomorphological features are the main agents that contribute to such characterization. These declines were evidenced from news, especially from newspapers, that between 2011 and 2018 12 were recorded in total, with 2016 being the most recurrent due to the destruction of part of the built heritage installed in the coastal region. Faced with this problem, it was found that part of the coastal constructions are located in forbidden regions, at the municipal, state and federal levels, often in regions susceptible to the natural dynamics of the system, such as the stanza, base and top of the areas. Cliffs and surroundings with dunes. The data presented in this paper are essential to understand the natural dynamics of regions that have the peculiarities of the study area and, in addition, serve as a subsidy for the correct soil management and also the use of available natural resources.

Keywords: Shoreline; Information vehicles; Erosive processes; Land use and occupation and legislation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de localização da Praia de Morro Branco, e delimitação da área de estudo, localizada no município de Beberibe, litoral leste do Ceará.	18
Figura 2 - Dunas fixas à retaguarda do Monumento Natural das Falésias de Beberibe, localizado na praia de Morro Branco.	22
Figura 3 - Falésias ativas do Monumento Natural mostrando processos erosivos como solapamento, queda de blocos e resquícios de antigas construções.	23
Figura 4 - Ocupação na base e no topo de falésias inativas na praia de Morro Branco, mostrando transito de veículos de passeio na região.	24
Figura 5 - Plataforma de abrasão oriundas da Formação Tibau na praia de Morro Branco, adjacente às falésias arenosas.	25
Figura 6 - Terminologia das subdivisões do ambiente praial, em duna frontal, berma, face da praia e antepraia.	26
Figura 7 - Um compilado de indicadores de linha de costa: A- todo de falésias, B- base de falésias; C- estrutura de proteção costeira; D- estabilização de vegetação de duna; E- linha de vegetação; F- erosão de escarpa; G- linha de tempestade; H- nível de maré alta antiga; I- nível alto de água; J – altura média de água; K – linha entre seco e molhado; L – ponto de saída de água de águas subterrâneas; M – linha de água instantânea; O – média da linha de maré baixa; P – profundidade de fechamento.	32
Figura 8 - Ocupação do solo referente ao Projeto Orla a nível federal, indicando limite para a orla não urbanizada de 200m, orla urbanizada de 50m e terrenos de marinha de 33m.	36
Figura 9 - Esquema da metodologia utilizada simplificado, dividido em levantamento bibliográfico, aquisição de dados em campo, etapa de laboratório e etapa de gabinete.	37
Figura 10 - Localização dos 06 perfis topográficos de monitoramento na praia de Morro Branco (Beberibe).	39
Figura 11 – Etapa de campo para aquisição de dados de perfis topográficos com um receptor RTK na praia de Morro Branco (Beberibe).	40
Figura 12 - Indicadores de linha de costa utilizadas durante as saídas de campo com um receptor RTK na praia de Morro Branco, em uma área com ocupação, berma, falésias e na linha de preamar máxima.	42
Figura 13 – Análise da granulometria de acordo com a metodologia proposta por Suguio (1973), de peneiramento a seco das amostras.	43

Figura 14 - Linhas de costas dos últimos 15 anos (2004-2019) na praia de Morro Branco, divididas em setor oeste, setor central e setor leste baseado no método do EPR.....	47
Figura 15 - Retenção de sedimentos em estruturas edificadas na praia de Morro Branco.....	52
Figura 16 - Processos costeiros no setor central na praia de Morro Branco, Ceará. Identificando a plataforma de abrasão, bancos submersos, cristas das ondas e embaiamento.....	53
Figura 17 - Ponto de monitoramento do perfil morfológico 1, adjacente às falésias.....	60
Figura 18 - Ponto de monitoramento do perfil morfológico 2, adjacente a construções de residências de veraneio.....	61
Figura 19 - Ponto de monitoramento do perfil morfológico 3, adjacente a escadaria que dá acesso à praia.....	62
Figura 20 - Ponto de monitoramento do perfil morfológico 4, adjacente a uma barraca de praia.....	63
Figura 21- Ponto de monitoramento do perfil morfológico 5, adjacente a uma duna frontal. .	64
Figura 22 - Ponto de monitoramento do perfil morfológico 6, adjacente a uma duna frontal. .	64
Figura 23- Reconstituição das notícias referentes à erosão costeira no município de Beberibe, na Praia de Morro Branco, Ceará	67
Figura 24 - Notícias sobre a destruição e danificação dos barracas de praia em Morro Branco, após um evento de alta energia em diferentes jornais.	69
Figura 25 - Barracas destruídas após um evento de alta energia em 2016 na praia de Morro Branco.....	70
Figura 26 - Situação do processo referente a realocação das barracas de praia de Morro Branco.	71
Figura 27 - Mapa de uso e ocupação do solo da Praia de Morro Branco, Beberibe, Ceará.	74
Figura 28- Ocupação irregular na região de pós-praia e estirâncio, por barracas de praia e estruturas móveis.	75
Figura 29 - Atividade turística de passeio de buggy na praia de Morro Branco.	79
Figura 30 – Resquícios de construções antigas e atuais sobre falésias ativas.	80

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Série histórica de dados pluviométricos entre os anos de 1982 e 2019 para a praia de Morro Branco, Ceará	20
Gráfico 2 - Variação da linha de costa - 2004/2019 – EPR (End Point Rate) na praia de Morro Branco.....	48
Gráfico 3 - Variação da linha de costa - 2004/2019 – LRR (Least Regression Rate) na praia de Morro Branco.	48
Gráfico 4 - Variação da linha de costa - 2004/2019 (EPR e LRR) no setor leste da praia de Morro Branco (Beberibe).	49
Gráfico 5 - Variação da linha de costa - 2004/2019 (EPR e LRR) no setor central da praia de Morro Branco.	51
Gráfico 6 - Variação da linha de costa - 2004/2019 (EPR e LRR) no setor oeste da área de estudo.....	54
Gráfico 7 - Classificação textural dos sedimentos coletados pelo diâmetro médio dos grãos.	56
Gráfico 8 – Classificação textural dos grãos de acordo com a classificação de Folk & Ward (1974)	56
Gráfico 9 - Grau de selecionamento (Desvio padrão) dos sedimentos coletados, indicando que metade dos sedimentos é classificado em moderadamente selecionado.	57
Gráfico 10 – Resultado da curtose nos sedimentos da praia de Morro Branco.....	58
Gráfico 11 – Resultado do volume e do balanço sedimentar nos pontos de monitoramento... ..	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - As principais causas da erosão costeira no Brasil (de ordem natural e antrópicas).	30
Quadro 2 - Características das imagens utilizadas no DSAS.	45
Quadro 3 - Principais usos e impactos observados em função do Projeto Orla.	76

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivo Geral	16
2.2. Objetivos específicos	16
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	17
3.1 Aspectos meteoceanográficos	18
3.1.1 <i>Regime de ventos</i>	19
3.1.2 <i>Precipitação</i>	19
3.1.3 <i>Aspectos oceanográficos</i>	20
3.2 Aspectos geoambientais	21
3.2.1 <i>Dunas</i>	21
3.2.2 <i>Falésias</i>	22
4. REFERENCIAL TEÓRICO	25
4.1. Praias Oceânicas arenosas	25
4.1.1 <i>Compartimentalização do ambiente praias e morfodinâmica praias</i>	25
4.1.2 <i>Marés, ondas e correntes costeiras</i>	27
4.2 Indicadores de processos erosivos em praias arenosas	28
4.3 Linha de costa	31
4.3 Feições geomorfológicas costeiras	33
4.3.1 <i>Dunas</i>	33
4.3.2 <i>Falésias</i>	34
4.4 Aspectos legais do uso e ocupação do solo do litoral cearense	35
5. METODOLOGIA	37
5.1 Levantamentos bibliográficos	37
5.1.1 <i>Levantamento bibliográfico</i>	37
5.1.2 <i>Levantamento de processos erosivos em meios digitais de comunicações</i>	38
5.2 Etapa de campo	38
5.2.1 <i>Perfis topográficos</i>	39

5.2.2. Delimitação da linha de costa.....	41
5.3 Etapa de laboratório	42
5.4 Etapa de gabinete.....	43
5.4.1 Processamento dos dados topográficos	43
5.4.2. Delimitação de linha de costa.....	44
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	46
6.1 Análise espaço-temporal da linha de costa nos últimos 15 anos (2004-2019).....	46
6.2 Parâmetros morfosedimentares da praia de Morro Branco.....	55
6.2.1 Parâmetros sedimentares.....	55
6.2.2 Parâmetros morfológicos.....	59
6.3 Reconstituição de cenários pretéritos dos processos erosivos por meio de veículos de informações de divulgação popular.....	66
6.4 Uso e ocupação do solo frente sob a óptica de aspectos legais	72
7. CONCLUSÕES	81
REFERÊNCIAS	83

1. INTRODUÇÃO

A zona costeira está incluída entre os ambientes mais dinâmicos do globo terrestre (MARTINS, TABAJARA e FERREIRA, 2004; MARINO e FREIRE, 2013) e os elementos que a compõe estão sujeitos a interações entre si (BARROS, 2005). Ela é definida como uma estreita faixa de contato da terra com o mar na qual a ação de processos costeiros se faz sentir de forma mais intensa, além de apresentar certas peculiaridades (MUEHE, 2001). É nessa faixa que estão concentradas os centros de decisões políticas, econômicas e técnicas e atividades de produção, além de 80% da população mundial (BORGES, LAMEIRAS e CALADO, 2009).

De acordo com Martins, Tabajara e Ferreira (2004) ela está em constante mudança em resposta às forças naturais e atividades humanas. Os exemplos de variáveis responsáveis pela descaracterização da região litorânea, que podem influenciar e/ou intensificar fenômenos costeiros como a erosão são (1) o rápido crescimento populacional desordenado e a expansão econômica (BARROS, 2005; BORGES, LAMEIRAS E CALADO, 2009; ALBUQUERQUE, 2013); (2) barramentos de fluxos fluviais por barragens (PINHEIRO, 2003; FARIAS e MAIA, 2009); (3) as mudanças climáticas a níveis globais (BARROS, 2005; MORAIS et al., 2008), (4) construções de obras costeiras como obras portuárias e estruturas de contenção à erosão costeira e (5) ocupação nas áreas de bacias de drenagem (MORAIS et al., 2008; MUEHE, 2005; SOUZA, 2009; SOUZA e LUNA, 2010).

A erosão costeira é definida como um balanço sedimentar costeiro negativo, ou seja, a saída de sedimentos é maior que o aporte sedimentar. Diversos estudos com foco na dinâmica costeira demonstram que o problema da erosão vem sendo observado em diferentes costas do mundo, sendo considerado um fenômeno a nível global (BARROS, 2005). No Brasil, estes estudos acontecem, principalmente desde a década de 90, de sul a norte (SOUZA, 2009). Muehe (2018) afirma que as regiões Norte e Nordeste do Brasil estão com cerca de 60 a 65% da linha de costa sob processo erosivo enquanto o Sul e Sudeste apresentam apenas 15%. A erosão no estado do Ceará, Nordeste do Brasil de acordo com Moraes et al., (2018) apontam que aproximadamente 30% da extensão da linha de costa apresentam erosão, 17% tendência erosiva, 10% progradação e os 43% restantes tendência à estabilidade. Os autores op cit apontam ainda que nas condições apresentadas, os eventos de alta energia podem contribuir para ampliar regiões com tendências erosivas, pondo em risco o patrimônio edificado e atividades turísticas.

Um dos principais indicadores desse processo é o recuo da linha de costa, que é definida por Farias e Maia (2009) como sendo um limite móvel, cuja posição é variável numa escala espaço-temporal. O mapeamento da linha de costa, além de seu acompanhamento no espaço e no tempo, servem de subsídios para o estabelecimento de faixas de recuo, planejamento e gerenciamento costeiro e contribuem, ainda, para a implantação de obras de intervenção na linha de costa (CROWELL et al., 1991; COSTA et al., 2008; MAZEER e DILLENBURG, 2009; MARINO e FREIRE, 2013). Baseado nisso, Muehe (2001) aborda que faz-se necessário o estabelecimento de limites oceânicos e terrestres, legalmente aceitos, para que aja orientações de atividades a serem desenvolvidas nestas regiões, sem que tenha alterações ambientais negativas e estéticas de acessibilidade à orla.

Inserido nesse contexto, a praia de Morro Branco, Beberibe, localizado no litoral leste cearense, tem apresentado evidências de erosão costeira expressiva – sendo noticiados por veículos de informações de divulgações pública, além de alterações da posição da linha de costa, estando inseridas no grupo de regiões do Ceará que mostram tendências à erosão costeira (MORAIS et al., 2018). Logo, o conhecimento e aplicação de leis, normas e diretrizes referentes ao ordenamento costeiro são imprescindíveis para o ordenamento do solo e uso dos recursos naturais, seja a nível federal, estadual ou municipal.

Com isso, a hipótese do trabalho foi de que a praia de Morro Branco possui uma tendência erosiva natural devido as condições geomorfológicas e meteoceanográficos presentes que, no entanto, são agravadas pelo uso e ocupação do solo em regiões de alta mobilidade sedimentar que impede a alimentação natural de determinadas regiões da área de estudo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Analisar a variação espaço-temporal da linha de costa nos últimos 15 anos (2004-2019) e os processos erosivos atuantes na região como subsídios para o ordenamento costeiro no que diz respeito ao uso e ocupação do solo na praia de Morro Branco, Beberibe, Ceará.

2.2. Objetivos específicos

- Estimar as taxas de erosão e/ou progradação da linha de costa nos últimos 15 anos (2004-2019).
- Avaliar os parâmetros morfosedimentares da praia de Morro Branco.
- Analisar a série histórica dos processos erosivos na Praia de Morro Branco, por meio de notícias divulgados em veículos de informações de caráter popular, a partir da montagem de uma linha cronológica de acontecimentos.
- Avaliar os processos de uso e ocupação do solo sob a óptica de ferramentas de âmbito legal a nível federal, estadual e municipal.

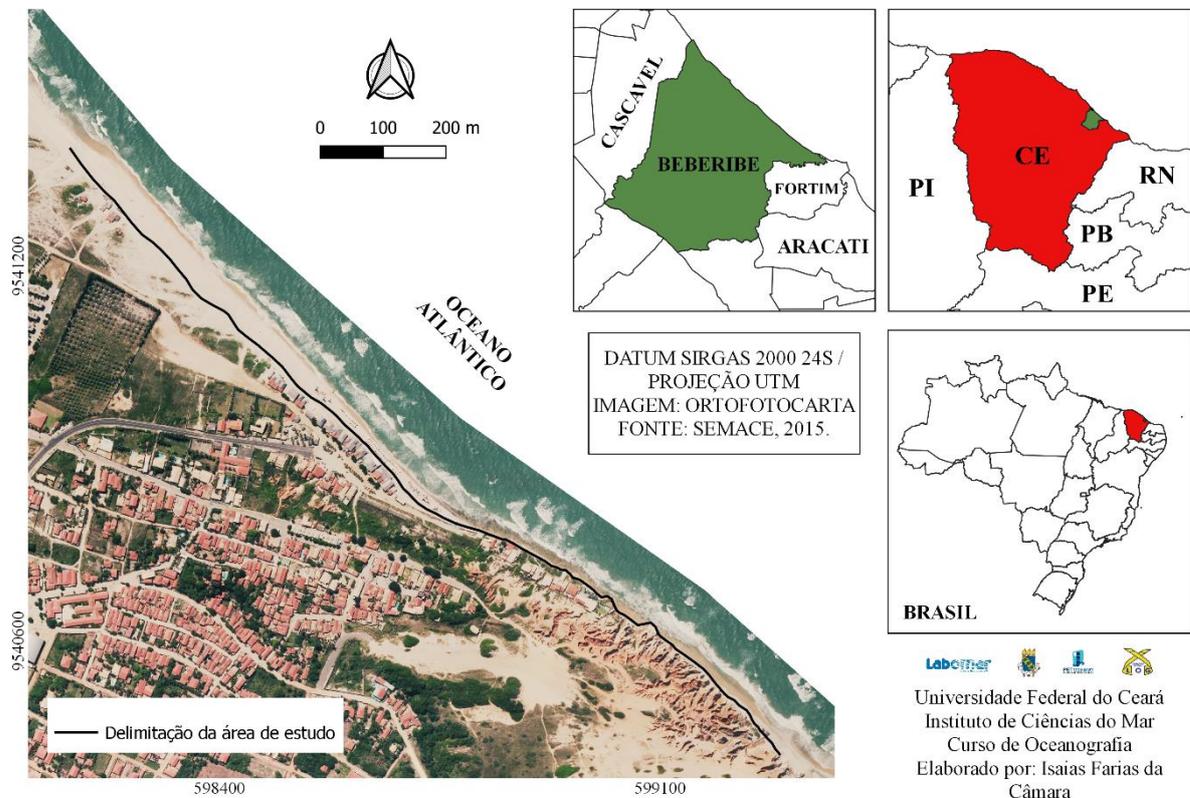
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Beberibe está localizado nas coordenadas geográficas: 4° 10' 47'' de latitude (S) e 38° 07' 50'' de longitude (IPECE, 2017), no litoral leste do Ceará (Nordeste do Brasil) (Fig. 1). Os municípios limítrofes a leste são Fortim e Aracati e a oeste Cascavel e Ocara, tendo como delimitadores naturais os cursos d'água do rio Pirangi e o rio Choró, respectivamente. Ao sul estão os municípios de Morada Nova, Russas e Palhano e, por fim, ao norte está o Oceano Atlântico. Segundo o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2017) sua área absoluta é de 1.623,9 km² e é composto por 7 distritos: Forquilha, Itapeim, Parajuru, Paripueira, Serra do Félix, Sucatinga e Beberibe. O último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010) sobre a população, refere-se a 49.311 pessoas e uma densidade demográfica de 30,37 hab/km².

A zona costeira do município contém aproximadamente 52 km de litoral, sendo um dos maiores municípios litorâneos do estado possuindo 09 praias, dentre elas se destacam as Praias das Fontes, Uruaú e a de Morro Branco. Estas são detentoras de paisagens naturais paradisíacas com presença de falésias, campos de dunas e lagoas costeiras que as fazem peculiares. Além disso, o município possui três unidades de conservação, sendo duas de uso sustentável que são a Reserva Extrativista Prainha do Canto Verde e a Área de Preservação Ambiental da Lagoa do Uruaú, e uma de uso integral que é o Monumento Natural das Falésias de Beberibe. Por fim, segundo Barroso (2010) apresentam três bacias hidrográficas: bacia do rio Choró, bacia de lagoas e riachos litorâneos e bacia do rio Pirangi, sendo esta última a detentora da maior área de drenagem.

A área de estudo está localizada na praia de Morro Branco, distante 93 km da capital Fortaleza. Possui acesso pela rodovia CE-040, que interliga a capital aos municípios do leste do Estado (Figura 1). Do ponto de vista geoambiental a região apresenta feições costeiras como as falésias, planícies flúvio-lacustres, como a lagoa do Tracuí, dunas fixas e móveis, além de lagoas próximas a região.

Figura 1 - Mapa de localização da Praia de Morro Branco, e delimitação da área de estudo, localizada no município de Beberibe, litoral leste do Ceará.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1 Aspectos meteoceanográficos

Os aspectos meteoceanográficos compreendem os fenômenos de cunho meteorológicos e oceanográficos. Embora sejam discutidos separadamente, as variáveis abaixo, muitas vezes, interagem em conjunto e, portanto, seus comportamentos não podem ser visualizados de forma independente.

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). O comportamento climático é atenuado devido à presença dos oceanos e corpos hídricos, o que promove uma elevação na umidade relativa do ar (BARROSO, 2010) que, por sua vez, apresenta um papel importante no transporte sedimentos para a formação de dunas, pós-praia e deslocamento de sedimentos na região do estirâncio (PINHEIRO et al., 2001; PINHEIRO, 2003). A temperatura média anual varia entre 26° e 28°, com máximos em novembro e mínimos em fevereiro (BARROSO, 2010) tendo amplitudes reduzidas (MORAIS et al., 2018).

3.1.1 Regime de ventos

O vento possui um papel preponderante no litoral do nordeste haja vista a grande acumulação de dunas e praias arenosas ao longo da costa do Ceará, sendo fundamental, ainda, para o direcionamento de ondas que atingem a linha de costa da região (MORAIS et al., 2006; PINHEIRO, 2009).

A variação do regime eólico apresenta um ciclo bem marcado, com velocidades mais baixas durante o período de chuvas, nos primeiros meses do anos, e mais altas no segundo semestre, coincidindo, ainda, com a variação sazonal de migração da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (MAIA, 1998; PINHEIRO et al., 2001). O período entre maio e agosto, segundo Morais et. al, (2006) é de transição, onde o ciclo térmico diurno terra-oceano alternam em relação às brisas terrestres e marinhas: com direções predominantes de E-NE (60°-90°) durante o dia, e E-SE (90°-150°) durante a noite.

A interação entre o agente eólico e os fluxos sedimentares dependem da velocidade do vento e das características da granulometria dos sedimentos e, quando associados ao hidrodinamismo local torna-se fundamental no transporte de sedimentos ao longo de todo litoral cearense (Morais et., al 2006).

3.1.2. Precipitação

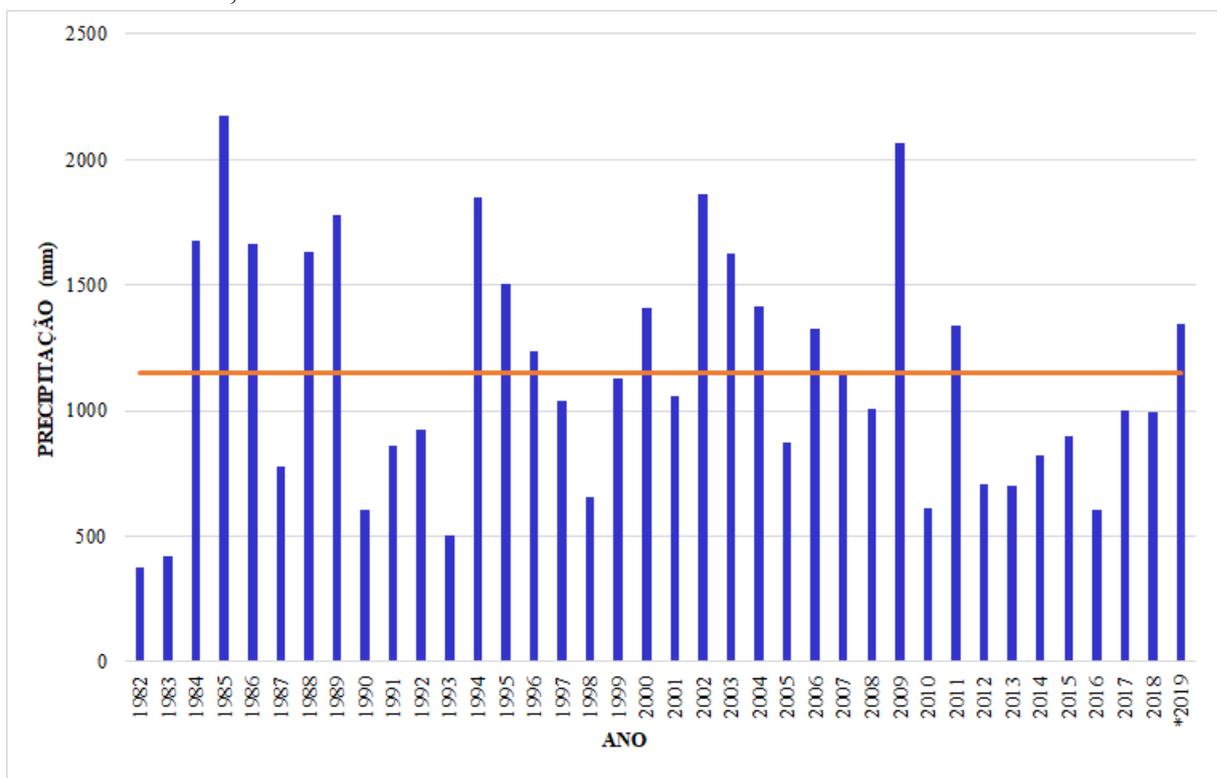
A Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) disponibiliza em sua base de dados séries históricas de registros pluviométricos para o Estado do Ceará. Em particular, o município de Beberibe detém sete delas, sendo a mais próxima da área de estudo a estação cujo o nome homônimo. A média pluviométrica é de 1149 mm, conforme mostra o gráfico 1. Em 2012, por exemplo, choveu apenas 705,8 mm, isso representa 38,57% a menos que a média obtida para a série histórica, representado pelo gráfico 1. Isso pode ser explicado, segundo Barros (2018), pela indefinição da temperatura do oceano causando um distanciamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) do Ceará, principal sistema contribuinte para chuvas no estado.

O seu posicionamento coincide sobre o território cearense durante os meses de março a maio, o que provoca a estação chuvosa (PINHEIRO, 2003). A mesma autora afirma ainda que nos meses seguintes ela retorna às latitudes equatoriais, resultando no período seco e a existência de grandes regiões com clima semiárido.

Vale ressaltar que, após o ano de 2009, ano marcado por grandes chuvas no Ceará, a precipitação anual dos anos subsequentes permaneceram abaixo da média histórica, com

exceção dos anos de 2011 e 2019. Com isso, esta última década foi marcada por menores quantidade de sedimentos oriundos de corpos hídricos em direção à praia, uma vez que, estes também são responsáveis por incremento sedimentar na zona costeira. Um dos fatores que contribui para isso é a construção de barragens. Pinheiro (2003) alerta que as barragens construídas para abastecer cidades podem trazer impactos, tais como o processo de assoreamento dos cursos fluviais à montante, e à jusante intensificam o emagrecimento das praias.

Gráfico 1 - Série histórica de dados pluviométricos entre os anos de 1982 e 2019 para a praia de Morro Branco, Ceará



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de dados da FUNCEME.

3.1.3 Aspectos oceanográficos

As marés do estado do Ceará são caracterizadas como mesomarés (2-4 metros), ou seja, ocorrem a cada 6 horas, alternando entre preamar e baixamar. É característico desse tipo de maré a ocorrência de duas preamar e duas baixa mar durante um dia lunar, 24 horas e 50 minutos (MAIA, 1998). Essas condições contribuem para o deslocamento de sedimentos da faixa praial para zona costeira, uma vez que, quando a faixa de praia está descoberta os sedimentos tornam-se mais secos por um período de tempo considerável, deixando-o suscetível a ação dos ventos (PINHEIRO, 2009; PORTO, 2016), sobretudo no segundo semestre do ano, quando os ventos são mais intensos.

