



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR – LABOMAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

ANA ALEXANDRE SANTOS RODRIGUES

**O PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO SISTEMA PRAIA - PLATAFORMA DA COSTA
NEGRA - LITORAL OESTE DO CEARÁ**

FORTALEZA

2020

ANA ALEXANDRE SANTOS RODRIGUES

O PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO SISTEMA PRAIA - PLATAFORMA DA COSTA
NEGRA - LITORAL OESTE DO CEARÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.
Área de concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

Orientador: Prof. Dr. Jáder Onofre de Moraes.

FORTALEZA

2020

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)

S233p

Santos Rodrigues, Ana Alexandre.

O PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO SISTEMA PRAIA - PLATAFORMA DA COSTA NEGRA - LITORAL OESTE DO CEARÁ / Ana Alexandre Santos Rodrigues. – 2020.

92 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2020.

Orientação: Prof. Dr. Jáder Onofre de Moraes.

1. Patrimônio Geológico. 2. Zona Costeira. 3. Geossítios. 4. Praia. 5. Plataforma interna rasa. I. Título.

CDD 551.46

ANA ALEXANDRE SANTOS RODRIGUES

O PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO SISTEMA PRAIA - PLATAFORMA DA COSTA
NEGRA - LITORAL OESTE DO CEARÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.
Área de concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

Orientador: Prof. Dr. Jáder Onofre de Moraes.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Dr. Jáder Onofre de Moraes (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

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

Prof. Dra. Mônica Pimenta de Novaes Castelo Branco (Externo)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Dieugenio e Elisiane, e irmãos,
Joel, Daniel e Amélia, onde nesses últimos dias
a saudade de quando éramos crianças apertou.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me acompanhar e proporcionar calma. Aos meus pais Dieugênio e Elisiane, que não obtiveram tanto estudo na vida, pois tiveram que sustentar seus irmãos mais novos enquanto a ausência paterna. Porém souberam criar quatro filhos, mesmo que de forma diferente, mas sempre valorizando o bom caráter e a educação, fazendo-os crescer.

Aos meus irmãos, Amélia Neta, Daniel dos Santos e Joel Rodrigues, por toda uma vida de convivência, saudável e amor, meio conturbado às vezes. Mas agradeço em especial a minha irmã Amélia, por ser uma segunda mãe, sempre me protegendo, te amo minha irmã.

Ao Professor Dr. Jáder Onofre de Moraes, que com carinho, responsabilidade e confiança me orientou nessa etapa da vida profissional, e me agregou bastante na vida pessoal. Esse tempo muito me serviu para conhecer e admirar seus feitos na pesquisa, que foram muitos. A vontade de viver, se encarregando de mostrar caminhos, e saídas em meio às dificuldades que apareceram na minha caminhada. Obrigado por ser meu orientador e estar presente.

Ao Projeto PRONEX, pelo fornecimento prestado para a construção da base de dados para essa e outras pesquisas, pois sem a existência do mesmo seria difícil projetar a realização da Ciência costeira no território cearense, ainda mais em meio às dificuldades financeiras que nossas Universidades Federais e Estaduais enfrentam na atual conjuntura no país.

A todos que fazem parte do Laboratório de Oceanografia Geológica, Brunno, Karina, Thomas, Regimário, e outros bolsistas, que não irei mencionar, pois são muitos. As técnicas Mônica e Cida, que acolheram e apoiaram essa geógrafa que resolveu alçar novos voos, pelo carinho e puxões de orelha. Cida, pelos momentos de sair do Labomar 20 ou 21 horas, pois era após as 17 horas que a escrita fluía, e Mônica pelo apoio emocional e na escrita, que dizia que eu era capaz, quando não me achava. Aos técnicos Gleidson, pela ajuda na batimetria, e a Barbará pelas descontrações com as conversas, meu muito obrigada.

Aos professores Paulo Henrique e a Mariana, que desde o primeiro contato se tornaram amigos, que me incentivaram, apoiaram e ajudaram, não apenas sonhar, mas conseguir se sentir capaz em passar no doutorado em Geografia da Unicamp.

A CAPES pela concessão da bolsa. Aos meus amigos que fiz na turma de mestrado do PPGCMT (2018), gente estou indo embora, mas quero dizer que sem vocês eu não teria conseguido, eu amo todos vocês. E a todos do LABOMAR, onde passei dois anos incríveis da minha vida, meu muito obrigada.

RESUMO

O estudo da Geodiversidade em ambientes de praia e plataforma continental, com foco na geologia e geomorfologia, é de fundamental importância para a sua conservação e uso sustentável. As pesquisas relacionadas à vertente de inventário do Patrimônio Geológico na zona costeira são mais recorrentes em ambientes de praia, pela viabilidade do contato direto do pesquisador com o objeto de estudo, deixando uma lacuna de trabalhos dessa natureza na plataforma continental. O objetivo desse estudo é identificar os geossítios que compõem o Patrimônio Geológico de praia (geoformas/feições) e plataforma (morfologia/sedimentologia) da Costa Negra Cearense (PCCNC), relacionando às valorações e a prestações de serviços ecossistêmicos que esses ambientes oferecem. A área de estudos se estende entre as planícies litorâneas dos municípios de Itarema e Acaraú, até a plataforma continental rasa, na porção emersa os pontos limítrofes para o controle da área de estudos são o rio Aracatimirim (Itarema) e as eólicas de espraiado (Acaraú), enquanto no ambiente submerso se estende até a isóbata de 10, distando entre 10 a 15 km de distância partindo do litoral. As análises desses sistemas se dão a partir da interpretação de dados, em praia através de uma ficha de caracterização dos locais de interesse, enquanto em plataforma são adquiridos a partir de técnicas, como a batimetria e análises geoquímicas dos sedimentos, para posteriormente ser realizada a descrição e caracterização morfológica/sedimentológica dos setores. Como resultados consideram-se as valorações científico-educativa, econômica e ambiental, que os sistemas de praia e plataforma podem prestar através de seus respectivos serviços ecossistêmicos. No ambiente de praia foram destacadas 11 geossítios, entre eles: arenitos de praia, depósitos paludiais, plataforma de abrasão e tipos de dunas, que se relacionam diretamente com a dinâmica processo-forma ocorrente no litoral, enquanto nos setores de plataforma, foram destacados os seguintes geossítios que estão relacionados à biodiversidade presente e a conservação dos recursos do mar nesse ecossistema. Em relação à morfologia, foram detectados a presença de paleocanais e dunas submersas, enquanto a sedimentologia da plataforma, ocorreram em duas tipologias, siliciclástica principalmente de aporte terrígeno e carbonática proveniente das algas coralíneas e biota, e em alguns trechos ocorreu a mistura desses dois materiais. Em relação às análises químicas, o primeiro obteve teores baixos nas avaliações, enquanto a segunda obteve um resultado mais expressivo nessas análises (matéria orgânica e carbonato de cálcio).

Palavras-chave: Patrimônio Geológico. Zona Costeira. Geossítios. Praia. Plataforma continental interna rasa.

ABSTRACT

The study of Geodiversity in beach and continental shelf environments, with a focus on geology and geomorphology, is of fundamental importance for its conservation and sustainable use. Research related to the inventory of Geological Heritage in the coastal zone is more frequent in beach environments, due to the feasibility of the researcher's direct contact with the object of study, leaving a gap of works of this nature on the continental shelf. The objective of this study is to identify the geosites that make up the Geological Heritage of the beach (geoforms / features) and platform (morphology / sedimentology) of the Costa Negra Cearense (PCCNC), relating to the valuations and the provision of ecosystem services that these environments offer. The study area extends between the coastal plains of the municipalities of Itarema and Acaraú, until the break of the continental shelf, in the emerged portion the border points for the control of the study area are the Aracatimirim river (Itarema) and the sprawling wind farms (Acaraú), while in the submerged environment it extends to the isobath of 10, with a distance of 10 to 15 km from the coast. The analysis of these systems takes place from the interpretation of data, on the beach through a characterization sheet of the places of interest, while on a platform they are acquired from techniques, such as bathymetry and geochemical analyzes of the sediments, to later be carried out. description and morphological / sedimentological characterization of the sectors. As a result, the scientific-educational, economic and environmental valuations that the beach and platform systems can provide through their respective ecosystem services are considered. In the beach environment, 11 geosites were highlighted, among them: beach sandstones, maludal and colluvial deposits, abrasion platform and types of dunes, which are directly related to the dynamic process-shape occurring on the coast, while in the platform sectors, highlighted the following geosites that are related to the present biodiversity and the conservation of sea resources in this ecosystem. Regarding the morphology, the presence of submerged canyons and dunes was detected, while the sedimentology of the platform occurred in two types, siliciclastic mainly with terrestrial and carbonate input from algae of the genus *Halimeda* and biota, and in some stretches the mixture of these two materials. In relation to chemical analyzes, the first obtained low levels in the evaluations, while the second obtained a more expressive result in these analyzes (organic matter and calcium carbonate).

Keywords: Geological Heritage. Coastal Zone. Geosites. Beach. Continental shelf.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização dos setores da área de estudo.	23
Figura 2 - Linhas batimétricas da margem continental do Ceará.	28
Figura 3 - Fluxograma metodológico.	38
Figura 4 - Ficha base de caracterização de possíveis locais de interesse.	41
Figura 5 - Quadro dos aspectos relevantes da geodiversidade.	42
Figura 6 - Ficha proposta para a avaliação dos possíveis locais de interesse de praia e plataforma da CNC, com base em Meira (2016) e Abreu Neto (2017).	45
Figura 7 - Mapa dos pontos de interesse de Praia e coletas realizadas no setor de Plataforma.	53
Figura 8 - Mapa Geossítios de praia.	55
Figura 9 - Avaliação preliminar Geossítio Arenito de praia de Almofala.	56
Figura 10 - Avaliação preliminar Geossítio Arenito de praia de Torrões.	56
Figura 11 - Avaliação preliminar Geossítio Plataforma de abrasão Ponta de Itapajé.	57
Figura 12 - Avaliação preliminar Geossítio Depósito paludial costeiro de Almofala.	58
Figura 13 - Avaliação preliminar Geossítio Depósito paludial costeiro do Porto dos Barcos.	58
Figura 14 - Avaliação Preliminar Geossítio Depósito fluvial do rio Aracatimirim.	Erro!
Indicador não definido.	
Figura 15 - Avaliação preliminar Geossítio Dunas embrionárias de Almofala.	59
Figura 16 - Avaliação preliminar Geossítio Dunas frontais de Almofala.	59
Figura 17 - Avaliação preliminar Geossítio Eolianito de Torrões (margem direita do rio).	60
Figura 18 - Avaliação preliminar Geossítio Eolianito Torrões (margem esquerda do rio).	60
Figura 19 - Avaliação preliminar Geossítio Eolianito foz do rio.	61
Figura 20 - Mapa dos transectos de batimetria dos dois setores da plataforma.	69
Figura 21 - Análise macroscópica do tipo de materiais coletados na PCCNC.	70
Figura 22 - Mapa dos tipos de sedimento da PCCNC (Análise Macroscópica).	71
Figura 23 - Modelo digital do terreno (MDT) do setor 1 - rio Aracatimirim.	73
Figura 24 - Modelo digital do terreno (MDT) do setor 2 – Ponta de Itapajé.	74

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Dados pluviométricos das Estações de Itarema e Acaraú.	26
Gráfico 2 - Discriminação do diâmetro médio do grão nos setores 1 e 2 da PCCNC.	75
Gráfico 3 - Concentração dos teores de CaCO_3 nos sedimentos do setor 1 da PCCNC.	76
Gráfico 4 - Classificação dos sedimentos no setor 1 da PCCNC.	77
Gráfico 5 - Concentração dos teores de CaCO_3 nos sedimentos do setor 2 da PCCNC.	77
Gráfico 6 - Classificação dos sedimentos no setor 2 da PCCNC.	78
Gráfico 7 - Concentração dos teores de M. O. nos sedimentos do setor 1 da PCCNC.	81
Gráfico 8 - Concentração dos teores de M.O nos sedimentos do setor 2 da PCCNC.	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação coleta sedimentar X profundidade do setor 1 (rio Aracatimirim) da PCCNC.....	80
Tabela 2 - Relação coleta sedimentar X profundidade do setor 2 (Ponta de Itapagé) da PCCNC.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AB1a	Areia Biolitooclástica com Cascalho
AB1c	Areia Biolitooclástica Grossa a muito Grossa
AB1d	Areia Biolitooclástica Média
AB1e	Areia Biolitooclástica Fina a Muito Fina
AB2a	Areia Bioclástica com Cascalho
AB2b	Areia Bioclástica com Grânulos
AL2d	Areia Litobioclástica Média
AL2e	Areia Litobioclástica Fina a Muito Fina
Aw	Clima tropical
CaCO ₃	Carbonato de Cálcio
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBH	Comitê de Bacias Hidrográficas
CB2a	Coquina/ Rodolito C/ Litoclástico
CB2b	Cascalho Biolitooclástico
CNC	Costa Negra Cearense
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
DHN	Diretoria de Hidrografia e navegação
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra a Seca
Funcap	Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GPS	Global Positioning System
HCL	Ácido clorídrico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
LB1b	Marga Calcárea Arenosa
LGCO	Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica
LOG	Laboratório de Oceanografia Geológica
MDT	Modelo Digital do Terreno
PCCNC	Plataforma Continental da Costa Negra Cearense

PGGM	Programa de Geologia e Geofísica Marinha
PPGCMT	Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais
PRONEX	Programa de Apoio aos Núcleos de Excelência
S	Setor
SAG	Sistema de Análise Granulométrica
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SGB	Sociedade Brasileira de Geologia
UECE	Universidade Estadual do Ceará
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFF	Universidade Federal Fluminense
UMinho	Universidade do Minho
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMARIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Apresentação	16
<i>1.1.2 Justificativa do tema</i>	17
<i>1.1.3. Problemática</i>	20
1.2 Objetivos	21
<i>1.2.1 Objetivo Geral</i>	21
<i>1.2.2Objetivos Específicos</i>	21
2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO	22
2.1 Localização da área de estudo	22
2.2 Caracterizações gerais da área de estudos	24
3 REFERENCIAL TEÓRICO	26
3. 1 A respeito dos ambientes da zona costeira do estado do Ceará	26
<i>3.1.1 A zona litorânea cearense</i>	26
<i>3.1.2 Margem e plataforma continental interna do Ceará</i>	27
<i>3.1.3 Sedimentação de praia e Plataforma do Ceará</i>	29
<i>3.1.4 Aspectos oceanográficos da Plataforma Continental do Ceará</i>	29
3.2 Conceitos de Geodiversidade, Patrimônio Geológico e Valorações	30
<i>3.2.1 Os estudos da Geodiversidade na zona costeira: os ambientes de praia e plataforma</i>	33
4 METODOLOGIA	36
4. 1 Levantamento bibliográfico e cartográfico	39
4.2 Caracterização da Geodiversidade e inventários do patrimônio geológico de praia e plataforma: ficha, levantamento de dados em campo e processamento em laboratório .	40
<i>4.2.1 Adaptação das fichas para o inventário de praia e plataforma</i>	40
<i>4.2.2 Levantamento de dados para os inventários</i>	46
<i>4.2.2.1 Inventário de praia</i>	46
<i>4.2.2.2 Inventário de plataforma</i>	46
<i>4.2.3 Análises das amostras sedimentológicas em laboratório</i>	47
<i>4.2.3.1 Análise granulométrica</i>	48
<i>4.2.3.2 Peneiramento mecânico</i>	48
<i>4.2.3.3 Lei de decantação dos fluidos ou lei de Stokes (método da pipetagem)</i>	49
<i>4.2.3.4 Determinação do teor de carbonato de cálcio associado a classificação de sedimentos</i>	

.....	49
4.2.3.5 <i>Determinação do teor de matéria orgânica</i>	50
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
5.1 Possíveis locais de interesse de praia e plataforma da CNC	52
5.1.1 Setor de praia: inventário do Patrimônio Geológico e valorações	54
5.1.1.1 <i>Geossítios praias e sua contemplação pela Avaliação preliminar</i>	56
Geossítios Arenitos de praia	56
Geossítio Plataforma de abrasão	57
Geossítios Depósitos colúvio-aluvial paludiais costeiro	57
Geossítios Dunas	59
5.1.2 Valorações: científica-educativa, econômica e ambiental dos geossítios de praias	62
Geossítios Arenitos de praia	62
Geossítio Plataforma de abrasão	63
Geossítios Depósitos colúvio-aluvial e paludiais costeiro	64
Geossítios Dunas	65
5.2 Setores de plataforma: inventário do Patrimônio Geológico e valorações	67
5.3 Avaliação preliminar (Morfologia de fundo e Sedimentação da plataforma)	67
5.3.1 <i>Morfologia de fundo</i>	72
5.3.2 <i>Sedimentação da plataforma</i>	74
Classificação dos sedimentos pela média granulométrica	74
Teor de Carbonato de Cálcio (CaCO₃) e Classificação dos sedimentos	75
Teor de Matéria Orgânica (M. O.) nos sedimentos	78
5.4 Valorações: científica-educativa, econômica e ambiental dos geossítios de plataforma	83
6 CONCLUSÃO	84
REFERÊNCIAS	85

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

O presente trabalho é requisito básico para a conclusão do curso de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais (PPGCMT), do Instituto de Ciências do Mar (Labomar) da Universidade Federal do Ceará (UFC). A realização da pesquisa contou com o apoio logístico e tecno-científico dos Laboratório de Oceanografia Geológica (LOG) do Instituto de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará, e do Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica (LGCO), da Universidade Estadual do Ceará. No âmbito do financiamento do Programa de Apoio a Núcleos de Excelência Pronex/Funcap/CNPq, através do Projeto intitulado Geodiversidades, Interações e Impactos Socioambientais no Sistema Praia-Plataforma da Costa Oeste do Estado do Ceará.

A dissertação foi dividida em seis tópicos e estruturada da seguinte forma:

1. Introdução, da qual é separada entre os seguintes tópicos: apresentação, destacando a estruturação descritiva da pesquisa; justificativa do tema, relatando a importância desses estudos no meio acadêmico; problemática, que versa sobre a falta de estudos e metodologias que forneçam informações dos dois ambientes (praias e plataforma) e os objetivos a serem alcançados com a pesquisa.
2. Localização, da qual situa o recorte escolhido para a aplicabilidade da pesquisa; e a caracterização ambiental da área de estudos, que contempla aspectos como a geologia-geomorfologia, climatologia e meteorologia e oceanografia regional.
3. Referencial teórico, partindo da abordagem de caracterização do ambiente da zona costeira Cearense, através de estudos sobre o litoral, margem continental e sedimentação de plataforma; em relação aos conceitos de Geodiversidade, Patrimônio Geológico e valorações, são realizadas as citações referentes a esses conceitos com pesquisas em âmbito internacional e brasileiro, focando em trabalhos nas vertentes de praia e plataforma.
4. Metodologia, com o levantamento bibliográfico (do referencial teórico e literaturas específicas para a descrição detalhada dos geossítios), assim como o cartográfico a fim de representar melhor em escala a área de estudo; o processo de inventariação, recorrendo a adaptação de ficha de inventário que caracteriza as duas porções (praia e plataforma); saídas de campo, na porção de praia e plataforma; e processamento dos dados sedimentológicos

(granulometria, teores de carbonato de cálcio e matéria orgânica) em laboratório.

5. Nesse tópico são apresentados os resultados e discussões dos mesmos, referentes à caracterização da geodiversidade de praia e plataforma da CNC; posteriormente são processados os dados, a fim de destacar a partir dos inventários do patrimônio geológico de praia e plataforma, os geossítios, dos quais são expostos conforme a categoria que fazem parte; e por conseguinte são realizadas as valorações dessas áreas, seguindo as vertentes científica-educativa, ambiental e econômica que as interfaces de praia e plataforma prestam em relação a serviços ecossistêmicos.

1.1.2 Justificativa do tema

As porções emersas e submersas da margem continental brasileira concentram um grande potencial em relação à Geodiversidade e Biodiversidade, sejam para fins de exploração e/ou exploração dos recursos minerais/biológicos, ou à conservação dos mesmos. No Ceará, a exploração dos recursos naturais renováveis e não renováveis da zona litorânea e plataforma continental apresentam grande potencialidade econômica, pois geram empregos, fortalecem a economia regional e a ampliam a pauta de exportações (MORAIS, 2000).

O entendimento da geodiversidade em ambientes de praia e plataforma ressalta a importância de caracterizar os elementos abióticos de uma determinada área. Essa caracterização é realizada a partir do levantamento de dados voltados, principalmente nas vertentes geológica e geomorfológica em praia, em plataforma é realizada através de técnicas, como a batimetria e coletas sedimentos, que serão interpretadas a partir do processamento de dados a sedimentologia/morfologia, para posteriores descrições e caracterizações, nos dois sistemas.

Estudos voltados a caracterização da geodiversidade e, conseguinte inventariação do patrimônio geológico, são fundamentais nas perspectivas de geoconservação ou geoturismo. Entretanto, ainda há uma deficiência de trabalhos referentes a esses inventários, especialmente nas categorias valorativas e interacionais, voltados na divulgação dos potenciais existente nos sistemas de praia e plataforma, onde ambos são complementares para o entendimento em relação aos processos ocorridos entre si.

O grande desafio presente na pesquisa será realizar a integração de metodologias que atendam às necessidades propostas, visando elencar os elementos da geodiversidade e redirecioná-los a categoria de patrimônio geológico, classificando um conjunto de geossítios na

zona costeira: as geoformas (feições ou depósitos sedimentares), que apresentam maior expressividade naquela área, tanto na porção emersa quanto submersa. O potencial de cada ambiente, seja ele geológico-geomorfológico (em praia), morfológico e sedimentológico (em plataforma), através das valorações.

No ambiente emerso (praia), se realiza o levantamento de dados característicos dos elementos da geodiversidade, a fim de destacar o patrimônio geológico de praia, elencando o conjunto de geossítios dessa região, dos quais são selecionados pela grande relevância e representatividade que imprime enquanto geossítio costeiro.

Isso será possível em função do contato direto do pesquisador com o objeto de estudo, onde poderá ser registrada além da localização dos geossítios, registros fotográficos, visando a ênfase das características relevantes dos mesmos, evidenciando, dessa maneira, possíveis marcas que contam a história geológica-geomorfológica daquele ambiente.

A exemplo disso, pode ser citada a ocorrência de estratificação cruzada presente em um eolianito, que pode ter sido condicionada pelo regime de vento diferente do atual, ou um encrustamento de organismos marinhos (briozoários) em arenito de praia ou terraços marinhos, que se fixou durante o processo de formação daquela feição, indicando possíveis variações do nível do mar.

Ainda há possibilidade de ser realizada a coleta de amostras nessas feições, para serem analisadas em laboratórios específicos, como por exemplo, relacionados a datações, seja por carbono 14 ou luminescência. O resultado obtido por essas técnicas permite constar o período de formação dessas feições.

No ambiente submerso (plataforma), o levantamento das características dos elementos da geodiversidade é realizado de forma indireta, pois a morfologia e sedimentologia de fundo são coletadas através da utilização de técnicas específicas, no caso, por batimetria e coleta de sedimentos superficiais ou subsuperficiais, para contemplar a análise da paisagem submersa.

Em relação ao patrimônio geológico da plataforma, sua caracterização se torna mais complexa, por causa de uma possível homogeneidade do sistema. Logo surge outro desafio nessa pesquisa: o de designar o conjunto de geossítios da plataforma que compõe o patrimônio geológico da mesma.

Esses tipos de técnicas servem para otimizar a compreensão do ambiente de plataforma, possibilitando serem elencados os elementos da geodiversidade, onde após o

processamento desses dados em laboratório, será possível fazer o recorte de áreas a serem elevadas à categoria de geossítios do patrimônio geológico da plataforma.

Podendo destacados locais potenciais de acumulação de recursos naturais, como por exemplo, jazidas de sedimentos siliciclásticas, das quais são de grande utilidade na construção civil, e também sedimentos carbonáticos, proveniente das carapaças de animais e/ou da acumulação de esqueletos de algas calcárias, que são úteis na indústria farmacêutica e alimentação de tartarugas marinhas.

Então será a partir do inventário do patrimônio geológico, e categorização dos geossítios de plataforma, que poderão ser destacadas as valorações científica-educativa, econômica e ambiental. Pois a integração desses valores permitirá a possibilidade de tornaras informações do âmbito científico compreensíveis e acessíveis à sociedade.

Através do processo de valoração dos geossítios, poderão ser propostas medidas de caráter de divulgação, mostrando a possibilidade da implementação de roteiros geoturísticos, percursos a serem realizados a pé, com painéis interativo sem locais estratégicos no caminho, pela faixa de praia, painéis esses que contenham uma abordagem que se refira aos dois ambientes (praia e plataforma), apresentando os serviços ecossistêmicos que ambos podem dispor, seja para a sociedade ou sustentação da biodiversidade.

Em síntese, a pesquisa destacará a importância da realização de estudos patrimônio geológico dos ambientes de Praia e Plataforma Continental interna. Entretanto, vale ressaltar que a pesquisa abordará o contexto da geodiversidade a fim de caracterizar primeiramente os elementos abióticos da área, para posteriormente serem elencados a categoria de geossítios do patrimônio geológico ocorrente nos dois ambientes, categorizando as paisagens mais expressivas da zona costeira.

O estudo envolveu a aquisição, processamento e interpretação de dados referentes à porção praial, através de inventários geológico-geomorfológicos do patrimônio geológico e registros fotográficos. Na zona submersa, foram realizados levantamentos batimétricos e sedimentológicos, a fim de primeiramente caracterizar a geodiversidade de plataforma, para posteriormente, após o processamento de dados de sensoriamento remoto, serem elencados os geossítios de plataforma. Para finalmente propor uma divulgação acessível do patrimônio geológico que compõe a interface dessas duas paisagens.

1.1.3. Problemática

A problemática da pesquisa surge a partir da falta de metodologias que abrange o estudo da geodiversidade e do patrimônio geológico, levando em consideração as interações das interfaces de praia e plataforma, assim como a divulgação das áreas contempladas por essas vertentes de pesquisa. Após a busca de referências bibliográficas, em sua grande parte realizada em plataformas *on-line*, através de artigos indexados em periódicos, se percebeu a ausência de trabalhos que abrangem as duas interfaces (praia e plataforma). Assim como fora observado também, que na grande maioria desses estudos existentes a contemplação das vertentes da geodiversidade e patrimônio geológico eram aplicados no ambiente praial.

Esse fato se deve possivelmente por causa da proximidade e do contato que o pesquisador pode ter com o objeto de estudo, assim como a disponibilidade de recursos para a pesquisa, e uma logística mais viabilizada para a ocorrência do levantamento e caracterização da geodiversidade praial, para posterior seleção dos geossítios que irão compor o patrimônio geológico da referida área. É evidente que essa afirmação de facilidade e acessibilidade, é referida se for comparada a logística e etapas de campo realiza das em ambiente de plataforma, que requer mais recursos e técnicas aprimoradas para a aquisição desses dados. Sendo assim, o maior desafio será o de realizar uma adequação de metodologias já existentes, em ambos ambientes, e torna-las uma, a fim de englobar as duas interfaces (praia e plataforma).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

- Destacar o conjunto de geossítios que compõe o Patrimônio Geológico de praia (geoformas/feições) e plataforma da Costa Negra Cearense (PCCNC), relacionando às valorações e a prestações de serviços ecossistêmicos que esses ambientes oferecem.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar os elementos da geodiversidade da CNC, nas interfaces de praia e plataforma, na primeira interface a partir da observação empírica, e na segunda a partir de levantamento de dados batimétricos e sedimentológicos;
- Retratar a geodiversidade morfológica de fundo através da interpolação dos dados de batimetria e análises de granulometria, carbonato de cálcio e matéria orgânica;
- Realizar o inventário do patrimônio geológico das áreas potenciais das feições praias e áreas de plataforma, a fim de elenca-los a categoria de geossítios costeiros;
- Apresentar as valorações juntamente com as prestações dos serviços ecossistêmicos dos geossítios presentes nessas duas interfaces.

2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

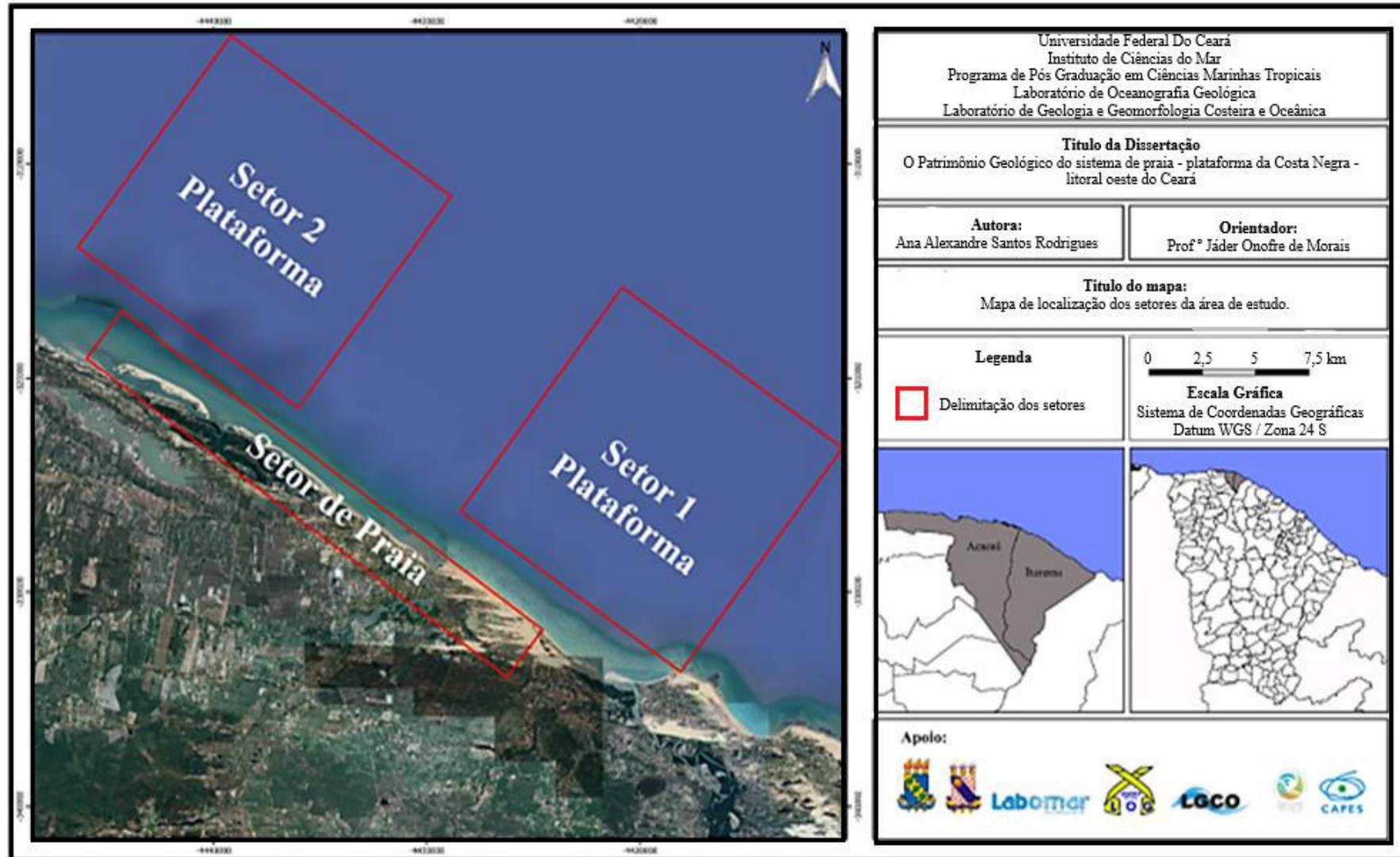
2.1 Localização da área de estudo

A Costa Negra Cearense, está localizada no litoral oeste do estado do Ceará. Essa zona abrange quatro municípios costeiros: Itarema, Acaraú, Cruz e Jericoacoara. A região recebe essa denominação por causa das características das sedimentares da plataforma, que consiste em sedimentos de granulometria fina e de coloração cinza, ricos em minerais de mica, além do complexo sistema de estuários e barras arenosas presentes nessa localidade.

O recorte espacial da Costa Negra Cearense (CNC), onde está situada a área de estudos, abrange dois municípios: Itarema e Acaraú. É importante ressaltar que a posição desses municípios começa na quebra do direcionamento da plataforma continental cearense, em que ao chegar a Itarema deixa a posição sudeste-noroeste e assume a direção leste-oeste.

O município de Itarema localiza-se entre as coordenadas (2° 55' 13" S/ 39° 54' 54" W), e Acaraú (2° 53' 08" S/ 40° 07' 12" W), com distância de 185 e 198 km da capital do estado, Fortaleza, respectivamente. Ambos se encontram no litoral oeste do estado do Ceará. Itarema faz divisa ao Norte com o oceano Atlântico e o município de Acaraú, ao Sul com o município de Acaraú e Amontada, a Leste com o município de Amontada e oceano Atlântico, e a Oeste com o município de Acaraú. O município de Acaraú faz divisa ao Norte com o oceano Atlântico, ao Sul com os municípios de Marco, Morrinhos e Amontada, ao Leste com Itarema e a Oeste com Cruz e Bela Cruz. (IPECE, 2017), figura 1.

Figura 1- Mapa de localização dos setores da área de estudo.



Fonte:Rodrigues (2020).

2.2 Caracterizações gerais da área de estudos

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE), o município de Itarema tem sua origem no distrito de Tanque do Meio, criado em 1923, sendo subordinado ao município de Acaraú, ocupando a zona litorânea entre Tanque de Cima e Tanque de Baixo. Somente em 1937, através da lei estadual de nº 346, o município passou a denominar-se Itarema, cujo nome é de origem Tupi Guarani, que significa (ITA) Pedra e (REMA) de cheiro agradável. Entretanto, a localidade ainda pertencia ao município de Acaraú, que tem significado nas mesmas origens indígenas com (AKARÁ) Acará (Y) rio, rio dos carás. (IBGE, 2013).

O litoral oeste cearense, principalmente a zona que compreende a região de Itarema é Acaraú, no que cerne a feições geomorfológicas, é recortado por esporões, dunas, paleodunas e Grupo Barreiras, tornando-se uma área de recarga em virtude da infiltração da água em ambientes permeáveis (MORAIS, 2000).

Morais e Fonteles (2000) definiram as coberturas sedimentares em Itarema, dentre eles sedimentos detríticos e lateríticos, datados do pleistoceno (Quaternário). Sedimentos esses que fazem parte dos terraços fluviais e cascalheiras, encontradas no baixo curso do rio Aracatimirim. A disposição sedimentar da zona costeira de Itarema foi caracterizada em cinco tipos principais, tratando-se de uma costa Tércio-Quaternária. (FONTELES, 1995, *apud* MORAIS *et al.*, 2006).

Esse tipo de cobertura arenosa está presente em terraços marinhos pleistocênicos, com granulação variada e de coloração marrom escuro, evidenciando a flutuações do nível do mar no pleistoceno, sendo evidenciados em municípios como o de Icapuí (litoral leste) e Itarema e Acaraú (litoral oeste), respectivamente (MORAIS e FONTELES, 2000).

Outro fato relevante no litoral oeste são os afloramentos de dunas reliquiárias e arenitos dunares, testemunhos de variação nível do mar e evolução costeira. Trata-se, portanto, de uma faixa de praia em equilíbrio dinâmico, alimentada constantemente pelos sedimentos transportados pelas correntes eólicas do quadrante leste-sudeste, sendo retrabalhados pela deriva litorânea no sentido noroeste, apresentando, no entanto, uma faixa semiconsolidada (MORAIS, 2000).

Carvalho (2009), caracteriza as gerações das dunas do estado do Ceará, expondo que as paleodunas, eolianitos e dunas ativas, são consideradas como dunas das respectivas gerações: 1, 3 e 4. Os eolianitos são feições recorrentes no litoral oeste do estado, podendo se

destacar em meio a paisagem intercalados as dunas frontais.

Os territórios relacionados à Costa Negra Cearense estão localizados na região do litoral, onde as chuvas são mais abundantes. Entretanto ocorrem num curto período anual, predominante no primeiro semestre do ano, entre os meses de janeiro a maio, sendo caracterizadas ainda em um regime concentrado e irregular (MORAIS et al., 2006).

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) trata-se de área de convergência dos ventos alísios de Nordeste e Sudeste, com intensa nebulosidade e baixa pressão atmosférica, fenômeno que influencia nas condições de tempo e clima da nossa região (MAIA et al., 1997).

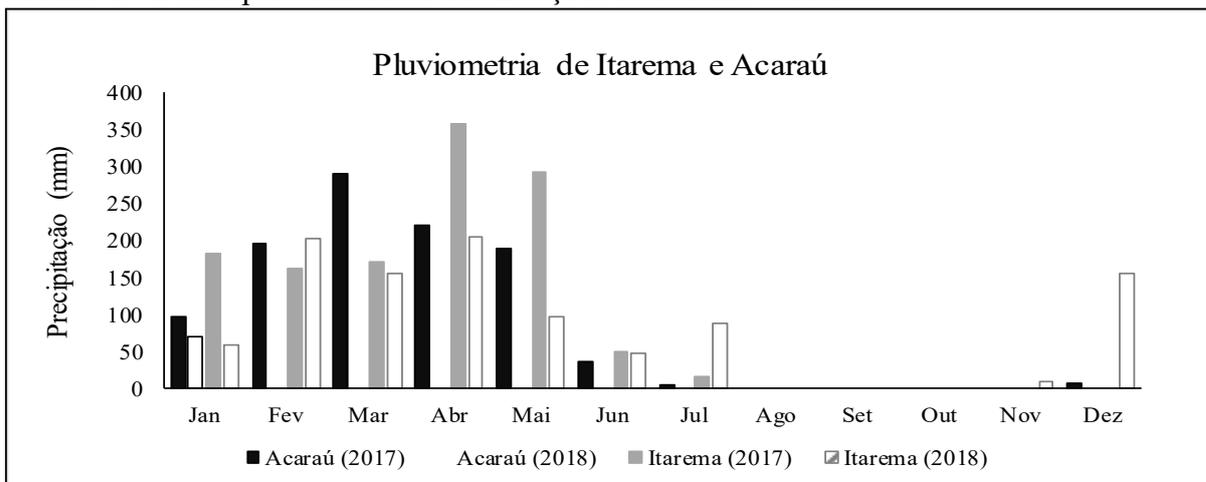
O tempo de permanência dessa zona mais ao sul é um fator importante na determinação da qualidade da estação chuvosa dessa região. Os períodos secos ocorrem com a intensificação dos ventos de sudeste, que se inicia em maio, e se deslocam nessa zona em direção a norte, causando um forte efeito sobre o oceano (CLIVAR/BRASIL, 1998).

Segundo Morais *et. al.* (2006) há dois períodos climáticos bem definidos no Ceará: um seco (longo) e outro úmido (curto e irregular), com a distribuição temporal das precipitações irregulares, ocorrendo a concentração de chuvas no primeiro semestre do ano, correspondendo a 90% do total anual precipitado.

A média de precipitação anual dos municípios de Itarema e Acaraú é de 1208 e 1203 milímetros (mm), respectivamente. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger (1948) a região é predominante o Clima tropical (Aw), com inverno seco.

O gráfico 1 apresenta os registros pluviométricos das estações Itarema e Acaraú, localizadas nos respectivos municípios nos anos de 2017 e 2018, referente as coletas sedimentologias e batimétricas da pesquisa. Os montantes meteorológicos destes dois anos foram resumidos a partir dos dados fornecidos pelos postos pluviométricos retirados da base de dados disponibilizados pela FUNCEME.

Gráfico 1 - Dados pluviométricos das Estações de Itarema e Acaraú.



Fonte: FUNCEME.

Em março de 2017 (ano referente à coleta sedimentar de plataforma) foi possível observar que as regiões litorâneas dos municípios de Itarema e Acaraú foram submetidas ao regime seco. Enquanto em abril de 2018 (ano em que foi realizada a batimetria), as áreas demonstraram um padrão de regime menos seco, caracterizando uma mudança na dinâmica dos parâmetros meteorológicos da região em detrimento ao grau de intensidade de atuação.

Os municípios de Acaraú e Itarema, em termos hidrográficos segundo o Comitê de Bacias Hidrográficas do Litoral (CBH litoral), pertencem as bacias hidrográficas do Acaraú e litoral, respectivamente. Os lagos e lagoas ocorrentes nas bacias estão diretamente relacionados à faixa litorânea e as condições do relevo encontrado nessa região, pois se tratam de um relevo suave e de baixa altitude (CBH litoral, 2017).

3 REFERENCIAL TEORICO

3.1 A respeito dos ambientes da zona costeira do estado do Ceará

3.1.1 A zona litorânea cearense

Os processos geológicos da Bacia do Ceará surgem da ruptura do paleocontinente Gondwana, durante o Aptiano, correspondendo a idade entre 125 milhões e 113 milhões de anos atrás, na abertura do Atlântico Equatorial (BASTOS, 2017). O Serviço Geológico do Brasil (CPRM), caracteriza este evento a partir formação de alguns riftes abortados na região emersa intracontinental (BIZZI, 2003)

Segundo Morais Neto *et al.* (2003) o cenário do tectonismo foi responsável por grandes variações na geometria estrutural e no preenchimento sedimentar das bacias sedimentares da margem equatorial brasileira, especificamente no Ceará. Esse evento favoreceu a diferenciação tectonoestratigráfica interna, influenciando intensamente na compartimentação de sub-bacias, como as do Piauí-Camocim, Acaraú, Icarai e Mundaú, que apresentam histórias deposicionais e deformacionais ligeiramente distintas.

Smith e Morais (1984) afirmam que a costa do Ceará é um sistema morfológico simples, onde a sua maior diferenciação ocorre nos trechos que há migração periódica de desembocaduras e de pontais de rocha dura, que mudam a direção da linha de costa em relação aos ventos e correntes. Como acontece em Itarema, que dispõe a quebra no direcionamento da costa da direção Sudeste-Noroeste para Leste-Oeste.

Morais (2000) afirma que a zona litorânea é composta pela antepraia, estirâncio, pós-praia e de dunas, onde a antepraia é a transição sedimentar submarina entre a plataforma continental interna e a praia, possuindo um gradiente topográfico direcionado ao litoral. A zona costeira cearense é considerada do tipo arenosa, sendo formada pela Planície Costeira, envolvendo geofácies como, a faixa de praia, terraços marinhos, paleofalésias, falésias, campo de dunas móveis, fixas e paleodunas, *beach rocks*, plataformas de abrasão, paleolagunas, lagunas, lagoas costeiras e planícies fluviomarinhas. (MORAIS, 2000).

De acordo com Souza (2000), nos campos de dunas a vegetação surge como um elemento fundamental para justificar a mobilidade ou a retenção de sedimentos arenosos na face praial, onde os campos de dunas frontais adquirem o papel importante no controle erosivo no litoral, seja no processo transgressivo ou retrogressivo do mesmo.

A planície litorânea e a plataforma continental interagem entre si. Morais (1996), afirma que a zona costeira corresponde aos ecossistemas definidos como: faixas praias, cordões litorâneos, dunas, antedunas, planícies litorâneas, planícies fluviomarinhas, planícies de marés, pântanos salgados, estuários, zonas deltaicas e regiões de plataforma continental interna, com profundidade de até 10 - 20 metros.

3.1.2 Margem e plataforma continental interna do Ceará

A margem continental do Ceará se situa na borda oeste do oceano Atlântico Equatorial. Segundo os estudos realizados por Martins *et. al* (1972), a margem continental cearense é caracterizada pelas seguintes feições: a quebra da plataforma, que varia de 230 a 320

km, classificada como estreita em comparação as outras margens do oceano Atlântico Sul Brasileiro, cuja larguras estão compreendidas entre 320 e 750 km; e o talude continental, que se estende de sudoeste para nordeste desde a costa até a fratura de São Paulo, nas imediações do paralelo de 2° N, abrangendo uma faixa de extensão de aproximadamente 324 km.

Costa *et. al* (1990) afirma que a margem continental cearense se desenvolve na bacia sedimentar submersa do Ceará, localizada na plataforma continental da margem equatorial brasileira possuindo as seguintes categorias: 1) extensão na direção Noroeste – Sudeste; 2) fica entre os altos de Tutóia e Fortaleza, que separa das bacias de Barreirinha e Potiguar; 3) o limite norte é estabelecido pela falha transformante do Ceará, associada a zona de fratura do Romanche, e pelo Guyot do Ceará, situado na direção da cadeia de Fernando de Noronha, e a área de afloramento do embasamento cristalino situado ao sul.

Claudino-Sales e Peauvast (2007), em estudos sobre a geomorfologia cearense, afirmam que a formação da margem continental do Ceará se iniciou no final do período Jurássico, a partir da ruptura da América do Sul e África, dando origem ao sistema de *rifts* que compreendem as falhas do Cariri/Potiguar. O episódio completo de separação das placas ocorreu entre 100 e 99 milhões de ano atrás, durante o período cretáceo da era Mesozoica.

A Plataforma Continental do Ceará tem largura média de 63 km possuindo maior extensão em Camocim, com 101 km e mínima de 41 km em Tremembé, município de Icapuí. (MARTINS E COUTINHO, 1981 apud SOARES, 2012). Morais (1998) afirma que a largura média da plataforma continental é de 78 km e possui declividade suave em direção a quebra da plataforma, estende-se desde o litoral com gradiente de declividade baixo (1:1000) até a porção de rompimento brusco do gradiente, a quebra da plataforma.

De acordo com Paula (2014) essa diferença de declividade é denominada, pelos pescadores artesanais locais, de “barranco”, que corresponde ao mergulho abrupto que pode ser observado a partir dos 78 km de distância da costa, nos 80 m de profundidade.

O relevo desse trecho da plataforma cearense é relativamente plano, apresentando morfologia de fundo irregular, essas irregularidades são chamadas pelos pescadores da região de “chão mole e chão duro”, referindo-se às descontinuidades dos sedimentos lamosos e arenosos (campos de *sandwaves*) (PAULA, 2014).

3.1.3 Sedimentação de praia e Plataforma do Ceará

Segundo Morais (2000), o transporte litorâneo da zona litorânea do Ceará, ocorre em direção ao quadrante noroeste, onde cada morfologia é diferenciada, causando assim a intensificação ou não dos parâmetros erosivos em nosso litoral.

Morais (2000), afirma que a sedimentação na plataforma continental do Nordeste, pode ser observada de acordo com alguns parâmetros que estão relacionados diretamente entre si, como a geologia, associada diretamente a rocha matriz; as condições climáticas regionais, com suas intempéries; os sistemas de drenagem de rios; e o arcabouço tectônico da área. E se levando ainda em consideração o zoneamento geoambiental, a plataforma continental do Ceará, mais precisamente na profundidade da isóbata de até 20 metros, possui sedimentação terrígena, comportando as geofácies arenoquartzosas e areno-lutáceas fluviais. (MORAIS, 2000).

Mais recentemente Morais *et al.*, (2019), afirma que a plataforma semi-árida do nordeste brasileiro, mais especificamente a do estado do Ceará, contem um padrão sedimentar misto, com a presença de carbonatos, siliciclásticos e a mistura dos dois materiais.

3.1.4 Aspectos oceanográficos da Plataforma Continental do Ceará

Os estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí, possuem rios com suas nascentes em bacias sedimentares marginais e interioranas, em planaltos sedimentares. Logo, a contribuição da grande disponibilidade de areia nas praias e na plataforma continental interna, são de sedimentos arenosos proveniente das descargas fluviais. (MEIRELES; ARRUDA; GORAYEB; THIERS, 2005).

Morais (1980) em estudos sobre a hidrodinâmica das águas costeiras, atesta que os mesmos são fundamentais para a avaliação do transporte de sedimentos, zonas de assoreamento, assim como as zonas de erosão, dispersão de poluentes e materiais em suspensão, dos quais migram em direção a plataforma.