Em relação às ondas, Maia (1998) afirma que existe uma grande relação entre as características da velocidade das ondas e a direção do vento, apresentando direção predominante de E e SE. Pinheiro et al., (2016) apontam que no Ceará as ondas do tipo *Sea* são mais comuns, representando cerca de 80%, com períodos entre 1 e 9 segundos; com altura média significativa de 1,1m e período de 15 metros (MAIA, 1998). As ondas do tipo *swell*, frequentes no primeiro semestre do ano representa os 20% restantes, apresentando períodos acima de 10 segundos, sendo mais frequentes entre os meses de dezembro e abril, que de acordo com Morais et al., (2006) é devido a diminuição da influência dos ventos alísios de SE incidentes na região e o aumento de turbulências no Atlântico Norte. Ainda em relação as ondas, Morais et al., (2006) acrescentam que as ondas na região são provenientes de E-SE, com altura média de 1,2 metros. O período varia de 5 a 7 segundos, sendo consideradas do tipo *sea*, estando assim, entre os intervalos apresentados anteriormente.

A corrente de deriva litorânea, por fim, apresenta uma direção preferencial de E-W (MAIA, 1998; MOURA-FÉ e PINHEIRO, 2006), com velocidades variando entre 0, 24 e 0, 31 cm/s no Ceará (MAIA, 1998). Em Morro Branco, ela é responsável pelo aporte sedimentar (MOURA-FÉ e PINHEIRO, 2006; PINHEIRO, CLAUDINO-SALES e SALES, 2007; SILVA, 2008)

3.2 Aspectos geoambientais

A unidade geoambiental refere-se a uma unidade de paisagem que detêm feições aproximadamente homogêneas, ocupando uma determinada área da superfície terrestre, revelando um conjunto de características físicas e bióticas próprias (SILVA, et. al, 2004). A praia de Morro Branco possui unidades geoambientais como: campos de dunas, cordões de falésias paralelas à costa e planícies flúvio-lacustre associados a lagoas, sendo estas duas últimas a retaguarda do campo de dunas. A compressão em conjunto destes ambientes são responsáveis por um melhor entendimento da dinâmica local, tanto do ponto de vista físico (ex: evolução dos campos dunas) quanto biológico (ex: observação da fauna e vegetação associada).

3.2.1 Dunas

O município de Beberibe caracteriza-se por possuir extensos campos dunares em seu litoral, desde as proximidades da foz do rio Choró até o rio Pirangi, compreendo as regiões de Praia das Fontes, Uruaú e Parajuru, entre outras. Os sedimentos são carregados pela ação de

correntes de deriva litorânea com a subseqüentemente deposição na face praial, deixando-os suscetíveis à ação dos ventos (PINHEIRO, CLAUDINO-SALES e SALES, 2007).

Barroso (2010) cita a presença de dunas móveis, fixas e paleodunas na praia de Morro Branco. Silva (2008) destaca que as dunas móveis da área de estudo são tipo barcanas, feições erosivas do tipo “*blowouts*” e conta com a presença de corredores de deflação. Ela são formadas de areias quartzosas, de granulação média a fina, sua coloração é esbranquiçadas, amareladas e alaranjadas (Silva et al., 2008). As dunas móveis localizam-se a retaguarda das falésias com vegetação em processo de consolidação, enquanto as dunas fixas são encontradas em direção ao interior do continente, apresentando uma vegetação mais consolidada, de acordo com a figura 2.

Figura 2 - Dunas fixas à retaguarda do Monumento Natural das Falésias de Beberibe, localizado na praia de Morro Branco.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.2 Falésias

As falésias da praia de Morro Branco estendem-se na faixa de praia por aproximadamente 2,7 km (PINHEIRO et al., 2006), com altura variando entre 10 a 35 metros, com a média de 25 metros e comprimento para o continente variando entre 20 e 150 metros

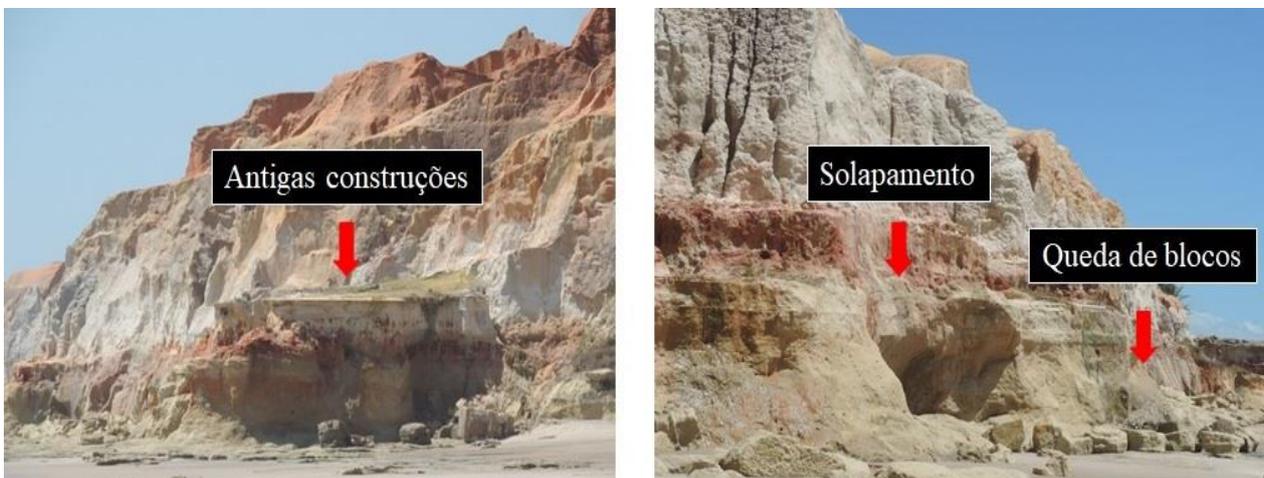
(Melo et. al, 2002). Segundo SILVA (2008) elas estão distribuídas por uma área de 30 hectares, sendo 18 hectares pertencentes ao Monumento Natural das Falésias de Beberibe.

Dentro desta área ocorrem falésias ativas e inativas, porém somente as ativas pertencem a Unidade de Conservação, que regula a ocupação e expansão urbana. As falésias ativas são constantemente moldadas por ondas em sua base, favorecendo processos de solapamento, queda de blocos (Figura 3), fluxos sedimentares e desmoronamentos. A atuação das ondas sobre as falésias acontecem, sobretudo, em preamares (MORAIS, SOUZA e COUTINHO, 1975; MORAIS et al., 2006; MORAIS et al., 2018). A figura 3 resalta os processos erosivos atuantes sobre a base das falésias, bem como entulhos de construções antigas em seu topo, resultados da abrasão marinha.

As falésias são feições escarpadas importantes para a comunidade de Morro Branco devido às suas características intrínsecas: beleza cênica e fontes de água naturais, estas últimas demarcadas em estudos feitos na região por Golçaves Júnior et al., (2009), além de ser um bom recurso natural capaz de armazenar água (MORAIS et al., 2006).

De um modo geral, ambas possuem estratificação diferenciadas devido a atuação do intemperismo químicos irregular sobre suas camadas, surgindo teores de coloração diferentes, sendo o topo uma coloração mais avermelhada devido a oxidação do ferro (SILVA, 2008). Estudos realizados por Castelo Branco (2003) indicam a presença de 04 fácies sedimentares nas falésias de Morro Branco. Essas sequências areno-argilosas representam um importante registro dos processos de sedimentação que ocorre desde o período Neógeno até os dias atuais.

Figura 3 - Falésias ativas do Monumento Natural mostrando processos erosivos como solapamento, queda de blocos e resquícios de antigas construções.



Fonte: elaborado pelo autor.

As falésias mortas ou inativas, por sua vez, estão comumente associadas com a presença de vegetação, como o *Anacardium occidentale* (cajuzeiro), alguns cactos e gramíneas (SILVA, 2008). Nelas são mais comuns a ação erosiva oriunda de ventos e chuvas. A ocupação também é mais comum nas falésias, uma vez que, grande parte delas estão mais próximas à malha urbana e, além disso, pelo fato de estarem fora da zona que abrange o Monumento Natural. A figura 4 mostra a ocupação por casas de veraneio e de nativos no topo e na base das falésias.

Figura 4 - Ocupação na base e no topo de falésias inativas na praia de Morro Branco, mostrando transito de veículos de passeio na região.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Há, ainda, a presença de plataformas de abrasão que, por vezes, afloram paralelamente às falésias da região, como é mostrado na figura 5 (CASTELO BRANCO, 2003; MORAIS et al., 2006). As plataformas de abrasão caracterizadas por Castelo-Branco (2003) são representantes da Formação Tibau, devido à sua formação por lentes de argilominerais, possuem uma composição mais resistente em relação às fácies sedimentares superiores, com isso apresentam maior resistência à erosão proporcionadas pela ação das marés e/ou ondas atuantes. Assim, a parte superior é erodida e os sedimentos são transportados pela ação das ondas e ventos, enquanto a região mais resistente na base permanece, sendo indicadores de variação da linha das falésias.

Figura 5 - Plataforma de abrasão oriundas da Formação Tibau na praia de Morro Branco, adjacente às falésias arenosas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Praias Oceânicas arenosas

4.1.1. *Compartimentalização do ambiente praial e morfodinâmica praial*

A orla costeira é segundo Muehe (2001) uma região estreita terra-mar, na qual os processos erosivos são intensos. Ele acrescenta ainda que são regiões, por vezes, degradadas por destruição da vegetação e esteticamente poluídas devido às construções, podendo intervir no processo de transporte sedimentar (eólico e marinho), provocando desequilíbrios no balanço sedimentar e na linha de costa. Para Muehe (2003), as praias são feições deposicionais no contato entre terra emersa e água, geralmente constituídas por sedimentos arenosos, podem ser formados, em casos bastantes distintos, por seixos e sedimentos lamosos. Elas ocorrem em todas as linhas de costa onde haja disponibilidade de carga e um agente que a transporte (PORTO, 2016).

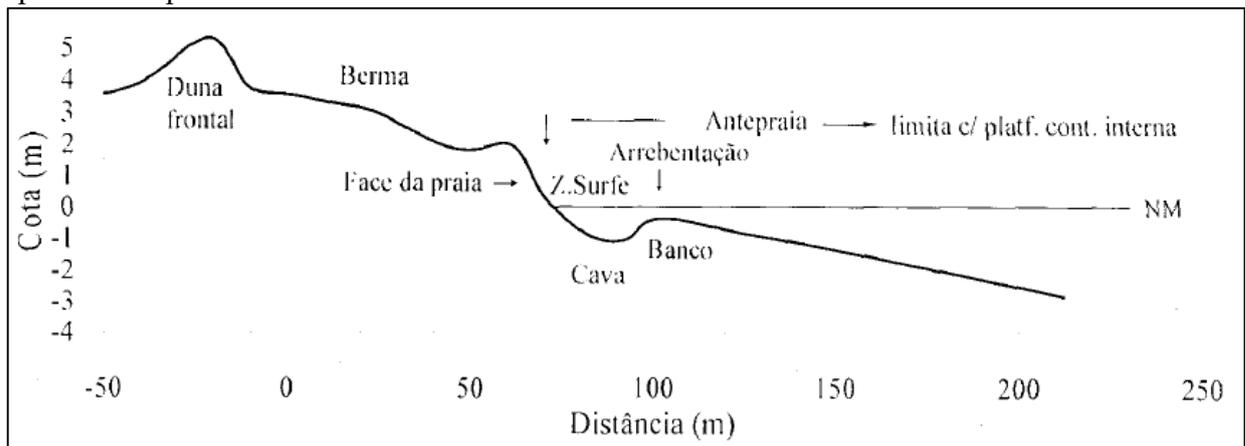
São regiões altamente dinâmicas, cujas características morfológicas refletem o agente modificador predominante, ondas ou marés e influências do sedimentos (SILVA et al., 2004).

Magalhães, Baptista e Fernandez (2017) acrescenta ainda que a atividade antrópica deve ser considerada como um agente perturbador desta atividade natural. Sua compartimentalização é realizada, sobretudo, para uma divisão do ponto de vista geomorfológico. Entretanto, vale ressaltar que os processos hidrodinâmicos, geológicos e geomorfológicos acontecem interligados, sem responder, necessariamente, as subdivisões.

Seguindo essa linha, elas são subdivididas quanto ao aspecto morfológico em: Pós-praia que é uma zona acima da linha de maré alta, que eventualmente pode ser alcançada por eventos de alta energia; Face de praia que é a região da praia exposta durante a maré baixa e submersa durante a maré alta; Antepraia que é a região permanentemente coberta pelas águas que estende-se desde o limite inferior da praia até onde ocorre remobilização dos sedimentos provocado pela ação de ondas de águas rasas; A crista da berma, por fim, é definida como um ponto de inflexão topográfica entre a face de praia e o berma, que é um terraço originado na zona de pós-praia (SILVA et al., 2004).

Calliari *et al.* (2003) ressaltam que os limites da antepraia está relacionado com o clima de onda da região a ser analisada e que a troca de sedimentos entre a antepraia e a praia adjacente são causadas pela troca bidirecional entre os dois limites, por meio da zona de arrebenção. A figura 6 representa a compartimentalização do ambiente praial proposta por Calliari *et al.*, (2003) para uma praia com estágio morfodinâmico intermediário.

Figura 6 - Terminologia das subdivisões do ambiente praial, em duna frontal, berma, face da praia e antepraia.



Fonte: Calliari *et al.*, 2003.

O critério morfodinâmico considera essencialmente a capacidade de mobilização dos sedimentos do fundo marinho por ação das ondas e seu deslocamento ao longo de um perfil perpendicular à costa e a resposta morfológica da porção submersa do litoral aos efeitos da

erosão, transporte e acumulação resultante desse processo de mobilização sedimentar (MUEHE, 2001).

Dentre alguns trabalhos realizados pela escola australiana de morfodinâmica praial, o de Wright e Short (1984) classificou as praias em seis estados morfodinâmicos, são eles: o dissipativo onde a zona de surfe é larga, o gradiente topográfico é baixo e há um elevado estoque de areia na porção submersa da praia, sendo comuns bancos longituniais paralelos. O outro extremo é chamado de reflectivo que é caracterizado por elevados gradientes de topografia e apresenta redução da zona de arrebentação. O estoque de areia, por sua vez, encontra-se, sobretudo, na porção aérea. Os 04 estágios morfodinâmicos restantes, de um modo geral são chamados de intermediários e possuem características de ambos.

4.1.2. Marés, ondas e correntes costeiras

Os processos morfodinâmicos atuantes na linha de costa são representados por ações naturais de ordem física, biológicas e químicas [...] Os processos físicos são basicamente originados pela ação das marés, ondas e correntes costeiras (SILVA *et al.*, 2004).

Ondas

Dentre os vários conceitos existentes sobre ondas, o de Garrison diz que “são perturbações causadas pelo movimento de energia proveniente de uma fonte por meio de algum meio (sólido, líquido ou gasoso)” (GARRISON, v. 4, p. 192). As ondas oceânicas, por sua vez, são formadas pela ação do vento, que durante sua ação, originam pequenas ondas capilares (SILVA *et al.*, 2004).

De acordo com Garrison (2010), elas podem ser subdivididas em ondas de águas rasas e ondas de águas profundas. As ondas em águas rasas contribuem para os padrões de circulação costeira, sobretudo na influência da atuação da deriva litorânea que, por sua vez, transportam sedimentos e modificam a morfologia costeira (PORTO, 2016). São, ainda, responsáveis por um dos processos mais efetivos no selecionamento dos sedimentos onde as ondas em águas profundas, no entanto, não exercem influência sobre os sedimentos do fundo (SILVA *et al.*, 2004).

Marés

A ação das marés representa um papel relevante na morfodinâmica e hidrodinâmica costeira, principalmente, por ampliar a área de incidência das ondas, sendo importante para o

transporte de sedimentos (PINHEIRO, 2003). Elas são definidas como sendo oscilações diárias bastantes complexas no nível do mar, com variação em escala global, indo de poucos centímetros até alguns metros. Elas são originadas a partir da interação da ação gravitacional entre o sistema sol-lua-terra. Silva et al., (2004) destacam dois tipos de marés de acordo com sua amplitude: as marés de sizígia e de quadratura. As primeiras ocorrem em períodos de lua nova ou lua cheia, quando o sistema terra-lua-sol está em alinhamento de 180°, enquanto as segundas acontecem em fases de quarto crescente ou minguante, quando o sistema encontra em uma posição de mais ou menos 90°.

Além disso, os mesmos autores destacam que há variações dos ciclos de maré, em diferentes partes do mundo de acordo com as amplitudes e mudanças em seus períodos, são elas: Maré semi-diurna (duas baixa-mar e duas preamar), maré diurna (uma preamar e uma baixa mar) e marés mistas (envolvem variações entre os dois extremos citados anteriormente). Esse movimento de descida e subida do nível do mar momentâneo criam correntes de marés vazante e enchente. O conhecimento sobre essas correntes (ocasionadas pela subida e descida do nível do mar) são importantes no transporte de sedimentos (SILVA et al., 2004).

Correntes costeiras

Segundo Silva et., al (2004), a corrente de deriva litorânea é o resultado da incidência de ondas com um ângulo oblíquo na costa que se desenvolve entre a praia e zona de arrebenção. Elas são os verdadeiros agentes transportadores de areias na zona litorânea imersa (PINHEIRO, 2003; PINHEIRO, 2009) levando sedimentos a jusante do fluxo (XIMENES NETO, 2015). Qualquer modificação introduzida pelo homem que interfira nos padrões de circulação litorânea, afeta o equilíbrio sedimentar da região (SILVA et., al 2004; PINHEIRO, 2009; PORTO, 2016). As correntes de retorno, por sua vez, estabelecem-se em locais onde as alturas de ondas são menores [...] Elas são responsáveis, ainda, pelo transporte de sedimentos da face praial para a região submersa (SILVA et., al 2004).

4.2 Indicadores de processos erosivos em praias arenosas

Os ambientes costeiros brasileiros vêm sofrendo grandes pressões nas últimas década, por conseguinte, rápidos processos de degradação ambiental, gerada por atividades antrópicas somado a baixa resiliência desses ecossistemas, a exemplo dos manguezais que são, por isso e outros motivos, considerados Áreas de Proteção Permanente (APPs). Outro exemplo são as

praias oceânicas. Segundo Barros (2005) elas estão permanentemente se adaptando às mudanças nas condições meteoceanográficas e à qualquer mudança no balanço sedimentar, buscando o equilíbrio. Segundo o mesmo autor, quando a praia perde mais sedimentos do que é resposto, ela encontra-se em processo de erosão. O contrário é chamado de progradação, onde ocorre o aumento da praia.

Esse processo pode ser natural ou de origem antrópica (SOUZA, 2009). As intervenções humanas contribuem para gerar ou aumentar processos erosivos de determinada praia, principalmente, devido a construção de obras inadequadas (BARROS, 2005; MUEHE, 2005). A exemplo disso têm-se as praias de Fortaleza e da Região Metropolitana de Fortaleza (LIMA, 2002; FARIAS e MAIA, 2009; PAULA, 2012, 2017), Recife e Olinda (COSTA et al., 2008) e litoral Norte do Rio de Janeiro (MUEHE, 2005). A construção de obras costeiras de forma inadequada não tiveram efeitos para conter a erosão costeira sendo, ainda, responsáveis por intensificar os processos erosivos já existentes na região, trazendo impactos de cunho socioeconômicos e ambientais.

Devido à grande importância econômica e social dessa problemática, o interesse pelo assunto é notado em todos os estados litorâneos brasileiros e no Ceará não é diferente. Diversos estudos foram e vêm sendo realizados, sobretudo na última década, sendo compilado em duas versões de um livro intitulado “O panorama da erosão costeira no Brasil” feito em 2006 e atualizado em 2018, onde há um capítulo referente ao Ceará, abordado as principais problemáticas referentes a erosão costeira no litoral cearense (MORAIS et al., 2006; MORAIS et al., 2018).

Adiante, sabe-se que existem diversas causas que dão origem/intensificam os processos erosivos. Souza (2009) descreve as 20 principais dividindo elas em 13 naturais, como balanço sedimentar negativo e efeitos tectônicos, e 7 antrópicas, como urbanização e implantação de estruturas rígidas (Quadro 1).

Quadro 1 - As principais causas da erosão costeira no Brasil (de ordem natural e antrópicas).

CAUSAS NATURAIS	
01	Dinâmica de circulação costeira: presença de zonas de barlamar ou centros de divergência de células de deriva litorânea em determinados locais mais ou menos fixos da linha de costa.
02	Morfodinâmica praial: praias intermediárias têm maior mobilidade e suscetibilidade à processos erosivos, por exemplo.
03	Aporte sedimentar natural ineficientes ou sem fontes de sedimentos.
04	Fisiografia costeira: irregularidades na linha de costa, a exemplo de mudanças bruscas de orientação promontórios rochosos. Estas feições podem dispersar correntes e sedimentos para o largo.
05	Presença de amplas zonas de transporte ou trânsito de sedimentos (by-pass), contribuindo para a não permanência dos sedimentos em certos segmentos de praia.
06	Armadilhas de sedimentos e migração lateral: desembocaduras de rios ou canais de maré; efeito do “molhe hidráulico”; obstáculos fora da praia (barras arenosas, ilhas, arenitos de praia e recifes).
07	Inversões na deriva litorânea resultante causada por fenômenos, como sistemas frontais, ciclones extratropicais e atuação intensa do “El Niño/ ENO”.
08	Elevações do nível relativo do mar de curto período devido a efeitos combinados da atuação de sistemas excepcionais, como os frontais e ciclones extratropicais, marés astronômicas de sizígia e elevações sazonais do NM, resultado nos mesmos processos da elevação de NM de longo período
09	Efeitos atuais da elevação do nível relativo do mar durante o último século, em taxas de até 30 centímetros: forte erosão com retrogradação da linha de costa;
10	Efeitos secundários da elevação de nível do mar de longo período: Regra de Bruun e migração do perfil praial rumo ao continente.
11	Evolução quaternária das planícies costeiras: balanço sedimentar de longo prazo negativo e dinâmica e circulação costeira atuante na época
12	Balanço sedimentar atual negativo originado por processos naturais individuais ou combinados
13	Fatores tectônicos: subsidência e soerguimentos da planície costeira.
CAUSAS ANTRÓPICAS	
14	Urbanização da orla, com destruição de dunas e/ou impermeabilização de terraços marinhos holocênicos e eventual ocupação da pós-praia
15	Implantação de estruturas rígidas ou flexíveis, paralelas ou transversais à linha de costa: espigões, molhes de pedra, enrocamentos, píers, quebra-mares e muros, de utilização contra a proteção costeira; canais de drenagem artificiais.
16	Armadilhas de sedimentos associados à implantação de estruturas artificiais, devido à interrupção de células de deriva litorânea e formação de pequenas células.
17	Retira de sedimentos da praia devido a atividades, como a mineração e/ou limpeza pública, resultando em déficit sedimentar, inclusive, em praias vizinhas.
18	Mineração de areias fluviais e desassoreamento de desembocaduras; dragagens em canais de maré e na plataforma continental: diminuição/ perda das fontes de sedimentos para as praias.
19	Conversão de terrenos naturais da planícies costeira em áreas urbanas (manguezais, planícies fluviais e lagunares, pântanos e áreas inundadas) provocando impermeabilização dos terrenos e mudanças no padrão de drenagem costeira.
20	Balanço sedimentar atual negativo decorrente de intervenções antrópicas.

Fonte: Adaptado de Souza, 2009.

A erosão traz consequências graves para o ambiental praial, provocando desequilíbrios naturais relacionados ao aumento das inundações costeiras em virtudes de ressacas, destruição de edificações, além da perda do valor paisagístico da região (BARROS, 2018). Pinheiro (2000) ressalta que o conhecimento de processos costeiros é importantíssimo no diagnóstico de problemas ambientais que ocorrem em regiões densamente ocupadas por equipamentos urbanos voltadas, por exemplo, ao lazer e turismo.

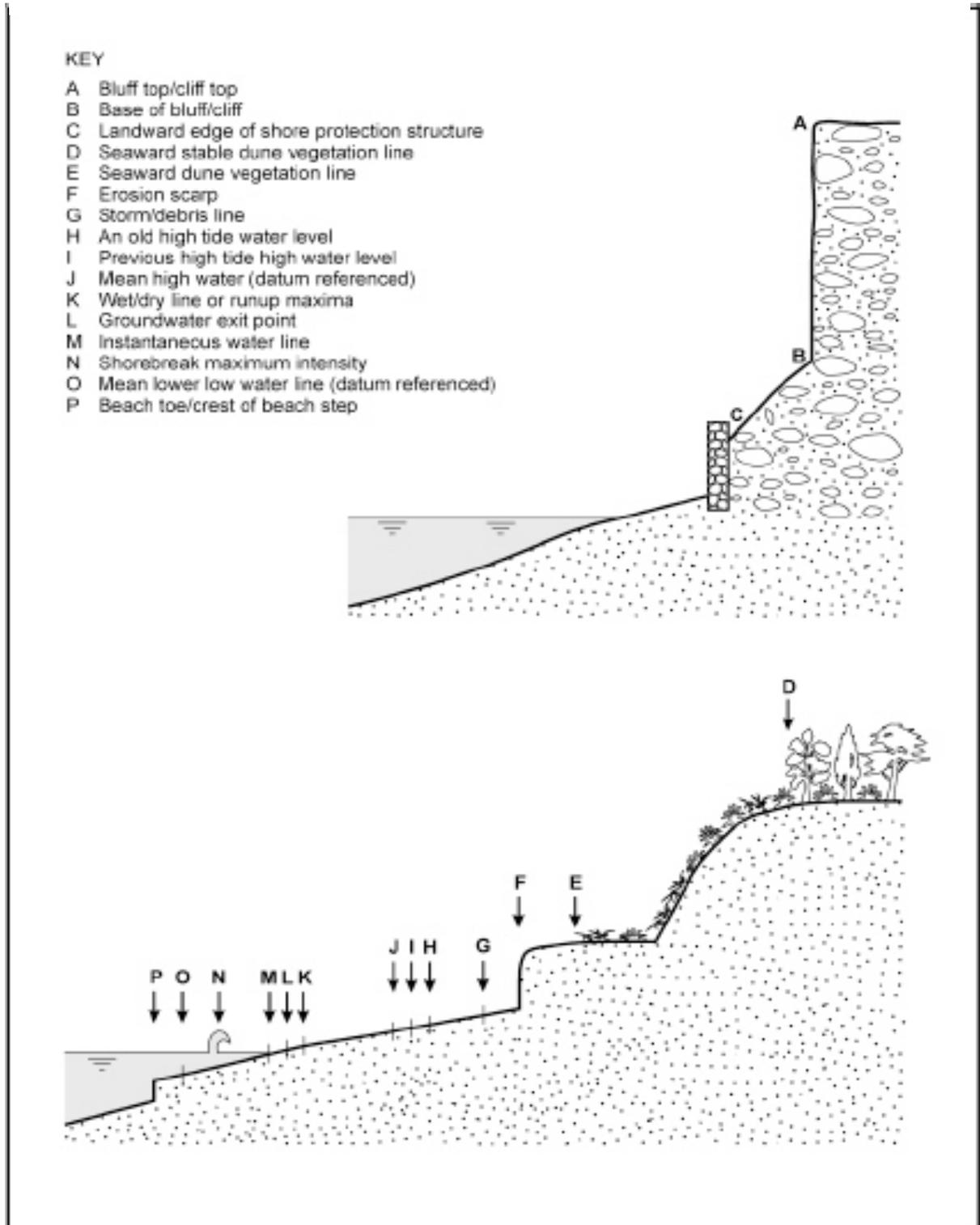
4.3 Linha de costa

A linha de costa é uma feição geomorfológica que apresenta alta dinâmica espacial em função de processos costeiros de diferentes intensidades e frequências (MARINO e FREIRE, 2013). As constantes modificações dessa linha dependem de fatores climáticos e das características da praia quanto ao sedimento, energia da onda, inclinação do fundo marinho e da amplitude e oscilação do nível do mar (BARROS, 2005). Além disso, o autor op cit aborda que outros elementos devem ser levados em consideração, como peculiaridades locais, a presença de feições costeiras, exposição ao litoral, características morfológicas, o estado morfodinâmico, dentre outras.