Morais (1996), atribui várias categorias de correntes em relação ao transporte sedimentar da plataforma cearense. Entre elas estão: as correntes de marés, oceânicas e as geradas por ondas. As correntes de marés, ocorrem perto dos braços do mar, adquirem um papel fundamental na modificação do transporte de sedimentos. As oceânicas não afetam o transporte de sedimentos nas proximidades do litoral. As geradas por ondas, são classificadas como sendo

as correntes longitudinais (deriva litorânea) e as correntes de retorno. Está última ocorre da praia em direção ao mar e se dissipam rapidamente depois da linha de quebra das ondas. Enquanto as longitudinais são formadas pelas ondas que quebram obliquamente na face praial, correspondendo as principais correntes em relação ao balanço de sedimentos na praia.

3.2 Conceitos de Geodiversidade, Patrimônio Geológico e Valorações

O primeiro conceito em relação a Geodiversidade surgiu em 1940, sendo proposto pelo geógrafo Argentino Frederico Alberto Daus, do qual aborda em um caráter amplo, como sendo um sinônimo da diversificação geográfica dos lugares. Outros autores definem a Geodiversidade de forma mais restrita, levando em consideração que as geoformas/feições devem ter um potencial de valoração para ser considerada na categoria de geossítio (MEDEIROS E OLIVEIRA, 2011).

Carcavilla *et al* (2008), afirmam que o estudo da Geodiversidade busca a análise da diversidade, ocorrência e distribuição de um conjunto de elementos geológicos, quantificando-os e comparando-os em áreas diferentes.

Nascimento (2013) por sua vez associa a geodiversidade diretamente à variedade dos ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que originam paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra.

A Geodiversidade definida a partir da conceituação estabelecida por Sharples (2002) seria composta por uma gama ou diversidade de arranjos, processos e sistemas geológicos (substrato), geomorfológicos (geoformas) e pedológicos.

Gray (2004) define com base em estudos realizados na Austrália, que a geodiversidade consiste na diversidade dos elementos geológicos (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicos (geoformas, processos) e pedológicos, incluindo ainda as suas inter-relações, propriedades, interpretações sistemáticas que o ambiente oferece.

Institucionalmente, o Serviço Geológico do Brasil – (CPRM)/SGB define geodiversidade como sendo o estudo da diversidade abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de processos ocorridos em ambientes, através das vertentes de composição, fenômenos e processos geológicos, dando origem às paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento e suporte a vida na terra, tendo como valorações intrínsecas a cultura, estética, o economia, o científico,

educativo e o turístico (SILVA, 2008).

Os elementos da geodiversidade que apresentam características superlativas devem ser salvaguardados para que as futuras gerações possam usufruir de suas potencialidades. Diante disso, algumas feições da geodiversidade adquirem o status de patrimônio, ou seja, devem ser interpretadas enquanto um bem pertencente à humanidade. Sendo assim, é alçado o conceito de Patrimônio Geológico que é definido sucintamente pelo “o conjunto de elementos geológicos que se destacam por seu valor científico, cultural ou educativo” (CARCAVILLA *et al.*, 2008).

O conceito de Patrimônio Geológico, abordado por Brilha (2005), considera-o como um conjunto de geossítios inventariados, caracterizados e delimitados em uma região. Nascimento (2013), o define como uma pequena parcela da Geodiversidade, com suas respectivas características especiais, que necessitam ser preservadas.

Dessa maneira a delimitação do patrimônio geológico confere a um conjunto de Geossítio, conceito esse do qual foi definido por Brilha (2005) como a ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade (feições) que resultaram da ação de processos naturais, ou advindo da intervenção humana, dos quais são bem delimitados geograficamente, e que apresente valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico, ou outro.

No estudo referente ao Patrimônio Geológico, os elementos abióticos devem ser elencados a categoria de geossítios, partindo do pressuposto de que as geoformas/feições devem ser as mais relevantes na área escolhida para análise. Os autores afirmam ainda que a escala deve ser um fator importante no objetivo central do estudo realizado, e que devem apresentar uma escala compatível para a sua realização, pois estudos em diferentes escalas não podem ser objetos de comparação (CARCAVILLA *et al.*, 2008).

Silva e Nascimento (2016) dispõem de uma simplificação das valorações da Geodiversidade proposta por Gray (2004), atentando para a prestação de bens e serviços voltados a ecossistemas, onde o autor define um valor maior da geodiversidade, chamando-o de intrínseco ou de existência de cinco serviços a serem prestados de acordo com a valoração escolhida, sendo eles: provisão, regulação, cultural, suporte e conhecimento. E ainda tem os vinte e cinco sub serviços, que são bens e processos derivados que são derivados dos serviços da Geodiversidade.

Mais recentemente, Brilha (2015) propôs uma revisão acerca da inventariação e quantificação dos elementos categorizados como sítios da Geodiversidade, tratando-os de

forma mais restrita, e os relacionando a valoração científica, caracterizando-os assim enquanto sítios locais da geodiversidade. Enquanto os sítios que apresentam valoração voltada a representatividade de práticas educativa e turística são denominados como sítios potenciais da geodiversidade.

Meira (2016) afirma que o valor científico e educativo de uma feição, se concretiza enquanto elemento de estudo da Ciência da Terra, ou seja, o quanto ela é citada no meio acadêmico, e se constitui como um bom exemplo didático para o ensino e popularização de conceitos pertinentes na Ciência.

Logo, em relação ao valor científico, ele é visto como uma ferramenta que auxilia na reconstrução da história da Terra e melhora a relação ser humano e a natureza. Enquanto o valor educativo considerado como uma sala de aula ao ar livre, permitindo o contato direto para a observação de exemplos concretos, seja no âmbito escolar ou com o público em geral.

A definição dos valores da Geodiversidade é proposta por alguns autores, como Sharples (1993) que os divide em três tipos: o valor intrínseco, que seria atrelado as particularidades própria ou de existência do geossítio; ecológico, do qual está associado a capacidade do geossítio ofertar o suporte para o desenvolvimento, manutenção e sustentação dos sistemas e processos naturais ocorrentes no determinado ambiente; e o antropocêntrico, que agrega a importância que aquele geossítio representa para a humanidade, seja por meio de divulgações de cunho científico, didático, cultural, ou entre outras representações.

Gray (2004) utiliza sete valores principais na caracterização da Geodiversidade de um local de interesse, a saber: intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e didático, dispõe ainda de 30 sub-valores para classificação dos geossítios da Geodiversidade.

Brilha (2005), em seu intitulado livro “Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza em sua vertente geológica” baseia-se nos valores propostos por Gray (2004), discutindo-os de forma mais ampliada e aplicada. Os valores propostos na obra são o intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e didático.

3.2.1 Os estudos da Geodiversidade na zona costeira: os ambientes de praia e plataforma

Os estudos da geodiversidade em ambientes praias da zona costeira brasileira são recentes, havendo a ocorrência dos estudos gerais levantados pela CPRM, e também de fortes grupos de pesquisas na área acadêmica que formam parceria entre diversas áreas de

conhecimento (Geografia, Geologia, Biologia, Química, Física, Oceanografia, Ciências Ambientais, entre outras) para melhor compreender a geodiversidade, implementando de forma assídua e persistente seus estudos e peculiaridades de análise a essa nova metodologia, da qual começa a ganhar seu espaço em meio a Ciência brasileira.

A exemplo disso, no Ceará, desde 2017 se iniciou estudos voltados a geodiversidade no ambiente da zona costeira, mais precisamente nas interfaces de praia e plataforma do litoral oeste do estado do Ceará, através do Projeto do Núcleo Excelência Pronex-FUNCAP-CNPq, intitulado como Geodiversidades Impactos Socioambientais no Sistema de Praia-plataforma do Litoral Oeste do Ceará, coordenado pelo professor Drº Jáder Onofre de Moraes, através do Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica (LGCO), da Universidade Estadual do Ceará, em cooperação com outros laboratórios (cada qual com sua especificidade) de atuação de algumas Universidades do nosso estado, e em âmbito internacional em parceria com a Universidade da Alemanha.

Nunes (2006) contribuiu com estudo da geodiversidade voltados a arquipélagos de ilhas, no caso a ilha de Santa Maria, na região de Açores, Portugal, onde o mesmo dispõe da valoração local da geologia e geomorfologia através da constituição geológica típica da ilha, a dinâmica dos processos ocasionados pelo vulcanismo.

O autor ainda discorre a assinalável geodiversidade do local como sendo fruto da sua história vulcânica e estilos eruptivos associados, dos processos de alteração atuantes e, ainda, das oscilações do nível do mar e dos processos de sedimentação ocorridos na ilha. Criando assim, em 2008, a Carta dos geossítios da ilha de Santa Maria, para fins do geoturismo, servindo como guia para os turistas obterem informações acessíveis a história geológica da ilha. (NUNES, 2006).

MT (2016) em estudos abordando a geodiversidade aplicada ao geoturismo na Praia Papuma, na Indonésia, afirma que várias paisagens do Patrimônio Geológico local estão em boas condições para serem exploradas em relação ao entendimento científico para as áreas do turismo, pesquisa e educação. Afirma ainda que além da praia, as montanhas que cercam esse sistema também estão em excelentes condições ecológicas, o que contribui para a apreciação paisagística (questão estética) e comportamento da fauna existente. Portanto, segundo o autor a área pode ser entendida como um parque científico integrando funções como pesquisa científica, trilhas ecológicas e atividades culturais artísticas que contribuem para observar de forma direta a diversidade da paisagem.

Covello *et. al.* (2017), contribui em estudos no município de Florianópolis, no estado de Santa Catarina (região Sul do Brasil) dando ênfase na valoração dos elementos e as ameaças que os mesmos estão sujeitos. Propõem ainda em relação à geodiversidade local que devem ser prontamente estabelecidas propostas visando a Geoconservação.

Reverte (2014), em avaliações realizadas na geodiversidade no município litorâneo de São Sebastião em São Paulo (região Sudeste do Brasil), relaciona as feições litorâneas com o trinômio geodiversidade, patrimônio geológico e geoturismo da região, obtendo assim como finalidade principal dispor roteiros interpretativos para a comunidade acadêmica da região, interpretando a história geológico-geomorfológica do local.

Borges (2014) descreveu sobre a geodiversidade da ilha de Cotijuba, em Belém, no estado do Pará, realizando um diagnóstico das feições da ilha com intuito de fornecer subsídios ao uso, conservação e aproveitamento dos recursos naturais para uma possível implementação de um geoturismo na região.

Na região do nordeste brasileiro, Silva e Nascimento (2016) descrevem geodiversidade praias *in situ* na capital do Rio Grande do Norte, Natal, de acordo com os serviços ecossistêmicos propostos por Gray (2004), em que dispõem que a geodiversidade de Natal pode ser usada para fins científicos, culturais, esportivos e turísticos, promovendo assim um conjunto de divulgação das belezas naturais e culturais da cidade, conhecimentos esses adquiridos através da geociência local, com fim a auxiliar também uma futura geoconservação das ambientes e feições locais.

Os estudos de geodiversidade litorânea no estado do Ceará iniciaram com trabalhos de Sousa e Nascimento (2007) no município de Icapuí com ênfase nas fâleas da região, dando destaque à proposta de inserção do geoturismo no município, tendo em vista a ocorrência do turismo ecológico praticado pela comunidade tradicional da região. Ofertando através de suas belezas naturais e associados a estudos das Ciências da Terra (características geológica-geomorfológicas e paleoambientais) para através de inventários ser possível a interpretação acessível a comunidade e turistas na região.

Meira e Moraes (2016 e 2017) realizaram estudos no Parque Nacional de Jericoacoara, Ceará, propondo um roteiro geoturístico de fácil interpretação aos visitantes, coletando os dados a partir do inventário do Patrimônio Geológico da região, através de uma ficha de inventário, para que a partir dela serem elencados os geossítios da geodiversidade de Jericoacoara. Para ter como finalidade divulgação das belezas do parque atreladas ao

conhecimento científico, contemplando principalmente a relevância geológica-geomorfológica do Parque Costeiro, confeccionando ainda cartões postais em que as paisagens características de cada geossítio foram contempladas.

Rodrigues *et al.*, (2016, 2017, 2018, 2019a e 2019b), propõem um inventário científico-educativo em relação às feições da Planície Litorânea de Almofala, no município de Itarema, Ceará, realizando uma apropriação de trabalhos clássicos desenvolvidos na zona costeira cearense, referente às feições a serem prestigiadas. Como resultado da inventariação os autores propuseram dois roteiros didáticos pelos geossítios, que podem ser realizados e estabelecidos entre professores e alunos das escolas da região em aula de campo, e para o auxílio a essa aula. Os resultados ainda foram dispostos em um mapa interpretativo dos roteiros, contendo as rotas e descrição geológica-geomorfológica dos geossítios.

Das várias definições disponíveis sobre a geodiversidade, a única que faz menção aos ambientes marinhos é a de Canadas e Ruiz Flaño (2007), que a define como sendo a variedade da natureza abiótica, incluindo os elementos litológicos, tectônicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos, topográficos e processos físicos atuantes na superfície da Terra, nos mares e oceanos.

O primeiro trabalho sobre geodiversidade em área essencialmente marinha, envolvendo o fundo oceânico, foi apresentado por Brooks *et al.*, (2011) nos mares da Escócia, como forma de estabelecer as relações entre geodiversidade marinha e biodiversidade e, com isso, propor áreas para proteção e fomentar políticas de gestão pública.

Outro trabalho realizado também nos mares da Escócia teve como objetivo realizar uma avaliação do valor e status da geodiversidade para desenvolver uma base para a construção de uma estrutura nacional para permitir uma melhor integração da geodiversidade dentro de áreas de políticas relevantes, inclusive ajudando a atingir os objetivos estratégicos de planejamento e manejo de recursos do Governo Escocês (GORDON & BARRON, 2011).

Kaskela *et al.*, (2012) em estudos no mar Báltico, realizam o levantamento da geodiversidade marinha através de varredura batimétrica para a identificação de paisagens de fundo (geomorfologia), caracterização de fácies sedimentológicas e identificação de organismos bentônicos, a fim de propor áreas de proteção marinha, para realizar usos através de valorações da geodiversidade com base nas interpretações de base científica-educativa, relacionados ao valor econômico.

No Brasil, as abordagens sobre a geodiversidade marinha são escassas e recentes,

abordando estudos dirigidos a regiões continentais e costeiras, estando relacionados ao patrimônio geológico e/ou geomorfológico, ao geoturismo e geoconservação em Unidades de Conservação delimitadas pelas diretrizes do Sistema de Unidades de Conservação (SNUC), com destaque para identificação de paleoníveis marinhos, assim como paleogeografia (em regiões costeiras) e educação em geociências (nas demais localidades que se aborda a temática Geodiversidade, ou suas vertentes).

As primeiras discussões sobre geodiversidade marinha em território brasileiro foram propostas por Maia (2012 et al., e 2013), da Cadeia Submarina de Vitória e Trindade, onde o autor apresenta de forma preliminar, procedimentos metodológicos com base nas valorações de Gray (2004) e na seleção das áreas-chaves da geodiversidade marinha descritas nas propostas de Brooks *et al.*, (2011); Bureket *et al.*, (2012). Além de parâmetros adquiridos através de dados de batimetria e posteriores confecções de mapas temáticos da área a serem utilizados para a identificação da geodiversidade marinha, dispondo de uma metodologia base para ser utilizada em outras áreas da Plataforma Continental Jurídica Brasileira.

Mais recentemente Abreu Neto (2017) propõe em estudos realizados na plataforma continental do município de Icapuí-Ceará, propõe uma metodologia de análise dos elementos da geodiversidade de plataforma continental interna. Metodologia esta que foi constituída nas bases dos princípios metodológicos das valorações de Gray (2004), onde o autor explicita que nem todos os valores foram utilizados por não contemplarem áreas submersas, e os aspectos relevantes dos elementos da geodiversidade em Gray (2004) e Maia (2013).

4 METODOLOGIA

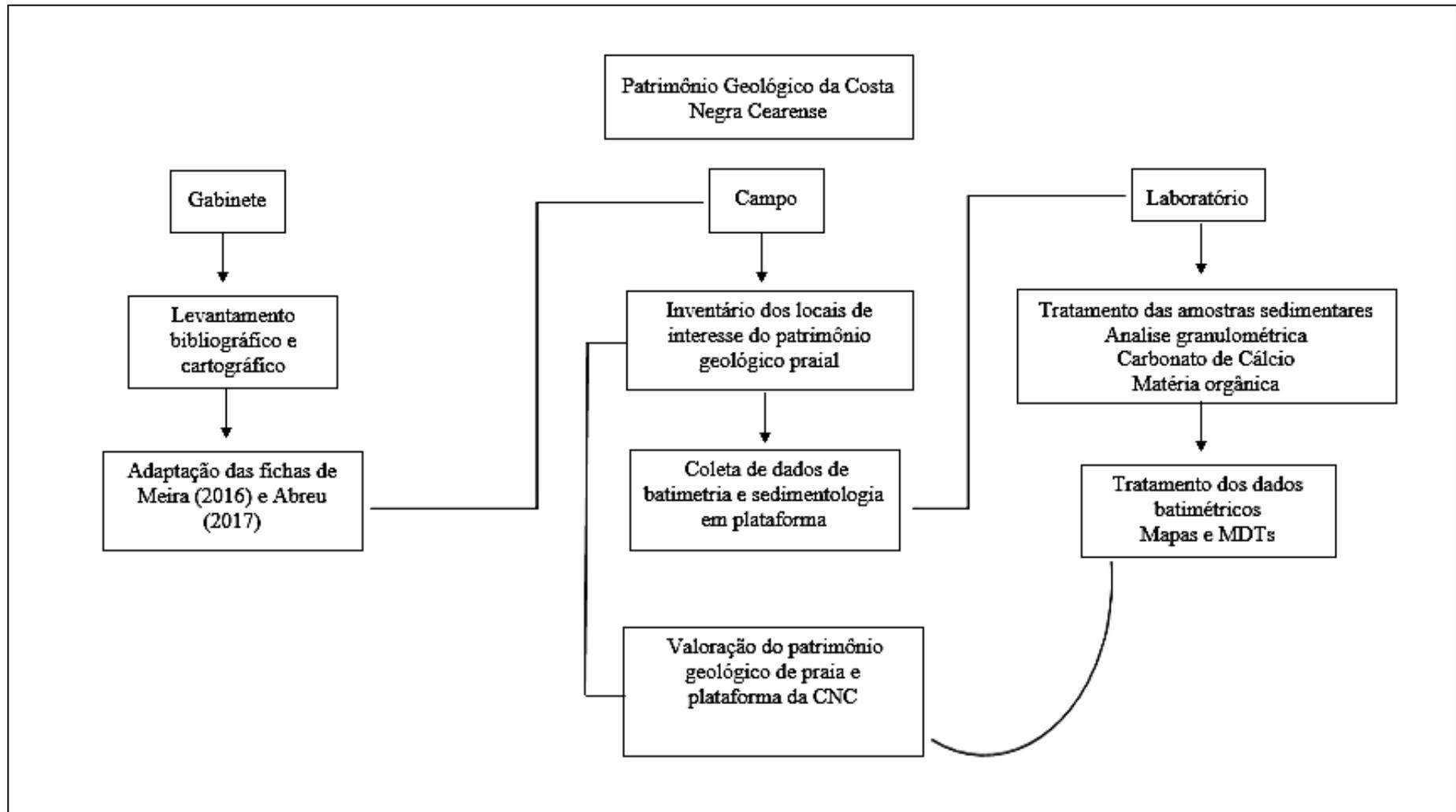
A estrutura metodológica foi dividida em seis procedimentos:

- ✓ Etapa de gabinete, onde ocorrerá os levantamentos bibliográfico e cartográfico;
- ✓ Saídas de campo, com o inventário do patrimônio geológico de praia, e aquisição dos dados de sedimentologia e batimetria na plataforma ao largo da CNC;
- ✓ Tratamentos e processamentos dos dados brutos em laboratório, para posteriormente em gabinete ser efetuado o inventário da plataforma;
- ✓ E interpolação dos produtos junto a ferramentas especializadas, com o uso de *softwares* (*Arcgis 10.4, Qgis 2.18 e Global Mapper 9*) para a confecção de mapas no ambiente praial e modelos digital do terreno (MDT) em plataforma;

- ✓ Representação dos aspectos relevantes dos geossítios do inventário do patrimônio geológico de praia e plataforma da CNC; e
- ✓ Valorações científica-educativa, econômica e ambiental dos geossítios nos dois sistemas.

A figura 2 se trata de um fluxograma explicativo das etapas realizadas para a estruturação e consolidação metodológica dessa dissertação, construído de acordo com os dados adquiridos no âmbito das saídas de campo proporcionadas pelo financiamento do projeto Pronex (Funcap/Cnpq).

Figura 2 - Fluxograma metodológico.



Fonte: Rodrigues (2020).

4. 1 Levantamento bibliográfico e cartográfico

O levantamento das referências bibliográficas foi realizado para o fortalecimento da base do referencial teórico e metodológico necessário para a consolidação dos resultados da pesquisa. As fontes consultadas foram: dissertações, teses e artigos, disponibilizados em plataformas eletrônicas, além de livros voltados especialmente sobre a temática da Geodiversidade e Patrimônio Geológico, principalmente para estudos em ambientes praia e plataforma.

Em relação aos trabalhos já realizados na área de estudo, apesar de se demonstrarem escassos, foram consultados os seguintes acervos: nos acervos da biblioteca da Universidade Federal do Ceará (UFC) e Instituto de Ciências do Mar (Labomar – UFC), nas seções dos cursos de Geografia, Geologia e Oceanografia; o da biblioteca central da Universidade Estadual do Ceará (UECE), na seção correspondente ao curso de Geografia, nas versões impressas e *online*. Assim como os acervos *online* de outras Instituições de Ensino Superior do Brasil.

Referente à Geodiversidade e Patrimônio Geológico, foram consultados os acervos de revistas nacionais e internacionais, banco de dados de algumas bibliotecas de Universidades Brasileiras e Internacionais, esta última tendo ênfase a Universidade do Minho em Portugal (UMinho) pelo grau de pesquisa bastante avançado em relação aos métodos adotados para a avaliação do trinômio: Geodiversidade, Geoturismo e Geoconservação.

Para consolidar a caracterização da geodiversidade, coleta de dados referente as metodologias dos inventários do patrimônio geológico foram consultadas metodologias apresentadas em artigos. E para consequente interpretação dos geossítios de praia e plataforma foram utilizadas bibliografias relacionadas a estudos de feições costeiras de âmbito regional, que alimentaram a base da descrição geológica-geomorfológica dos geossítios a serem elencados na presente área da pesquisa.

Na etapa de aquisição da base cartográfica e consequentemente dos dados brutos que compuseram a confecção dos mapas temáticos foram consultados os principais sistemas *online* das Instituições públicas do Estado do Ceará e do Brasil, a fim de coletar dados específicos na sua plataforma, respeitando a competência de cada órgão. Os departamentos pesquisados foram a Superintendência de Meio Ambiente do Ceará (SEMACE), Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), Instituto de Pesquisas e Estratégia Econômica do Estado do Ceará (IPECE), Departamento Nacional de Obras Contra a

Seca (DNOCS), Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC-INPE).

Para a confecção dos mapas relacionados a Geodiversidade, Inventário e geossítios do Patrimônio Geológico de praia e plataforma, foram utilizados a base cartográfica e o *software Arcgis* versão 10.4, *Qgis* 2.18 e o *Global Mapper* versão 9.

4.2 Caracterização da Geodiversidade e inventários do patrimônio geológico de praia e plataforma: ficha, levantamento de dados em campo e processamento em laboratório

4.2.1 Adaptação das fichas para o inventário de praia e plataforma

Para a realização da caracterização da geodiversidade e, conseqüentemente a realização do inventário do patrimônio geológico de praia e plataforma da CNC, foi necessária à realização de saídas de campo, visando a coleta de dados primários nos dois sistemas. Essa etapa aconteceu através do levantamento de dados dos elementos da geodiversidade presentes nas paisagens, para assim ser possível elencar as geoformas excepcionais desses dois sistemas, a fim de elenca-las a categoria de geossítios costeiros.

Para caracterizar a Geodiversidade e consolidar o inventário do patrimônio geológico da zona costeira das áreas emersa (praia) e submersa (plataforma) da CNC, foram adaptadas e agregadas duas fichas metodológicas para a efetivação desse estudo. Fichas estas que foram retiradas de estudos realizados ao longo do litoral do estado do Ceará.

No ambiente de praia foi utilizada como base a metodologia proposta por Meira (2016), que destaca os geossítios que compunham o patrimônio geológico do Parque Nacional de Jericoacoara. No estudo foram inventariados sete geossítios excepcionais na área. O autor utilizou como elemento de auxílio na etapa de inventariação de campo uma ficha de caracterização dos locais de interesse do patrimônio geológico (possíveis geossítios costeiros), tendo como base as propostas de Pereira (2006) e Pinto (2011).

O inventário realizado por Meira (2016), ocorrido em campo, foi acompanhado por registro fotográfico desses geossítios e coleta das coordenadas geográficas, para ressaltar ainda mais as geoformas na proposta final do estudo. Essa proposta cria percursos e recursos para difundir o conhecimento científico em relação ao patrimônio geológico de uma forma mais acessível ao público leigo.

A ficha de caracterização do patrimônio geológico proposta por Meira (2016), figura 3, contém aspectos de base como: Nome do autor, data da realização da coleta, tipo de local em que o possível geossítio se encontra, categoria temática, localização geográfica. Logo após foi realizada a Avaliação preliminar, composto pelos os valores, potencial de uso e a necessidade de proteção da geoforma, parâmetros esses que são quantificados. A etapa seguinte foi a descrição geológica e geomorfológica sucinta da geoforma. Em seguida foi realizado o registro fotográfico da geoforma e o interesse patrimonial da mesma. Por último foram preenchidos os aspectos voltados ao uso e gestão do geossítio.

Figura 3 - Ficha base de caracterização de possíveis locais de interesse.

USO E GESTÃO	
Acessibilidade:	Muito fácil já que a Duna fica localizada no fim da principal praia de Vila.
Visibilidade:	Muito boa. Configura-se como visualizada a partir da praia principal.
Estado de Conservação:	Duna em processo de "remissão" décadas.
Vulnerabilidade:	Sedimentos Inconsolidados de duna móvel.
Povoações e Uso Atual:	População da Vila de Jericoacoara.
Intervenção Necessária e/ou Proibida:	Como os demais geossítios este local é visualizado placas referenciadas.

REGISTRO FOTOGRÁFICO	
	

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DOS POSSÍVEIS LOCAIS DE INTERESSE	
AUTOR: Suedio Alves Meira	Data: 19/03/2015
LOCAL: Duna do Pôr do Sol	Referência: 01
Tipo de Local: <input checked="" type="checkbox"/> Isolado <input type="checkbox"/> Área <input type="checkbox"/> Panorâmico	
Categoria Temática: <input type="checkbox"/> Tectônico <input checked="" type="checkbox"/> Eólico <input type="checkbox"/> Metamórfico	
<input type="checkbox"/> Sedimentar <input type="checkbox"/> Cárstico <input type="checkbox"/> Outro: _____	
Localização: Lat. 02°48'03.5"S	Long. 40°31'14.2"W
AVALIAÇÃO PRELIMINAR	
A. Valores	
Científico: <input type="checkbox"/> Baixo <input checked="" type="checkbox"/> Médio <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Muito Alto	
Ecológico: <input type="checkbox"/> Nulo <input checked="" type="checkbox"/> Baixo <input type="checkbox"/> Médio <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Muito Alto	
Cultural: <input type="checkbox"/> Nulo <input type="checkbox"/> Baixo <input type="checkbox"/> Médio <input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Muito Alto	
Estético: <input type="checkbox"/> Nulo <input type="checkbox"/> Baixo <input type="checkbox"/> Médio <input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Muito Alto	
B. Potencialidade de Uso	
Acessibilidade: <input type="checkbox"/> Muito Difícil <input type="checkbox"/> Difícil <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Fácil <input checked="" type="checkbox"/> Muito Fácil	
Visibilidade: <input type="checkbox"/> Muito Fraca <input type="checkbox"/> Fraca <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Boa <input checked="" type="checkbox"/> Muito Boa	
Uso Atual: <input type="checkbox"/> Sem Uso <input checked="" type="checkbox"/> Com uso Qual: <u>Uso Turístico</u>	
C. Necessidade de Proteção	
Deterioração: <input type="checkbox"/> Fraca <input type="checkbox"/> Moderada <input checked="" type="checkbox"/> Avançada	
Proteção: <input type="checkbox"/> Adequada <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input checked="" type="checkbox"/> Insuficiente	
DESCRIÇÃO GEOLÓGICA	
Descrição Sumária: Duna localizada na margem ocidental da principal praia de Vila de Jericoacoara	
Litologias: Sedimentos Inconsolidados. Duna móvel.	
Geomorfologia e Evolução Geológica (Processos): Geomorfologia Dunar clássica. Porém com erosão através das marés, já que essa se encontra em contato com a zona de praia. Processo de formação, evolução e renovação do campo dunar. O interessante é que a duna em questão apresenta vestígios e estudos do seu decréscimo nas últimas décadas, devido a fatores naturais, mas também a influência antrópica.	

INTERESSE PATRIMÔNIAL	
Tipos de Valor:	Valor científico por registrar de forma didática os processos de duna e alívio configurado como uma duna móvel.
Grau de Importância:	Valor turístico por ser um local de interesse para a população local.

Fonte: Meira (2016).

Para a região submersa, a metodologia adotada foi a de Abreu Neto (2017) onde foram realizados estudos na plataforma continental interna do município de Icapuí-Ceará. Sendo destacadas cinco áreas representativas da geodiversidade na plataforma continental interna do município.

A metodologia proposta pelo autor, figura 4, dispõe a realização da análise dos elementos da geodiversidade da plataforma adotando os seguintes aspectos com base nas valorações de Gray (2004), dos quais são destacados os aspectos relevantes dos seguintes valores:

- Científico-educacional, sendo caracterizada a história geológica da bacia potiguar, as flutuações do nível do mar na região, a paisagem marinha e sedimentologia;

- Econômico, onde são contempladas as relevâncias do potencial mineral e geoturístico da região, mas é importante ressaltar que o município de Icapuí já trabalha com a vertente ecoturística na sua economia;

- Ambiental, onde são levados em consideração se a área está englobada em uma Unidade de Conservação, e as relações de forma-processos relacionados a vulnerabilidade ambiental, seja à erosão costeira que venha afetar a infraestrutura e suporte a biodiversidade.

Figura 4 - Quadro dos aspectos relevantes da geodiversidade.

Valores	Aspectos relevantes
I - Científico e educacional	1- História geológica da Bacia Potiguar 2- Flutuações do nível médio do mar 3- Paisagem marinha emersa e submersa (falésias, cordões litorâneos, planícies de maré, recifes, dunas submersas, bancos de algas carbonáticas) 4- Sedimentologia
II - Econômico	5- Potencial mineral 6- Potencial geoturístico
III - Ambiental	7- Unidades de conservação 8- Áreas vulneráveis à erosão costeira 9- Infraestrutura (obras de engenharia, cabos e dutos) 10- Suporte à biodiversidade

Fonte: Abreu Neto, 2017.

Para a utilização dessas metodologias nesse estudo, as mesmas tiveram que ser integradas e adaptadas em uma única ficha, para serem realizadas as análises de forma a abranger as duas zonas, praia e plataforma. Entretanto, vale ressaltar que a caracterização dos elementos da geodiversidade e inventário do patrimônio geológico de praia pode ser realizada preliminarmente em campo, enquanto a de plataforma é necessário processar os dados em laboratório, para posteriormente ser realizado o preenchimento da ficha.

Como resultado para a ficha de inventário do patrimônio geológico da CNC foram agregadas duas principais categorias, contendo aspectos com base em Meira (2016) e Abreu Neto (2017): Avaliação Preliminar, que é sugerido pelos preceitos básicos da ficha relacionados com a autoria, o local e data do inventário, a localização geográfica do local de interesse a ser elevado à categoria de geossítio da paisagem costeira, categoria temática e tipologia do geossítio. A Análise pela categoria temática foi proposta por Pereira (2010), onde o mesmo realizou uma revisão sucinta sobre alguns procedimentos metodológicos, entre eles encontra-se um dos mais utilizados nas pesquisas de inventário: definição de Categorias Temáticas (*frameworks*). Nessa abordagem, os locais são elencados como geossítios de maior representatividade em uma categoria pré-definida, seja ela cronoestratigráfica, litológica, geomorfológica, entre outras.

Em relação a tipologia do geossítio, descrita por Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez(2010), e dividida em cinco classificações de geossítios: 1) Pontual, que apresenta características isoladas, sendo fragéis ou não; 2) Área, representado pela dimensão, ou seja o tamanho do geossítio; 3) Panorâmico ou pontos de vista, inclui dois elementos diferentes: uma grande área de interesse geológico e um observatório de onde a área de interesse pode ser observada; 4) Seções, sequências cronológicas na escala do tempo geológico; 5) Áreas complexas, que são compostos por vários pontos, seções, áreas e / ou pontos de vista.

E a segunda categoria contempla as vertentes das valorações, sendo: Científica-educativa, que dispõe de uma breve descrição geológica, geomorfológica e sedimentológica da geoforma (feição) ou substrato; Econômica, que engloba a vertente do potencial mineral e turístico para a região; e Ambiental, atendendo a importância da relação do geossítio com a biodiversidade.

A elaboração e aplicação da ficha almejou conhecer a diversidade abiótica dos municípios de Itarema e Acaraú, tanto da porção emersa como submersa, visando a partir da integração desses dados realizar a inventariação do patrimônio geológico e elevação de geossítios da zona costeira.

Durante o inventário realizado nos trabalhos de campo na zona emersa, alguns parâmetros foram totalmente preenchidos, enquanto outros elementos da ficha necessitaram de pesquisa bibliográfica (geologia e geomorfologia) para complementar as percepções realizadas em campo. Na zona submersa foi necessária a análise dos dados coletados na plataforma continental interna (batimetria e sedimentologia) em laboratório, para assim ser realizada a inventariação submersa.

A figura 5, é apresenta o resultado da adaptação das duas fichas em uma só, sendo confeccionada a ficha de caracterização dos possíveis locais de interesse de praia e plataforma da CNC. Esses dados servirão de base para o inventário da paisagem emersa e submersa da área, que após a realização dos inventários serão classificados os geossítios potenciais do patrimônio geológico costeiro.

Figura 5 - Ficha proposta para a avaliação dos possíveis locais de interesse de praia e plataforma da CNC, com base em Meira (2016) e Abreu Neto (2017).

Ficha de caracterização dos possíveis locais de interesse de praia e plataforma da CNC	
Avaliação Preliminar	
Autor:	Ana Rodrigues
Data:	09/06/2019
Local:	Margem esquerda do Rio Aracatimirim
Localização Geográfica	Lat:4011663 Long:9673656
Tipologia e Categoria Temática	- É um Sítio do tipo secção por possuir secções cronológicas; - Sua Categoria Temática é a sedimentar.
Valorações	
Científica e Educativa	Descrições
<p>Geossítio Eolianitos/Beach rocks</p> 	Geológica: - Estratigrafia indicadoras de variações do nível do mar.
	Geomorfológica: - Paleoindicadores de flutuações do nível do mar.
	Sedimentológica: - Areia + precipitação de Carbonato de cálcio (estrutura de animais marinhos)
Econômico	Potencial Mineral: - Sem potencial. Sítio voltado a práticas de conservação.
	Potencial Turístico: - Voltado em relação a história da evolução da geofoma no litoral.
Ambiental	Relação da Geodiversidade com a Biodiversidade: - Lugar de berçário e alimentação de espécies marinhas.

Fonte: Rodrigues (2020), adaptado de Meira (2016) e Abreu Neto (2017).

4.2.2 Levantamento de dados para os inventários

4.2.2.1 Inventário de praia

O inventário de praia consisti na observação e descrição dos elementos (geoformas) potenciais da geodiversidade litorânea, a serem elencados geossítios costeiros que irão compor o patrimônio geológico do local. Para melhor averiguação dos dados em campo a área foi setorizada. O setor encontra-se nas proximidades da desembocadura do rio Aracatimirim (Itarema) até o cordão arenoso antropizado na praia do Espraiado (Acaraú).

O levantamento dos dados de inventário de praia foi realizado nos anos de 2017 e 2018, e tiveram o auxílio da ficha de caracterização dos possíveis locais de interesse de praia e plataforma da CNC, já mencionada nesse estudo.

Essa etapa ainda foi acompanhada de registros fotográficos, para melhor representar a divulgação dos possíveis geossítios costeiros que irão compor o patrimônio geológico da CNC. Para a aquisição das coordenadas geográficas, foi utilizado um equipamento receptor de dados GPS (*Global Positioning System*) da marca GARMIN, modelo map 60CS. O Datum utilizado foi o WGS 1984.

4.2.2.2 Inventário de plataforma

Foram realizadas duas saídas de campo, cada uma com o seu objetivo e levantamento de dados. Em fevereiro de 2017, foram coletadas as amostras sedimentológicas da plataforma da CNC. Esse processo só foi realizado por meio da utilização de uma draga pontual do tipo *Van Venn* e equipamentos receptores de *GPS*, dos quais serviram para a realização da navegação da embarcação, seguindo uma grade amostral pré-estabelecida em laboratório. Em março de 2018, foram realizadas a aquisição de dados batimétricos da plataforma, a partir de sondagens realizadas por sonar de varredura lateral.

Posteriormente as saídas de campo, os dados foram tratados em laboratório, visando a caracterização da geodiversidade morfológica e sedimentar da plataforma continental interna entre os municípios de Itarema e Acaraú, e posteriormente realizar os destaques das áreas potenciais da plataforma que serão elencadas a geossítios do patrimônio geológico da CNC.

A aplicação de técnicas de batimetria e coleta de dados referente à sedimentologia podem contribuir com os estudos voltados para a identificação da geodiversidade da plataforma

continental interna do estado do Ceará, assim como geossítios do patrimônio geológico, voltados a geoconservação, exploração ou exploração dos recursos.

O conhecimento da cobertura sedimentar constitui-se em um parâmetro importante para a compreensão do sistema de plataforma, pois refletem a dinâmica do ambiente, através de processos geológico-geomorfológicos e sedimentológicos, passados e/ou atuais, assim como demonstram os possíveis potenciais da área.

Dias (2004) atribui uma revisão conceitual a respeito de sedimentos superficiais encontrados em plataformas internas, sedimentos esses que foram caracterizados como modernos, reliquiares e palimpsestos. Essa sedimentação foi associada a processos hidrodinâmicos, onde os modernos se associam diretamente as condições atuais, os reliquiares a antigas variações de nível do mar, que se encontram estacionados, sem variação em relação ao nível atual ou contribuição sedimentológica nova, e os palimpsestos, que recebe influência energética e sedimentar atual.

Uma importante ferramenta utilizada na caracterização das feições de fundo é a aplicação do sonar de varredura lateral e técnicas associadas aos mapeamentos sedimentológicos tradicionais, que se utiliza de amostragem superficial de sedimento de fundo e mapas batimétricos interpolados em *softwares* específicos.

Sendo assim, a integração dos dados dos inventários de praia e plataforma foram direcionados pela vertente das valorações, sejam de caráter Científica-educativa, Econômica (estando voltada a prática de turismo ou exploração de recursos minerais), ou e Ambiental (relacionando o geossítio com a biodiversidade local, podendo ainda propor práticas de conservação da área e seus recursos), destacando assim a prestação dos serviços ecossistêmicos que aquele ambiente fornece ao ambiente ou seres vivos.

É válido salientar que os períodos referentes às coletas dos dados de sedimentologia e batimetria ocorreram em estação chuvosa dos dois referidos anos (2017 e 2018), onde esse fenômeno é característico de ocorrer no primeiro semestre do ano no estado do Ceará.

Também é importante ressaltar que o referido levantamento de dados só foi possível com o financiamento do projeto PRONEX, Geodiversidades, Interações e Impactos Socioambientais no Sistema Praia-Plataforma da Costa Oeste do Estado do Ceará.

4.2.3 Análises das amostras sedimentológicas em laboratório

As amostras coletadas em campo foram processadas nos laboratórios de Oceanografia Geológica (LOG), do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará, e no Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica (LGCO) da Universidade Estadual do Ceará.

As análises realizadas nos sedimentos coletados na plataforma foram: granulometria, que determina a textura dos grãos na amostra, e análise geoquímica, em que expõe os teores de carbonato de cálcio e a matéria orgânica presente em cada amostra.

Para a geração de gráficos, referentes à granulometria e carbonato de cálcio, foi utilizado *software* desenvolvido pela Universidade Federal Fluminense (UFF), o Sistema de Análise Granulométrica (SAG), que dispõe de classificações diversificadas da granulometria. A classificação para a análise granulométrica adotada nesse estudo foi a classificação pela média, enquanto para carbonato de cálcio será utilizada a proposta de Lasonneur (1977).

4.2.3.1 Análise granulométrica

Primeiramente, a amostra foi posta para secagem em sua forma bruta, a uma temperatura de 60°, por aproximadamente dois dias. A posterior foi realizada a homogeneização da amostra através do quarteamento, seguido pela pesagem de 100 gramas da amostra e posterior peneiramento úmido, que corresponde em lavar a mostra em água corrente em peneira de 0,062 mm de malha. Esse procedimento permitiu separar a fração fina (silte e argila) da fração grossa (cascalhos, seixos e areias). A fração fina foi investigada pelo método de Pipetagem (Suguio, 1973), enquanto da fração grossa foi analisada pelo peneiramento mecânico. A escala granulométrica utilizada para estabelecer as classes texturais granulométricas foi a de Wentworth (1992).

4.2.3.2 Peneiramento mecânico

O peneiramento mecânico corresponde ao peneiramento da fração grossa em uma série de 13 peneiras, com o auxílio de um agitador mecânico (*Rotap*) em uma sequência que vai da mais grossa, de 4 mm (cascalhos e seixos), até um fundo de metal onde ficam os grãos correspondentes à classe de 0,062 mm, critério esse, adotado de acordo com a escala de Wentworth, 1922 (Suguio, 1973).

4.2.3.3 Lei de decantação dos fluidos ou lei de Stokes (método da pipetagem)

Consiste na análise dos sedimentos finos, de granulometria > 0.0062 mm, tratando pela a resistividade que a partícula tem em relação ao meio que foi emerso, no caso da pesquisa foi o meio aquoso. De acordo com Suguio (1973), a partícula pode ou não sofrer resistência ao meio emerso, em virtude de sua angulosidade, pois quanto mais anguloso maior será a resistividade da partícula, quanto mais arredondada a partícula terá menos resistividade. Logo, a velocidade de queda da mesma cresce independente do seu tamanho e densidade, mas sofre influência no seu formato. Quando o equilíbrio é alcançado entre a força gravitacional e a força de resistência do fluido, a partícula alcança sua velocidade terminal de sedimentação e, cai em uma taxa constante.

Para a realização desse método é necessário que sejam consideradas seis coletas para cada amostra. As vidrarias secas são pesadas e anotadas com auxílio de uma balança de precisão. Após este processo as amostras são colocadas cuidadosamente em uma proveta de 1 litro com sua respectiva identificação.

Em cada amostra adiciona-se 0,67 gramas de oxalato, reagente responsável pela dissociação das partículas. Após esse procedimento a amostra é misturada e submetida ao processo de decantação, onde serão realizadas as seis retiradas com auxílio de uma pipeta graduada de 20 cm, cada retirada é realizada em seu devido tempo já preestabelecido pelo método.

Após cada retirada à vidraria contendo a mistura da solução aquosa com o sedimento é submetida ao processo de secagem em uma estufa à 60° , até restar somente os resquícios sedimentares de cada retirada. As seis amostras são retiradas da estufa e pesados novamente em uma balança de precisão. Para a obtenção do resultado preliminar, em que é realizada a subtração da vidraria com amostra pela vidraria sem amostra.

Em seguida foram realizados cálculos para a obtenção de cada fração granulométrica (silte e argila), após essa fase as frações foram postas juntamente com as do peneiramento seco no *software* Sistema de Análise Granulométrica (SAG), para a obtenção de dados a serem interpretados nos resultados desta pesquisa.

4.2.3.4 Determinação do teor de carbonato de cálcio associado a classificação de sedimentos

Larsonneur (1977) propôs uma classificação dos sedimentos com base na

porcentagem de teores de carbonato encontrados nas amostras. Dias 1996, modificou essa classificação para os processos de sedimentação em áreas tropicais, configurando da seguinte forma de acordo com as principais subdivisões: < 30% são classificadas como sedimentos do tipo Litoclásticos, eminentemente de origem litológica, de 30 a 50% Litobioclásticos, que apresenta predominância de material litológico, mas contem resquícios de material biológico, de 50 a 70% Biolitoclásticos, onde a predominância é de sedimentos de origem biológica, mas tem presença de material litológico, e de > 70% Bioclásticos, que são amostras sedimentares de origem biológica, no que cerne a granulometria foram classificados em seixos, grânulos, areia e lama (silte e argila).

Para a determinação do teor de carbonato de cálcio (CaCO_3) presente nas amostras foi utilizado o método do Calcimetro de Bernard modificado, podendo ser visualizado no trabalho de Lamas *et al.*, (2005). No qual consiste na medição do teor de carbonato através do volume deslocado de uma solução salina líquida, presente em um sistema fechado. Esse deslocamento é realizado pela produção do gás carbônico produzido através na reação química do ácido clorídrico (HCL) em contato com o carbonato de cálcio (CaCO_3) presente na amostra.

O procedimento realiza-se da seguinte forma: primeiramente são separadas 0,500 gramas de CaCO_3 a 99% (caracterizado este como o padrão), e as amostras com o mesmo peso (em forma bruta, seca e macerada). São adicionadas a kitassatos com tubos de ensaio acoplados a cada um. Adiciona-se 2,0 ml de ácido clorídrico (HCL), diluído a 10%, cuidadosamente para que não haja o ataque da amostra antes do sistema está completamente fechado. Acopla-se o kitassato ao calcimetro, verificando o fechamento do sistema, através da estabilização da coluna de água na bureta graduada de 100 ml, evitando se ainda que o HCL atinja a amostra. Após a verificação do fechamento do sistema, atacasse a amostra com o HCL, onde o gás carbônico empurrará o líquido estabelecendo uma medição para calcular através de uma regra de três os resultados para cada amostra.

4.2.3.5 Determinação do teor de matéria orgânica

Esse método foi proposto por (Walkley& Black, 1934), e adaptado por (Frattini & Kalckmann, 1967). Barros (2014) em um estudo na Plataforma Continental de Icapuí realizou um comparativo entre duas formas determinativas de teor de matéria orgânica em sedimentos, a de calcinação e a titulação, comparando a eficiência e constatando a precisão de cada, é fica nítido nos resultados do estudo a eficiência do método por titulação.

Os procedimentos metodológicos da titulação através de reagentes químicos, consiste na oxidação da matéria orgânica presente em 1 grama de sedimento em forma bruta, seco e macerado) sendo inserido em um erlenmeyer de 500 ml, que recebe 10ml de dicromato de potássio (com auxílio de uma bureta graduada), a posteriormente sofre um ataque direto de 20 ml ácido sulfúrico concentrado. Sendo esse caracterizado com um reagente catalizador (para auxiliar o experimento é utilizada uma pipeta graduada de 20 ml). O procedimento é realizado numa capela com um exaustor acoplado para que ocorra a liberação dos gases da reação. A reação é agitada cuidadosamente, evitando que o sedimento se prenda nas paredes da vidraria e é deixada em repouso por 30 minutos na capela.