Existem diversas metodologias e técnicas a serem implementadas em estudos de variação da linha de costa (BOAK e TURNER, 2005; COSTA et al., 2008 e ALBUQUERQUE, 2013), sendo que o primeiro passa a tomar é a escola dos indicadores de posição da linha de costa a serem utilizados (ALBUQUERQUE, 2013). Magalhães, Baptista e Fernandez (2017) afirmam que ela pode ser determinada por diferentes indicadores, a linha de preamar média, por exemplo, segundo Crowell et al., (1991) e Leatherman (2003) é uma boa opção para aferir sobre a variação da maré.

Boark e Turner (2005), numa revisão de indicadores de linha de costa utilizados até então, destacam duas categoriais principais: 1º grupo: É baseado em observações de feições costeiras naturais que pode ser físico, a exemplo da linha de maré alta ou a diferença entre seco e molhado. 2º grupos: Este é baseado em dados de marés, a exemplo da linha de preamar média (LPM) (Fig. 7).

Figura 7 - Um compilado de indicadores de linha de costa: A- todo de falésias, B- base de falésias; C- estrutura de proteção costeira; D- estabilização de vegetação de duna; E- linha de vegetação; F- erosão de escarpa; G- linha de tempestade; H- nível de maré alta antiga; I- nível alto de água; J - altura média de água; K - linha entre seco e molhado; L - ponto de saída de água de subterrâneas; M - linha de água instantânea; O - média da linha de maré baixa; P - profundidade de fechamento.



Fonte: Boark e Turner (2005).

4.3 Feições geomorfológicas costeiras

4.3.1 Dunas

As dunas podem ser encontradas segundo Pinheiro (2009) desde o litoral do estado do Amazonas ao Rio Grande do Sul, compreendendo as regiões sul, sudeste e sul do Brasil. A presença predominante de dunas se dá no nordeste brasileiro, sobretudo, nas regiões que compreendem os estados do Rio Grande do Norte e do Maranhão, incluindo, portanto, o Ceará. Elas são classificadas, de acordo com sua morfologia em: dunas móveis, dunas semifixas, dunas fixas, os eolianitos, também chamadas de dunas cimentadas e, além disso, há as planícies de deflação (PINHEIRO, 2009). A seguir, segue as definições realizadas pelo autor op cit:

- Dunas móveis: São geradas a partir do acúmulo de sedimentos, geralmente de grãos de areia que são removidos da face de praia e depositados no interior do continente devido à ação dos agentes eólicos (ventos predominantes). Não apresentam vegetação devido ao seu dinamismo de locomoção.
- Dunas semifixas: Caracterizam-se pela semi-mobilidade, ou seja, não são totalmente móveis e nem totalmente fixas. Parte de sua estrutura é vegetado, impedindo sua migração dunar, como as dunas móveis.
- Dunas fixas: São caracterizadas pela imobilidade atual dos sedimentos que as compõem, devido à presença de vegetação. Como os ventos tendem a diminuir de intensidade em direção ao interior da zona costeira, a presença de dunas fixas situam-se mais distantes da praia.
- Eolianitos: São formadas por pacotes de rocha sedimentar arenosa, quartzo-bioclástica, com cimento de carbonato de cálcio. Elas estão distribuídas ao longo de quase toda a costa noroeste do Ceará (Carvalho et. al, 2008).

Planície de deflação são áreas planas, largas e levemente inclinadas que separam as dunas presentes na praia das que se situam mais no interior. Estas feições permitem a passagem de sedimentos para alimentar outras dunas (SILVA, 2008). As gerações de dunas apresentam diferentes tipos de formas, a depender da especificidade da dinâmica do litoral e costeira a que elas estão submetidas e das características sedimentológicas locais (PINHEIRO, 2009).

Dunas frontais

Dunas frontais apresentam-se paralelamente à linha de costa e são formadas após a pós-praia, quando sedimentos, sobretudo de uma granulometria mais fina, são deslocados devido ao agente eólico e depositados quando encontram algum tipo de barreira, a exemplo de vegetação (CALIARI et. al 2005). A vegetação, normalmente, está presente em seu topo e possui a função de fixação parcial do corpo arenoso (PINHEIRO, 2009). Suas dimensões, em certos lugares, pode não ultrapassar os valores de 1 metros, mas em outros elas podem atingir de 2 à 3 metros de altura (CLAUDINO SALES, 2002). Além disso, elas estão em equilíbrio dinâmico, pois tanto recebem sedimentos das praias quanto fornecem para o interior da zona costeira (PINHEIRO, 2009). Elas funcionam como uma barreira natural de proteção contra eventos de alta energia, como as ressacas do mar.

4.3.2. Falésias

Suguio (1992) define falésia como é um despenhadeiro escarpado originado pela ação abrasiva das ondas sobre as rochas, no qual falésias ativas estão em constante processo de erosão marinha e falésias inativas não há erosão marinha. A maioria das falésias foram formadas durante o período do Quaternário (Pleistoceno e Holoceno), principalmente nos últimos 6000 anos (BIRD, 2008). Elas são encontradas em toda a extensão da planície costeira dos estados nordestinos e na região sudeste do país (MEIRELES, 2014), indo do Amapá até o Rio de Janeiro (SILVA, 2008). No Ceará, elas estão presentes na região leste, sendo as mais evidentes em Morro Branco (município de Beberibe), Canoa Quebrada (município de Aracati) e Ponta Grossa (município de Icapuí) (SILVA, 2017).

Essas estruturas estão sendo constantemente moldadas por variáveis meteoceanográficas, como ondas, marés, chuvas, ventos dentre outras. Silva (2017) descreve como cada variável pode contribuir para a erosão dessas feições em seus estudos realizados na praia de Canoa Quebrada, no litoral leste cearense:

- Ondas: Ao atingirem as falésias ocasionam erosão basal superficial, resultando na remoção de sedimentos, além de contribuir para processos de solapamento, queda de blocos, fluxos e desmoronamentos.
- Marés: Também retiram sedimentos das falésias, principalmente, durante as preamares, que no Ceará, por exemplo, acontecem duas vezes por dia.

- Chuvas: Responsável pela erosão subárea das falésias, aumentando o escoamento superficial em direção à borda e abrindo fissuras devido a infiltração.
- Ventos: Podem abrir fissuras e rachaduras, podendo desencadear instabilidades no terreno em ordem crescente de magnitude.

Pinheiro (2003) aponta, por fim, que devido a sua porosidade, falésias do tipo semiconsolidadas, como ocorre no Ceará, são capazes de armazenar água da chuva ou de escoamento superficial. Entretanto, a ocupação sobre essas feições trazem consequências, por vezes, irreversíveis. Silva (2017) aponta que essas interferências estão reduzindo a taxa de infiltração, aumento da erosão de águas de chuvas e diminuindo o volume de recarga destes recursos hídricos. A ocupação destas regiões vem sendo discutidas a muitas décadas, tendo como ápice o Código Florestal de 2012, que protege estas regiões contra a ocupação desordenada.

4.4 Aspectos legais do uso e ocupação do solo do litoral cearense

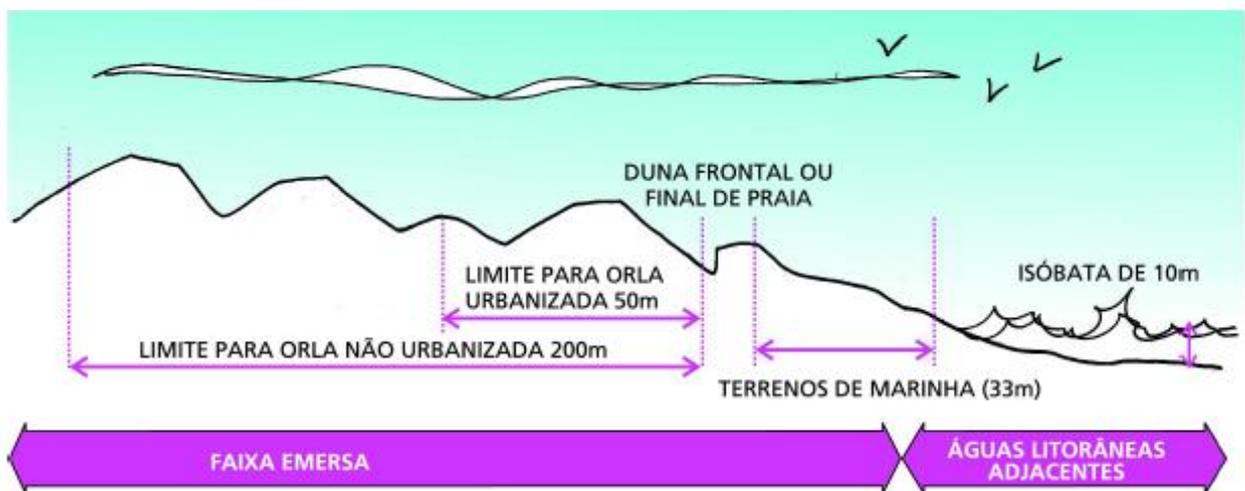
O crescente processo de uso e ocupação do solo em regiões litorâneas é um fenômeno que acontece a nível mundial, inclusive no Brasil, relativo a índices de densidade de demográfica mais elevados do que no interior (MOURA, 2009). Tais processos são impulsionados por inúmeros fatores, sendo um dos principais a exploração turística e imobiliária (PINHEIRO, 2003; MOURA, 2009). Tendo isso como premissa, inúmeras ações governamentais foram realizadas, sobretudo nas décadas de 1980 e 1990, para estimular o uso destas regiões por meio da atividade turística na região nordeste brasileira (ARAÚJO, 2013).

A forma como essas atividades vem se desenvolvendo, por vezes, não respeitam o grau de suporte do ambiente, impactando negativamente a região e ocasionando sérios prejuízos de ordem natural, econômica, social e cultural para as comunidade locais e para o poder público (MOURA, 2009; BARROSO, 2010). Andrade (2005) ressalta ainda que o intenso desejo do lucro rápido contribui para um turismo exploratório.

Frente a esta problemática, diversas diretrizes, leis, normas e outros documentos de caráter legal tem sido desenvolvidos com um objetivo em comum: Ordenar o uso e ocupação do solo em regiões litorâneas e uso dos recursos naturais disponíveis, por exemplo. Barros (2005) ressalta que existem diferentes jurisdições relacionadas à zona costeira em diferentes escalas governamentais e que todas elas são consideradas pelo Gerenciamento Costeiro Integrado. O Projeto Orla e o Código Florestal são exemplos de ferramentas que regulam, por exemplo, o uso e ocupação do solo, além de outras atividades.

O Projeto Orla delimita 50 metros de faixa para as áreas já urbanizadas e 200 metros em áreas ainda desocupadas contados na direção do continente, a partir do limite de contato terra/mar (PROJETO ORLA, 2002) conforme a figura 8, ou seja, a linha de costa, muito embora, grande parte do território brasileiro não tenha efetivado estes limites. No Ceará, por exemplo, apenas três municípios possuem o Projeto Orla: Fortaleza, Beberibe e Icapuí. Barros (2005) destaca que isso acontece por que, em partes, tanto o projeto quanto seus instrumentos não estão em forma de lei, além, é claro, devido aos diversos interesse políticos e econômicos que exercem pressões contrárias ao planejamento e zoneamento urbano da orla.

Figura 8 - Ocupação do solo referente ao Projeto Orla a nível federal, indicando limite para a orla não urbanizada de 200m, orla urbanizada de 50m e terrenos de marinha de 33m.



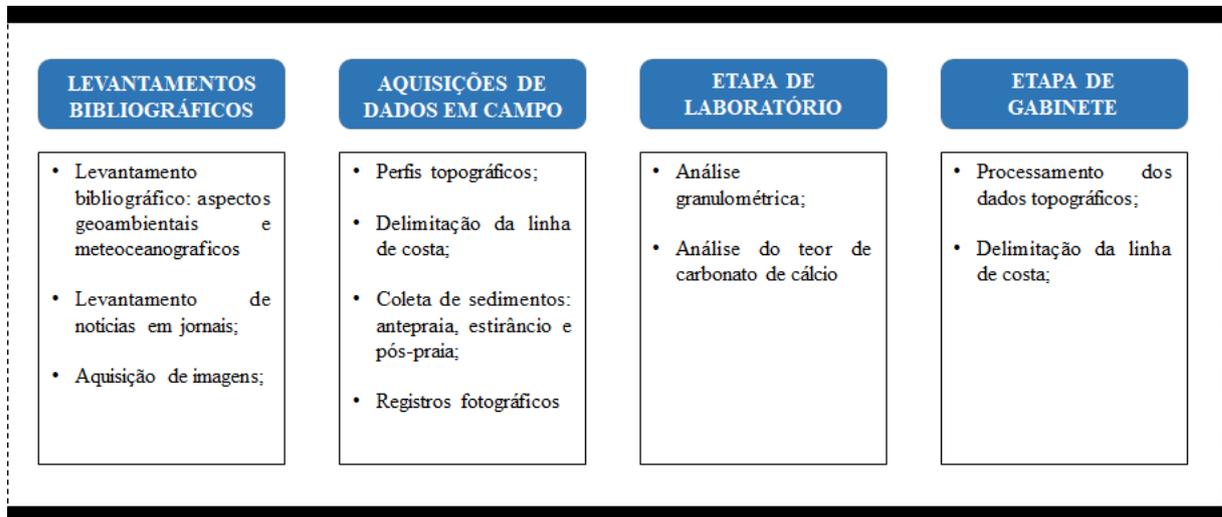
Fonte: Projeto Orla, 2002.

Além da referência geral de delimitações, ele leva em consideração especificidades locais, como a presença de falésias sedimentares, como é o caso da praia de Morro Branco, onde há um afastamento de 50 metros a partir da borda da falésia. Entretanto, neste trabalho será utilizado o Código Florestal na região que afloram as falésias, devido uma maior proteção fornecida por esta lei, além de deter uma maior força como instrumento legal. Dessa forma, delimita que a ocupação de regiões adjacentes a estas feições seja de no mínimo 100 metros. A Lei Federal nº 12.651/2012, conhecida como Código Florestal, por sua vez, apresenta, em seu art. 4º as Áreas de Preservação Permanente, entre elas: “VII – as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior cem metros em projeções horizontais (BRASIL, 2012, p. 6)”.

5. METODOLOGIA

O trabalho em questão foi subdividido em quatro etapas. A primeira delas consistiu em levantamentos bibliográficos sobre os aspectos geoambientais e meteoceanográficos do município, além de notícias sobre processos erosivos em meios de comunicação. Na segunda etapa foi realizada a aquisição de dados em campo. A terceira etapa, por sua vez, restringiu-se a etapa de laboratório, onde foram realizadas as análises granulométricas e o teor de carbonato de cálcio das amostras coletadas. Por fim, a quarta e última etapa consistiu na análise da variação da linha de costa e o processo de evolução do uso e ocupação do solo na região estuda.

Figura 9 - Esquema da metodologia utilizada simplificado, dividido em levantamento bibliográfico, aquisição de dados em campo, etapa de laboratório e etapa de gabinete.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1 Levantamentos bibliográficos

5.1.1. Levantamento bibliográfico

Para a análise dos aspectos geoambientais da área de estudo foram realizadas buscas na Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE, Repositório da Universidade Federal do Ceará, artigos, periódicos de revistas, anais de congressos e plataformas similares, afim de embasar os conteúdos a serem discutidos. Para os dados meteoceanográficos foi realizado um compilado de informações existentes de estudos na região, com exceção da pluviometria, as respectivas informações foram extraídas de estações da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, por meio da reconstituição de uma série histórico de chuvas para a região.

5.1.2. Levantamento de processos erosivos em meios digitais de comunicações

As notícias de jornais e outros meios de comunicações são imprescindíveis para a distribuição de informações para os diferentes agentes da sociedade. Essas informações, por vezes, atuam como única fonte do conhecimento e em outras ocasiões como complemento de informações pré-existentes (CARUZZO e CAMARGO, 1998; FREITAS et al., 2010; PONTES E ZEE, 2010; PAULA 2012; PAULA, 2015; BARROS, 2018).

Sendo assim, sob a mesma óptica, buscou-se notícias sobre processos erosivos no município de Beberibe, sobretudo na Praia de Morro Branco, em veículos de comunicações digitais, como os periódicos do “Diário do Nordeste”, “O Povo”, “O Tribuna do Ceará”, “O Estado”, além de outras plataformas, como o site da Prefeitura Municipal de Beberibe e o da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará entre os anos de 2011 e 2018. Esse intervalo foi adotado em detrimento da escassez de informações anteriores a essa data.

Uma vez selecionada as notícias, foi elaborado uma série histórica dos acontecimentos, organizados em uma linha cronológica crescente para melhor compreensão do fenômeno. Barros (2018) ressalta que as notícias sobre erosão costeiras só são alvo de manchetes quando há vinculação com a destruição do patrimônio edificado, seja público e/ou privado. Em Morro Branco isso não foi diferente.

5.2 Etapa de campo

Os experimentos de campo foram realizados em três datas distintas durante o ano de 2019, devido as estações chuvosa e seca da região, sendo elas nos dias 21 de março, 05 de maio (período chuvoso) e 29 de setembro (período seco). A aquisição de dados ocorreu, preferencialmente, em marés de sizígia, tendo como valores mínimos -0,10 m e valores máximos de 3,2 m de amplitude, de acordo com a tábua de maré fornecida pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) para o Porto do Mucuripe, região com dados mais próxima da área de estudo.

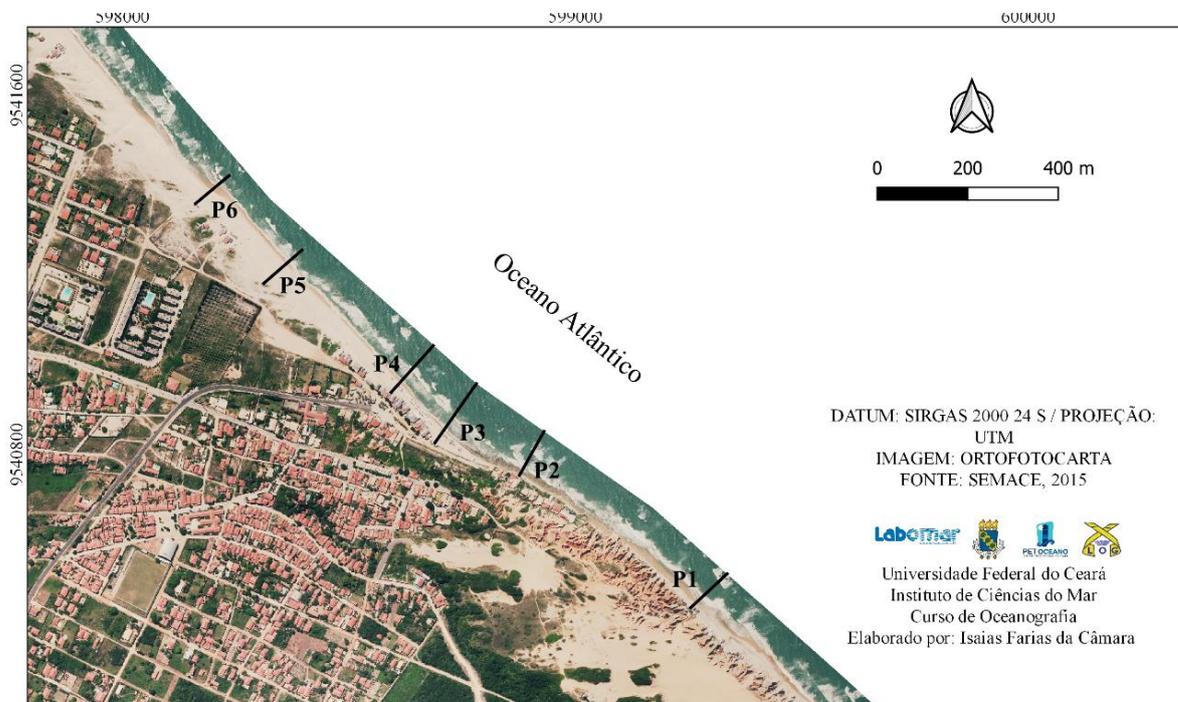
Durante os três campos foram realizados 16 perfis topográficos (6 em cada campo), coletas de 45 amostras de sedimentos superficiais as regiões da antepraia, estirâncio e pós-praia (15 em cada campo) e a delimitação de costa em cada um deles, seguindo alguns critérios a serem apresentados e discutidos posteriormente.

5.2.1 Perfis topográficos

A utilização dos perfis topográficos, segundo Duarte (2018), são imprescindíveis para trabalhos voltados à erosão costeira, uma vez que, por meio destes é possível aferir medições sobre o volume de sedimentos de um determinado local e, quando feitos ao longo de determinado tempo, pode-se comparar os dados volumétricos, determinando assim, a dinâmica de sedimentos da região. Silva et al., (2004) inferem que a realização desta prática é importante para o reconhecimento da dinâmica de transporte sedimentar de uma região, além de fornecer informações para possíveis construções de engenharia costeira, muito embora, sua representatividade pontual seja criticado por alguns autores, a exemplo de Muehe e Klumb-Oliveira (2014) que pode ser, compensando segundo eles, por vários perfis ao longo da praia.

Dessa forma, foram delimitados 06 perfis topográficos na área de estudo perpendiculares a linha de costa (Fig. 10). As posições dos perfis foram escolhidos baseados no conhecimento da área e pontos fixos de observação aliados, por vezes, a feições naturais costeiras, como dunas frontais e falésias, de acordo com a figura abaixo.

Figura 10 - Localização dos 06 perfis topográficos de monitoramento na praia de Morro Branco (Beberibe).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para isso, foi utilizado um receptor RTK (*Real Time Kinematic*) da marca *Trimble* e *South Galaxy G1S plus RTK* para o levantamento geodésico por posicionamento relativo que

consiste na obtenção de coordenadas (x,y e z) com precisão milimétrica. De início, o tripé do equipamento é posicionado e nivelado. Ele foi colocado em uma região onde não há coordenadas conhecidas e, com o objetivo de obter maior precisão deste local, o equipamento deve ficar no mínimo três horas ligados. Posteriormente, a base deve manter contato com o Rover e, para isso, é necessário configurá-lo para que os dados coletados pelo Rover estão sendo corrigidos a partir de dados da base do equipamento. Uma vez realizada as configurações adequadas para o trabalho que, inclusive vale ressaltar que poderá mudar para cada atividade a ser realizada (neste caso foi utilizado o pós processamento e rádio externo, ou seja, os dados foram processados posteriormente) foi iniciado o levantamento efetivo de dados.

Depois de todas as configurações, inicia-se o levantamento de dados propriamente dito. Ele consiste, basicamente, em manusear o Rover acoplado em um bastão para aferir as medições topográficas em cada perfil, conforme mostra a figura 11. Em seguida, ao fim do levantamento, as amostras coletadas foram armazenadas e levadas ao Laboratório de Oceanografia Geológica (LABOMAR/UFC) e Laboratório de Geologia e Geomorfologia e Costeira Oceânica (LGCO/UECE), para serem processadas segundo a metodologia proposta por Suguio (1973) levando em consideração a escala granulométrica de Wentworth (1922). Os dados obtidos pelo RTK, por fim, são armazenados para serem processados posteriormente.

Figura 11 – Etapa de campo para aquisição de dados de perfis topográficos com um receptor RTK na praia de Morro Branco (Beberibe).



Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.2. *Delimitação da linha de costa*

Para a delimitação da linha de costa também foi utilizado o receptor RTK, assim como na etapa anterior. Os pontos eram marcados, aproximadamente a cada 2 segundos, conforme o caminhar era realizado na área de estudo de acordo com o indicador de costa presente na área (Fig. 12). Na literatura sabe-se que a linha de costa possui diversos conceitos, porém, todos eles abordam uma característica em comum: sua dinamicidade. Ela pode ser definida como um limite móvel, cuja posição é variável a todas escalas, sejam elas espaciais ou temporais (FARIAS e MAIA, 2009). Outra definição aborda que ela é a interseção entre o nível do mar e a terra firme (MARINO e FREIRE, 2013; MUEHE e KLUMB-OLIVEIRA, 2014). Marino e Freire (2013), por sua vez, a define como um elemento geomorfológico de alto dinamismo decorrentes de respostas a processos costeiros de diferentes magnitudes e frequências.

Segundo Albuquerque (2013), a posição da linha de costa e sua confiabilidade, como ferramenta de estimar variações de erosão/progradação dependem dos indicadores escolhidos e da metodologia empregada, frente às condições dinâmicas naturais e antrópicas. Ele aborda ainda que um dos métodos mais empregados são as fotografias aéreas (aerofotos, ortofotos e imagens de satélites), como realizado neste trabalho. Devido ao dinamismo da linha de costa, Boak e Turner (2005) abordam que, de caráter prático, os indicadores de linha de costa tem sido adotados como a linha de costa em si, definindo-os como feições usadas para representar a verdadeira posição da linha de costa.

Um dos indicadores mais utilizados para a identificação da posição da linha de costa é a mudança de cor entre a superfície úmida e seca da praia, o que corresponde a linha de preamar média – LPM, representando assim, as posições máximas de variações da linha de costa (CROWELL et al., 1991; LEATHERMAN, 2003). Outro indicador bastante utilizado é a berma, sendo representado por uma escarpa erosivas, ou ainda a base de uma duna frontal (MUEHE e KLUMB-OLIVEIRA, 2014). Assim, para o monitoramento da linha de costa na praia de Morro Branco, foram utilizados os indicadores de linha de costa descritos acima, além de outros, como a presença de patrimônio edificado (Fig. 12).

Figura 12 - Indicadores de linha de costa utilizadas durante as saídas de campo com um receptor RTK na praia de Morro Branco, em uma área com ocupação, berma, falésias e na linha de preamar máxima.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3 Etapa de laboratório

Esta etapa foram feitas as análises das amostras granulométricas coletadas através da metodologia de Suguio (1973), realizada no Laboratório de Oceanografia Geológica (LOG) do Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR/UFC e no Laboratório de Geologia e Geomorfologia e Costeira Oceânica (LGCO/UECE).