Após esse tempo retira-se da capela e adicionam-se 200 ml de água destilada, logo depois se acrescenta 10 ml de ácido fosfórico (com auxílio de uma pipeta graduada de 10 ml, esse procedimento é realizado novamente na capela e depois retirado), adicionasse oito gotas de Difenilamina a 1% e titula-se com ácido ferroso amoniacal (com auxílio de uma proveta graduada) onde a reação é agitada cuidadosamente até que passe da coloração azul escuro para verde claro.

O mesmo procedimento é realizado para a obtenção do padrão (branco), onde após este procedimento os valores são dispostos na seguinte fórmula, achando-se o fator:

$$f = \frac{\text{meqK}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{\text{meqsulfatoferrosoamoniacal}} = 10 \times 1/V_1 \times 0,5$$

Onde: V1: volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação.

Para amostras com alto teor de matéria orgânica (usualmente identificadas pela coloração escura), pesar menor quantidade de solo, tendo o cuidado de moê-las.

Onde: V2: volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da amostra;

p: peso da amostra.

$$\text{Fórmula: } \%C = (10 - V_2 \times f \times 0,5) \times 0,4/p$$

$$\% \text{ M.O.} = \% C \times 1,725 C$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Possíveis locais de interesse de praia e plataforma da CNC

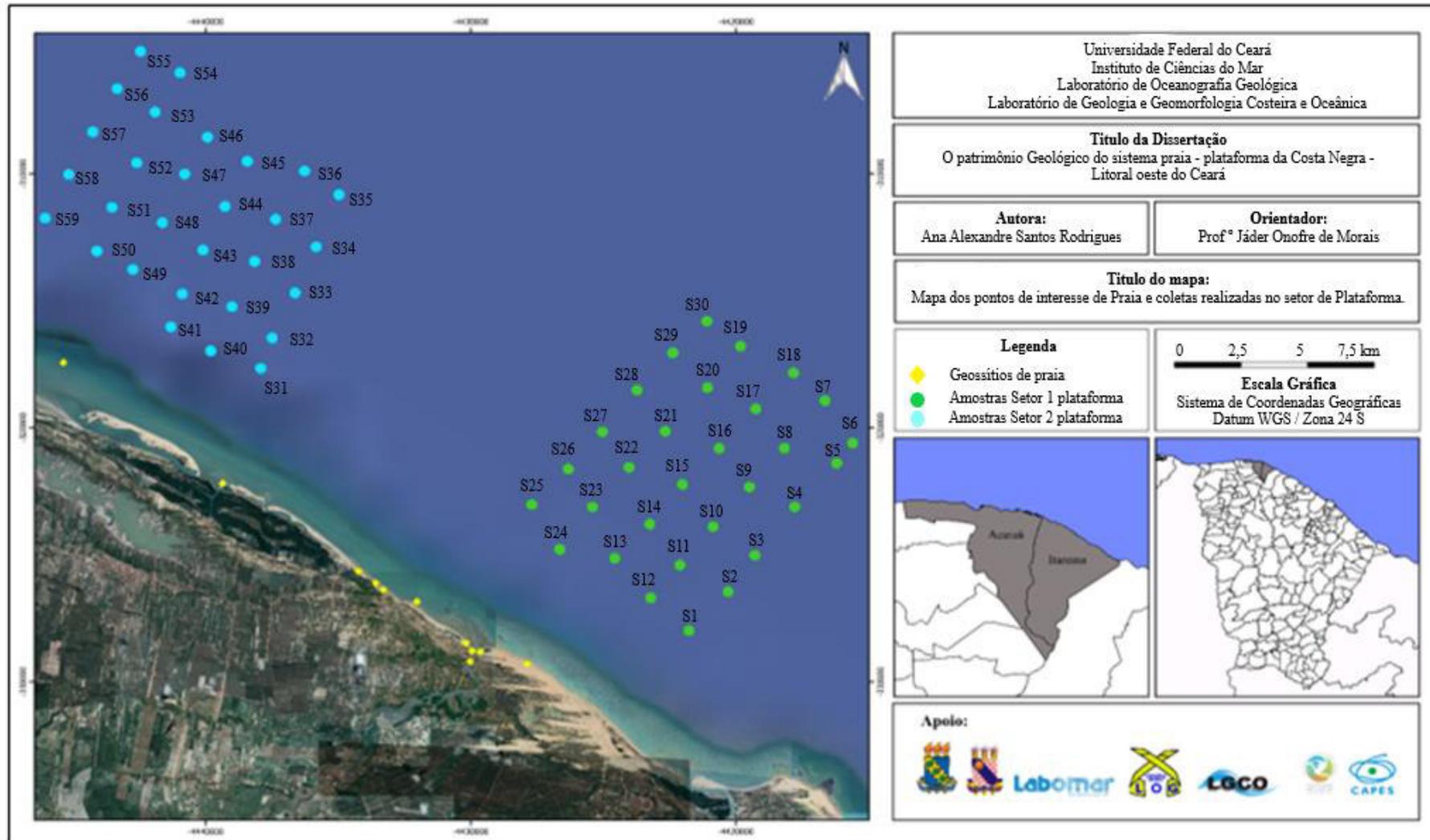
A saída de campo na porção praial ocorreu no ano de 2017, e teve como objetivo principal de elencar os possíveis locais de interesse (elementos da geodiversidade) do sistema praial, entre os municípios de Itarema e Acaraú. Essa saída de campo foi acompanhada pela ficha de inventário dos possíveis locais de interesse, um GPS e registros fotográficos das feições (geoformas). Essas ferramentas foram essenciais para caracterizar a diversidade abiótica da região, ressaltando os possíveis locais de interesse dos elementos da Geodiversidade.

A zona submersa a plataforma continental foi dividida em dois setores: 1 (rio Aracatimirim) e 2 (Ponta de Itapajé), a fim de interpretar a geodiversidade morfológica e sedimentar da PCCNC, onde também ocorreram duas saídas de campo. A primeira em fevereiro de 2017 para realizar a coleta sedimentológica da área de frente ao setor de praia, para posteriormente os sedimentos serem analisados em laboratório, foram coletas 59 amostras na plataforma, realizados seguindo dois *transectos* pré-estabelecidos em gabinete.

No segundo campo, realizado em março de 2018, foram coletados os dados batimétricos da área de estudo, seguindo o mesmo *transecto* realizado nas coletas sedimentares, para posteriormente tratar esses dados em laboratório, identificando a morfologia de fundo da geodiversidade submersa da PCCNC.

A seguir é disponibilizado um mapa (Figura 6) dos pontos dos elementos de interesse da geodiversidade, que correspondem aos setores de praia com 31 pontos, que serão analisados e elevados a categoria de geossítios, assim como os 59 pontos de coletas sedimentares e os *transectos* batimétrico realizados nos setores de plataforma, a fim valorar esses locais conferindo suas potencialidades científica-educativa, econômica e ambiental.

Figura 6 - Mapa dos pontos de interesse de Praia e coletas realizadas no setor de Plataforma.



Fonte: Rodrigues (2020).

5.1.1 Setor de praia: inventário do Patrimônio Geológico e valorações

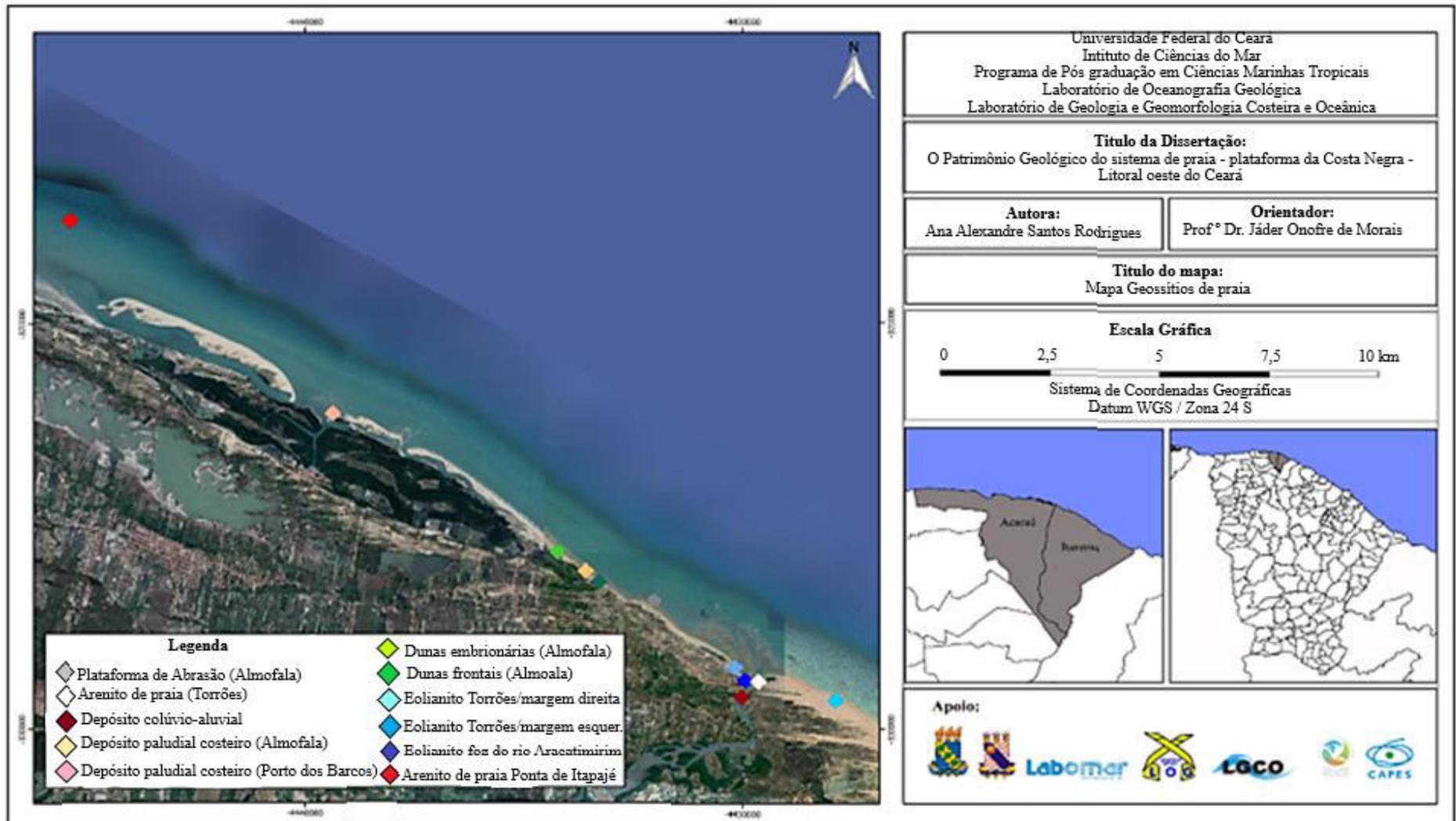
Posteriormente, os locais de interesse foram elencados a categoria de geossítios, agregando a aquela região um conjunto de geossítios, cada um contendo sua particularidade, sendo assim condicionados à categoria de Patrimônio Geológico costeiro.

Logo após os geossítios são contemplados pela avaliação preliminar, configurando a localização geográfica, categoria temática e tipologia de cada geossítio. Entretanto vale ressaltar que nessa fase as paisagens são enquadradas de acordo com a categoria temática de cada geossítio, como por exemplo, os Geossítios Arenitos de praia, que são representados por duas geoformas similares, mas que, entretanto, apresentam particularidades.

Logo após eles foram enfatizados quanto as valorações de cada geossítio, de acordo com as valorações dispostas na metodologia adaptada de Abreu Neto (2017) que são: Científica-educativa, econômica e ambiental.

Os elementos elevados a categoria de Geossítios de praia foram 11 de um total de 31. Como pode ser observado no mapa abaixo (Figura 7). Após o mapa, são expostas as avaliações preliminares de cada geossítio de praia.

Figura 7 - Mapa Geossítios de praia.



Fonte: Rodrigues (2020).

5.1.1.1 Geossítios praias e sua contemplação pela Avaliação preliminar

A primeira observação a ser destacada nos resultados referente a ficha avaliativa dos locais de interesse que foi utilizada em campo para a inventariação dos possíveis geossítios a serem contemplados, é a avaliação preliminar. Que se configura a partir da disponibilidade de dados tais como: localização geográfica, categoria temática e tipologia de cada geossítio. Conjunto de dados estes que estão dispostos abaixo, acompanhados de registros fotográficos (Figuras 8 a 18) e divididos pelas categorias temáticas.

Geossítios Arenitos de praia

Figura 8 - Avaliação preliminar Geossítio Arenito de praia Ponta do Itapajé.

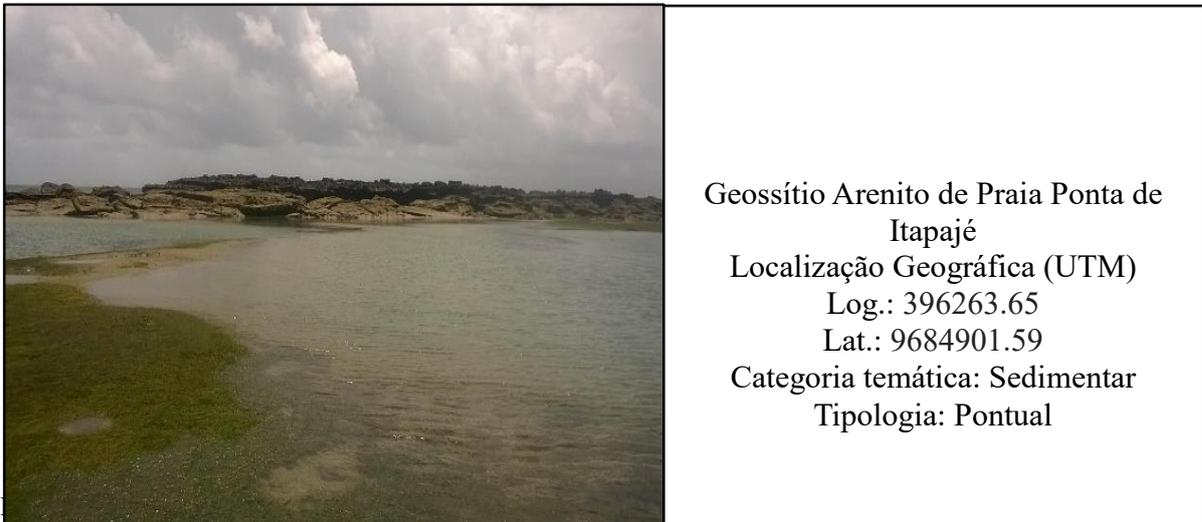
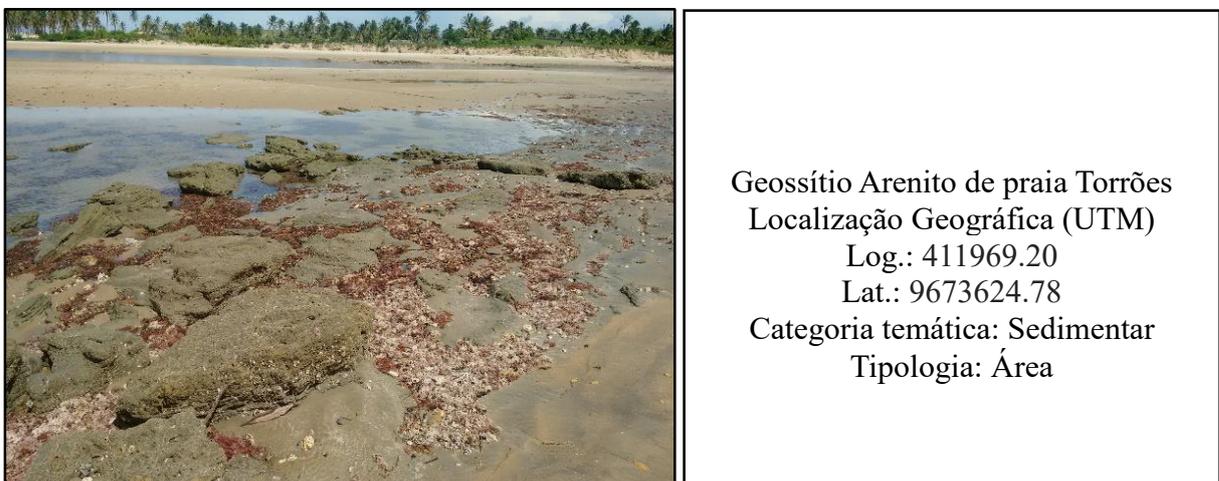


Figura 9 - Avaliação preliminar Geossítio Arenito de praia de Torrões.



Geossítio Plataforma de abrasão

Figura 10 - Avaliação preliminar Geossítio Plataforma de abrasão de Almofala.



Geossítio Arenito de praia (Almofala)
Localização Geográfica (UTM)
Log.: 409581.94
Lat.: 9675575.18
Categoria temática: Sedimentar
Tipologia: Pontual

Fonte: Projeto Pronex.

Figura 11 - Avaliação Preliminar Geossítio Plataforma de Abrasão do rio Aracatimirim.



Geossítio Plataforma de Abrasão
Localização Geográfica (UTM)
Log.: 411589.12
Lat.: 9673249.39
Categoria temática: Sedimentar
Tipologia: Área

Fonte: Projeto Pronex.

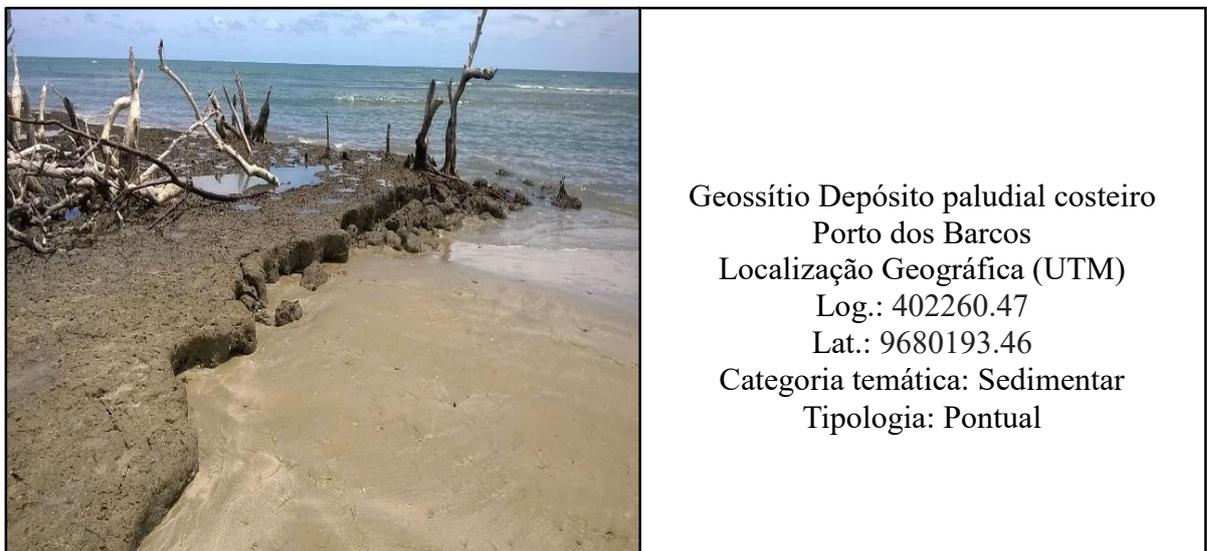
Geossítios Depósitos paludiais costeiro

Figura 12 - Avaliação preliminar Geossítio Depósito paludial costeiro de Almofala.



Fonte: Projeto Pronex.

Figura 13 - Avaliação preliminar Geossítio Depósito paludial costeiro do Porto dos Barcos.



Fonte: Projeto Pronex.

Geossítios Dunas e Eolianitos

Figura 14 - Avaliação preliminar Geossítio Dunas embrionárias de Almofala.



Geossítio Dunas embrionárias Almofala
Localização Geográfica (UTM)
Log.: 407384.10
Lat.: 9676774.65
Categoria temática: Eólica
Tipologia: Área

Fonte: Projeto Pronex.

Figura 15 - Avaliação preliminar Geossítio Dunas frontais de Almofala.



Geossítio Dunas frontais
Localização Geográfica (UTM)
Log.: 408325.21
Lat.: 9676030.01
Categoria temática: Eólica
Tipologia: Área

Fonte: Projeto Pronex.

Figura 16 - Avaliação preliminar Geossítio Eolianito de Torrões (margem direita do rio).



Geossítio Eolianitos Torrões
Localização Geográfica (UTM)
Log.: 413733.36
Lat.: 9673160.13
Categoria temática: Eólica/Sedimentar
Tipologia: Área.

Fonte: Projeto Pronex.

Figura 17 - Avaliação preliminar Geossítio Eolianito Torrões (margem esquerda do rio).



Geossítio Eolianito Torrões
Localização Geográfica (UTM)
Log.: 411438.23
Lat.: 9673972.85
Categoria temática: Eólica/Sedimentar
Tipologia: Área

Fonte: Projeto Pronex.

Figura 18 - Avaliação preliminar Geossítio Eolianito foz do rio.



Fonte: Projeto Pronex.

5.1.2 Valorações: científica-educativa, econômica e ambiental dos geossítios de praias

Geossítios Arenitos de praia

No que confere a valoração científica-educativa dos geossítios arenitos de praia, alguns autores ressaltam essas estruturas em trabalhos, como Suguio (2010) que menciona com caráter mais global sobre estas feições, afirmando que há inúmeros afloramentos de rochas de praia (areníticas e conglomerados), que ocorrem paralelamente ao litoral, sendo recorrentes nas costas nordeste e leste do Brasil. Enquanto Morais (2000), em escala local, afirma que os *beachrocks* (arenitos de praia) geralmente são encontrados em embocaduras de rios ou em locais onde ocorreram erosão pretérita.

Morais (1980) destaca os dois tipos de arenitos de praia recorrentes no litoral Cearense, os arenitos de embocadura, que são de origem fluviomarinha, cimentados por precipitações de carbonato de cálcio, provocada pela diferença de saturação das águas doce e salgada, de composição areno-argilosa, com sedimentação advinda da mistura entre conglomerados e fragmentos carbonáticos de moluscos. São feições bem estratificadas, com mergulho suave para o mar.

Mabesoone (1964) denomina os arenitos de praia como sendo recifes, e os define os como sendo calcarenosos, cuja sua constituição é entre 20 a 80% de grãos de quartzo, e o restante é proveniente de fragmentos carbonáticos, originário de carapaças carbonáticas de animais e algas principalmente do gênero *Halimeda*, é que suas estratificações são do tipo horizontal, com disposição paralela à linha de costa atual.

Morais (1968) atribui a essas feições a calcificação a partir da precipitação por calcita microcristalina, criptocristalina ou espática. Estando geralmente associados a um nível de lençol freático, sendo datadas principalmente do tempo recente, e que se encontram associadas a praias do tipo arenosas.

Irionet *al.* (2012), afirmam que a formação de arenito de praia (*beachrocks*) da ponta de Jericoacoara ocorreu no estirâncio superior, a partir do processo da infiltração da água do mar que posteriormente foi evaporada pelas condicionantes climáticas locais. Esses arenitos são feições ocorrentes em diferentes locais do litoral cearense, mas que podem ser condicionados com a mesma gênese formativa.

Meireles (2012) estabelece que os arenitos de praia sejam feições geomorfológicas originadas e influenciadas diretamente de diferentes níveis do mar durante o quaternário, podendo ser paleoindicadores de eventos de flutuações do nível do mar. Quando afloraram em zona de intermaré, paralelos a praia, são considerados protetores naturais contra a erosão.

Em relação a valoração econômica, nessas feições são denominadas como não atribuídas, alertando para a necessidade de proteção desses geossítios, em relação aos componentes que possam deteriorar os mesmos. Pois essas geoformas estão muitas vezes sujeitas ao regime de maré, sendo retrabalhadas constantemente por essa condicionante degradadora da planície litorânea.

A valoração ambiental, é atribuída a essa feição a partir da prestação de serviços que esse ecossistema fornece a biodiversidade local, enquanto substrato abiótico, seja para animais bentônicos, e/ou plantas marinhas, a exemplo das algas. Muitos organismos vivem de forma direta ou indireta nesses ecossistemas, utilizando-os como áreas de reprodução, alimentação e refúgio, pois esse ambiente é propício para o estabelecimento dessas relações.

Geossítio Plataforma de abrasão

A valoração científica-educativa do geossítio plataforma de abrasão é caracterizada por Suguio (1992) como sendo um plano de abrasão marinha modificado pelo processo erosivo das ondas, com inclinação suave em direção ao mar, tendo início no pé de uma falésia.

A nível de estudos sobre essas estruturas no território cearense, Meireles e Raventos (2002) afirma que as plataformas de abrasão recorrentes na planície de Jericoacoara apresentam níveis erosivos maiores, se levados em consideração à maré máxima atual, onde a partir disso essas estruturas são atribuídas como indicadoras de um nível médio do mar, de aproximadamente seis metros acima do atual.

Em relação a valoração econômica, essa feição é denominada atribuída, levando em consideração o paisagismo e representatividade cultural da geoforma na região, estando voltados ao turismo, agregando assim um potencial econômico aquele território, entretanto é válido salientar que essa estrutura só pode ser vista em maré baixa.

A valoração ambiental, é atribuída a essa feição a partir da prestação de serviços que esse ecossistema fornece ao ecossistema biótico local, enquanto substrato abiótico, servindo de substrato para animais. Muitos organismos vivem de forma direta ou indireta nesses

ecossistemas, utilizando-os como áreas de reprodução, alimentação e refúgio, pois esse ambiente é propício para esses tipos de relações.

Geossítios Depósitos paludiais costeiro

Em relação a valoração científica-educativa dos depósitos Suguio (1992), define que os depósitos paludiais são recorrentes em água doce ou salobras, em ambientes de topografia baixa e irregular, presentes nos ambientes litorâneos, rios ou lagos. São depósitos compostos predominantemente por lamas e matéria orgânica.

Meireles e Raventos (2002), atribui que o nível do mar na região de Jericoacoara esteve há 1,55m abaixo do nível atual, onde se originou condições geoambientais para o desenvolvimento do ecossistema manguezal, que após sofrerem afogamento causados por níveis eustáticos, são caracterizados como antigos depósitos de mangue, chamados informalmente de paleomangues, localizados em zonas *intertidais*.

Esses depósitos recorrentes no litoral cearense, são compostos principalmente por sedimentos síltico-argilosos, ricos em restos de vegetais conservados advindos da vegetação de mangue e fragmentos de conchas proveniente do ambiente marinho, dos quais foram recobertos por antigos bancos de areia ao longo da zona de estirâncio, ou até mesmo pelas dunas, durante uma fase regressiva (MEIRELES E RAVENTOS, 2002).

Aguiar et al., (2015), em estudos de análise multitemporal(1958-2004) na linha de costa em Itarema, verificou que no ano de 1958 a praia de Almofala era constituída por uma barra paralela a linha de costa no sentido Noroeste. Sofrendo variações morfológicas entre os anos de 1988 e 2004, decorrente de uma fusão entre o cordão arenoso e a praia, ocorrido pelo processo de migração da barra, fechando o antigo canal de maré. E que somente em 2007, a barra abriu devido a possíveis alterações no regime da praial, aflorando no local um paleomangue.

Em relação a valoração econômica, essas feições são denominadas atribuídas, se levadas em consideração o paisagismo na região, estando voltados ao turismo, agregando assim um potencial econômico aquele território. Entretanto é valido salientar que os mesmos só podem ser vistos em maré baixa, apresentando uma particularidade a mais no deposito paludial que só pode ser observado no primeiro semestre do ano, quando o balanço sedimentar da área é negativo, observado empiricamente. Mas é importante frisar sobre a necessidade de proteção desse geossítios, em relação aos componentes que possam deteriorar os mesmos, pois tratam-

se de geoformas frágeis.

A valoração ambiental, é atribuída a essa feição a partir da prestação de serviços que esse ecossistema fornece ao ecossistema biótico local, enquanto substrato abiótico, nos depósitos paludiais, servindo de substrato para animais como crustáceos, ou tipo de microorganismos. Muitos organismos vivem de forma direta ou indireta nesses ecossistemas, utilizando-os como áreas de reprodução, alimentação e refúgio, pois esse ambiente é propício para esses tipos de relações, que são testemunhos potenciais de processos ocorrentes nas planícies costeiras.

Geossítios Dunas e Eolianitos

A valoração científica-educativa das dunas, podem ser relacionadas a estudos voltados à geomorfologia costeira cearense. Meireles (2012) dispõe de uma série de critérios que determinam a geração em detrimento da tipologia das dunas recorrentes em nosso litoral, a partir de indicadores como a atividade eólica, tipos e processos associados a constituição dessas dunas, a localização geográfica, a cobertura vegetal, a pedogênese, a sedimentologia, e o processo dinâmico, seja quaternário ou atual.

Os impactos relacionados a erosão costeira decorrentes das marés meteorológicas podem ser identificados pela presença ou ausência de dunas embrionárias. Sendo que essas formações são recém-desenvolvidas, através do processo de deposição de areia em meio a obstáculos, sendo estes normalmente da vegetação pioneira (HESP, 2000).

Hesp (1988), considera que os sistemas de dunas frontais, possuem vários estágios de preservação relacionados diretamente as gêneses morfológicas, seja elas de predominância deposicional e/ou erosiva.

As dunas frontais são ecossistemas costeiros considerados como de terceira geração, sendo caracterizadas como do tipo móveis, entretanto transversais a direção do vento, com localização logo após a faixa de praia, podendo estar desprovidas de cobertura vegetal. Entretanto quando ocorrem na zona de berma são recobertas por gramíneas e salsa de praia, e sem dinâmica pedológica e formação atual, com sedimentação mal selecionada e movimentação sobre a zona de berma (MEIRELES, 2012).

Segundo Maia et al., (1997), as feições denominadas eolianitos que afloram no litoral cearense de duas formas na faixa de praia, ou continente adentro, estando sobre o campo

de dunas frontais. Como pode ser observada na área de estudos da referida pesquisa.

De acordo com Carvalho *et al.*, (2009), os eolianitos são feições compostas por sedimentos provenientes de antigas dunas eólicas, que passaram por processos de cimentação carbonática em seus grãos constituintes, areias quartzosas e grande quantidade de carbonato originário de organismos (carbonato biogênico). Esses depósitos são encontrados em zonas costeiras, onde os mesmos possibilitam a interpretação das condições paleoambientais do local que estão estabelecidos, ou seja, imprime o regime dos ventos no momento da sua formação.

Meireles (2012) classifica os eolianitos como dunas de 1º geração, sendo paralela a direção dos ventos e cimentadas por carbonato de cálcio. São feições interiores e afastadas das áreas fontes, estando relacionadas ainda a variações de níveis eustáticos, com vegetação característica de porte arbustivo ou arbóreo. Sua cobertura pedogenética é desenvolvida em solos quartzarênicos com matéria orgânica evidente, areias mediamente selecionadas e revestidas com óxido de ferro, matéria orgânica e minerais pesados. O autor considera ainda que essas feições são paleoindicadoras de mudanças climáticas e flutuações do nível do mar, atualmente a pedogênese ainda se encontra em evolução.

Essas feições são conhecidas pelos nativos da região de Itarema e Acaraú (os índios Tremembés) como cascudos, onde além de apresentam uma representatividade científica, representam também um cunho cultural através das nomenclaturas a localidades da região, como por exemplo Torrões.

Nessas feições foi possível serem observados ainda icnofósseis, representados pelas rizoconcreções, que são resultantes da precipitação de carbonato de cálcio, oriundo de fragmentos de conchas que se encontram misturados a areia, sendo diluídos pela percolação da água, que nos campos dunares ao entrarem em contato com a vegetação antes de sua consolidação. A vegetação que colonizava essas dunas se degenera à medida que ocorre a cimentação dos sedimentos por carbonato de cálcio (COSTA, 2009).

Em relação a valoração econômica, essas feições são denominadas atribuídas, se levadas em consideração o paisagismo da região, principalmente dos eolianitos, estando voltados ao turismo, agregando assim um potencial econômico aquele território. Mas é importante frisar a necessidade de proteção desses geossítios, em relação aos componentes que possam deteriorar os mesmos, pois tratam-se de geoformas frágeis.

A valoração ambiental, é atribuída a essa feição a partir da prestação de serviços que esse ecossistema fornece ao ecossistema abiótico local, enquanto proteção contra aos

processos erosivos do litoral, isso se a feições forem protetoras de primeira linha no litoral, estabelecendo o fluxo de balanço sedimentar praial.

5.2 Setores de plataforma: inventário do Patrimônio Geológico e valorações

Os dados brutos levantados durante as etapas de campo foram levados para laboratório, interpolados e analisados. Sendo, portanto, destacando a morfologia das duas áreas e a caracterização das coletas sedimentares realizadas nas mesmas, adquirindo-se assim, os locais de interesse da plataforma a serem elencados a categoria de geossítios. Agregando aquela região geossítios morfosedimentares de plataforma, contendo particularidades enquanto formas de fundo e sedimentologia presente nos dois setores, sendo condicionados à categoria de Patrimônio Geológico da PCCNC.

Logo após o levantamento dos dados, os geossítios foram contemplados pela Avaliação Preliminar, configurando a localização geográfica; Categoria Temática e Tipologia de cada geossítio. Vale ressaltar que os elementos elevados a categoria de geossítios de plataforma são duas feições recorrentes nos dois setores (rio Aracatimirim, no setor 1 e Ponta de Itapagé, no setor 2), das quais são as dunas submersas e cânions submersos. Ambas observadas nos Modelos Digitais de Terreno (MDTs), discutidos mais à frente junto com a avaliação preliminar.

Logo após eles serão enfatizadas as valorações de cada geossítio, de acordo com as valorações dispostas na metodologia adaptada de Abreu Neto (2017) que são: Científica-educativa, econômica e ambiental.

5.3 Avaliação preliminar (Morfologia de fundo e Sedimentação da plataforma)

As feições de fundo encontradas no assoalho oceânico, compõem a geodiversidade de plataforma, entre elas podem ser citadas:

- Dunas Submersas: que são pacotes sedimentares condicionados pela variação das correntes submersas.

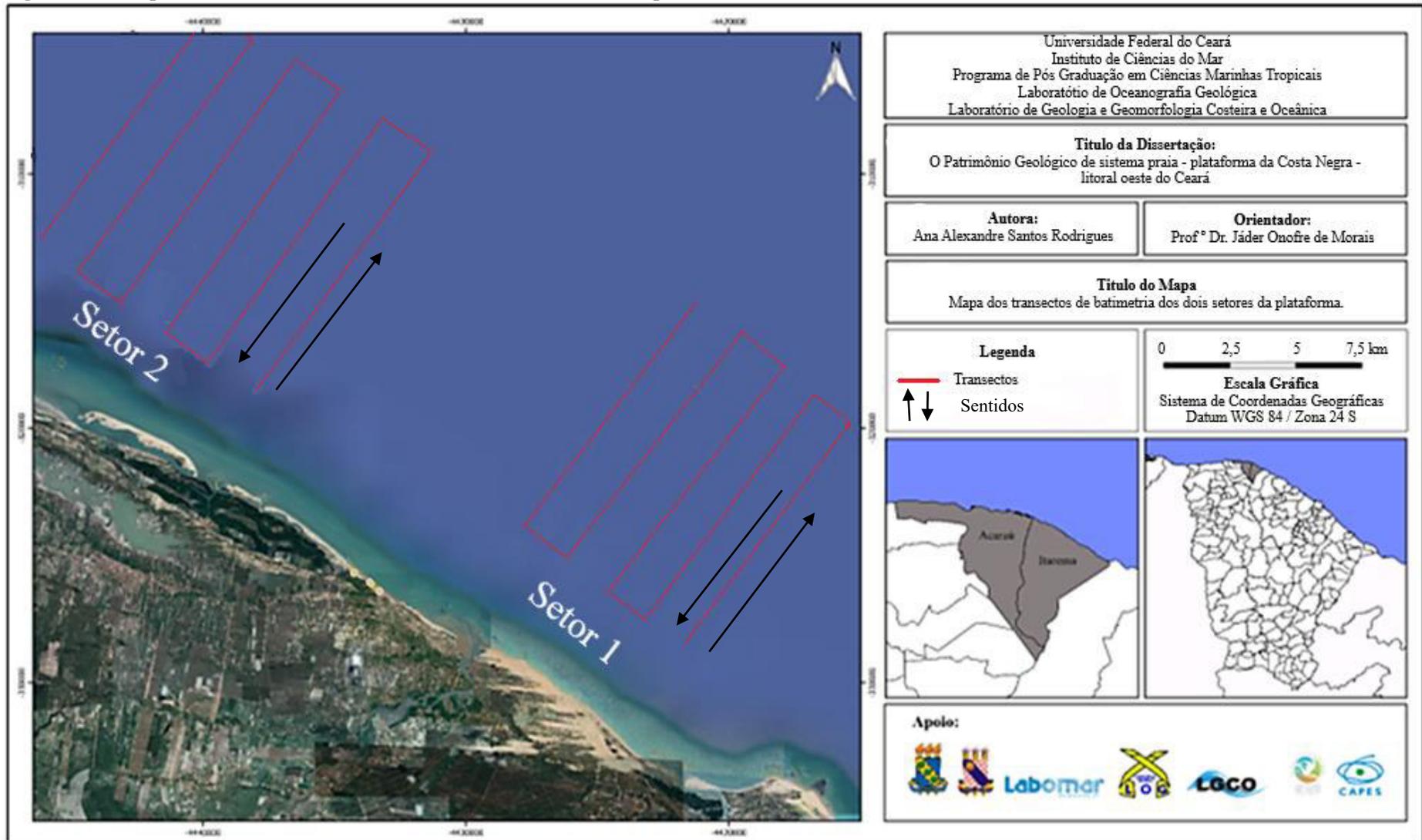
- Paleocanais: Representam as flutuações de nível do mar ocorridas no litoral. Shepard e Dill (1966) diferenciam essas feições em oito formas de acordo com a sua origem: *Submarine Canyons, Fan Valleys, Shelf Channels, Glacial Troughs, Delt-front Troughs, Slope Gullies, Vallleys Resembling e Deep-sea Channels*. Os autores afirmam ainda que a erosão e

transporte de sedimentos ocorridos, associados a correntes de turbidez são responsáveis pela gênese dessas feições, em um intervalo longo de tempo.

Os dados de levantamento da geodiversidade da PCCNC₇ foram coletados a partir de *transectos* pré-estabelecidos em laboratório, em duas malhas batimétricas (figura 19). A primeira foi denominada em setor 1 disposto defronte ao rio Aracatimirim, e a segunda de setor 2, Ponta de Itapajé, disposto em frente ao complexo lagunar estuarino Porto dos Barcos.

A primeira malha contém quatro *transectos*, enquanto a segunda malha dispõe de cinco. Ambas as malhas possuem espaçamentos de aproximadamente 500 metros horizontalmente entre cada *transecto*. A partir das proximidades do litoral em direção ao mar, dista-se a aproximadamente entre 10 a 15 quilômetros de distância (isóbata de 10). Vale ressaltar que a coleta referente a esses dados de geodiversidade da PCCNC foram realizados a fim de caracterizar e valorar o Patrimônio Geológico desse sistema plataformal.

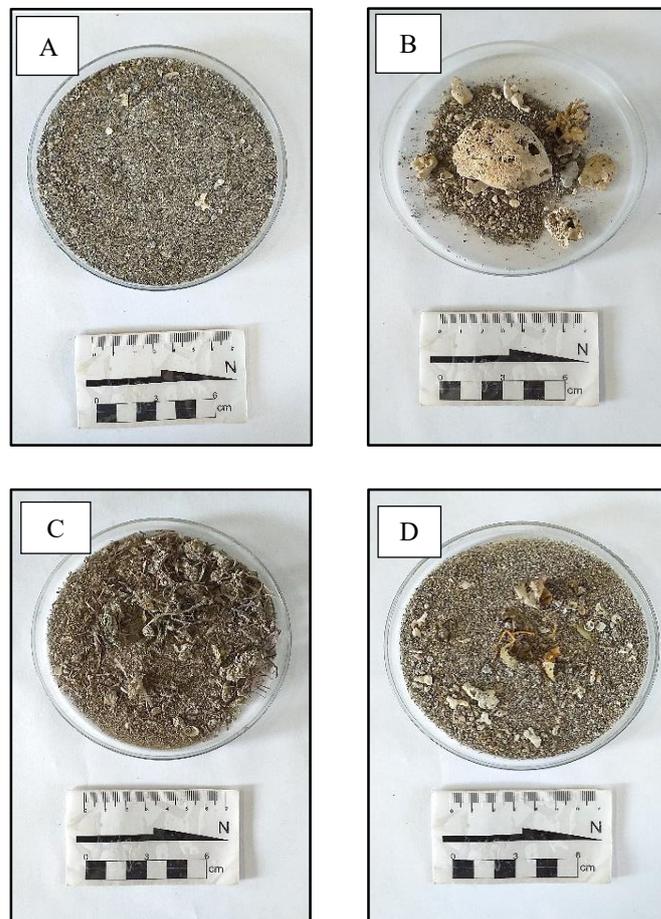
Figura 19 - Mapa dos *transectos* de batimetria dos dois setores da plataforma.



Fonte: Rodrigues (2020).

Os sedimentos (Figura 20) coletados na PCCNC foram classificados como: litoclástico, sedimentos de características arenosas (sílica+quartzo), rodolito, provenientes de precipitações de carbonatos de cálcio (esqueleto de algas+bentônica), angiospermas marinhas (algas e capins marinhos), e a mistura dos três materiais. Algumas amostras foram submetidas primeiramente a análise macroscópica, da qual consiste em analisar os sedimentos a olho nu, para detectar o tipo de sedimentos e predominância em cada coleta realizada na plataforma. Foram constados os seguintes padrões de predominância referente ao material encontrado nas amostras, retratados no mapa (figura 21).

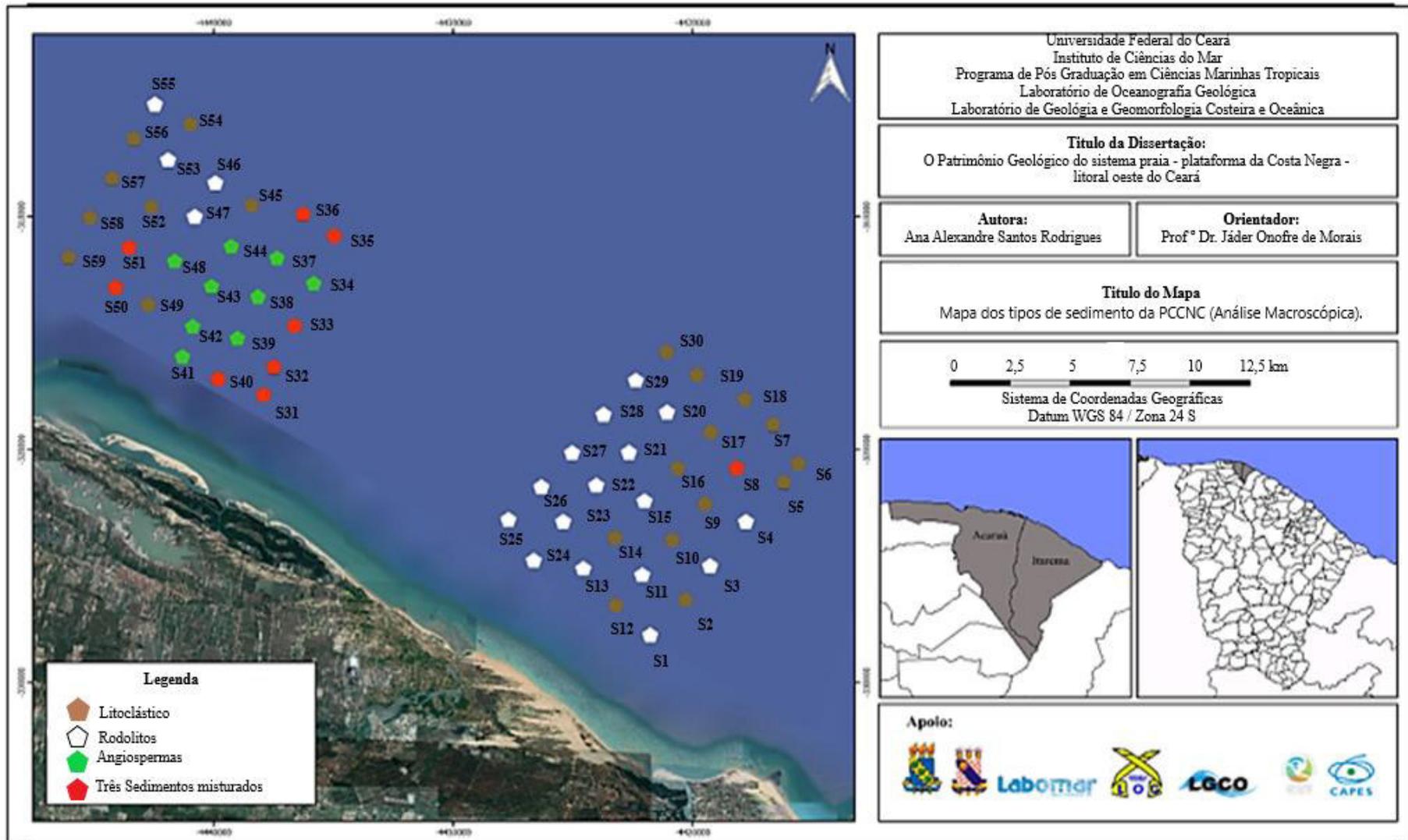
Figura 20 - Análise macroscópica do tipo de materiais coletados na PCCNC.



Amostras sedimentares: A) Litoclástica (S30); B) Rodolito (S59); C) Angiospermas Marinha (S34); e D) os três sedimentos (S8).

Fonte: Projeto Pronex.

Figura 21 - Mapa dos tipos de sedimento da PCCNC (Análise Macroscópica).



Fonte: Rodrigues (2020).

5.3.1 Morfologia de fundo

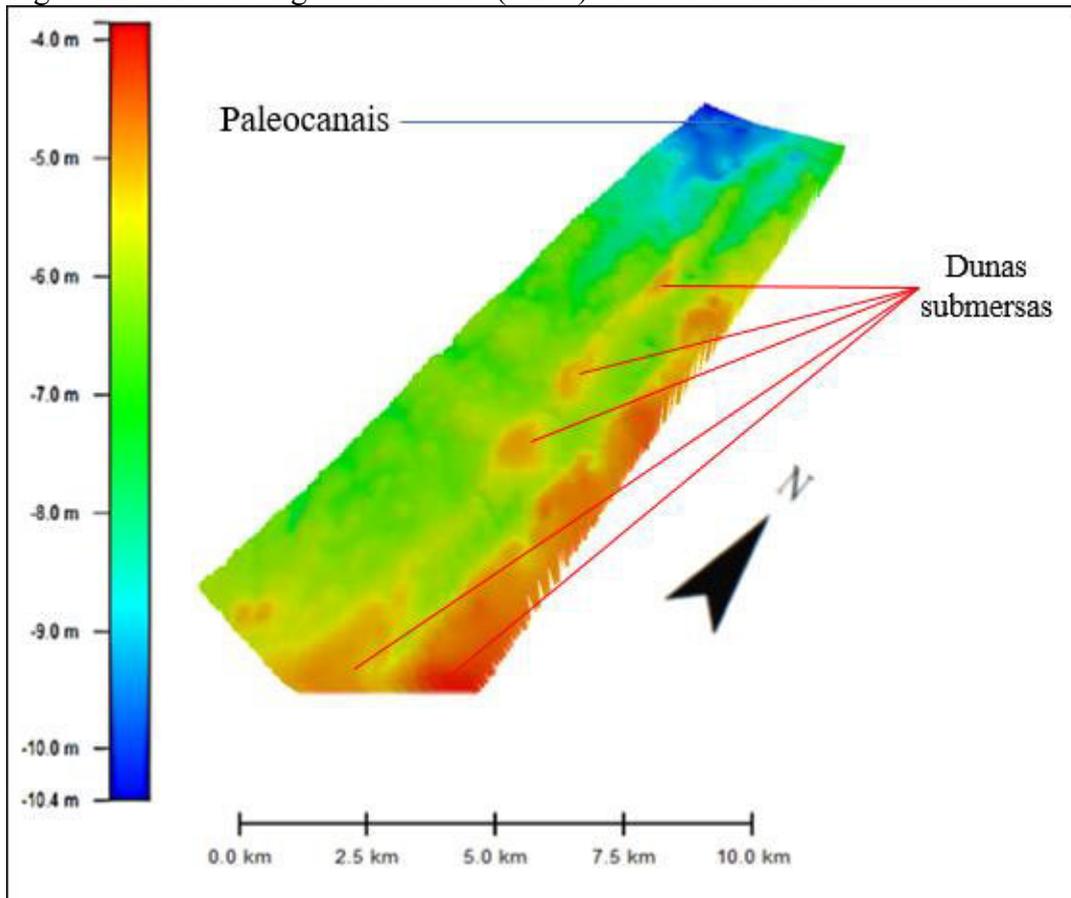
A partir da interpolação dos dados de batimetria dos dois setores (rio Aracatimirim e Ponta de Itapajé) no *software Global Mapper 8*, foi possível gerar dois Modelos Digitais do Terreno (MDTs). É válido salientar que em virtude da morfologia de fundo encontrada nos dois setores ser rasa, foi necessário o acréscimo no exagero vertical de 100 metros na profundidade em relação a realidade a ser retratada pelo *software*, para assim serem gerados os modelos e, conseqüentemente, a interpretação das feições de fundo encontradas nas duas áreas.