Por meio da granulometria dos sedimentos é possível caracterizá-los quanto ao ambiente de sedimentação, origem do material e o tipo de transporte de acordo com a metodologia proposta por Suguio (1973). Para isso, 100 gramas de sedimentos de cada amostra foi pesado, seguido pelo processo de quarteamento (Fig. 13). Em seguida realizou-se o peneiramento úmido, onde a fração mais fina é separada das demais, além da retirada do sal, ambas com o auxílio de uma peneira de 0,062mm com água corrente. Posteriormente a lavagem, as amostras são levadas a estufa a 60°C para secagem, onde permaneceram por dois dias.

A granulometria seca é realizada com o auxílio de um jogo de 11 peneiras com diferentes malhas constituídas de aberturas que contemplam desde cascalhos até frações mais finas de sedimentos. O processamento é feito em um agitador mecânico (*rot-up*). Por fim, depois de 10 minutos em funcionamento, todas as peneiras são pesadas e o teor de material em cada uma delas é anotado.

Figura 13 – Análise da granulometria de acordo com a metodologia proposta por Suguio (1973), de peneiramento a seco das amostras.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os valores obtidos por meio do peneiramento seco foram, então, inseridos no *software* SAG- Sistemas de Análise Granulométrica, desenvolvido pela Universidade Federal Fluminense (UFF), onde, por meio deste, é possível gerar resultados estatísticos, a exemplo do diâmetro médio do grão, grau de seleção e curtose.

5.4 Etapa de gabinete

5.4.1 Processamento dos dados topográficos

Para o processamento dos dados é utilizado o *software* Trimble Business Center, programa do próprio equipamento. Para isso, foram utilizadas duas Redes Brasileiras de Monitoramento Contínuo (RBMC), uma localizada em Eusébio - CE e outra em Pau dos Ferros - RN, em projeção SIRGAS 2000. A escolha desses locais objetivou uma melhor triangulação. Por meio desta, foi possível obter as coordenadas em UTM (Universal Transversa de Mercator) e a altitude geométrica da base e, posteriormente a isso, os dados foram inseridos em ambiente SIG.

Depois disso, os levantamentos foram corrigidos ao 0 hidrográfico estabelecido pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil. Por fim, foi realizado o

cálculo do balanço sedimentar, por meio da comparação dos perfis topográficos utilizando software *Surfer 10*, observando assim, taxas erosivas e/ou progradacionais.

5.4.2. Delimitação de linha de costa

De início, foram separadas 5 imagens provenientes do *Google Earth Pro*, baseados na disponibilidade do programa e na qualidade das imagens. Além disso, uma ortofotocarta foi anexada as demais, cedida pela SEMACE, conforme mostra o Quadro 2. A escolha das fotos levaram em consideração a disponibilidade, a qualidade e faixas que abrangessem a área de estudo, sem sobreposição. Vale ressaltar que as fotografias aéreas, como citada anteriormente, são utilizadas para estudos de evolução de linha de costa desde o início do século (ALBUQUERQUE, 2013). As imagens foram, então, tratadas em ambiente SIG, no software QGIS versão 3.8, onde foram georreferenciadas e realizado os *shapefile* de cada, com o objetivo de comparar todas as linhas de costas das imagens em uma só e, a partir daí, utilizar o método do DSAS.

Para a análise espaço-temporal da linha de costa das imagens adquiridas, utilizou-se a extensão denominada *Digital Shoreline Analysis System – DSAS versão 5.0* que permite a automatização de grande parte das tarefas relacionadas a análise quantitativa de questões relativas a tendências erosivas ou deposicionais, por meio de uma série estatística de tempo e posições múltiplas da linha de costa (THIELER et al., 2005). Os autores *op cit* utilizam-se de vários métodos estatísticos para realizar o cálculo dessas tendências, dentre eles o EPR (*End Point Rate*) e o LRR (*Linear Regression Rate*). Foram utilizadas a 6 imagens mencionadas anteriormente e 3 linhas de costa realizadas em campo durante o ano de 2019.

Segundo Thieler et al., (2009), o método EPR faz os cálculos de variação dividindo a distância do movimento pelo tempo decorrido entre a linha mais antiga e a mais atual. O método LRR realiza os cálculos de recuo e/ou avanço por meio da regressão linear simples, considerando, os desvios existentes ao longo de cada linha de costa (MARINHO e FREIRE, 2013).

Dito isto, neste trabalho ambos os métodos foram utilizados afim de comparar os dados adquiridos entre eles. Foram, então gerados 74 transectos perpendiculares a linha de costa. Estes encontravam-se espaçados entre si 20 metros com uma extensão total que variava de acordo com a posição da linha de costa, sendo adotada pelo próprio programa. Os valores negativos e positivos apresentados pelo DSAS, segundo Farias e Maia (2009), possuem, respectivamente, tendências erosivas e deposicionais. Por fim, alguns autores ressaltam a importância de se ter

cuidado no primeiro método, devido ao uso apenas de duas imagens que pode gerar dados equivocados (MARINO e FREIRE, 2013; MUEHE e KLUMB-OLIVEIRA, 2014).

Quadro 2 - Características das imagens utilizadas no DSAS.

MÊS	ANO	TIPO DE MATERIAL	RESOLUÇÃO ESPACIAL	SATÉLITE/ FORNECEDOR
Julho	2017	Imagem de satélite	2,4 m	Quickbird
Julho	2016	Imagem de satélite	2,4 m	Quickbird
Setembro	2014	Ortofotocarta	0,20 cm	SEMACE
Outubro	2010	Imagem de satélite	2,4 m	Quickbird
Abril	2009	Imagem de satélite	2,4 m	Quickbird
Setembro	2004	Imagem de satélite	2,4 m	Quickbird

Fonte: elaborado pelo autor.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Análise espaço-temporal da linha de costa nos últimos 15 anos (2004-2019)

Os resultados obtidos entre os anos de 2014 até 2019 foram preferencialmente abaixo de 0o que implica em taxas de erosão, mesmo que baixas (Gráfico 2 e 3, Figura 14). Pelo método do EPR foram identificados 74 transectos, dentre os quais apenas 05 estão em processos de acreção. Os valores variam entre -2,42 m/ano e 0,21 m/ano representando o mínimo e máximo, respectivamente. Por outro lado, baseado no método de LRR 12 dos 74 transectos analisados, 16 estão são progradantes com taxas que variam entre -1,21 m/ano e 0,28 m/ano representando também os valores mínimos e máximos.

E, para melhor entendimento dos resultados, a área de estudo foi subdivida em três setores, onde o setor oeste (transectos 01-23): região que abrange as dunas frontais; setor central (transectos 24-51): engloba grande parte das barracas de praia e ocupação; setor leste (transectos 52-74): adjacente as falésias ativas da UC. A figura abaixo mostra as subdivisões e as taxas de erosão e/ou progradação das diferentes linhas de costa adotadas.

Figura 14 - Linhas de costas dos últimos 15 anos (2004-2019) na praia de Morro Branco, divididas em setor oeste, setor central e setor leste baseado no método do EPR.

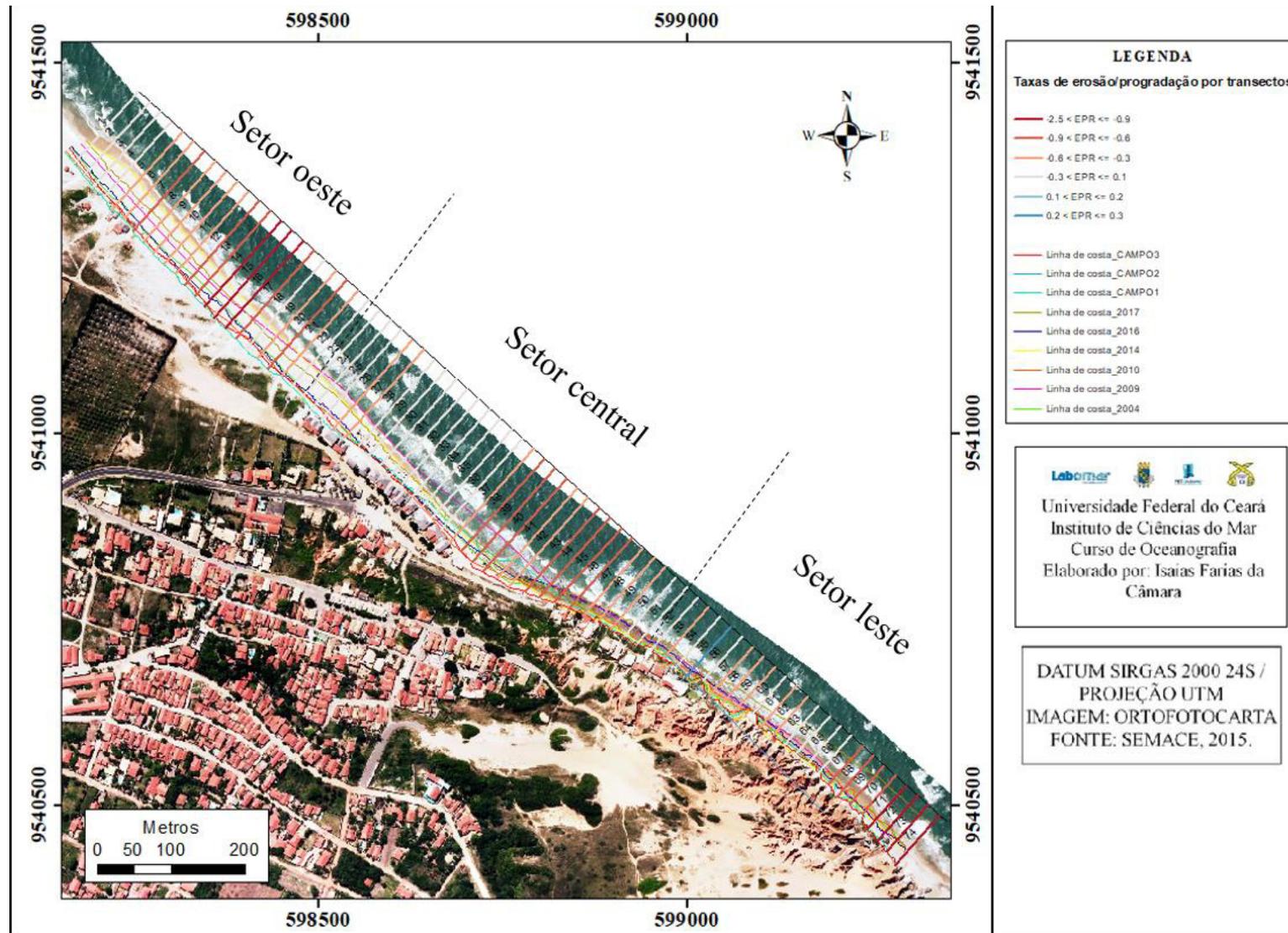
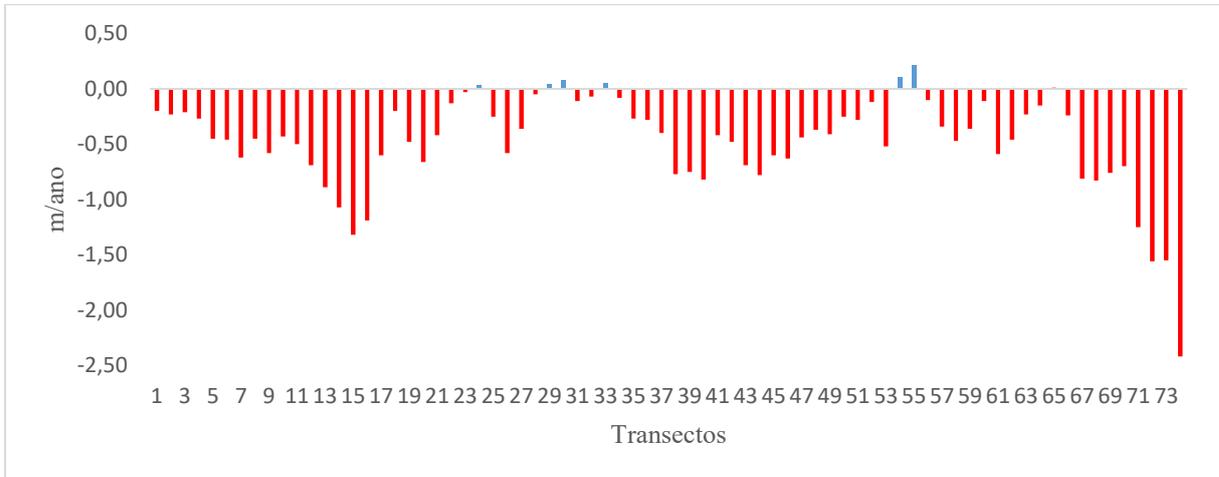
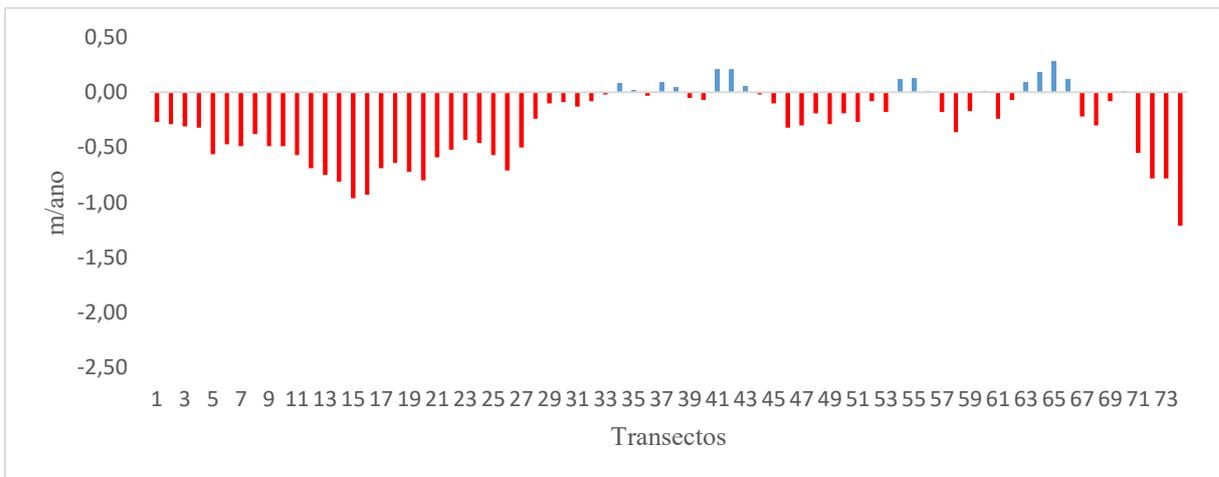


Gráfico 2 - Variação da linha de costa - 2004/2019 – EPR (*End Point Rate*) na praia de Morro Branco.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 3 - Variação da linha de costa - 2004/2019 – LRR (*Least Regression Rate*) na praia de Morro Branco.

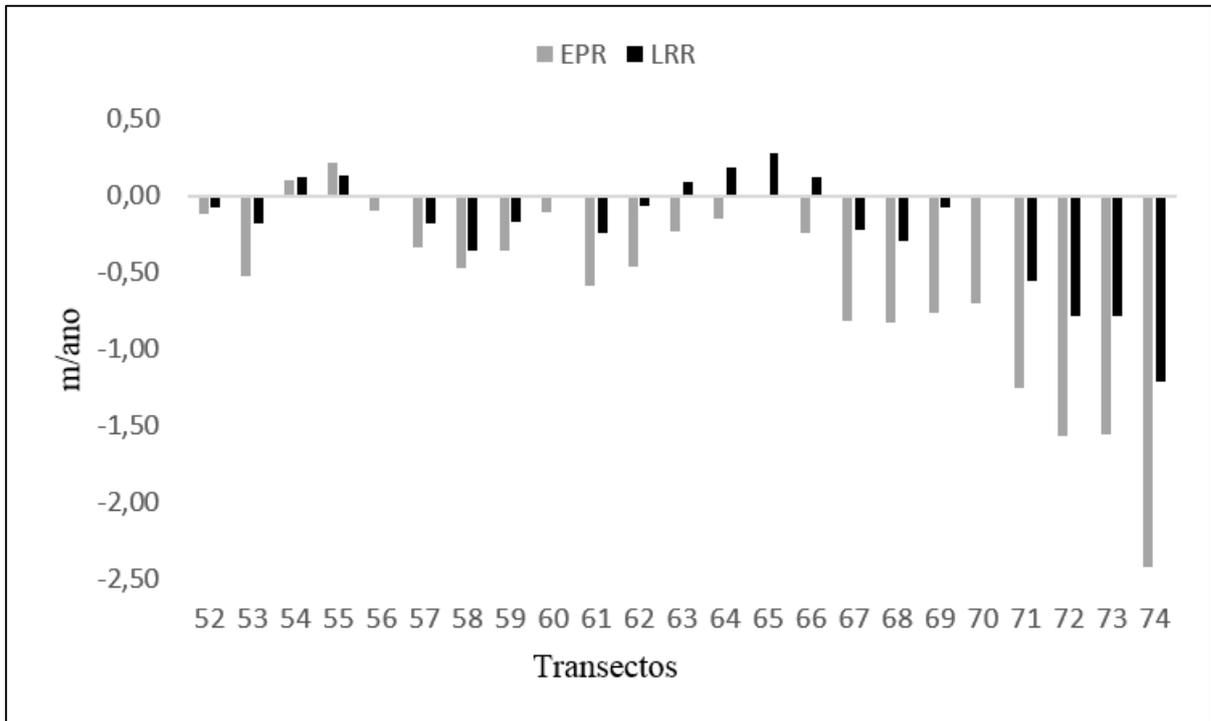


Fonte: Elaborado pelo autor.

6.1.1 Setor leste

O setor leste caracteriza-se pela presença de falésias ativas pertencentes ao Monumento Natural das Falésias de Beberibe. Nesta região há intenso fluxo de turistas e automóveis, devido ao labirinto da UC, principal atividade turística realizada. A faixa de praia é, em alguns pontos, extensas e, por vezes, não há pós-praia, devido à presença de aflorações (falésias) ou até mesmo ocupações. Os resultados obtidos para este setor mostram as maiores taxas erosivas registradas que foram de -2,42 m/ano para o EPR e -1,21 m/ano para o método do LRR, enquanto as taxas de progradação não ultrapassaram valores superiores a 0,30 m/ano (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Variação da linha de costa - 2004/2019 (EPR e LRR) no setor leste da praia de Morro Branco (Beberibe).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Regiões protegidas por afloramentos rochosos, como *beach rocks* e plataforma de abrasão agem como obstáculos freando a chegada de ondas, dissipando assim, a energia das ondas e conservando a linha de costa (PINHEIRO et al., 2001; LIMA, 2002; MAIA et al., 2005; MUEHE, 2005; MARINO e FREIRE, 2013). Assim como acontece entre os transectos 52 e 60 onde os valores raramente excedem -0.50 m/ano de recuo.

Nos últimos transectos ocorrem leves variações entre erosão e progradação, chegando ao extremo do setor leste onde as taxas aproximam-se dos valores de -2.50 m/ano pelo EPR e -1.30 m/ano pelo LRR. Tais valores podem ter duas explicações: 1) A linha de costa utilizada em 2017 estava recuada devido a marés de quadratura em aproximadamente 50 metros, quando comparada com as demais linhas de costa. Muehe e Klumb-Oliveira (2014) e Magalhães, Baptista e Fernandez (2017) aconselham cautela sobre o uso da diferença entre “seco e molhado” como indicador de linha de costa, devido a amplitude diferenciada das marés. 2) Como o estágio da praia é intermediário com presença de barras arenosas (PINHEIRO et al., 2006) a própria dinâmica espaço-temporal destas feições podem ter contribuído para o incremento sedimentar desta região momentâneo associado próximo a data de registro da fotografia.

Muehe (2005) destaca que as falésias pertencentes no norte e nordeste do Brasil apresentam-se como grandes obstáculos no avanço da linha de costa na região onde elas afloram, e que ao ser erodida disponibilizam sedimentos para a região praial. A nível mundial a taxa de recuo em falésias é de 2.9 cm/ano em falésias rochosas, 10 cm/ano em falésias semiconsolidadas e 23 cm/ano em falésias arenosas (PRÉMAILLON et al., 2018), corroborando que as taxas entre os transectos 67 a 74 possuem valores que não representam a realidade, pois as falésias de Morro Branco possuem uma base rochosa e um topo semiconsolidado. As demais linhas de costa utilizadas no *DSAS* seguem um padrão nas proximidades das falésias, onde o choque com as ondas do mar são frequentes, caracterizando-as como falésias ativas.

6.1.2 Setor central

O setor central é caracterizado pela presença de ocupação (sobretudo pelas barracas de praia), também pela plataforma de abrasão e pela presença de embarcações dos nativos, como jangadas e bateras. Os resultados obtidos para esse setor mostram uma tendência predominantemente erosiva, com recuos de -0,82 m/ano pelo método do EPR e -0,71 m/ano pelo LRR, enquanto os valores progradantes são de no máximo 0,42 m/ano pelo LRR e 0,08 m/ano pelo EPR (Gráfico 5).

Ainda nesse sentido Farias e Maia (2009) em seus estudos na praia da Caponga, localizada no município limítrofe a Beberibe, indicam taxas que superam os -7,3 m/ano em regiões que coincide com os aglomerados urbanos da região. Associado a isto, Pinheiro et al., (2001) citam que nesta mesma região houve um recuo de 170 metros, associado também a retirada das rochas do pontal, que protegiam a praia, provocando um recuo expressivo da linha de costa da região.

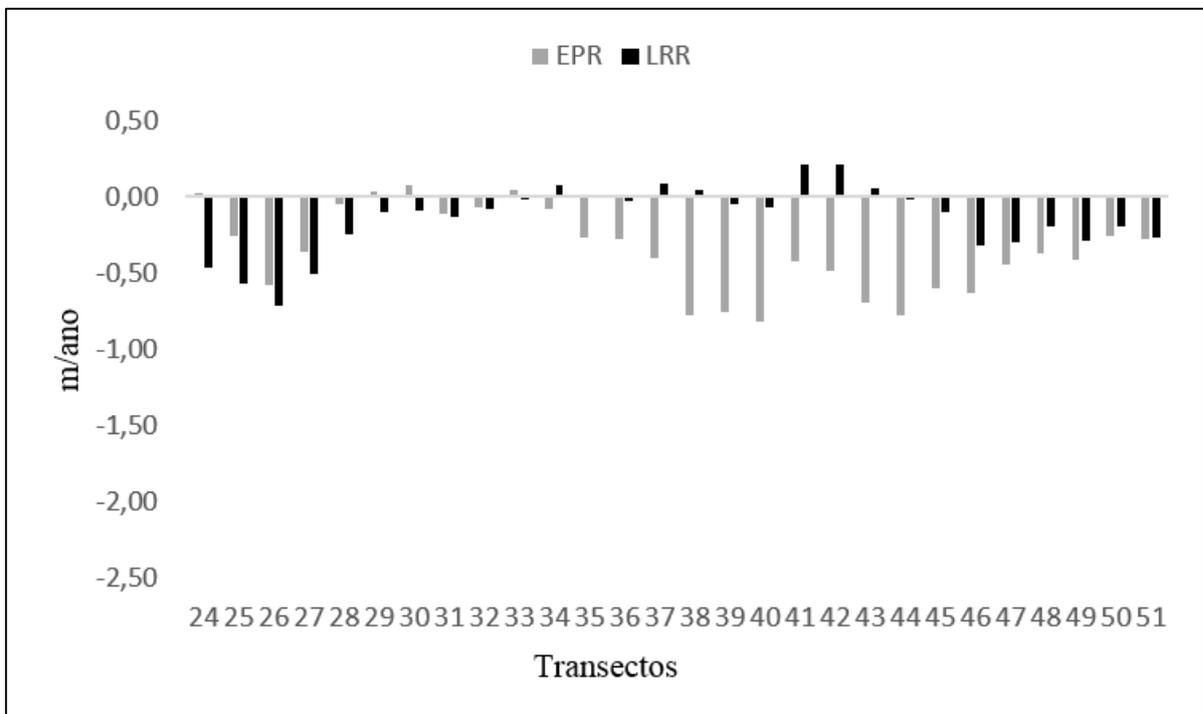
Ainda abordando a variação de linha de costa neste setor, na região referente as barracas de praia as taxas pelo método LRR foram de acreção enquanto pelo método EPR as taxas foram de quase -1,0 m/ano. Na prática, o LRR, ao fazer a média com todas as linhas de costas utilizadas levou em consideração as altas taxas de progradação referentes a linha de costa de 2009, onde foi observado valores superiores a 30 metros em relação à última linha de campo realizada. Isso aconteceu por que esse ano foi atípico no Ceará, onde houve precipitação de mais de 2000 mm, o que representa quase duas vezes a média histórica de precipitação para a região. Intensas precipitações, ao aumentar o fluxo de rios, promovem a alimentação das praias por sedimentos que são incorporadas à deriva litorânea que, na região, é importante para o

balanço sedimentar. Além disso, a ação das chuvas erode as falésias, contribuindo ainda mais para a disponibilidade de sedimentos no sistema praial.

Neste caso é mais importante levar em consideração as taxas calculadas pelo EPR por representar melhor a realidade da região estudada nessa situação, onde grande parte do patrimônio edificado desta região foi destruídos por eventos sucessivos de recuos de linha de costa (visível nas linhas de costa realizadas em campo) e eventos de alta energia, principalmente em 2016.

Os transectos de número 44 até o 51 compreendem a região protegida pela presença da plataforma de abrasão e, assim como anteriormente sugerido, estão sujeitas a menores taxas de erosão (Gráfico 5). A presença massiva de ocupação nesse trecho reduz o trânsito de sedimentos entre os compartimentos praias e de forma horizontal (que iria abastecer regiões adjacentes) aprisionado no ato de construção das fundações das residências, ou ao chocar-se com estruturas, sendo o principal agente modificador do transporte sedimentar neste ponto (Fig. 15).

Gráfico 5 - Variação da linha de costa - 2004/2019 (EPR e LRR) no setor central da praia de Morro Branco.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 15 - Retenção de sedimentos em estruturas edificadas na praia de Morro Branco.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Alguns autores sugerem que a ocupação desordenada na região costeira podem ser a principal causa pelo déficit sedimentar ou ser um dos agravantes agentes erosivos na praia de Caponga – Ceará (PINHEIRO, 2003; PINHEIRO et al., 2001), na praia de Maracaípe – Pernambuco (MACEDO et al., 2012), e na região de Aquiraz – Ceará (MARINO E FREIRE, 2013). A plataforma de abrasão na região sugere evidências bem fundamentadas de processos erosivos atuantes nos antepassados, muito além do período amostral abordado neste trabalho. Souza e Luna (2010) observam situação semelhante no litoral norte de São Paulo ao analisar taxas de variação da linha de costa na região.