Na figura 22, o MDT representado é o do setor 1 (rio Aracatimirim). Essa região apresentou-se como tendo uma declividade rasa, com profundidades entre 4 a 10m aproximadamente. Foi possível observar duas feições de fundo expressivas nesse setor, as dunas submersas e paleocanais.

As dunas submersas são aglomerados de areia condicionados pela hidrodinâmica do fundo. Na área, as dunas que foram encontradas contem 1 m de altura, em relação a cota batimétrica onde estão condicionadas (entre 4 a 7 m de profundidade). Sendo detectadas e três feições dunares na parte central do MDT, e também no setor que compreende a porção leste, sudeste e sul do MDT da plataforma continental interna rasa.

Os Paleocanais são feições indicadoras de flutuações do nível do mar. Essas feições são encontradas no setor 1, localizados no extremo norte do MDT da plataforma continental interna rasa, distam-se do litoral entre as profundidades entre 8 e 10 m. É importante ressaltar a continuidade dos paleocanais presentes de acordo com a topografia da plataforma, são representados pelas cores do gradiente azul claro (partes mais rasas) ao azul escuro (parte mais fundados canais).

Figura 22 - Modelo digital do terreno (MDT) do setor 1 - rio Aracatimirim.



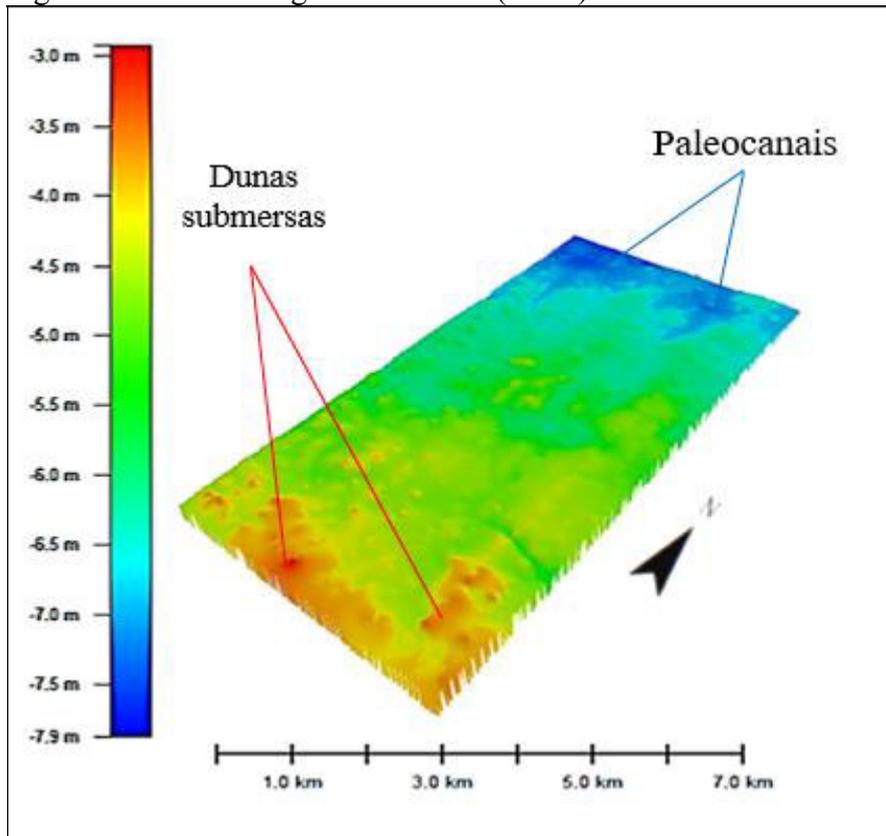
Fonte: Rodrigues (2020).

Na figura 23, o MDT representado é o do setor 2 (Ponta de Itapajé). Essa região apresentou-se com uma declividade rasa, com profundidades entre 3 a 8 m aproximadamente. As feições observadas no setor 1, também foram encontradas nesse setor, dunas submersas e paleocanais.

Na área, as dunas que foram encontradas contem 1,5 m de altura, em relação a cota batimétrica onde estão condicionadas (entre 4 a 5 m de profundidade). Essas feições estão localizadas na parte mais próximas do litoral, porção sul do MDT.

Os paleocanais nesse setor, distam-se do litoral, entre as profundidades de 6 e 8 m, começando do meio em direção ao norte do MDT. É importante ressaltar a continuidade dos paleocanais, onde de acordo com a topografia da plataforma continental interna rasa, e representado pelas cores do gradiente azul claro (partes mais rasas) ao azul escuro (parte mais funda dos canais).

Figura 23 - Modelo digital do terreno (MDT) do setor 2 – Ponta de Itapajé.



Fonte: Rodrigues (2020).

5.3.2 Sedimentação da plataforma

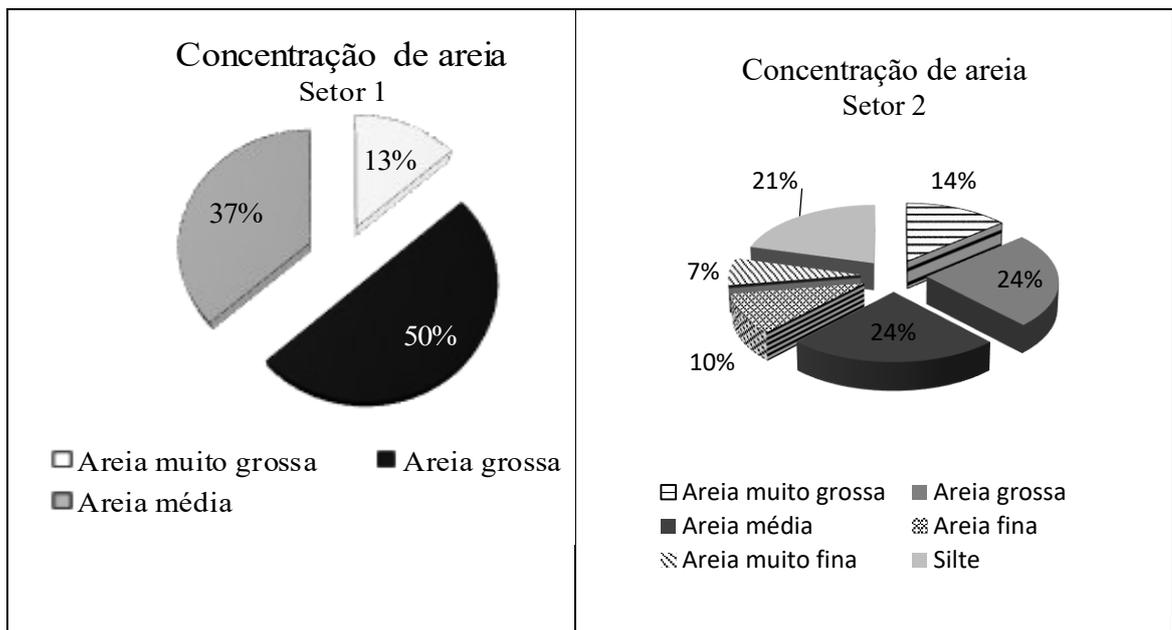
Classificação dos sedimentos pela média granulométrica

As análises granulométricas da PCCNC apontaram a predominância apenas três frações granulométricas das seguintes frações no setor 1: areia grossa (50%), areia média (37%) e areia muito grossa (13%), caracterizando assim, uma predominância sedimentar em frações mais grosseiras. Não foi identificada a fração lama (silte+ argila) nas amostras coletadas nesse setor, que por ventura, se encontra em frente ao rio Aracatimirim. Logo pode ser destacada a possível influência do estuário em relação ao fornecimento de sedimentos grosseiros para a plataforma continental interna, atestando que essa porção do ambiente pode ser regida pela forte condicionante hidrodinâmica existente entre o desaguar do estuário e a condicionante maré.

Enquanto no setor 2, frente ao sistema estuarino-lagunar do Porto dos Barcos, a granulometria apresentou-se diversificada e dividida em seis frações, sendo elas: areia grossa e média (24%) em ambas, silte (21%), areia muito grossa (14%), areia fina (10%), areia muito fina (7%). Ficando clara a interação da hidrodinâmica entre o mar (ambiente de alta

hidrodinâmica) e o complexo estuarino-lagunar (ambiente de baixa hidrodinâmica). Assim como o sistema resultante do processo de “espigão hidráulico” ocorrente na desembocadura de rios, que caracteriza o surgimento de barras arenosas. Feições essas recorrentes nesse ambiente do nosso litoral, que são dinâmicos na face frente ao mar, e de calmaria na retaguarda pela interação com algum corpo hídrico. Logo esses três sistemas são responsáveis pela diversidade sedimentar nessa área.

Gráfico 2 - Discriminação do diâmetro médio do grão nos setores 1 e 2 da PCCNC.

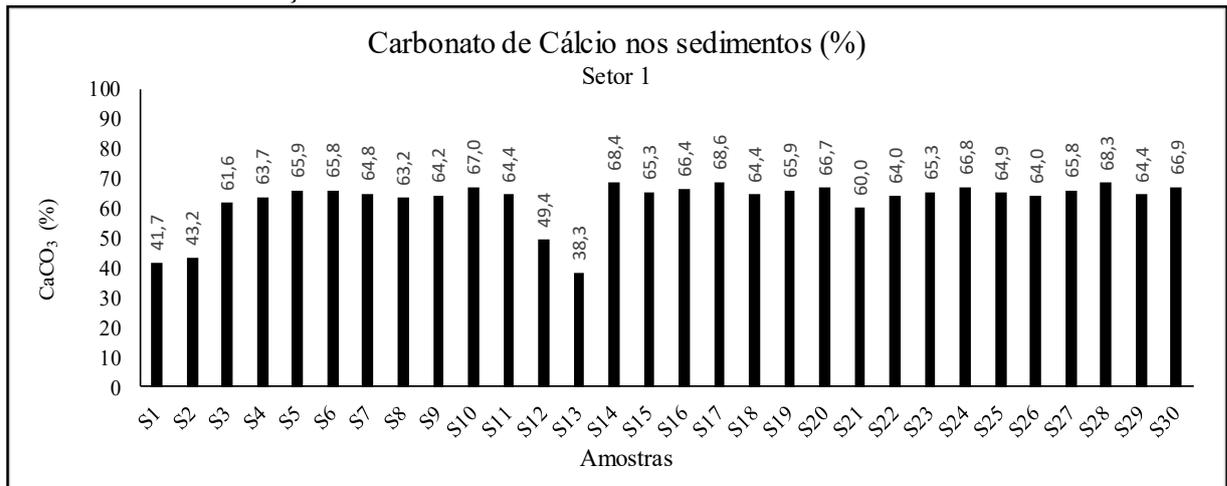


Fonte: Rodrigues (2020).

Teor de Carbonato de Cálcio (CaCO₃) e Classificação dos sedimentos

Setor 1 (Rio Aracatimirim)

O setor 1 da amostragem da PCCNC apresentou os seguintes teores de Carbonato de Cálcio: a maioria das amostragens (87%) obtiveram teores acima de 60 e 70%, atestando a predominância da componente Bioclástica no processo de sedimentação da plataforma continental interna desse setor, podendo ser ressaltado como característico do elevado potencial do banco de depósitos de algas calcárias presente na região. Cerca de 13% das amostras apresentaram teores de carbonato de cálcio entre 38 e 50%, caracterizando a predominância da componente Litoclástica nessas amostras (gráfico 3).

Gráfico 3 - Concentração dos teores de CaCO_3 nos sedimentos do setor 1 da PCCNC.

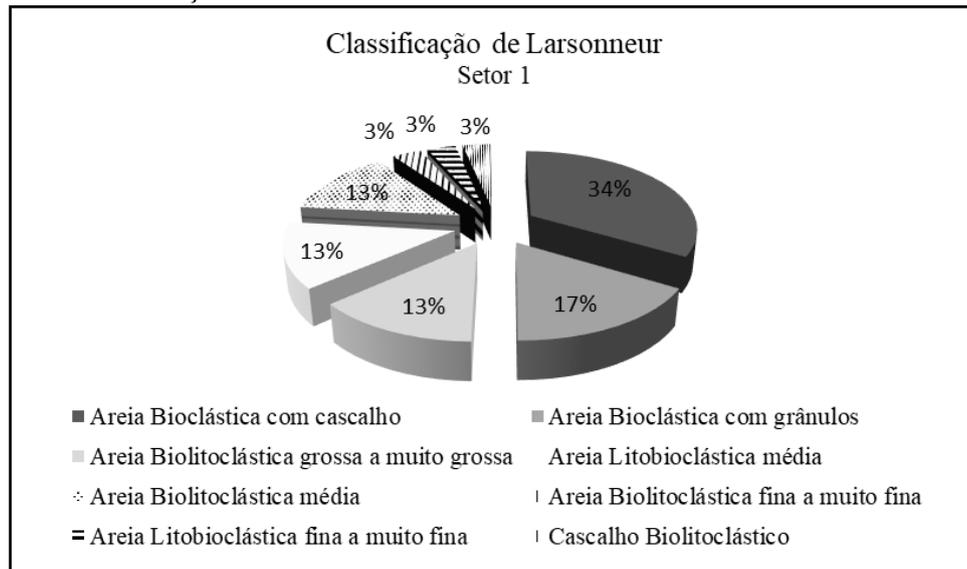
Fonte: Rodrigues (2020).

De acordo com a classificação de Larssonneur (1977) modificada por Dias (1996), a predominância sedimentar do setor 1 é de material de origem Bioclástica, conforme explícito nas classificações do sedimento amostrados da plataforma. Sedimentos estes resultantes da deposição de fragmentos de algas calcárias dos gêneros *Lithothamnium* e *Halimeda*, recorrentes nesse trecho do litoral. Conforme Moraes (1998) e material proveniente de carapaças de animais presente na plataforma.

Os sedimentos da PCCNC são quantificados na seguinte configuração de acordo com a metodologia: Areia Bioclástica com Cascalho (AB2a) presente em 34%, Areia Bioclástica com Grânulos (AB2b) em 17%, Areia Biolitolástica Grossa a Muito Grossa (AB1c), Areia Biolitolástica Média (AB1d) e Areia Litobioclástica Média (AL2d) com 13%, respectivamente, Areia Litobioclástica Fina a Muito Fina (AL2e), Areia Biolitolástica Fina a Muito Fina (AB1e) e Cascalho Biolitolástico (CB2b) todos com 3%.

Abaixo é representado em gráfico (gráfico 4) a classificação de Larssonneur (1977), modificada por Dias (1996), para sedimentos de áreas tropicais.

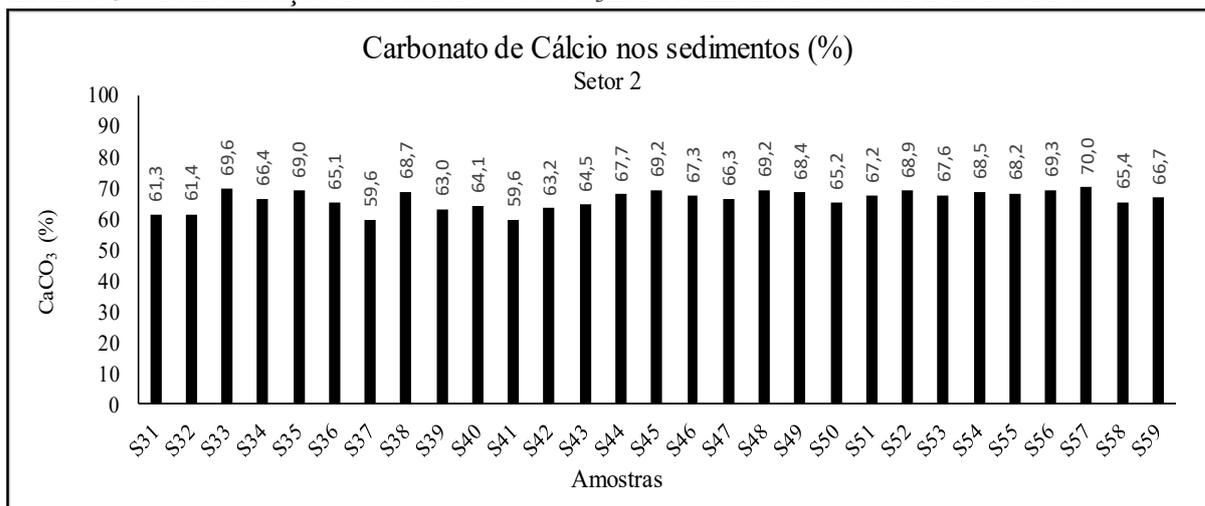
Gráfico 4 - Classificação dos sedimentos no setor 1 da PCCNC.



Fonte: Rodrigues (2020).

Setor 2 (Ponta de Itapagé)

No setor 2, os teores de Carbonato de Cálcio se concentraram entre as porcentagens de 59% a 70%, atestando a predominância da componente Bioclástica na sedimentação da PCCNC, os teores podem ser identificados no gráfico 5.

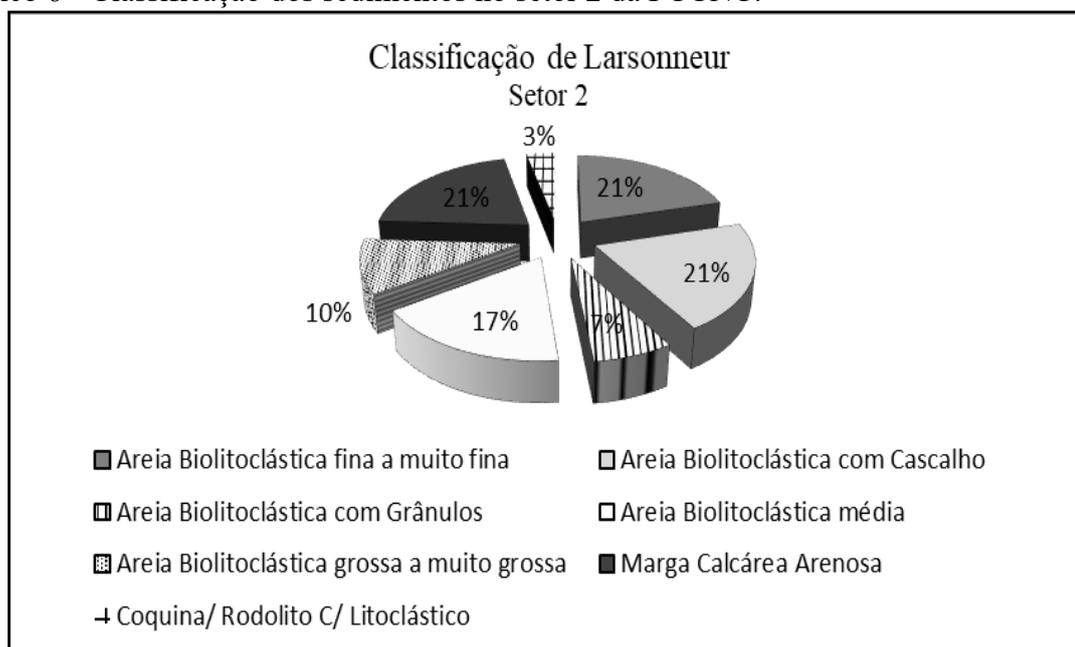
Gráfico 5 - Concentração dos teores de CaCO_3 nos sedimentos do setor 2 da PCCNC.

Fonte: Rodrigues (2020).

Nesse setor também ocorre a sedimentação de origem biológica, que por sua vez é influenciada por bancos de algas calcárias, já mencionadas anteriormente.

As sedimentações desse setor da PCCNC são quantificadas de acordo com a metodologia modificada por Dias (1996) de Larssonneur (1987) com a predominância de três frações: Marga Calcárea Arenosa (LB1b), Areia Biolitooclástica Fina a muito Fina (AB1e) e Areia Biolitooclástica com Cascalho (AB1a), todas com 21% de registros. Seguidos por 17% de Areia Biolitooclástica Média (AB1d), Areia Biolitooclástica Grossa a muito Grossa (AB1c), Areia Biolitooclástica com Grânulos (AB1b), e Coquina/Rodolito c/Litoclástico (CB2a). As distribuições dessas amostras sedimentares estão dispostas no gráfico 6.

Gráfico 6 - Classificação dos sedimentos no setor 2 da PCCNC.



Fonte: Rodrigues (2020).

Teor de Matéria Orgânica (M. O.) nos sedimentos

De acordo com Munoz (1976) a matéria orgânica ocorrente na plataforma continental procede de diversas fontes, entre elas estão: os detritos em suspensão carregados pelos rios, células provenientes de fitoplâncton, esqueletos de animais marinhos e quaisquer resíduos orgânicos decorrentes da atividade humana, lançados no mar. A maior parte deste material se decompõe durante a sua sedimentação e quando depositado no fundo, serve de alimento para animais bentônicos e bactérias.

Degenset *al.*, (1967) dispõe que em geral a matéria orgânica contida nos sedimentos marinhos recentes aparece em pequenas proporções, pois o carbono orgânico contido varia de 0,1 a 3%, exceto em condições especiais, ou melhor quando há presença de sedimentos mais

finos (argilas), que faz esse valor ultrapassar os 3%, sendo considerado um padrão auto.

Para Sverdrup *et al.*, (1962) (Apud Munoz, 1976), a quantidade de matéria orgânica presente nos sedimentos depende de dois fatores principais: a deposição ligado diretamente à produção biológica, sendo limitado pelas condições oceanográficas do meio; e a destruição, que depende do teor de oxigênio, correntes de fundo, quantidade e natureza do material inorgânico.

Oliveira (1976), em estudos sobre o teor de matéria orgânica na Plataforma Continental do Estado do Ceará, mostra que os teores de matéria orgânica da plataforma aumentam conforme a profundidade, e que os baixos teores encontrados nas zonas mais rasas, decorrem da proximidade da zona de arrebentação. Afirma também que o teor de matéria orgânica aumenta de acordo com o diâmetro médio do grão dos sedimentos, onde a fração argila é mais rica em matéria orgânica do que a fração arenosa.

Logo, para facilitar a compreensão dos dados de matéria orgânica abaixo é disponibilizada tabelas (1 e 2) com os dados da profundidade das coletas sedimentares realizadas nos dois setores da PCCNC.

Tabela 1 - Relação coleta sedimentar X profundidade do setor 1 (rio Aracatimirim) da PCCNC.