Na região adjacente, região que prolonga-se até onde ocorre as barracas de praia, há a presença de um muro de contenção que protege uma via por onde há tráfegos dos veículos e de pessoas que impede a evolução da linha de costa e que constantemente é tocado por marés de sizígia. Rocha, Araújo e Mendonça (2009) também identificaram a mesma situação em seus estudos na praia de Sauaçui, no estado de Alagoas.

À medida que a plataforma de abrasão atenua a ação das ondas para uma zona necessariamente a retaguarda, para região adjacentes, entretanto, elas comportam-se como

obstáculo capaz de mudar algumas características das ondas incidentes. Silva et al., (2004) abordam que uma onda, ao chegar próxima da costa, podem sofrer diversos fenômenos físicos, a exemplo da difração que é a mudança da direção de uma onda ao chocar-se contra uma obstáculo, seja ele natural ou artificial (ex: portos e obras de engenharia costeira). Quando isso acontece, o comprimento da onda diminui e sua altura significativa aumenta, tendo assim, um maior potencial erosivo. Em Morro Branco é possível observar esse processo por meio de um “embaçamento” presente, mesmo que pequeno, na região adjacente às barracas de praia (Fig. 16).

Figura 16 - Processos costeiros no setor central na praia de Morro Branco, Ceará. Identificando a plataforma de abrasão, bancos submersos, cristas das ondas e embaçamento.

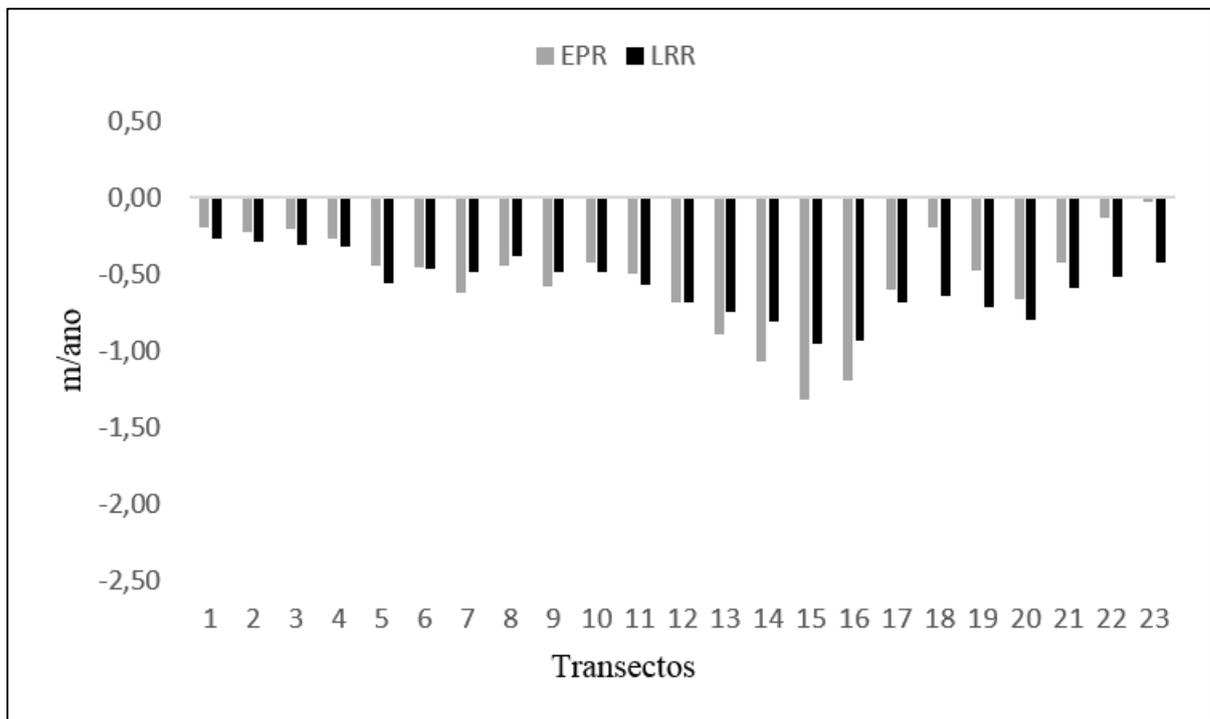


Fonte: Elaborado pelo autor.

6.1.3 Setor oeste

O setor oeste apresenta baixa antropização, no qual ocorre a presença de dunas frontais vegetadas e de ocupação incipiente, excetuando três barracas de praias de pequeno porte situada nos transectos iniciais. Em relação aos resultados obtidos, pelo método do EPR houveram taxas máximas de -1,32 m/ano e pelo LRR houveram de -0,96 m/ano, enquanto não houveram taxas progradantes, como mostra o gráfico 6.

Gráfico 6 - Variação da linha de costa - 2004/2019 (EPR e LRR) no setor oeste da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Mesmo não havendo valores expressivos de ocupações, as taxas predominantemente erosivas na região indicam o déficit de sedimentos que pode ser ocasionada pela contenção destes a montante, seja na plataforma de abrasão, pela ocupação ou em estruturas artificiais (ex. barracas de palafitas). Além disso, como essa região apresenta grandes extensões do estirâncio, a ação dos ventos pode remobilizar esses sedimentos em direção ao interior do continente, alimentando o sistema de dunas frontais e soterrando estruturas presentes (PINHEIRO et al., 2001; LIMA, 2002; MUEHE, 2005; PINHEIRO, 2009 e PORTO, 2016).

Lima (2002) em seus estudos na região do município de Caucaia atribuiu as taxas erosivas em regiões de dunas frontais sem ocupação expressiva, assim como é o caso deste trecho, à influência intensa da corrente de deriva litorânea que atua na região. Em Morro Branco, pode ocorrer a associação entre ambos, ou seja, a grande influências dos ventos sobre a face praial e a intensa atuação da corrente de deriva litorânea. Todavia, para comprovar essa última questão é importante o estudo desta variável, de sua velocidade e quantidade de capacidade de transporte, visto que sua direção preferencial já é conhecida na literatura.

O monitoramento contínuo da posição da linha de costa pode gerar dados de prevenção a futuros danos e prejuízos nos trechos ainda não afetadas pelo recuo desta feição (MAGALHÃES, BAPTISTA e FERNANDEZ et al., 2017), como é o caso do setor oeste da área de estudo, além de orientar ações futuras em curto, médio e longo prazo de recuperação de praias ameaçadas (SOUZA e LUNA, 2010) ou, neste, caso setores onde a ocupação encontra bem estruturada.

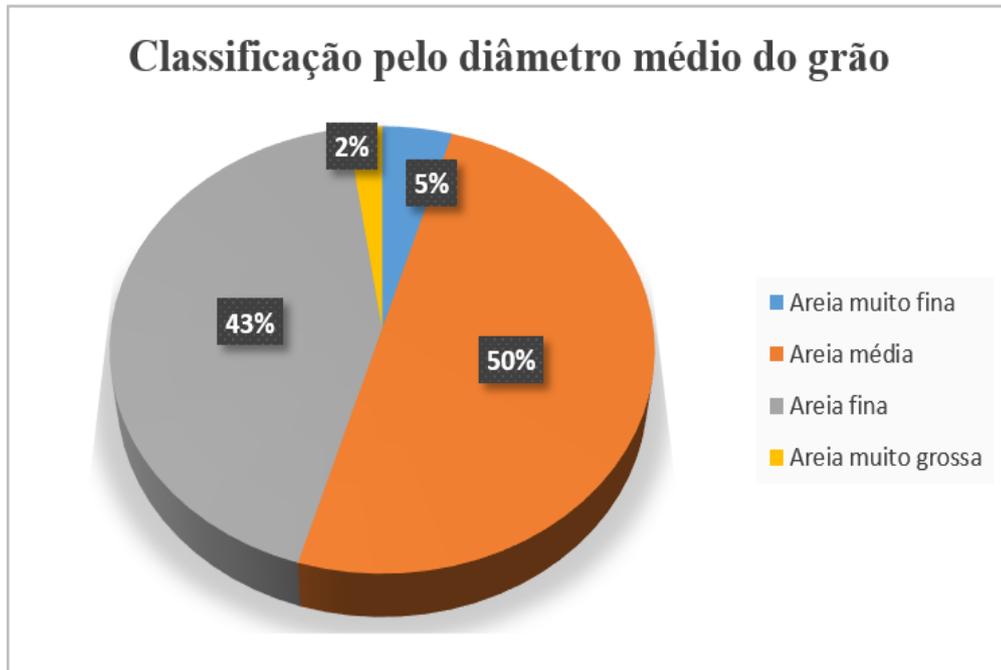
6.2 Parâmetros morfosedimentares da praia de Morro Branco.

Jesus e Andrade (2013) ressaltam que o estudo sedimentar de uma determinada região fornecem subsídios ao planejamento ambiental da área investigada. Com isso, neste trabalho serão abordados alguns parâmetros, como a classificação, o grau de selecionamento e a curtose, como uma contribuição aos estudos sedimentológicos escassos e, por vezes, inexistentes na região.

6.2.1 Parâmetros sedimentares

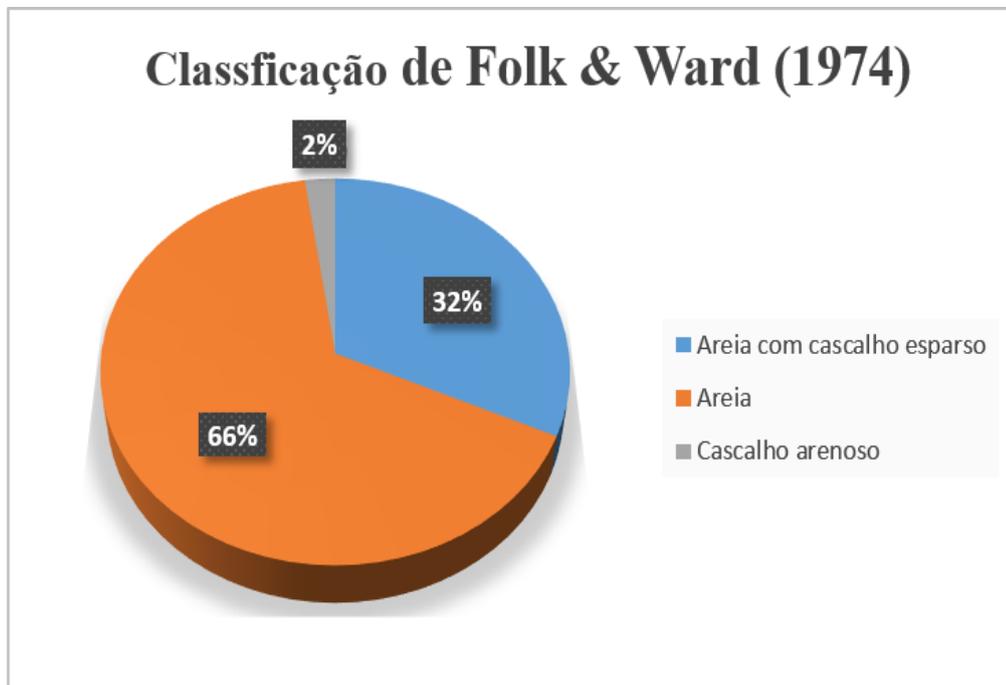
De acordo com o tamanho médio do grão, que é calculado a partir do D50, o trecho monitorado na região possui, de acordo com o gráfico abaixo, 50% de areia média do total, 43% de areia fina, 5% de areia muito fina e 2% de areia muito grossa (Gráfico 7). Com isso, pode-se afirmar que os sedimentos representados na faixa de areia média e fina representam quase a totalidade do sedimentos amostrados na região. Ainda, de acordo com a classificação adotada por Folk e Ward (1954) ocorre uma maior presença de areia, aproximadamente de 66% enquanto os outros 32% e 2% são representados por areia com cascalho esparsos e cascalho arenoso, respectivamente (Gráfico 8). Martins (2003) fala que os sedimentos de praia, geralmente, variam de areia muito fina a média.

Gráfico 7 - Classificação textural dos sedimentos coletados pelo diâmetro médio dos grãos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 8 – Classificação textural dos grãos de acordo com a classificação de Folk & Ward (1954)

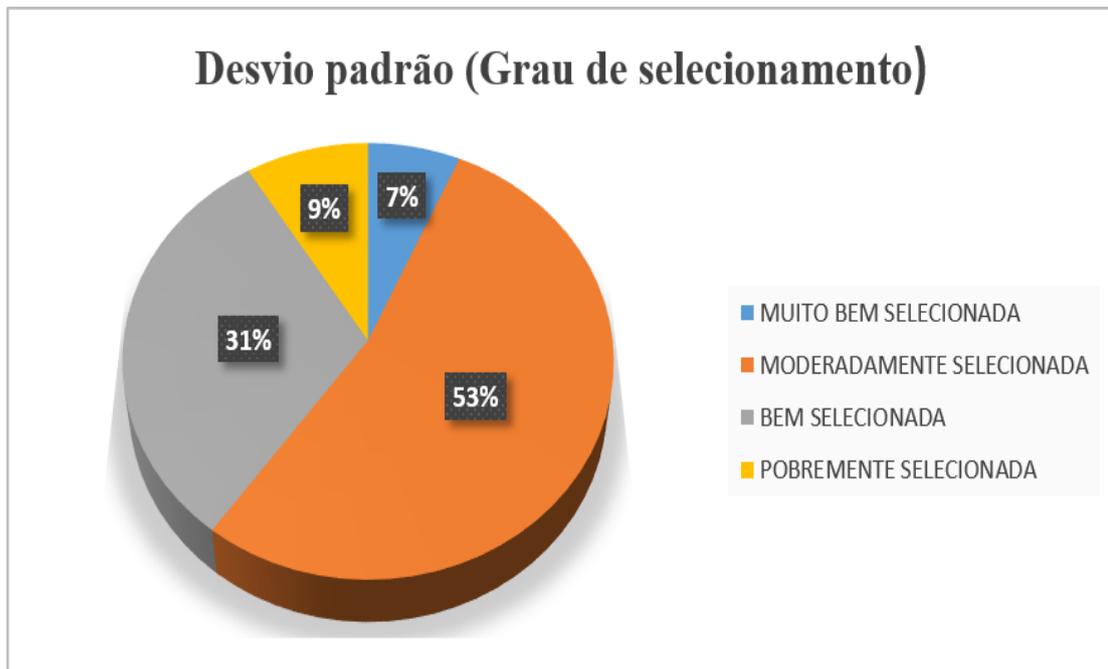


Fonte: Elaborado pelo autor.

Pinheiro et al., (2006) afirmam que a ocorrência de cascalho restringem-se aos afloramentos da plataforma de abrasão. No entanto, por meio das análises realizadas foi observado que os cascalhos estão presentes em outros pontos da área de estudo, sobretudo na região adjacente as falésias, tendo como possível explicação a ação do retrabalhamento das ondas sobre elas gerando a desagregação de partículas, sendo então disponibilizadas para a praia.

Adiante, o grau de selecionamento das amostras é um outro aspecto importante quando analisa-se a granulometria dos sedimentos (SUGUIO, 1973). Ele é definido como a análise do padrão de distribuição de tamanho da partícula referente a partir da amostra coletada onde 53% deles foram definidos como moderadamente selecionados, 31% bem selecionados, 9% pobremente selecionados e, por fim, 7% muito bem selecionados de acordo com o gráfico 9. Jesus e Andrade (2013) apontam que o grau de selecionamento de uma partícula é reflexo direto das características hidrodinâmicas de um local. Barros (2018) acrescenta ainda que sedimentos bem selecionados, por exemplo, é um indicativo que este material é originado de uma mesma fonte.

Gráfico 9 - Grau de selecionamento (Desvio padrão) dos sedimentos coletados, indicando que metade dos sedimentos é classificado em moderadamente selecionado.

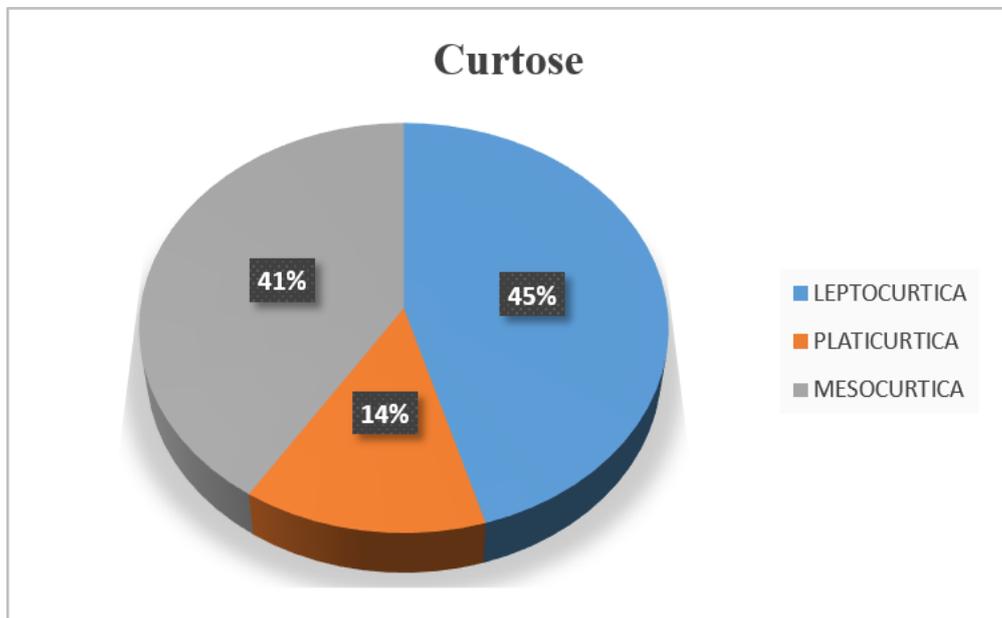


Fonte: Elaborado pelo autor.

Seguindo o estudo apresentado por Barros (2018), na setor leste da área de estudo (locais de influências direta das falésias) é comum a presença de sedimentos muito bem selecionados e bem selecionadas. Na região oeste, onde há a ocorrência de dunas frontais que alimentam a praia não acontece da mesma forma, com exceção das pós praia, onde os sedimentos são, no geral, bem selecionados. Como os ventos da região são preferencialmente de sudeste e leste, os sedimentos que compõe essa região têm mais influência do transporte longitudinal atuante.

A curtose é definida como o grau de achatamento de uma curva em relação à curva representativa de uma distribuição normal (DUARTE, 2018). Segundo Machado (2010) as amostras leptocúrticas indicam ambientes em que se prevalece o transporte, enquanto que mesocúrticas indicam ambientes de transição entre transporte e deposição. Na área de estudo 45% das amostras são leptocúrticas, 41% mesocúrticas e 14% platicúrticas (Gráfico 10). A partir desse resultado, pode-se inferir que ocorre um intenso transporte sedimentar na região, seja na atuação da corrente de deriva litorânea, seja pela ação dos ventos, este último sendo intensificado no segundo semestre do ano.

Gráfico 10 – Resultado da curtose nos sedimentos da praia de Morro Branco.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Suguio (1973) afirma que existe uma relação entre a curtose e o grau de selecionamento dos sedimentos, onde curvas de sedimentos muito leptocúrticas indicam sedimentos bem selecionados. Neste caso, para a praia de Morro Branco, não foi identificado esse limite de

curtose a partir dos sedimentos coletados o que, de certa forma, corrobora com apenas 7% de sedimentos bem selecionados citado anteriormente.

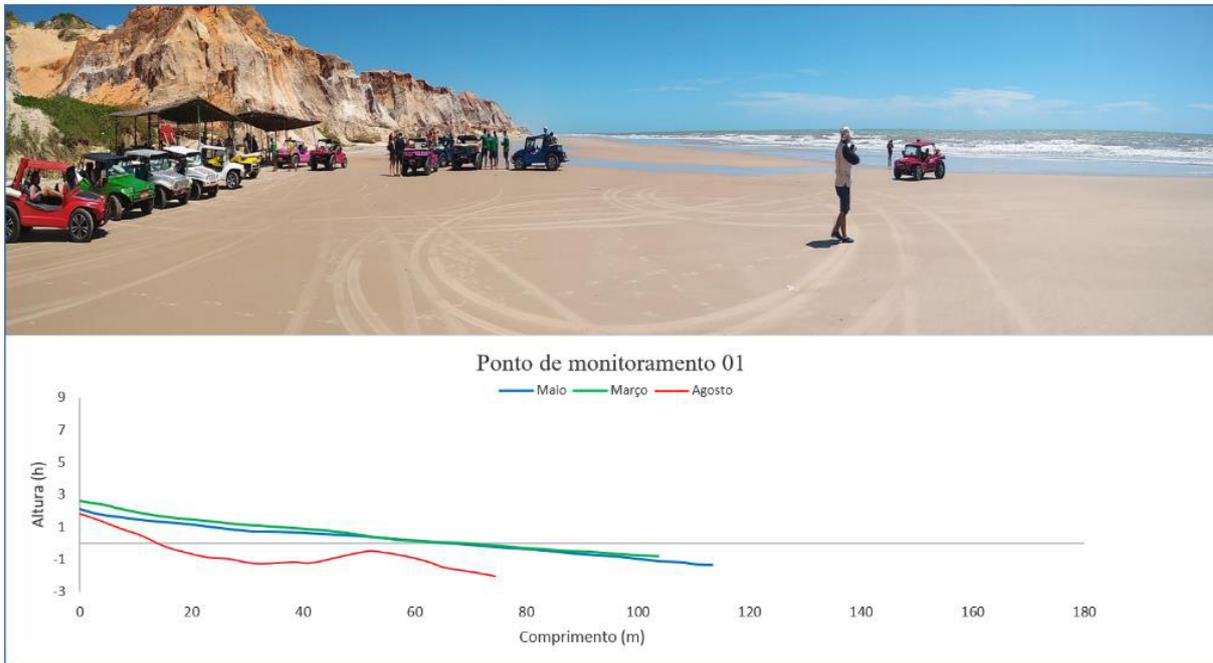
6.2.2 Parâmetros morfológicos

Os parâmetros morfológicos são compostos por dados de perfis praias realizados em campo entre os meses de março a agosto, e volumes sedimentar, que seguiu aproximadamente um padrão, onde em maio houve uma ligeira acreção de material em relação ao mês de março e em agosto ocorreu decréscimo de material, ou seja, há um desenvolvimento de um padrão de acreção e erosão sazonalmente, assim como acontece em estudos feitos numa praia do município limítrofe a oeste - Caponga (PINHEIRO, 2003). Isso acontece primordialmente pelo fato de no segundo semestre do anos os ventos serem mais intensos (MAIA, 1998), o que dá origem a ondas mais altas e de maior poder erosivo (DUARTE, 2018), enquanto que no primeiro semestre do ano o contrário é verdadeiro, com exceção das ondas do tipo *swell* originadas no Atlântico Norte.

Perfil morfológico de monitoramento 1

O ponto está localizado adjacente as falésias possui uma extensão que varia entre 75 a 120 metros de comprimento, onde sua maior cota de altimetria observada foi de três metros (Fig. 17). O perfil inicia-se no limite de uma estrutura de uma barraca presente na região. Ele é aproximadamente retilíneo nos meses de março e maio, muitas vezes, sem a presença de pós-praia, sendo essa ocupada pela afloração das falésias de onde foi iniciado a construção do perfil. Em agosto, contudo, esse perfil adquire um aspecto mais íngreme e erodido.

Figura 17 - Ponto de monitoramento do perfil morfológico 1, adjacente às falésias.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A composição sedimentar desta região está diretamente ligada a ação erosiva das ondas sobre as falésias que, ao realizar o processo de abrasão, disponibilizam sedimentos para região praial (MORAIS, SOUZA e COUTINHO 1975; PINHEIRO et al., 2006) que, posteriormente, podem ser remobilizados e transportados pela ação das correntes de deriva litorânea que atua de leste para oeste na região (MAIA, 1998) ou podem ser depositados na região próxima a antepraia, formando bancos submersos paralelos à praia, sobretudo no segundo semestre do ano. Nestas regiões, então, são originadas as “piscininhas” que detêm grande atração para os turistas e nativos.

Perfil morfológico de monitoramento 2

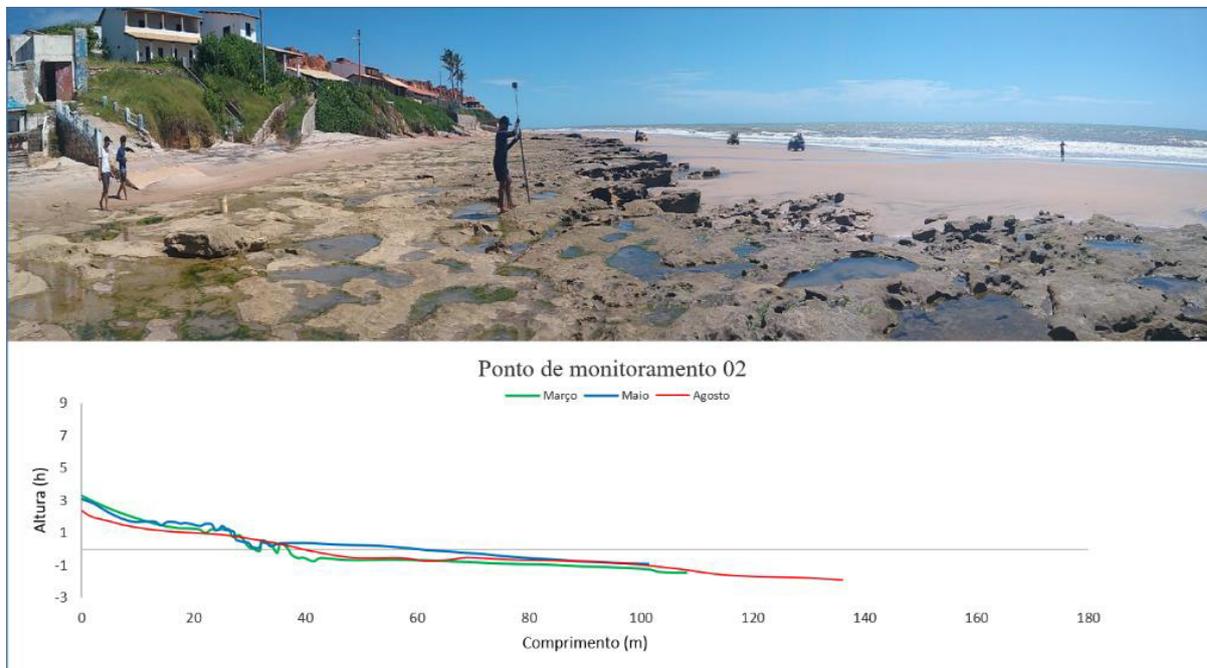
O ponto inicia-se ao lado de uma construção, mais precisamente, de uma rampa onde dá acesso ao interior de uma residência de veraneio. Sua extensão varia aproximadamente entre 100 e 140 metros (Fig. 18). Possui uma cota altimétrica máxima de três metros e um perfil levemente inclinado, assim como o anterior. A região de pós-praia encontra-se ocupada por residências de veraneio e de pescadores, onde, por vezes há a formação de bermas mas que constantemente é erodida em marés de sizígia.

A variação do pacote sedimentar nesta região é mais visível devido à presença da plataforma de abrasão. No mês de março a plataforma geralmente está exposta, sendo

levemente coberta nos dois meses posteriores. Em agosto, por outro lado, estava muito exposta assim como mostra a figura abaixo, ou seja, a exumação dessa feição é ditada pelo volume do perfil praial (MORAIS et al., 2006). Nesta região é comum visualizar sedimentos com a coloração avermelhada provenientes das falésias carregadas pela ação da deriva litorânea e pelos ventos que, em baixa mares, possuem grande importância na remobilização desse sedimentos para longe da origem de formação (PORTO, 2016).

No entanto, deve atentar que em eventos de alta energia, por exemplo, tais feições são completamente encobertas pelas águas à medida que as ondas encarregam-se de retirar o material sedimentar até então aprisionado.

Figura 18 - Ponto de monitoramento do perfil morfológico 2, adjacente a construções de residências de veraneio.

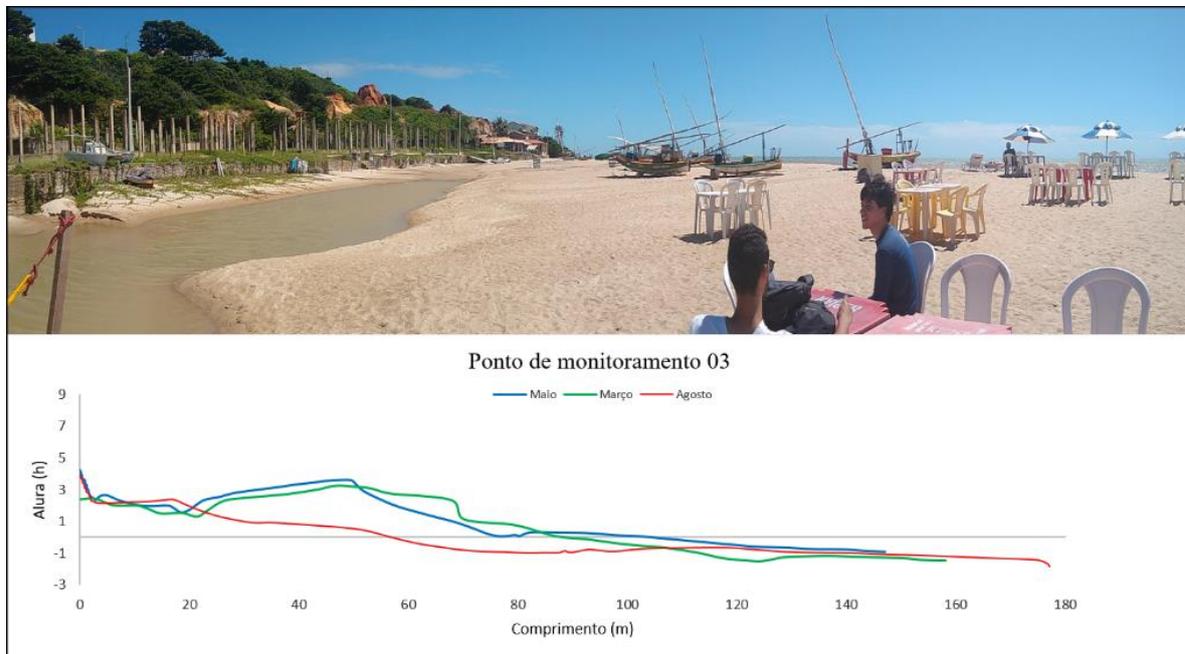


Fonte: Elaborado pelo autor.

Perfil morfológico de monitoramento 3

O ponto do perfil de monitoramento 03 inicia-se próximo a escadaria que dá acesso à praia. Sua extensão varia aproximadamente entre 150 e 180 metros de comprimento (Fig. 19). Sua cota altimétrica máxima é de quase 5 metros, onde em seguida forma-se uma desnível assim como no perfil subsequente. A pós praia é ocupada por embarcações e por um muro de contenção que fornece sustentabilidade lateral de uma via na região.

Figura 19 - Ponto de monitoramento do perfil morfológico 3, adjacente a escadaria que dá acesso à praia.



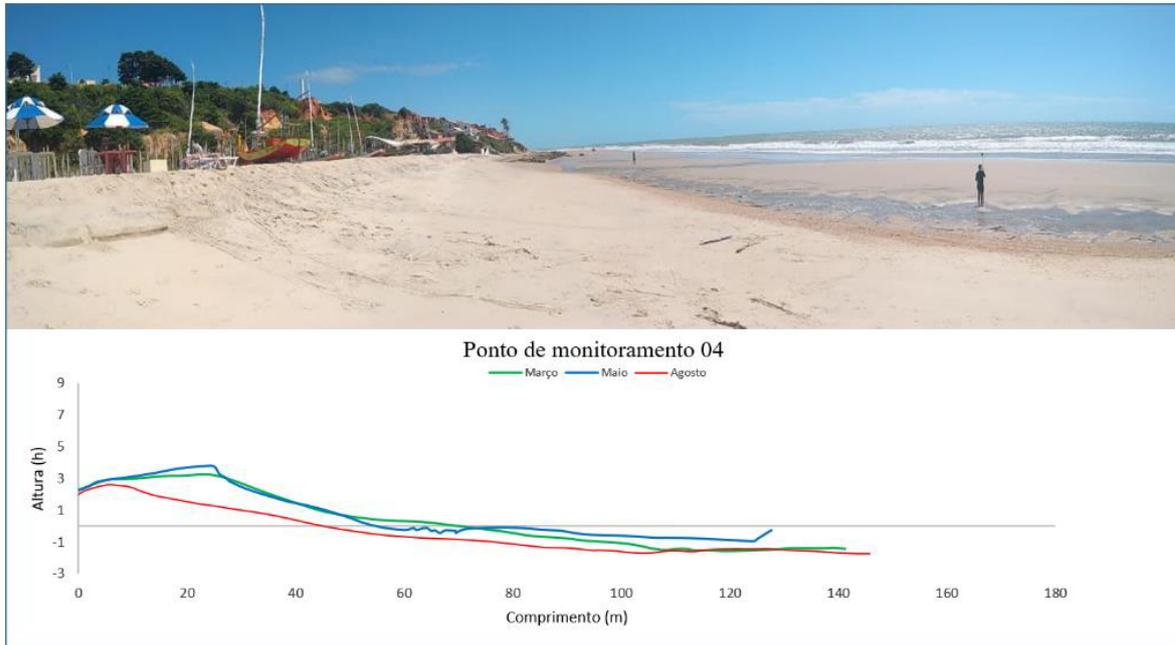
Fonte: Elaborado pelo autor.

Perfil morfológico de monitoramento 4

O ponto de monitoramento 04 inicia-se na base de uma barraca de praia numa região de menor nível topográfico de quase 3 metros que aumenta até a berma, onde a cota é aproximadamente de 5 metros e, depois disso, o perfil de praia segue o padrão até a antepraia. Ele possui entre 130 e 150 metros de comprimento (Fig. 20), possuindo uma berma bem definida.

Na região mencionada anteriormente, devido a cota batimétrica mais reduzida, ocorre o acúmulo de água sob as barracas e em adjacências. Esse acúmulo é ocasionado pelo *overwash*, que é caracterizado pelo transpasse de água sobre estruturas naturais (GUERRA, 2015), tendo seu acúmulo em uma região de nível altimétrico mais reduzido, assim como ocorre no perfil anterior.

Figura 20 - Ponto de monitoramento do perfil morfológico 4, adjacente a uma barraca de praia.

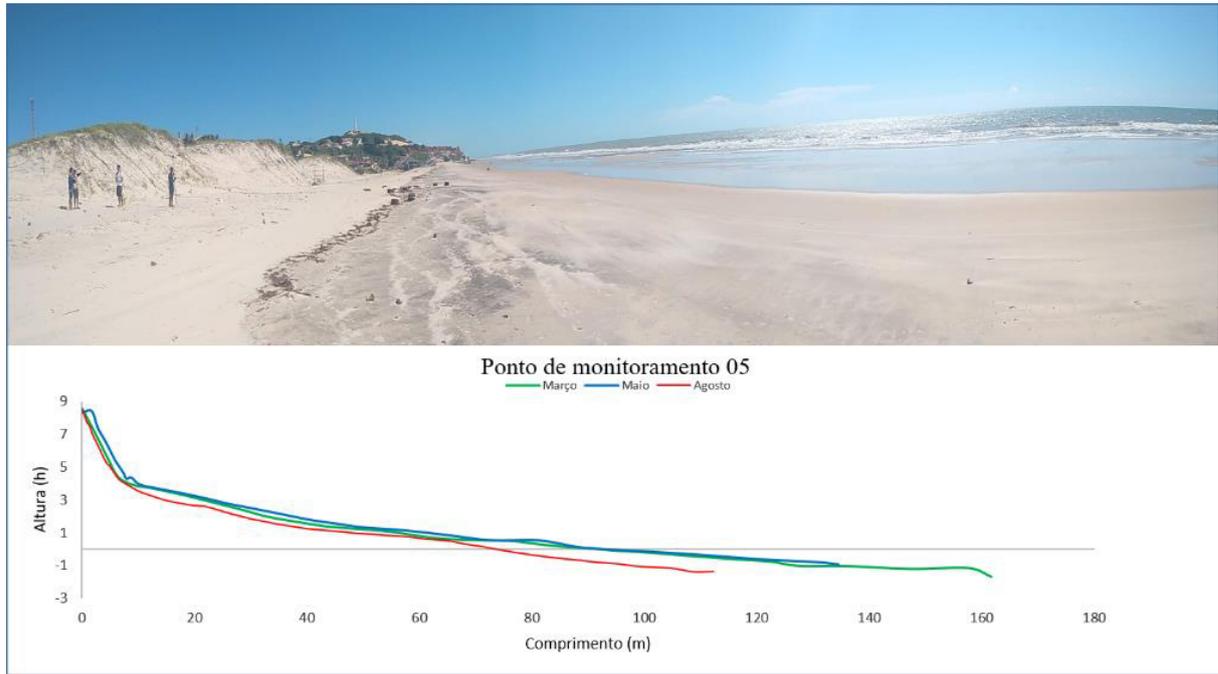


Fonte: Elaborado pelo autor.

- Perfil morfológico de monitoramento 5 e 6

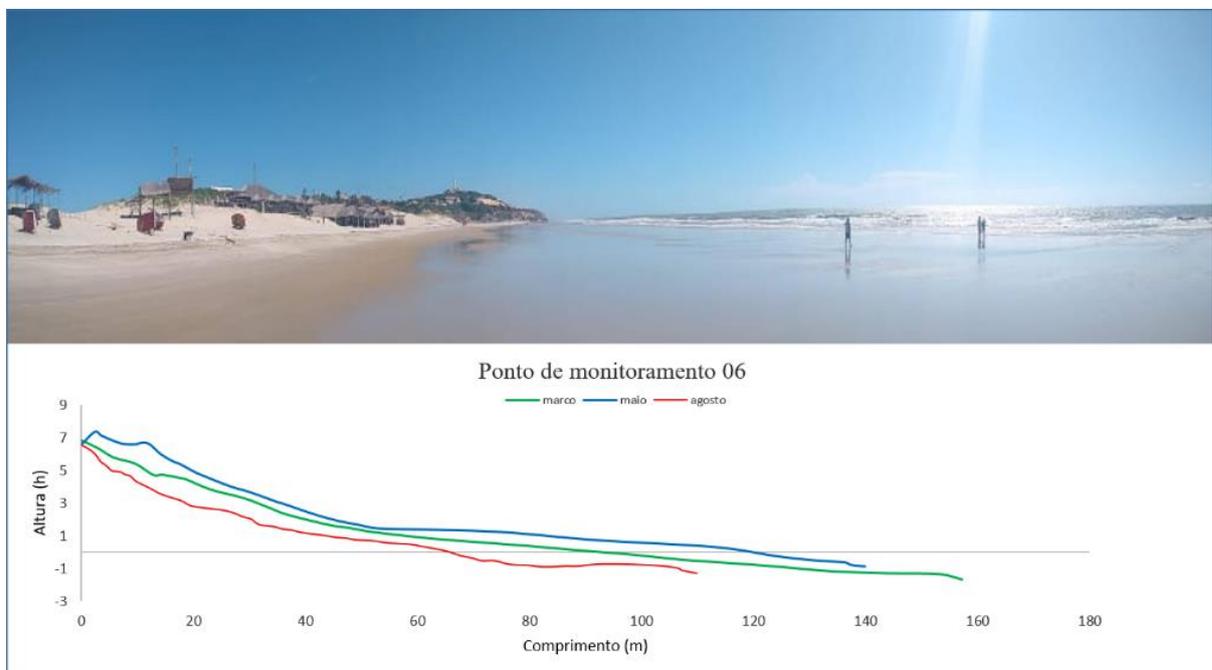
Por fim, os perfis de monitoramento 05 e 06 estão localizados nas regiões mais naturais da área de estudo, onde os níveis de ocupação são bastantes reduzidos ou incipientes. Ambos iniciam-se sobre dunas frontais, tendo seus comprimentos variando entre 110 e 170 metros (Fig. 21 e 22).

Figura 21- Ponto de monitoramento do perfil morfológico 5, adjacente a uma duna frontal.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 22 - Ponto de monitoramento do perfil morfológico 6, adjacente a uma duna frontal.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Volume sedimentar dos perfis

O pacote de sedimentos perdido do perfil 1 - entre os meses analisados, ou seja, entre o mês inicial e o final, chegou a -258.2 m^3 (Gráfico 11). Esse perfil recebe fortemente os efeitos da compactação do solo em virtude da grande circulação de veículos na região.

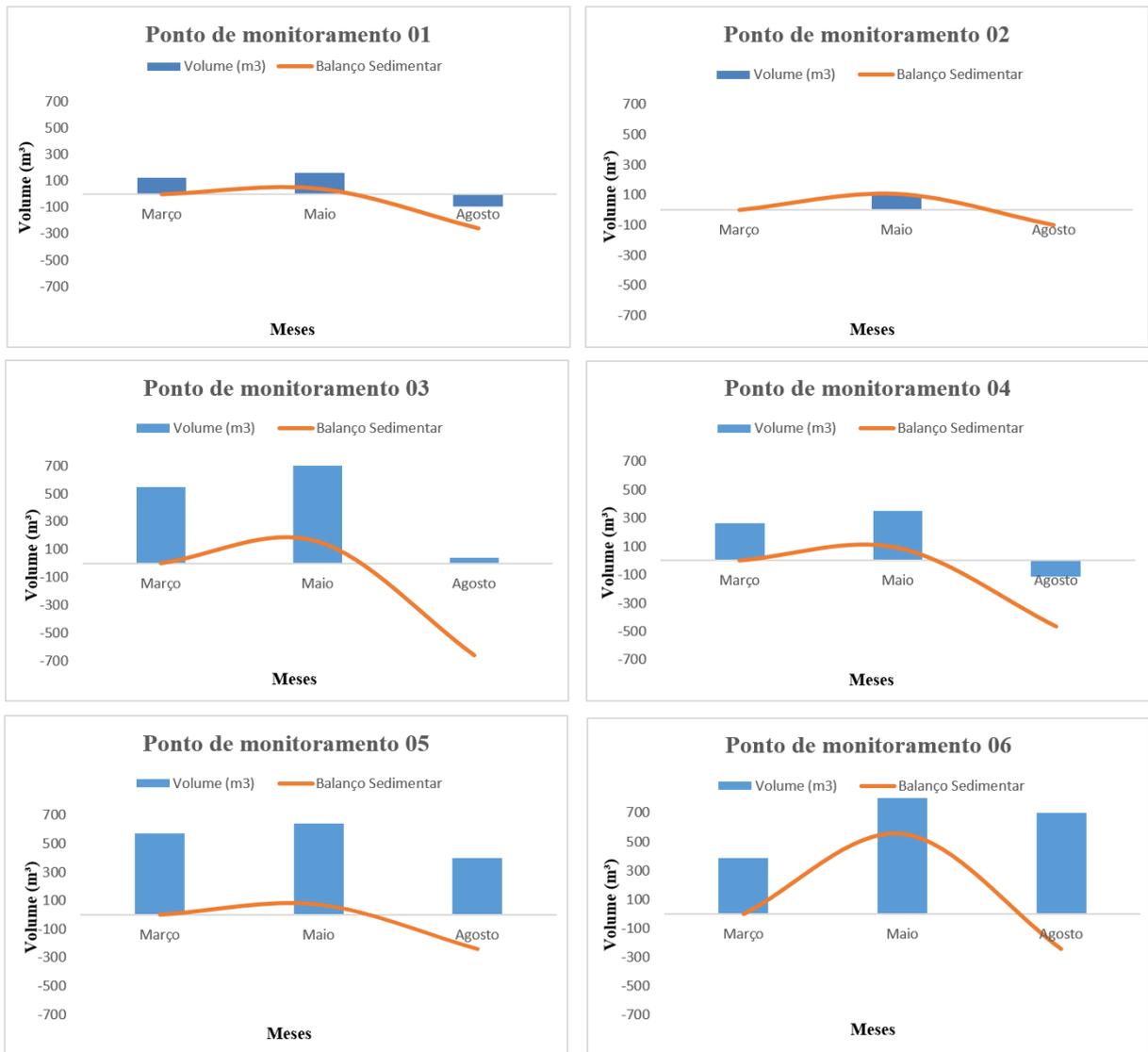
Diferente do perfil anterior, o ganho referente entre os meses de março e maio chegaram aproximadamente três vezes o valor, 41.69 m^3 no perfil de monitoramento 1 e aproximadamente 110 m^3 no perfil de monitoramento 2 (Gráfico 11). Além disso, o volume sedimentar de agosto foi em torno de duas vezes e meio menor, num total de -101 m^3 . Essa diferença está ligada ao afloramento da estrutura rochosa na região que detêm a capacidade de representar sedimentos, por meio de suas reentrâncias.

No perfil 3 é possível observar a maior perda de volume sedimentar entre a o período analisado que foi de aproximadamente -660.643 m^3 (Gráfico 11). Como foi abordado no início dos resultados deste trabalho isso pode estar relacionado com a forma das ondas de incidência nesta região que são mais energéticas devido a difração ocasionada pela plataforma de abrasão adjacente, promovendo uma maior variação sedimentar ao longo da análise. As próprias barracas de praia presentes dificultam o transpasse de sedimentos, assim como foi observado por Pinheiro et al., (2001).

Nos perfis 5 e 6 entre os meses de março e maio houve um acréscimo sedimentar de 89.284 m^3 seguido de um déficit de 242.79 m^3 na região do estirâncio e antepraia no perfil de monitoramento 05 (Gráfico 11). Não houve uma diminuição expressiva do pacote sedimentar da duna, devido à presença de vegetação que age como fixador de sedimentos como pode ser notado, ainda. O ponto de monitoramento 06 e último da área de estudo deteve grandes variações no pacote sedimentar, tendo um ganho de aproximadamente de 555 m^3 no primeiro momento e, seguindo o padrão dos perfis anteriores, um decréscimo de 241 m^3 (Gráfico 11), principalmente na região superior do perfil e na antepraia.

Como abordado anteriormente, o conhecimento das características dos sedimentos (JESUS e ANDRADE, 2013) e do balanço sedimentar costeiro (SILVA et al., 2004) são ferramentas de subsídio para o planejamento ambiental e construções de obras de engenharia costeira e ordenação do uso e ocupação do solo. O estudo do balanço sedimentar é importante, no sentido de identificar os agentes contribuídores de sedimentos e os agentes que retiram sedimentos de uma determinada região, sendo imprescindíveis na determinação de possíveis soluções (LIMA, 2002).

Gráfico 11 – Resultado do volume e do balanço sedimentar nos pontos de monitoramento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

6.3 Reconstituição de cenários pretéritos dos processos erosivos por meio de veículos de informações de divulgação popular

Foram quantificadas 12 notícias referentes à erosão costeira no município de Beberibe, com ênfase na área de estudo, entre os anos de 2011 e 2018. A figura 12 mostra o compilado de informações extraídas dos jornais e sites complementares organizados em uma linha cronológica baseado nas respectivas datas de publicações.

Figura 23- Reconstituição das notícias referentes à erosão costeira no município de Beberibe, na Praia de Morro Branco, Ceará

2011

Assembleia debate Erosão Costeira e Aquecimento Global

A erosão costeira é mais de 10 metros por ano no litoral cearense, e isso pode levar à destruição de milhares de casas, segundo especialistas. No Ceará, a situação é preocupante.

Por Tribuna do Ceará em Fortaleza
27 de maio de 2011 às 23:39

Há 6 anos

Em homenagem ao Dia do Geólogo, a Assembleia Legislativa realizou audiência pública para debater sobre a "Erosão Costeira e Aquecimento Global". A audiência aconteceu na primeira sede do Parlamento Cearense, no Palácio da Assembleia Legislativa, em Fortaleza, no dia 26 de maio. O professor titular João Wagner Almeida, do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, ministrou palestra sobre o assunto.

A erosão costeira é mais de 10 metros por ano no litoral cearense, e isso pode levar à destruição de milhares de casas, segundo especialistas. No Ceará, a situação é preocupante. A falta de planejamento urbano aumenta o número de edificações e estabelecimentos em áreas de risco que vem sofrendo com esse tipo de erosão.

A Zona Hoteleira do Ceará vem sendo monitorada em porções consideradas prioritárias para especialistas. Entre os pontos mais críticos estão as praias de Carvoeiro, Capangá, Ponta Grossa, Raposa e Ponta Leste, Pôrto, Pôrto e Pôrto.

2013

Erosão avança mais de 10 metros por ano no litoral cearense

Em Capangá, no município de Caucaia, a taxa anual de erosão chega a 13 metros.

Por Tribuna do Ceará em Ceará
8 de abril de 2013 às 06:00

Há 6 anos

O Ceará é bastante afetado pela erosão, tanto no litoral, quanto no interior. Segundo especialistas, a taxa anual de erosão chega a 13 metros por ano em algumas praias do litoral cearense. Segundo o geólogo Luiz Paulo Melo, diretor do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará (UFCE), que estudou a situação em algumas praias do Ceará, a erosão avança por ano cerca de 10 metros por ano.

Em Caucaia, município onde há elevada taxa de erosão, especialistas em Geologia da UFCE avaliaram que a taxa anual de erosão chega a 13 metros. Em Fortaleza, a taxa anual de erosão chega a 10 metros, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

Em Caucaia, tem uma comunidade que já foi destruída pela erosão. Segundo os dados, uma taxa de erosão de 10 metros por ano, em áreas de risco, pode levar à destruição de milhares de casas, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

2013

Avanço do mar destrói barracas e hotéis em Parajuru

O mar, nos últimos dias, destruiu mais de 100 barracas, segundo especialistas. Barracas e hotéis em Parajuru são afetados pela erosão.

Por Tribuna do Ceará em Ceará
10 de maio de 2013 às 10:00

Há 6 anos

O mar, nos últimos dias, destruiu mais de 100 barracas, segundo especialistas. Barracas e hotéis em Parajuru são afetados pela erosão. O avanço do mar destruiu mais de 100 barracas e hotéis em Parajuru, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

Em Parajuru, a erosão avança por ano cerca de 10 metros por ano, segundo especialistas em Geologia da UFCE. O avanço do mar destruiu mais de 100 barracas e hotéis em Parajuru, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

2014

Dona Iza já reconstruiu oito vezes a barraca

A dona Iza já reconstruiu oito vezes a barraca que foi destruída pela erosão costeira.

Por Tribuna do Ceará em Ceará
10 de maio de 2014 às 10:00

Há 6 anos

A dona Iza já reconstruiu oito vezes a barraca que foi destruída pela erosão costeira. A barraca já foi destruída oito vezes, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

Em Parajuru, a erosão avança por ano cerca de 10 metros por ano, segundo especialistas em Geologia da UFCE. O avanço do mar destruiu mais de 100 barracas e hotéis em Parajuru, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

2015

Semace interdita 18 barracas na Praia de Morro Branco

As barracas foram interditadas devido à erosão costeira avançada.

Por Tribuna do Ceará em Ceará
10 de maio de 2015 às 10:00

Há 6 anos

As barracas foram interditadas devido à erosão costeira avançada. O Semace interditou 18 barracas na Praia de Morro Branco, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

Em Parajuru, a erosão avança por ano cerca de 10 metros por ano, segundo especialistas em Geologia da UFCE. O avanço do mar destruiu mais de 100 barracas e hotéis em Parajuru, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

2016

Processo de erosão afeta 10% do litoral do Ceará

Um estudo recente aponta que 10% do litoral do Ceará está sendo afetado pela erosão.

Por Tribuna do Ceará em Ceará
10 de maio de 2016 às 10:00

Há 6 anos

Um estudo recente aponta que 10% do litoral do Ceará está sendo afetado pela erosão. O estudo apontou que a erosão avança por ano cerca de 10 metros por ano, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

Em Parajuru, a erosão avança por ano cerca de 10 metros por ano, segundo especialistas em Geologia da UFCE. O avanço do mar destruiu mais de 100 barracas e hotéis em Parajuru, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

2016

Semace discute regularização ambiental de barracas de praia de Morro Branco

A regularização ambiental das barracas de praia de Morro Branco é uma prioridade para o Semace.

Por Tribuna do Ceará em Ceará
10 de maio de 2016 às 10:00

Há 6 anos

A regularização ambiental das barracas de praia de Morro Branco é uma prioridade para o Semace. O Semace discutiu a regularização ambiental das barracas de praia de Morro Branco, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

Em Parajuru, a erosão avança por ano cerca de 10 metros por ano, segundo especialistas em Geologia da UFCE. O avanço do mar destruiu mais de 100 barracas e hotéis em Parajuru, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

2017

Audiência pública cria SOS Erosão e Grupo para Revitalizar Projeto Orla do Ceará

A audiência pública criou o SOS Erosão e o Grupo para Revitalizar Projeto Orla do Ceará.

Por Tribuna do Ceará em Ceará
10 de maio de 2017 às 10:00

Há 6 anos

A audiência pública criou o SOS Erosão e o Grupo para Revitalizar Projeto Orla do Ceará. O SOS Erosão é um grupo de trabalho que visa a regularização ambiental das barracas de praia de Morro Branco, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

Em Parajuru, a erosão avança por ano cerca de 10 metros por ano, segundo especialistas em Geologia da UFCE. O avanço do mar destruiu mais de 100 barracas e hotéis em Parajuru, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

2017

Audiência na AL debate revitalização do litoral cearense

A audiência na Assembleia Legislativa debateu a revitalização do litoral cearense.

Por Tribuna do Ceará em Ceará
10 de maio de 2017 às 10:00

Há 6 anos

A audiência na Assembleia Legislativa debateu a revitalização do litoral cearense. A audiência discutiu a revitalização do litoral cearense, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

Em Parajuru, a erosão avança por ano cerca de 10 metros por ano, segundo especialistas em Geologia da UFCE. O avanço do mar destruiu mais de 100 barracas e hotéis em Parajuru, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

2018

Polo Gastronômico de Morro Branco

Um novo polo gastronômico está sendo criado em Morro Branco.

Por Tribuna do Ceará em Ceará
10 de maio de 2018 às 10:00

Há 6 anos

Um novo polo gastronômico está sendo criado em Morro Branco. O polo gastronômico de Morro Branco é um projeto que visa a revitalização do litoral cearense, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

Em Parajuru, a erosão avança por ano cerca de 10 metros por ano, segundo especialistas em Geologia da UFCE. O avanço do mar destruiu mais de 100 barracas e hotéis em Parajuru, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

2018

Novo cenário em Beberibe

Um novo cenário está sendo criado em Beberibe.

Por Tribuna do Ceará em Ceará
10 de maio de 2018 às 10:00

Há 6 anos

Um novo cenário está sendo criado em Beberibe. O novo cenário de Beberibe é um projeto que visa a revitalização do litoral cearense, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

Em Parajuru, a erosão avança por ano cerca de 10 metros por ano, segundo especialistas em Geologia da UFCE. O avanço do mar destruiu mais de 100 barracas e hotéis em Parajuru, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

2018

Solenidade garante mais um passo importante para a criação do Polo Gastronômico de Morro Branco

Uma solenidade marcou a criação do Polo Gastronômico de Morro Branco.

Por Tribuna do Ceará em Ceará
10 de maio de 2018 às 10:00

Há 6 anos

Uma solenidade marcou a criação do Polo Gastronômico de Morro Branco. A solenidade discutiu a criação do polo gastronômico de Morro Branco, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

Em Parajuru, a erosão avança por ano cerca de 10 metros por ano, segundo especialistas em Geologia da UFCE. O avanço do mar destruiu mais de 100 barracas e hotéis em Parajuru, segundo especialistas em Geologia da UFCE.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A primeira notícia que envolve a problemática foi publicada em maio de 2011 e retratava a preocupação com o recuo acelerado da linha de costa no município de Beberibe, em especial na Praia do Canto Verde, à leste da área de estudo deste trabalho. Dois anos depois, Beberibe voltou a ser retratado nos jornais, foi abordado o avanço do mar sobre as falésias pertencentes ao Monumento Natural das Falésias de Beberibe e, além disso, o recuo da linha de costa na Praia de Parajuru, no extremo leste do município, por sua vez, a linha de costa recuou em torno de 480 metros, danificando construções próximas à costa, como barracas de praia e hotéis (O POVO, 2013).

O ano de 2015 foi marcado pelo primeiro episódio envolvendo as barracas de praia de Morro Branco noticiado. A SEMACE, por meio da Operação Falésias interditou 18 barracas de praia na região respaldando-se na Constituição do Estado do Ceará (1989) que, por sua vez, aborda a distância mínima para o início da presença de estruturas edificadas em praias. Em seu art. 23, além de abordar a definição de praias, esta ressalta que:

(...) ficando garantida uma faixa livre, com largura mínima de trinta e três metros, entre a linha da maré máxima local e o primeiro logradouro público ou imóvel particular decorrente de loteamento aprovado pelo Poder Executivo Municipal e registrado no Registro de Imóveis do respectivo Município, nos termos da lei (CEARÁ, 1989).

Uma vez interditadas as barracas de praias continuaram a desempenhar suas atividades. Os proprietários, em contrapartida, comprometem-se realoca-las para uma região adequada, com os requisitos necessários para adquirir o licenciamento ambiental adequado, como o recolhimento de efluentes e resíduos sólidos.

No ano de 2016, ocorreu o caso mais emblemático da região referente a temática. Após um evento de alta energia (ressaca do mar) atingir o litoral beberibense no segundo semestre do ano (Fig. 24), parte da estrutura localizada a beira-mar foi destruída e/ou danificada. As ressacas do mar, segundo Paula (2012) são fenômenos naturais induzidos, especialmente, pelo empilhamento da massa de água junto à costa, provocando uma sobre-elevação momentânea do nível de água acima do médio, facilitando o galgamento de estruturas urbanas e danos à edificações. Paula et al., (2015) observou que, apesar de poderem ocorrer durante boa parte do ano, suas forçantes naturais serão diferentes de acordo com os meses. Entre os meses de setembro a novembro, o mesmo autor afirma que estes eventos estão ligados a ondas com períodos superiores a 12 segundos, ventos fortes e marés de sizígia.

Figura 24 - Notícias sobre a destruição e danificação dos barracas de praia em Morro Branco, após um evento de alta energia em diferentes jornais.

Maré atinge 3,2 metros e destrói barracas na praia do Morro Branco

Fenômeno é causado pela soma da maré alta e das grandes ondas, chamadas de swell. Não houve feridos, mas a Defesa Civil de Beberibe calcula prejuízos materiais dos proprietários das barracas atingidas

17:30 | 17/10/2016



[FOTO1]

A ressaca do mar atingiu até 3,2 metros no litoral cearense, no último domingo, 16, causando estragos na orla da **Praia do Morro Branco**, em **Beberibe**, distante 85 km de Fortaleza. Ninguém ficou ferido, mas os danos materiais ainda estão sendo calculados por proprietários de barracas, segundo a Defesa Civil do município.

Os picos de 3,2 metros foram registrados em dois horários, às 4h19min e às 16h46min, na área do Porto do Mucuripe. No sábado, 15, a maré chegou a 3 metros às 3h36min e 3,1 metros no horário de 16h1min. Os dados são da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil.

Diário do Nordeste

Avança da maré destrói barracas no litoral do CE

Por Healdy / G1 em Beberibe/CE

Na tarde de ontem, moradores e voluntários tentavam recuperar parte do que não foi destruído



Da Praia de Morro Branco, na cidade de Beberibe, o mar rompeu várias barracas de madeira e levou embora as estruturas

O terremoto iniciado na madrugada do último sábado (15) parece não ser fim para os danos de barracas de praia de parte do litoral cearense. O mesmo mar que costura foi motivo de alegria, por atrair turistas de todo o Brasil e gerar renda para os comerciantes, se tornou responsável por



Força da maré derruba barracas e árvores em Aquiraz e Beberibe, no CE

Avanço que mar derrubou construções e destruiu barracas no litoral do CE

Segundo a prefeitura, situação já houve sendo registrada na cidade

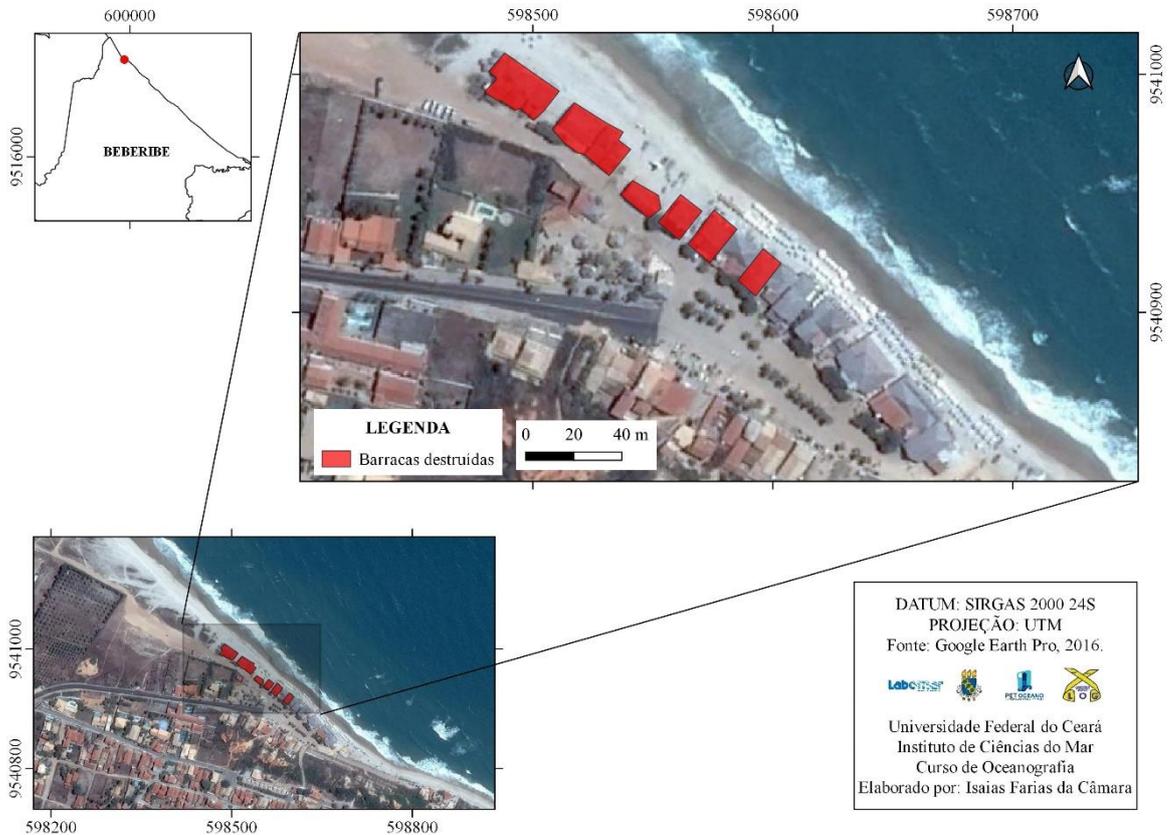


Fonte: Jornal O POVO, Diário do Nordeste e G1, 2016.

A ressaca do mar na região trouxe severas implicações de cunho socioeconômicos e ambientais para a região. Segundo Câmara et al., (2018) houveram intensificação nos processos de solapamento na base das falésias do Monumento Natural, além de desmoronamentos e desprendimentos de blocos. Os mesmos autores op cit afirmam dados do ponto de vista socioeconômico, como danos estruturas às barracas de palafita, localizadas na pós praia. Com isso, agentes que dependem diretamente ou indiretamente do turismo na região foram prejudicados, como os barraqueiros, camelôs, profissionais autônomos, artesãos, guias turísticos, entre outros.

A figura 14 mostra a perda das construções à beira-mar por meio de uma imagem de satélite de julho de 2016, 04 meses antes do ápice da ressaca do mar. Através da imagem pode-se constatar que das 18 barracas de praias localizadas nesta região, 10 delas foram destruídas completamente (representadas pela cor vermelha), enquanto as restantes foram parcialmente danificadas, porém, reestruturadas posteriormente (Fig. 25). Havia, até então, aproximadamente 3081,392 m² de construções edificadas referentes às barracas de praia, dentre os quais foram perdidos em torno de 52, 687% da área total, representando 1623, 512 m².

Figura 25 - Barracas destruídas após um evento de alta energia em 2016 na praia de Morro Branco.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda em 2016 houve uma sessão na Assembleia Legislativa do Estado do Ceará para discutir a pauta, onde ficou acordado que as barracas teriam que ser realocadas para ser fornecido, em contrapartida, o licenciamento ambiental, obedecendo as normas pré-estabelecidas. No ano seguinte, a Assembleia legislativa do Estado voltou a debater a temática, porém, abordado a revitalização do litoral cearense, incluindo Morro Branco e outras praias com situações semelhantes, a exemplo do Icarai e Caponga, ambas na região metropolitana de Fortaleza.

Em virtude disso, em 2018, o espaço para a realocação das barras de praia em Morro Branco e criação do Polo Gastronômico foi concedido em conjunto com a solenidade de assinatura do termo de adesão à Gestão de Praia do Litoral de Beberibe, passando assim, a ter responsabilidade sobre suas praias. Entretanto, o processo continua tramitando, conforme exhibe o site do governo federal, mais precisamente na região que se trata dos protocolos integrados (Fig. 26). Embora o tema da realocação das barracas seja discutido, principalmente, entre a prefeitura e a Secretaria do Patrimônio da União (SPU), vale citar que outros processos em

detrimento desses estão em andamento, a exemplo da consulta prévia da realocação das barracas à Associação dos Barraqueiros de Morro Branco (ABAMB), um dos setores prejudicados pela intensificação da erosão na região

Figura 26 - Situação do processo referente a realocação das barracas de praia de Morro Branco.

Documento		Consulta realizada em 08/09/2019 às 11:59
Protocolo:	04988001721201788	
Data de Produção:	11/10/2017	
Espécie:	Processo	
Assunto:	Patr. União: Atendimento ao Público - Cessao de área. Relocação de Barracas. Praia de Morro Branco	
Protocolos Relacionados:	04988201636201556 , 04988001339201855 , 04988000890201962 , 04988000231201845	

Interessados	
Identificação	Nome
SPU-CE	
	Prefeitura Municipal de Beberibe (CNPJ:07528292/0001-89)
	Prefeitura de Beberibe Procuradoria Geral do Município

Histórico	
Data:	27/08/2019 16:17:52
Unidade:	Superintendência do Patrimônio da União no Ceará/SPU/Ministério da Economia
Operação:	Conclusão do processo na unidade
Data:	31/07/2019 11:48:02
Unidade:	Superintendência do Patrimônio da União no Ceará/SPU/Ministério da Economia
Operação:	Enviar para SPU-CE-NUDEP.

Fonte: Adaptado de SPU (2019).

Vale ressaltar ainda que não se sabe ao certo qual a previsão para a realocação das barracas devido ao andamento lento do processo que se iniciou em outubro de 2017. Além disso, o local exato também não foi divulgado. A Secretaria Municipal de Planejamento, desenvolvimento urbano e meio ambiente (SEPLAN) de Beberibe, responsável pelas plantas do lugar foi contatada, entretanto, sem resposta. O que se sabe é que elas ficarão em uma região mais afastada do núcleo urbano, em direção ao município de Cascavel.

6.4 Uso e ocupação do solo frente sob a óptica de aspectos legais

Beberibe têm-se consolidado como polo turístico regional, nacional e internacional à medida que suas praias começaram a ser divulgadas no mercado turístico, sobretudo a de Morro Branco. Barroso (2010) destaca que se por um lado isso é motivo de orgulho municipal, por outro é motivo de grandes preocupações, devido à ausência e não efetividade de políticas eficientes para o controle da atividade turística e especulação imobiliária. Isso se deu por alguns motivos, entre os quais destacam a implantação da CE – 040 que interliga a capital ao leste do estado a partir da década de 70 (SILVA, 2008; BARROSO, 2010), além de grandes incentivos fornecidos em prol do turismo pelo governo do Ceará antes dos anos 2000 (CÂMARA et al., 2018). Barroso (2010) acrescenta ainda que os grandes prejudicados são a própria população beberibense, em seus ramos de cultura e recursos naturais.

A praia de Morro Branco possui um nível de ocupação irregular. A ocupação mais densa se dá na região mais próxima à praia, tornando-se difusa à medida que se afasta desta, enquanto a região de “Morro Branco” é ocupada primordialmente por nativos, pousadas, edificações públicas e comércios, a região conhecida popularmente como “Marina do Morro Branco” é ocupada por casas de veraneio oriundos principalmente de Fortaleza e de, inclusive, de outros países. É nesta região que acontece o carnaval todos os anos, um dos maiores do estado.

A ocupação inadequada do solo, sobretudo por casas de veraneio e atividades desordenadas, tem sido responsável pela degradação da natureza, como o aumento do desmatamento, destruição e descaracterização de falésias, dunas e a praia. Tais impactos são, ainda, mais recorrentes em períodos festivos, a exemplo do carnaval, onde inúmeras pessoas vão para região, causando deficiências de água, esgoto e altíssimos congestionamentos, assim como também verificou Barros (2005) no município de Maricá, litoral turístico do Rio de Janeiro. Barroso (2010) abordando a mesma temática, chega a falar que a ocupação por segundas residências tem se sobreposto às comunidades tradicionais de pescadores, sobretudo na praia limítrofe, a das Fontes.

Estudos feitos por Silva (2008) na região mostraram a evolução da ocupação na Praia de Morro Branco entre os anos de 1967 e 2007. Os resultados apresentados por ela afirmam que até 1967 não existia ocupação sobre as dunas e falésias, todavia, em 2007 a ocupação chegou a 122 hectares. A região de pós-praia também se manteve ausente em 1967 e em torno de 40 anos depois 3.6 hectares estavam ocupados, somente nesta pequena faixa. Câmara et al., (2018) também descreveram os processos de ocupação na região entre os anos de 2004 e 2017.

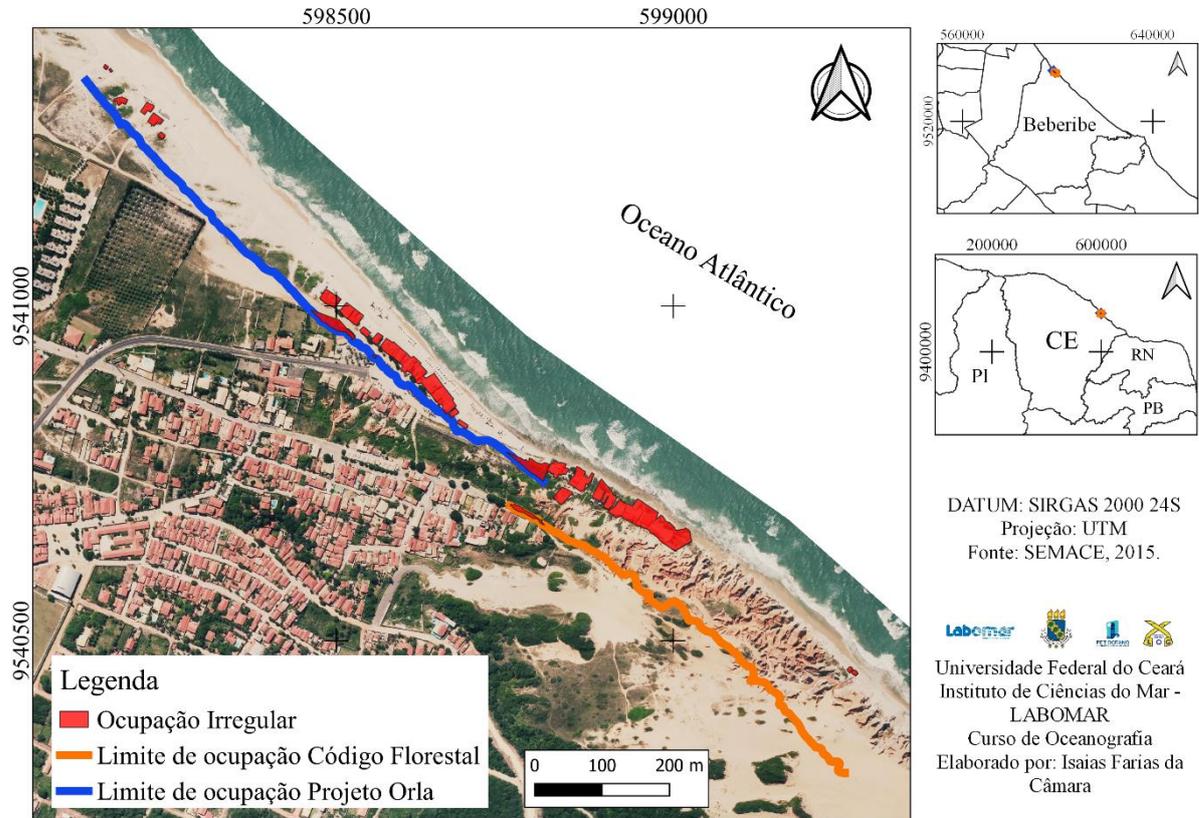
Segundo os autores a ocupação no topo das falésias aumentou 4,2%, enquanto na base o valor foi reduzido em 9% nos 13 anos analisados.

O pequeno aumento da ocupação pode ser explicado pela criação da UC na região que impede a construção de edificações, enquanto a redução observada no topo se deve a destruição ocasionada por processos erosivos, levando a danificação e, por consequente, a desistência de ocupação desta zona. Morais et al., (2018) afirmam que em marés de sizígia ocorre a modelagem do perfil escarpado das falésias ativas (onde, inclusive, há muitas construções nas adjacências), provocando queda de blocos, desmoronamentos e fluxos.

Dessa forma, com o intuito de analisar o uso irregular do solo sob a óptica do Código Florestal (2012) por meio das Áreas de Proteção Permanente – APP's e o Projeto Orla, a partir da delimitação de ocupação em regiões litorâneas, foi elaborado um mapa de uso e ocupação do solo da Praia de Morro Branco. Para isso, foram utilizados os dados da linha de costa adquiridos em março de 2019, de acordo com a linha de preamar máxima. Muehe e Klumb,-Oliveira (2014) e Rocha, Araújo e Mendonça (2008) abordam que os limites de 33 metros dos terrenos de marinha a partir da baixar mar de sizígia de 1831, além de ser de difícil determinação, frequentemente não ultrapassam a largura da berma de praias mais largas, o que inviabilizou tais coordenadas geográficas para uso neste trabalho.

Frente a isso, o mapa de uso e ocupação do solo abaixo representa as construções irregulares por meio da cor vermelha. A linha azul é representa o limite de ocupação mínima estabelecido pelo Projeto Orla (50 metros para áreas urbanizadas), a partir da preamar feita em campo, e a linha vermelha representa o recuo de 100 metros propostos pelo Código Florestal (2012) a partir de topos de encostas, neste caso as falésias. De acordo com o Projeto Orla, 6700 m² estavam em desacordo, porém, como parte dessas estruturas estavam em regiões de alta vulnerabilidade costeira, parte delas foram destruídas ou severamente danificadas pela ação marinha, restando 5076.488 m², o que representa uma redução de 24.23% das construções neste intervalo proposto. Em relação ao Código Florestal, a área total em discordância foi de 6205 m². Isso representa que parte das construções estão em regiões perigosas, próximas ao topo das escarpas e próximas a base, sujeitas a intempéries que possam vir a trazer algum tipo de acidente.

Figura 27 - Mapa de uso e ocupação do solo da Praia de Morro Branco, Beberibe, Ceará.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As regiões de estirâncio, pós praia e dunas frontais da praia de Morro Branco são caracterizadas por uma forte ocupação desordenada do solo. Há a presença de barracas de praia e embarcações na pós-praia, estruturas móveis (mesas, guarda-sol), chegando até a região de estirâncio, além de parte das barracas de praia construídas sobre as dunas frontais, o que contraria a finalidade do uso comum destes ambientes (Fig. 27). Além disso, perda da beleza cênica devido a descaracterização (SILVA, 2008). A linha vermelha nesta imagem representa a LPM (linha de preamar máxima) no dia analisado.

Figura 28- Ocupação irregular na região de pós-praia e estirâncio, por barracas de praia e estruturas móveis.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Projeto Orla beberibense, apesar de ser um grande avanço em relação às políticas de gestão integrada da zona costeira no âmbito municipal, configura-se como um documento escasso de informações de dados concretos e sem muita representatividade numa escala espacial. Ao longo dos 53 km de litoral, apenas três trechos foram escolhidos como “modelos”, sendo desconsiderados quaisquer razões técnicas de cunho socioambiental para a escolha destes pontos, além da seguinte frase “os mesmos (trechos) demandam ações expressivas, tanto de caráter corretivo como preventivo” (BEBERIBE, 2004. p. 06). Os trechos escolhidos foram: Morro Branco, Labirinto das Falésias – Praia das Fontes e prainha do Canto Verde.

Muito embora, o foco deste trabalho não seja a discussão desse documento a nível municipal, vale considerar que a escolha de três trechos, inclusive dois deles compartilhando características socioambientais muito semelhantes não é interessante do ponto de vista de solução de problemas de cunho ambiental, sobretudo, pela grande diversidade de recursos naturais e culturais que o município dispõe. A exemplo disso, trechos como a praia de Parajuru e Uruaú que apresentam semelhanças sobre a prática turística do kit surf, por exemplo, não estão representadas dentro dessas características ambientais estabelecidas nos trechos escolhidos.

Voltando a discussão sobre Morro Branco, representado pelo primeiro e parte do segundo trecho a ser adotado pelo documento, os impactos descritos são basicamente voltados à ocupação desordenada do solo e ausência de redes de drenagem, dentre outras, conforme mostra o quadro abaixo adaptado do documento em questão, sendo tais temáticas abordadas em outros trabalhos realizados por Silva (2008), Barroso (2010) e Câmara e al., (2018) na região.

Quadro 3 - Principais usos e impactos observados em função do Projeto Orla.

UNIDADES	PRINCIPAIS USOS E IMPACTOS OBSERVADOS
Foz do rio Choró-praia de Morro Branco	Ocupação desordenada, ausência de rede de drenagem e aterramento de lagos interdunares e carcinicultura.
Praia de Morro Branco-Prainha do Canto Verde	Atividade comercial na praia (barracas de praia, ambulantes e artesãos), problemas de drenagem, pesca predatória e atratores privados; equipamentos turísticos (hotel/resort).
Prainha do Canto Verde – Foz do Rio Pirangi	Ocupações irregulares e desordenada, pesca predatória, carciniculta e atratores privados.

Fonte: Adaptado de Beberibe, 2004.

Ainda, no decorrer do projeto, são abordados as situações atuais, tendenciais e desejáveis, onde esta última é abordada da seguinte forma:

“Promover o ordenamento da ocupação urbana e da arborização pública, recuperar o espaço público (relocação das barracas), promover medidas de proteção às escarpas das falésias (vegetação, drenagem pluvial) e melhorar as condições de recepção da pesca artesanal na praia. Fazer valer a legislação municipal pertinente relativa ao Uso e Ocupação do Solo e ao Código de Obras e Posturas, estabelecida a partir do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano-PDDU”. (BEBERIBE, 2004. p. 12).

Por fim, ele traz a necessidade da realocação das barracas de praia de Morro Branco, temática essa bastante discutida neste trabalho que, então, perdura em torno de 15 anos. Silva (2008) abordou também a temática referente as barracas de praia em seus estudos citando a ocupação irregular delas sobre zona de estirâncio e pós-praia, representando a privatização do espaço público, tendo, muitas vezes que pagar para ocupar o lugar. Esse tipo de atividade confronta, contudo, o que é proposto no Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro que diz, em seu Art. 10 que:

“As praias são bens públicos de uso comum do povo, sendo assegurado, livre e franco acesso a elas e ao mar, em qualquer direção e sentido, ressalvado os trechos

considerados de interesse de segurança nacional ou incluídos em áreas protegidas por legislação específica.

Além disso, a própria constituição Cearense, promulgada em 1989, em seu capítulo II, art. 23 cita que:

“As praias são bens públicos de uso comum, inalienáveis e destinadas perenemente à utilidade geral do seus habitats, cabendo ao Estado e a seus municípios costeiros compartilharem das responsabilidades de promover a sua defesa e impedir, na forma da lei estadual, toda obra humana que as possam desnaturar, prejudicando as suas finalidades essenciais, na expressão de seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural, incluindo, nas áreas de praias”.

O plano diretor do município de Beberibe, de 2007 que dispõe sobre o parcelamento e uso do solo também estabelece critérios quanto a ocupação em regiões litorâneas dispostas em seu Art. 125, parágrafo segundo, onde:

“Na faixa de praia não será permitida a construção ou qualquer outra forma de utilização do solo que impeçam ou dificultem o livre e franco acesso às praias e ao mar, em qualquer direção e sentido. As atividades de subsistência serão admitidas em toda a faixa de praia.” (BEBERIBE, 2007. p.58).

No entanto, ao abordar essa última premissa, as barracas de praia que, sem dúvidas, estão em desacordo com a legislação federal e estadual adquirem um sentido ambíguo quando avalia-se a âmbito de lei municipal que as abrange, pois elas podem ser configuradas como atividades de subsistência, principalmente por muitos dos proprietários serem nativos, o que deixa a discussão em aberto, muito embora, a legislação a nível federal possua um maior valor legal em detrimento da lei municipal.

Barroso (2010) destaca ainda que a lei referida acima influencia a expansão do turismo e a construção de casas de veraneio em grande parte do litoral que abrange, inclusive, a região de Morro Branco e adjacências. Por meio de seu Art. 41 e 42, por exemplo, ela estabelece zonas específicas para veraneio, onde:

“Art. 41 – A zona de Veraneio, ZV é estabelecida para possibilitar a ocorrência de unidades residenciais para veraneio contidas na área urbana e não deverá ultrapassar a densidade média de 100 hab/ha.

Art. 42 – Na ZV são permitidos os seguintes usos:

(...)

VI – meios de hospedagem (hotéis, pousadas, motéis) e uso afins associados ao desenvolvimento do turismo” (BEBERIBE, 2007. p. 36).

Além disso, ao referir-se sobre as Zonas de Proteção Ambiental, nas quais fazem parte o Monumento Natural das Falésias de Beberibe, devido a suas condições de APP, possibilitam, de acordo com o Art. 121:

“(…)

a) – barracas para venda de alimentos e bebidas;

b) – barracas para venda de artesanato;

(…)

h) – quiosques de comércio, serviços de apoio ao lazer e serviços locais;

(…)

j) Trilhas e equipamentos de apoio a veículos bugres.” (BEBERIBE, 2007. p. 57)

Ou seja, a própria lei está ultrapassada em relação ao seu conteúdo, uma vez que, com a própria atualização do Código Florestal em 2012 esse tipo de atividade continuo sendo proibido em Áreas de Preservação Permanente.

Não obstante, a região enfrenta ainda grandes frotas de veículos, em especial os *buggys* que são utilizados por moradores locais e de regiões adjacentes como forma de trabalho para a realização de passeios turísticos. Os *bugueiros*, nome popular para quem faz esta prática, descem por uma estrada que dá acesso a face praial (Fig. 29 - a) e, em seguida, percorre o caminho (Fig. 29- b) em direção ao fim do Labirinto do Monumento Natural das Falésias de Beberibe (Fig. 29- c e d), onde, uma vez terminado a trilha, os turistas embarcam em um passeio pelas praias do município até a praia de Uruaú, onde normalmente a atividade turística encerra-se. Contudo, essa prática ocorre de forma desorganizada. Os automóveis costumam passar em regiões da praia frequentadas por turistas, pondo em risco suas vidas. Ademais, como a plataforma de abrasão está no caminho entre o início e o destino final, ela é constantemente destruída, afetando organismos associados a ela, como crustáceos e organismos bentônicos.

Figura 29 - Atividade turística de passeio de *buggy* na praia de Morro Branco.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As falésias da região, muito embora sejam protegidas pelo Código Florestal e pela própria UC da qual ela faz parte, é constantemente impactada por uma série de atividades antrópicas. Há ocupações sobre as falésias de pousadas, casas de veraneio (figura 19) e de nativos, o que além de causarem prejuízos de valor estético e poluição do lençol freático (SILVA, 2008) aceleram o processo de compactação do solo, ou seja, acentuam os processos erosivos (BARROSO, 2010; SILVA, 2017). A figura 19 ilustra resquícios de construções sobre as falésias que foram destruídas pela ação marinha.

Figura 30 – Resquílios de construções antigas e atuais sobre falésias ativas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Outro grande problema, assim como aborda SILVA (2008) é a presença de lixo, principalmente nas proximidades dos núcleos residenciais. Além disso, há muitos resíduos sobre as falésias, em especial nas adjacências do labirinto da UC, onde há grande circulação de turistas e residentes todos os dias. Por fim, é importante salientar a necessidade da construção do plano de manejo da UC, devido a importância do zoneamento e, ademais, as especificações do tipo de uso do solo e recursos naturais disponíveis e atividades a serem realizadas, afinal o turismo é uma das bases que sustenta a economia não só da região mas de todo o município beberibense (BEBERIBE, 2004; BARROSO, 2010).

Por fim, a fragilidade da praia de Morro Branco referente aos processos erosivos atuantes evidencia a definição dos limites da orla, assim como foi abordado por Guerra (2015) em estudos realizados no distrito de Parajuru, também em Beberibe e Muehe (2001) em seus estudos sobre o estabelecimento de limites da orla costeira para fins de gerenciamento.

7. CONCLUSÕES

De um modo geral, a praia de Morro Branco apresentou tendências erosivas expressivas a partir das análises feitas pelos métodos EPR e LRR. Pelo EPR as taxas variaram entre -2,42 m/ano e 0,21 m/ano, enquanto que pelo LRR as taxas foram de -1,21 m/ano e 0,28 m/ano. Ambos os métodos são indispensáveis para a região, em virtude das peculiaridades existentes nas diferentes linhas de costa adotadas neste trabalho.

Em relação a cada setor, no setor leste as taxas erosivas são controladas pela presença da plataforma de abrasão que age como atenuador desse processo e pelas falésias que dificultam o processo de recuo da linha de costa e que, por vezes, podem incrementar sedimentos para a dinâmica sedimentar costeira. No setor central ocorre a formação de uma feição que se assemelha a uma mini baía, ocasionada pela difração de ondas que acontece devido à presença da plataforma de abrasão, chegando com um poder mais erosivo à praia, sobretudo, no segundo semestre onde os ventos são mais intensos e, portanto, a altura significativa aumenta. A principal problemática deste setor é a presença de grandes estruturas, como as barracas, que em eventos de alta energia constantemente sofrem avarias. O setor oeste, por fim, apesar de ser o menos antropizado apresenta tendências erosivas consideráveis, muito provavelmente devido à ação intensa dos ventos sobre os grandes perfis encontrados nesta região e a influência direta da corrente de deriva litorânea.

Por meio da reconstituição de um cenário de notícias pretéritas sobre a região foram contabilizadas 12 notícias englobando a temática referente à erosão no município beberibense, em especial, na praia de Morro Branco. Os processos erosivos começaram a ser veiculados na última década devido à grande dimensão que este vem tomando, relacionado, em seu ápice, a destruição de mais de 50% de todas as barracas de praia encontrada no setor central da área de estudo. Contudo, é muito importante salientar que tais processos não são exclusivos do período de análise deste trabalho e muito menos da última década, mas estes ganham relevância devido à perda econômica associada.

No que diz respeito ao uso e ocupação do solo na região, em torno de 10000 m² de construções encontram-se em situação de irregularidade, baseado em leis federais, estaduais e municipais. Todavia, a discordância entre elas, por exemplo na delimitação de faixas de recuos diferentes, favorecem situações de ambiguidade, onde surgem questionamentos sobre o que está realmente irregular, criando dificuldades no processo de gerenciamento costeiro.

Sendo assim, é importante a realização da continuidade destes estudos acerca da dinâmica morfossedimental praial, a fim de compreender o clima de ondas local, visto que o

uso dessa forçante está restrito a regiões que possuem ondógrafos, como na cidade de Fortaleza e Pecém, que acabam sendo utilizados para estudos em outras partes do estado, o que as vezes, pode não ser adequado para determinadas regiões. Além disso, a capacidade de transporte feita pela corrente de deriva litorânea podem dar informações mais precisas sobre a dinâmica sedimentar local, de forma entre os próprios perfis e entre as feições que constituem o ambiente praias.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Miguel. G. **Análise espaço-temporal das causas da variabilidade da linha de costa e erosão na praia do Hermenegildo, RS.** 2013. 126 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- ANDRADE, M. C. **Terra e o homem no Nordeste:** contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste. São Paulo: Cortez, 2005.
- ARAÚJO, Enos. F. As políticas públicas do turismo na região nordeste: Novas ações do governo estadual cearense. **Geografia em Atos.** Presidente Prudente, São Paulo, v. 1, n. 13, p. 22-35, jan/dez. 2013.
- AVANÇO DO MAR destrói barracas e hotéis em Parajuru. **O Povo**, Fortaleza, 15 jan. 2013. Disponível em: <<https://www20.opovo.com.br/app/opovo/ceara/2013/01/15/noticiasjornalceara,2988346/avanc-o-do-mar-destroi-barracas-e-hoteis-em-parajuru.shtml>>. Acesso em: 10 maio. 2019.
- BARROS, Eduardo L. **Erosão Costeira no litoral do município de Icapuí-CE na última década: causas, consequências e perspectivas futuras.** 2018. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2018.
- BARROS, Flavia. M. L. **Risco e Vulnerabilidade à erosão costeira no município de Maricá, Rio de Janeiro.** 2005. Dissertação (Mestre em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.
- BARROSO. (Org.). **Perspectivas para o meio ambiente urbano: GEO Beberibe.** Fortaleza: Pnuma - Programa das Nações Unidas Para O Meio Ambiente, Un-habitat - Programa das Nações Unidas Para Os Assentamentos Humanos, Ibam - Instituto Brasileiro de Administração Municipal, Iser - Instituto de Estudos da Religião, Mma - Ministério do Meio Ambiente, Ministério das Cidades, 2009. 164 p. Disponível em: <<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/geo-beberibe-perspectivas-para-o-meio-ambiente-urbano-.pdf>>. Acesso em: 01 maio. 2019.
- BEBERIBE, **Lei nº 889, de 04 de abril de 2007.** Dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo do município de Beberibe e adota outras providências. Plano Participativo (PDP). Disponível em: Secretaria Municipal de Planejamento, Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SEPLAN).
- BEBERIBE. Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (**Projeto Orla**) de 2004.
- BIRD, E. **Coastal Geomorphology.** Na Introduction. Second Edition. p. 67 – 106. Australia: Wiley, 2008.
- BOAK, E.H. and TURNER, I.L., 2005. Shoreline Definition and Detection: A Review. **Journal of Coastal Research**, 21(4), 688–703. West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208.

BORGES, Paulo. LAMEIRAS, Goreti. CALADO, Helena. A erosão costeira como fator condicionante da sustentabilidade. *In*: 1º Congresso de desenvolvimento regional de Cabo Verde. 2009. Cabo Verde.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 que dispõe sobre o Código Florestal. 2012. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2012.

CALLIARI, L. R. **Variabilidade das Dunas Frontais no Litoral Norte e Médio do Rio Grande do Sul, Brasil**. Porto Alegre. p. 15-30. nov/2005

CALLIARI, Lauro J.; MUEHE, Dieter, HOEFE, Fernanda G.; JÚNIOR, Elírio T. Morfodinâmica praias: uma breve revisão. **Rev. bras, oceanogr.** v. 5, n. 1 p. 63-78. 2003.

CÂMARA et al., **Levantamento de notícias sobre erosão costeira no município de Beberibe, Ceará**. XXX. *In*: Semana Nacional de Oceanografia, 2018, Rio Grande.

Caruzzo, A. & Camargo, R.,. **Influências sinóticas no Atlântico Sudoeste: levantamento preliminar de situações de interesse**. Departamento de Ciências Atmosféricas do Instituto Astronômico e Geofísico da USP. 1998.

CARVALHO, Alexandre. M et. al. Eolianitos de Flecheiras/Mundaú, Costa Noroeste do Estado do Ceará, Brasil. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. 2008.

CASTELO BRANCO, Mônica P. N. **Análise dos Sistemas Depositionais e Dinâmica Costeira do Município de Aquiraz, Estado do Ceará, com auxílio de Imagens de Sensoriamento Remoto**. 2003. 235 f. Tese (Doutorado em Geoprocessamento de Dados Geológicos e Análise Ambiental) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

CEARA. **Constituição do Estado do Ceará**. Fortaleza.1989

CLAUDINO-SALES, V. **Les Littoraux Du Ceará. Evolution Géomorphologique De La Zone Côtière De L'Etat Du Ceará, Brésil – Du Long Terme Au Court Terme**. Thèse De Doctorat, Université Paris-Sorbonne, 511p. 2002.

COSTA, Mirella B. S. F.; PONTES, Patrícia M.; ARAÚJO, Tereza C. M. Monitoramento da Linha de Preamar das Praias de Olinda – PE (Brasil) como Ferramenta à Gestão Costeira. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 8, n. 2, p. 101-112, 2008.
Costeira para fins de Gerenciamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. V. 2, n. 1, p. 35-44, set. 2001.

CROWELL, Mark.; LEATHERMAN, Stephen. P.; BUCKLEY, Michael. K. Historical Shoreline Change. *Journal of Coastal Research*, **Fort Lauderdale**, v. 7, p. 839-852. 1991.

DILLENBURG, Sérgio; MAZEER, Alexandre. M. Variações temporais da linha de costa em praias arenosas dominadas por ondas do sudeste da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis, SC, Brasil). **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 36, p. 117-135. jan/abr. 2009

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.

FARIAS, Eduardo G. G.; MAIA, Luís P. Aplicação de técnicas de geoprocessamento para a análise da evolução da linha de costa em ambientes litorâneos do estado do Ceará. *In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 14, 2009, Natal, **Anais...**, Natal, 2009.

FARIAS, Eduardo. G. G; MAIA, Luís. P. Aplicações de técnicas de geoprocessamento para a análise da evolução da linha de costa em ambientes litorâneos do estado do Ceará. *In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 2009, Natal, **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal: INPE, 2009. P. 4585 – 4592.

FREITAS, D.; ARAÚJO, R.S.; KLEIN, A.H.F.; MENEZES, J.T. Quantificação de perigos costeiros e projeção de linhas de costa futuras para a enseada do Itapocorói – SC. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, Itajaí, v. 14, p. 39-49. 2010.

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Beberibe - Posto Beberibe**.

Disponível em:

<http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Download_de_series_historicas/downloadHistoricos/postos/23.txt>. Acesso em: 01 outubro 2019

GARRISON, Tom. **Fundamentos de Oceanografia**. 4 ed. São Paulo. Cengage Learning, 2010.

GONÇALVES, Júnior *et al.* **Geoprocessamento aplicado ao mapeamento e análise das Fontes d'água existentes nas falésias do município de Beberibe-ce**. *In: Simpósio Brasileiro De Geografia Física Aplicada*, 13, 2009.

GUERRA, Renan. G. P. **Erosão de praia associada a evolução de esporão arenoso em Paraujuru, Beberibe, Ceará**. 2018. 211 f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades. **Beberibe**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/beberibe/panorama>>. Acesso em: 04 outubro 2019.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil Municipal 2017. **PERFIL MUNICIPAL 2017 BEBERIBE**. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Beberibe_2017.pdf>. Acesso em: 10 julho 2019.

JESUS, L. V.; ANDRADE, A.C.S. Parâmetros granulométricos dos sedimentos da praia dos Artis-Aracaju-SE. **Scientia Plena**. v. 9. Maio/2013.

LIMA, Sávio F. **Modelagem Numérica da Evolução da Linha de Costa das Praias localizadas a oeste da cidade de Fortaleza, Ceará: Trecho compreendido entre o rio Ceará e a praia do Cumbuco**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

MACEDO, Renê. J. A.; MANSO, Valdir. A. V.; PEREIRA, Natan. S.; FRANÇA, L. G. Transporte de sedimentos e variação da linha de costa em curto prazo na praia de Maracaípe (PE), Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**. v. 12, p. 343-355. 2012

- MACHADO, G. M. V. 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**. v. 2. N. 1. p. 01-17. 2010.
- MAGALHÃES, Bianca. L.; BAPTISTA, Thaís; FERNANDEZ, Guilherme. Dinâmica da linha de costa entre a praia da Tartaruga e a desembocadura do rio São João (RJ). **Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento**, Campinas. v. 1. jun/jul. 2017.
- 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.
- MARINO, Márcia. T. R. D. FREIRE, George. S. S. Análise da evolução da linha de costa entre as praias do Futuro e Porto das Dunas, região metropolitana de Fortaleza (RMF), estado do Ceará, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**. p. 113 – 129, 2013.
- MARTINS, L. R.; TABAJARA, L. L.; FERREIRA, E. R. Linha de Costa: Problemas e estudos. **GRAVEL**. Porto Alegre, n. 2, p. 40-56, out. 2004.
- MARTINS, L.R. Recent Sediments and Grain size analysis: **Revista Gravel**, v.1. p. 90-105. Porto Alegre. 2003.
- MAZZER, Alexandre M.; DILLENBURG, Sergio. Variações temporais da linha de costa em praias arenosas dominadas por ondas do sudeste da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis, SC, Brasil). **Pesquisas em Geociências**, v. 36, n. 1, p. 117-135, jan./abr. 2009.
- MEIRELES, A.J.A. 2014. **Geomorfologia Costeira: Funções Ambientais E Sociais**. Fortaleza: Imprensa universitária, 2014.
- MELO, Sâmia S. *et al.* **Evolução Sedimentar e Recuo Das Falésias Do Morro Branco, Beberibe, Ceará**. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 54, 2002. Goiânia, Goiânia: Universidade Federal de Goiás.
- MORAIS et al., Ceará. In: **Panorama da erosão costeira no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2018. p. 261 – 287.
- MORAIS, J. O.; PINHEIRO, L. S.; CAVALCANTE, A. A.; PAULA, D. P.; SILVA, R. L. Erosão Costeira em Praias Adjacentes às Desembocaduras Fluviais: O Caso de Pontal de Maceió, Ceará, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**. v. 8, n. 2, 61-76. 2008.
- 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: Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro, 1:132-154, MMA (Ministério do Meio Ambiente), Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2006.
- MORAIS, Jáder. O.; SOUSA, Marcos J. N.; COUTINHO, Paulo. N. Contribuição ao estudo geomorfológico-sedimentológico do litoral de Beberibe (Ceará - Brasil). **Arquivo de Ciências do Mar**, Fortaleza, v.2, p. 71-78, dez. 1975.

MOURA, Marisa. R. **Processos costeiros e evolução da ocupação nas praias do litoral oeste de Aquiraz, Ceará entre 1970-2008**. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2009.

MOURA-FÉ e PINHEIRO, M. A.; Evolução morfodinâmica de dunas móveis associadas à análise granulométrica em Beberibe, Ceará. **Boletim goiano de geografia**, Goiânia, v. 26, jul/dez. 2006

MUEHE, D. (Org.) **Panorama da erosão costeira no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2018.

MUEHE, D. Critérios morfodinâmicos para o estabelecimento de limites da orla costeira para fins de gerenciamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia, Rio de Janeiro**, v. 2, p. 35-44. 2001.

MUEHE, D. **Geomorfologia: uma introdução de bases e conceitos**. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2003.

MUEHE, D; KLUMB-OLIVEIRA, Leonardo. Deslocamento da linha de costa versus mobilidade praial. **Quaternary and Environmental Geosciences**. p. 121-124, 2014.

MUEHE, Dieter. Aspectos Gerais a Erosão Costeira no Brasil. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**. Ano 04, n. 07, p. 97-110, 2005.

MUEHE, Dieter. Critérios Morfodinâmicos para o Estabelecimento de Limites da Orla

PAULA et., al. Análise histórica das ressacas do mar no litoral de Fortaleza (Ceará, Brasil): origem, características e impactos. *In: Ressacas do Mar: Temporais e Gestão Costeira*. Fortaleza: Premium, 2015. Cap. 02, p. 173-201.

PAULA, Davis P. **Análise dos riscos de erosão costeira no litoral de Fortaleza em função da vulnerabilidade aos processos geogênicos e antropogênicos**. 2012. Tese (Doutorado em Ciências do Mar) - Universidade do Algarve. 2012.

PAULA, Davis, P.; MORAIS, Jäder. O.; FERREIRA, Óscar.; DIAS, João. A. Análise histórica das ressacas do mar no litoral de Fortaleza (Ceará, Brasil): origem, características e impactos. *In: Ressacas do Mar/Temporais e Gestão Costeira*. Fortaleza. Premium, p. 173-201.

PAULA, Davis. P. Resposta de uma praia arenosa a um evento de ressaca do mar: o caso da Praia do Icarai (Caucaia, Ceará, Brasil). **Ateliê Geográfico**. Goiânia, v. 11, p. 184 - 204.

PAULA, Davis. P.; DIAS, João. A.; SOUZA, Marco. A.L.; NETO, Carlos. A. F. N.; BARROS, Eduardo. L. Monitorização de curto prazo da praia do Icarai (Caucaia, Ceará, Brasil) após a construção de estrutura rígida do tipo bagwall para controle da erosão. *In: 11º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Expressão Portuguesa*. Moçambique. Maio. 2013

PINHEIRO, L. S.; MORAIS, J. O.; MEDEIROS, C. Mudanças da linha de praia e feições morfológicas em cascavel, Estado, do Ceará. **Arquivo de ciências do mar**, Fortaleza, v.34, n. 1, p. 117-130, 2001.

PINHEIRO, L.S, MORAIS, J.O. de, MAIA, L.P. **The Beaches of Ceará**, *In: Brazilian Beach Systems Volume 17 of the series Coastal Research Library*; p. 175-199. 2016.

PINHEIRO, L.S.; MORAIS, J.O.; DIAS, C.B.; ARAÚJO, A.S.; **Parque Monumental das Falésias de Beberibe**. Relatório Técnico. 2009.

PINHEIRO, Lidriana S. MORAIS, Jáder O., MEDEIROS, Carmen. Mudanças da linha de praia e feições morfológicas no Município de Cascavel, estado do Ceará, Brasil. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, 2001, v. 34, p. 117 – 130.

PINHEIRO, Lidriana. S. **Compatibilização dos processos morfodinâmicos e hidrodinâmicos com o uso e ocupação da praia da Caponga, Cascavel, Ceará**. 200. Mestrado (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2000.

PINHEIRO, Lidriana. S. **Riscos e gestão ambiental no estuário do rio Malcozinhado, Cascavel-CE**. 2003. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

PINHEIRO, M. V. A.; CLAUDINO-SALES, V.; SALES, M. C. L. Evolução geomorfológica associada a morfometria das dunas entre Morro Branco e Barra Nova, CE. **Cadernos de Cultura e Ciência**. Crato. v.2, p. 02-11, maio. 2007

PINHEIRO, Mônica. V. A. **Evolução geoambiental e geohistórica das dunas costeiras do município de Fortaleza, Ceará**. 2009. 182 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

Pontes, N. S. & ZEE, D. M. W. **Mudanças climáticas globais e seus reflexos nas**

PORTO, Fabrício. S. **Variabilidade morfossedimentar do sistema praia duna ao largo do Balneário Cassino - RS no período de 2006 a 2016**. 2016. Tese (Dissertação em Geografia) - Instituto de Ciências Humanas e da Informação, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2006.

PRÉMAILLON, Mélody.; REGARD, Vicent.; DEWEZ, Thomas. J. B. and AUDA, Yves. GlobR2C2 (Global Recession Rates of Costal Cliffs): a global relational database to investigate coastal rocky cliff erosion rate variations. **Earth Surface Dynamics**. v. 6, p. 651-668. 2018.

ROCHA, César. P; ARAÚJO, Tereza. C. M.; MENDONÇA, Francisco. J. B. Aplicação de técnicas de posicionamento GPS tridimensional para localizar linhas de costa: estudo de caso na praia de Boa Viagem. **Revista da Gestão Integrada**. v. 8, p. 127-137.

ROCHA, César. P; ARAÚJO, Tereza. C. M.; MENDONÇA, Francisco. J. B. Aplicação de metodologia alternativa para localizar e monitorar linhas decosta usando técnicas de posicionamento pelo GNSS: Um estudo de caso na praia de Suaçi, Nordeste do Brasil. **Revista da Gestão Integrada**. v. 9, p. 93-108.

SEMACE, Superintendência Estadual de Meio Ambiente. 2017. **Monumento Natural das Falésias**. Disponível em: <<http://www.semace.ce.gov.br/2010/12/monumento-natural-das-falesias-de-beberibe/>>. Acesso em: 14 de junho de 2019.

SEMACE, Superintendência Estadual do Meio Ambiente. **Monumento Natural das Falésias de Beberibe**. Disponível em: <<https://www.semace.ce.gov.br/2010/12/08/monumento-natural-das-falesias-de-beberibe/>>. Acesso em: 18 junho 2019

SILVA, Cleverson Guizan et. al. Ambientes de Sedimentação Costeira e Processos Morfodinâmicos Atuantes na Linha de Costa. *In: Introdução à Geologia Marinha*. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. Cap 8. p. 175-218.

SILVA, J. B.; Cavalcante, T. C.; VERISSIMO, M. E. Z.; CASTELO, R. **Atlas do Ceará**. 2. ed. João Pessoa: Grafiset, 2004. v. 1. 200 p.

SILVA, Juliana. M. O. **Monumento Natural das Falésias de Beberibe/CE: Diretrizes para o Planejamento e Gestão Ambiental**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

SILVA, O. M. J. *et. al.* **Evolução-temporal de duas praias representativas do Município de Beberibe - litoral leste do Ceará**. *In: II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésica e Tecnologias da geoinformação*, 2008, Recife. **Anais**. Recife, 2008.

SILVA, Rhaiane. R. **Variabilidade espaço-temporal dos processos erosivos nas falésias de Canoa Quebrada – Aracati**. 2017. 100f. Dissertação (Mestre em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

SOUZA, Celia R. G. A Erosão Costeira e os Desafios da Gestão Costeira no Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n. 1, p. 17-37, 2009.

SOUZA, Celia R. G; LUNA, G. C. 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**, v. 10, n. 2, p. 179-199, 2010.

SUGUIO, K. **Dicionário De Geologia Marinha**: Com Termos Correspondentes Em Inglês, Francês E Espanhol. T. A. Queiroz, São Paulo/SP. 1992.

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

THIELLER, E. R.; MARTIN, D.; ERGUL, A. **The Digital Shoreline Analysis System, version 2.3. Shoreline change measurement software extension ArcMap 9.0**. USGS Open-File. 2005.

WRIGHT, L.D.; SHORT, A.D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. **Marine Geology**, v. 56, p. 93—118, 1984.

XIMENES NETO, Antonio. R. **Evolução da paisagem submarina do litoral norte de Fortaleza – CE.** 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2015.