Extremidades		Profundidade (m)		Profundidade (m)		Profundidade (m)		Profundidade (m)		Profundidade (m)
Costa	S1	6,5	S12	6,8	S13	7	S24	6,4	S25	6,9
	S2	8,5	S11	7,9	S14	7,4	S23	7,3	S26	6,4
	S3	8,5	S10	7,9	S15	7,4	S22	7	S27	7,5
	S4	7,9	S9	7,7	S16	7	S21	7,6	S28	7,3
	S5	9,7	S8	8,9	S17	8,7	S20	9	S29	8,9
Plataforma	S6	10,1	S7	9,4	S18	9,7	S19	11	S30	10

Fonte: Rodrigues (2020).

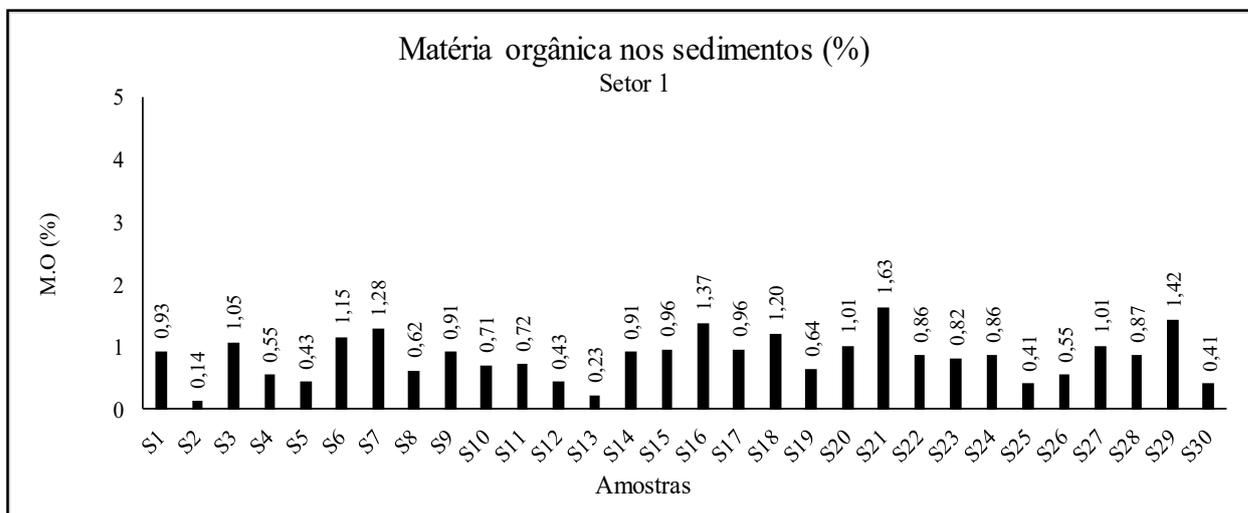
Tabela 2 - Relação coleta sedimentar X profundidade do setor 2 (Ponta de Itapagé) da PCCNC.

Extremidades		Profundidade (m)										
Costa	S31	4,6	S40	4,6	S41	3,7	S49	5,2	S50	6,9	S59	2,7
	S32	5,5	S39	5	S42	4,7	S48	5,3	S51	6,4	S58	4,9
	S33	5,8	S38	5,9	S43	5,7	S47	5,6	S52	7,5	S57	5,7
	S34	6,5	S37	6,5	S44	5,8	S46	6,5	S53	7,3	S56	6,4
Plataforma	S35	7	S36	6,8	S45	6,1			S54	8,9	S55	7,2

Fonte: Rodrigues (2020).

No setor 1, os teores de matéria orgânica se concentraram entre as porcentagens de 0,14% a 1,63%, caracterizando um teor baixo, como pode ser observado no gráfico 7.

Gráfico 7 - Concentração dos teores de M. O. nos sedimentos do setor 1 da PCCNC.



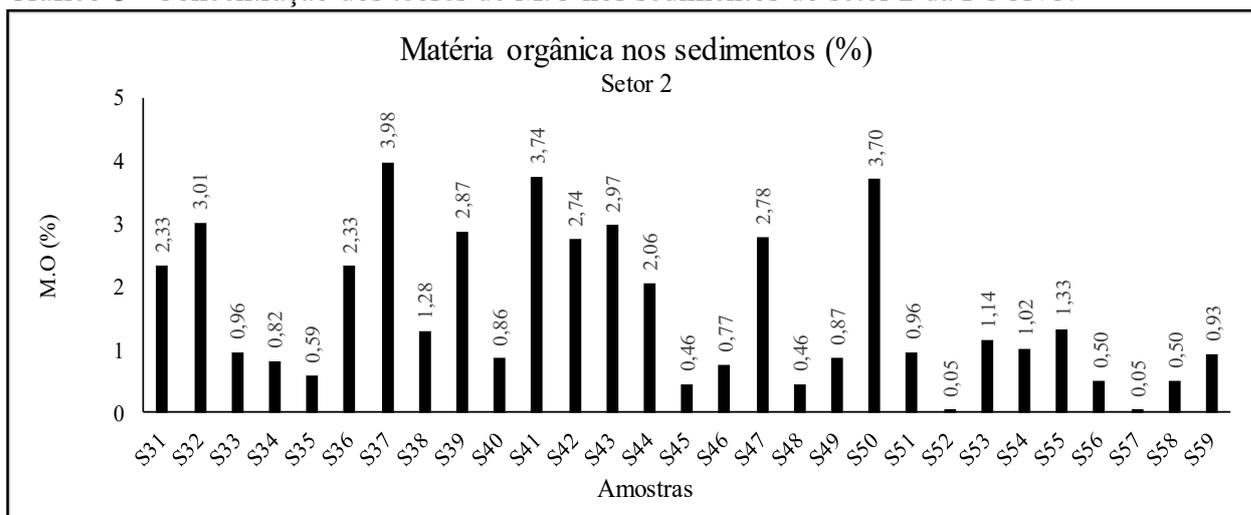
Fonte: Rodrigues (2020).

O diâmetro médio dos grãos, que apresentam sedimentos de tendência arenosa, ou seja, de tamanho e predominância dos grãos da área, como já mencionado nos resultados tem relação direta com a disponibilidade de matéria orgânica no setor 1 da plataforma.

Em relação a profundidade das coletas realizadas nesse setor da plataforma, as amostras localizadas mais próximo à linha de costa (S1, S12, S13, S24 e S25) demonstraram em seus teores de matéria orgânica, um padrão baixo, provavelmente devido a influência proximal com a zona de arrebanção da área, e a influência do potencial do rio, assim como nas regiões das extremidades coletadas dos *transectos* (mar adentro) (S6, S7, S18, S19 e S30). Todas as coletas ficaram abaixo de 1,63%, sendo considerado m teor baixo de matéria orgânica.

Enquanto no que se refere ao setor 2, os teores de matéria orgânica se concentraram entre as porcentagens de 0,05% a 3,98% (gráfico 8), caracterizando um padrão de tendência baixa, entretanto com picos de aumento em algumas coletas do setor, que estão relacionados diretamente ao diâmetro médio dos grãos, visto que nesse setor três fações correspondendo a 38% com sedimentação fina (silte (21%), areia fina (10%) e areia muito fina (7%)).

Gráfico 8 - Concentração dos teores de M.O nos sedimentos do setor 2 da PCCNC.



Fonte: Rodrigues (2020).

Na primeira seção (S31 a S35) os teores se apresentaram baixos, com exceção do ponto (S32) com 3,01%, provavelmente devido ao seu diâmetro médio do grão (silte). Na segunda seção, (S36 a S40) as amostras revelaram o mesmo resultado de baixos teores de matéria orgânica, com uma exceção da amostra S36 com 3,98% cuja granulometria foi classificada em areia fina, é com localização em área de maior profundidade.

A terceira seção (S41 a S45) estabeleceu um padrão de decaimento nos teores de matéria orgânica, seguindo o afastamento da linha de costa. Entretanto, ocorreu um pico na amostra S41 com 3,74%, caracterizada por granulometria fina fornecido pela interação com o ambiente estuarino. Na quarta (S46 a S49) os teores foram considerados baixos.

Na quinta seção (S50 a S54) a amostra S50 representou um padrão com o teor alto de matéria orgânica próximo à linha de costa, sendo verificado uma tendência de decaimento conforme o afastamento do litoral. Esse fato, provavelmente, encontra-se associado ao diâmetro médio dos grãos, que variam de areia muito fina (S50), areia fina (S51), areia grossa (S52), areia muito grossa (S53) a areia grossa (S54). E por fim, a sexta seção (S55 a S59) os teores apresentaram um padrão baixo de matéria orgânica, abaixo de 1,3%.

5.4 Valorações: científica-educativa, econômica e ambiental dos geossítios de plataforma

Em relação a valoração científica da plataforma continental interna rasa pode considerar a morfologia e sedimentação da mesma, tanto em aspectos abióticos e bióticos. De acordo com Morais *et al.*, (2019) a plataforma Cearense, mais precisamente nas províncias fisiográficas de Coreaú, Mundaú e Jaguaribe, são caracterizadas por dunas submersas, ondulações, recifes, rochas de praia e entalhamento de vales. Estruturas essas formadas a partir do resultado das mudanças no nível do mar (Transgressão glacial e holocênica) e processos oceanográficos como as correntes, ondas e marés, apresentando sedimentação carbonática, siliciclástica e mista.

Na área de estudos Ximenes Neto *et al.*, (2018) identificou e caracterizou os padrões morfológicos do Quaternário da costa oeste da plataforma do Cearense, principalmente nas áreas que cerne a plataforma rasa, em três regiões: o Alto de Acaraú, da qual mostrou várias formas de fundo, além de uma superfície rochosa; o piso não consolidado (substrato sedimentar), que é representado por dunas subaquáticas com materiais bioclásticos, estruturas que servem para a captura de lagostas; e o banco de Itapajé, que apresenta uma característica com grandes dunas e um naufrágio.

Em relação a valoração econômica expressa através dos geossítios de plataforma selecionados e analisados em laboratório, referindo-se as feições dunas submersas, as mesmas podem direcionar a valoração econômica a partir da possibilidade de exploração dos sedimentos, sejam de materiais siliciclásticos e ou carbonáticos, podendo atender a setores da indústria, como a construção civil e farmacológica. Entretanto é válido salientar a importância de preservação desses recursos, pois os mesmos se explorados demasiadamente podem exaurir, a exemplo das reservas francesas.

A valoração ambiental atribuída a esse ecossistema, a partir do princípio de existir um banco de capim marinho (*Seagrass*) que serve de alimentação tartarugas do gênero *Cheloniomydas* (tartarugas verdes), que ocorrem na costa cearense, como apurado a partir de conversas com o projeto Tamar.

6 CONCLUSÃO

Como resultados principais dessa dissertação:

- A metodologia consistiu como sendo satisfatória para a avaliação dos geossítios de praia e plataforma, dispendo destacar áreas de interesse elencando os possíveis geossítios de praia e plataforma, a serem classificados como Patrimônio Geológico Costeiro. E, conseqüentemente, as valorações que esses ecossistemas podem prestar como serviços, a partir das vertentes valorativas científica-educativa, econômica e ambiental, de praia e plataforma continental;
- O agregamento de métodos específicos para a análise do Patrimônio Geológico de plataforma são necessários, principalmente, para retratar uma aproximação da realidade da morfologia e sedimentologia de fundo do nosso litoral. Para com isso serem também identificadas áreas de prioritárias a exploração e/ou conservação, seja no ambiente praiado ou de plataforma;
- A partir do inventário do Patrimônio Geológico de praia e plataforma, onde foram destacadas as geoformas (feições) que apresentam um maior destaque nos setores da área de estudo, foi possível direcioná-las as valorações que cada área dispõe para o ecossistema;
- As valorações científica-educativa elucidou trabalhos renomados dos ambientes de praia e plataforma do litoral do Ceará, assim como literaturas específicas de âmbito internacional. Em relação a contribuição dos serviços que estes geossítios podem fornecer a zona costeira, no setor de praia são voltados ao turismo. Entretanto é importante frisar que são necessárias medidas e estudos que direcionem melhor a relação da sociedade com esses ambientes. Ressaltando, ainda, a possibilidade de capacitação e criação de roteiros de conhecimento do Patrimônio Geológico dessas regiões. Enquanto no ambiente de plataforma essa valoração é através do estudo e divulgação dessas áreas fontes passivas de exploração de recursos minerais marinhos em nosso estado. Entretanto, o conservar também é importante nesse ambiente, ainda pouco conhecido em relação a sua bio e geodiversidade;
- A valoração ambiental surge através desses ambientes, partindo das relações que os mesmos fornecem, sejam enquanto indicadores de variação do nível do mar, retratando uma história da terra em sua formação, ou estando relacionados a prestação de serviços, enquanto o substrato abiótico fornecedor de serviços ao ecossistema biótico local, pois muitos organismos vivem de forma direta ou indireta nesses ecossistemas, utilizando-os como áreas de reprodução, alimentação e refúgio, estabelecendo relações.

REFERÊNCIAS

- ABREU NETO, J. C.de. Geodiversidade da plataforma continental de Icapuí, Ceará: **uma proposta de identificação de áreas chave em ambientes Marinhos**. Tese de Doutorado. Programa de pós-graduação em geologia. Universidade Federal do Ceará. 2017.
- AGUIAR, P. F; EL ROBRINI, M.; FREIRE, G. S. S; GUERREIRO, J.S. Compartimentação morfológica de uma planície costeira dominada por mesomaré em Almofala – Ceará. **Novos Cadernos NAEA**. v. 18, n. 3, p. 223 – 250, set. / dez. 2015.
- BARROS, E. L. Caracterização faciológica da plataforma continental interna de Icapuí, Ceará. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Ceará. Instituto de Ciências do Mar. Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2014.
- BASTOS. I. P. BACIA DO CEARÁ: Sumário Geológico e Setores em Oferta. Superintendência de Definição de Blocos – SDB. 2017.
- BIZZI, L. A; GONÇALVES, J. H; VIDOTTI, R. M; SCHOBENHAUS, C; Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. CPRM, Brasília, 2003.
- BORGES. A. D. Diagnostico da Geodiversidade da ilha de Cortijuba: contribuições para a análise e implementação de infraestrutura e geoturismo. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento local na Amazônia. 2014.
- BRILHA, J. **Património Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica**. Braga: PalimageEditores, 2005.
- BRILHA, J.. Inventory and Quantitative Assessment of Geosite and Geodiversity Sites: a Review. **Geoheritage**. Page 1, 2015.
- BROOKS, A.J.; KENYON, N.H.; LESLIE, A.; LONG, D.; GORDON, J.E. Characterizing Scotland’s marine environment to define search locations for new Marine Protected Areas. Part 2: The identification of key geodiversity areas in Scottish waters (interim report July 2011). Scottish Natural Heritage Commissioned Report, n. 430, 2012. Disponível em: <<http://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/16861>>. Acesso em: 30 abr. 2019.
- BUREK, C.V.; ELLIS, N.V.; EVANS, D.H.; HART, M.B.; LARWOOD, J.G. Marine geoconservation in the United Kingdom. Proc. Geol. Assoc., 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.pgeola.2012.10.003>>. Acesso em: 27 out. 2019.

CAÑADAS, E. S.; FLAÑO, P. R. Geodiversidad: Concepto, evaluación y aplicación territorial. El caso de Tierras de Caracena (Soria). **Boletín de la A.G.E.** n 45, p. 79-98, 2007.

CARCAVILLA, L.; DURÁN, J. J.; LOPEZ-MARTÍNEZ, J.. Geodiversidade: concepto y relación con el patrimonio geológico. Geo-Temas. VII Congreso Geológico de España. Las Palmas de Gran Canaria. v. 10, p. 1299-1303, 2008.

CARVALHO, Alexandre Medeiros de. et.al. **Eolianitos de Flecheiras/Mundaú, Costa Noroeste do Estado do Ceará, Brasil**. Registro ímpar de um Paleo-sistema eólico costeiro. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil (SIGEP). 2009. Disponível em: sigep.gov.br/sitio118. Acesso em: 24/07/2019.

CLAUDINO SALES, V. PEULVAST, J. P. **Evolução morfoestrutural do relevo da margem continental do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil**. Uberlândia: Caminhos da Geografia. v. 7, n. 20 Fev/2007. 21p.

CLIVAR/BRASIL, 1998.- Um Programa Nacional do Clima. [s.l:s.n]. Versão preliminar, 78p.

COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO LITORAL. Conheça nossa bacia hidrográfica. Disponível em: <www.cbhlitoral.com.br/conheca>. Acesso em: 15 out. 2019.

COSTA, M. P.; BELTRAMI, C. V.; ALVES, L. E. M. A evolução tecnosedimentar e o habitat do óleo da bacia do Ceará. Boletim técnico da PETROBRAS. 1990. p. 65 – 74.

COSTA, M. P.; BELTRAMI, C. V.; ALVES, L. E. M. A evolução tecnosedimentar e o habitat do óleo da bacia do Ceará. Boletim técnico da

Geografia, Universidade de São Paulo. Volume Especial – (2017) 104-111.

DEGENS, E. T., D. W. SPENCER & R. H. PARKER — 1967 — Paleobiochemistry of molluscan shell proteins. Comp. Biochem. Physiol., New York, 20: 2353-579.

DIAS, J. A. **A Análise Sedimentar e o Conhecimento dos Sistemas Marinhos – Uma Introdução à Oceanografia Geológica**. 2004. Universidade do Algarve – Faro. *E-Book* disponível em: http://w3.ualg.pt/~jdias/JAD/eb_Sediment.html

FRATTINI, C.T.A. & KALCKMANN, R.E. (1967) Correlação entre alguns métodos de determinação do carbono. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 2: 259-261.

GUTIÉRREZ, I. F.; MARTÍNEZ, E. F. Geosites Inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): A Tool to Introduce Geoheritage into Regional Environmental Management. *Geoheritage*. v. 2, p. 57-75, 2010.

GORDON, J. E.; BARRON, Hugh F. Geodiversidade da Escócia: desenvolvimento da base para um quadro nacional. Patrimônio Natural Escocês, p.168 (Relatório encomendado do Patrimônio Natural Escocês N° 417). 2011.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Londres: John Wiley & Sons, Ltd. 2004. 450p.

HESP P. Morphology, Dynamics and Internal stratification of some established Foredunes in Southeast Australia. **Sedimentary Geology**, v. 55, p. 17 - 41. 1988.

HESP, P. A. Coastal Sand Dunes - Form and Functions. CDVN Technical Bulletin n° 4. Palmerston North, Nova Zelândia: Rotorua, 2000, 28 p

HORN FILHO, N. O; FILHO, É. P; FERREIRA, E. Diagnóstico geológico-geomorfológico da Planície Costeira adjacente a enseada dos Currais, Santa Catarina, Brasil. Gravel. N° 2. Porto Alegre. Out/2004. p. 25-39.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Infográficos: Histórico. 2013. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 out, 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. Perfil municipal básico de Itarema. 2017. Disponível em: <www.ipece.com.br>. Acesso em: 04 dez. 2018.

IRION, G.; MORAIS, J. O.; BUNGENSTOCK, F. Holocene and Pleistocene sea-level indicators at the coast of Jericoacoara, Ceará, NE Brazil. *Quaternary Research*, v. 77, p. 251-257, 2012.

KASKELA, A.M.; KOTILAINEN, A.T.; AL-HAMDANI, Z.; LETH, J.O.; REKER, J. Seabed geomorphic features in a glaciated shelf of the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 100, p. 150-161, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272771412000212>>.

KÖPPEN, W. **Climatología: un estudio de los climas de la Tierra**. 1948. México: Fondo de Cultura Económica. 172p.

LAMAS, F.; IRIGARAY, C.; OTEO, C.; CHACON, J. (2005) Selection of the most appropriate method to determine the carbonate content for engineering purposes with particular regard to marls. *Engineer. geol.*, v. 81, p. 32-41.

LARSONNEUR C. (1977) La cartographie des dépôts meubles sur le plateau continental français: méthode mise au point et utilisée en Manche. *J. Rech. Oceanogr.* V. 2: p. 34-39.

MABESOONE, J.M. Origin and age of the sandstone reefs of Pernambuco (Northeastern Brazil). **Journal of Sedimentary Petrology**. v. 34, n 4. 1964. p. 715-726.

MAIA, L.P.; SABADIA, J.A.; FREIRE, J.S.S.; SERRA, J. 1997. Caracterização geoquímica e diagenética da cimentação carbonática dos bechrocks e eolianitos da região costeira do Ceará. Boletim XVII Simpósio de Geologia do Nordeste: 177-181.

MAIA, M. A. M. Geodiversidade das áreas adjacentes à Cadeia submarina de Vitória Trindade: construção e aplicação de um modelo de compartimentação em macroescala do assoalho oceânico. Rio de Janeiro, vxiii, 153 p., 2013.

MAIA, M.A.M.; CASTRO, J.W.; SILVA, C.R. Proposta para levantamento da geodiversidade marinha da Cadeia de montes vulcânicos de Vitória-Trindade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 46., 2012, Santos.

MARTINS, L. R.; URIEN, C.M; BUTLER, L. W. Províncias fisiográficas e sedimentos da margem continental atlântica da América do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., Belém, 1972, Anais. Belém, SGB. v. 2, p. 105 – 114.

MEDEIROS, W. D. A.; OLIVEIRA, F. F. G.. Geodiversidade, geopatrimônio e geoturismo em Currais Novos, NE do Brasil. **Mercator**. v. 10, n. 23, p. 59-69. 2011.

MEIRA, S. A. **“Pedras que cantam”**: O Patrimônio Geológico do Parque Nacional de Jericoacoara, CEARÁ, BRASIL. Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará, 2016.

MEIRA, S. A; MORAIS, J. O. Inventário e Avaliação do Patrimônio Geológico do Parque Nacional de Jericoacoara, Ceará, Brasil. *Ateliê Geográfico - Goiânia-GO*, v. 11, n. 3, dez./2017, p. 53-76.

MEIRELES, A, J A; RAVENTOS, J. S. Um modelo geomorfológico integrado para a Planície Costeira de Jericoacoara/Ceará. *Mercator - Revista de Geografia da UFC*, ano 01, número 01, 2002.

MEIRELES, A. J. A. et al. **Integração dos Indicadores Geoambientais de Flutuações do Nível Relativo do Mar e de Mudanças Climáticas no Litoral Cearense**. Fortaleza, MERCATOR- Revista de Geografia da UFC, 2005, ano 04, número 08.

MEIRELES. A. J. A. **Geomorfologia costeira**: funções ambientais e sociais. Fortaleza: Edições UFC, 2012.

MORAIS NETO, J. M; PESSOA NETO, O. C; LANA, C. C; ZALÁN, P. V. *Bacias Sedimentares Brasileiras: Bacia do Ceará*. Phoenix. 2003.

MORAIS, J. O. Aspectos da geologia ambiental costeira do município de Fortaleza (Estado do Ceará). Tese de Professor Titular – UFC, Fortaleza. p.236. 1980.

MORAIS, J. O. Contribuição ao estudo dos “Beachrocks” do Nordeste do Brasil. Laboratório de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará. **Trabalhos Oceanográficos**. v. 9, p. 79-94. 1968.

MORAIS, J. O. de, & SMITH, A. J. – Preliminary Survey on the coastal zone management in Ceará State – **Coastal Zone**, p. 26 - 33. 1984.

MORAIS, J. O. Geologia do Planejamento Ambiental. Fortaleza, Revista de Geologia, v. 9, p.191-242, 1996.

MORAIS, J. O. **Processos Interativos na Elaboração da Zona Costeira do Estado do Ceará e Impactos Associados**. 1998. 225f. Tese (Professor titular) - Departamento de Geociências, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza. 1998.

MORAIS, J. O; LIMA, L. C; SOUZA, M. J. N. *Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará*. Fortaleza. FUNECE, p. 268. 2000.

MORAIS, J. O; XIMENES NETO; A. R; PESSOA. P. R.S; PINHEIRO, L. S. Morphological and sedimentary patterns of a semi-arid shelf, Northeast Brazil. *Geo-Marine Letters*. Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature. 2019.

MORAIS, J.O; FONTELES, M.L. Fluxos interativos na elaboração da planície costeira de Itarema – Ceará. **Revista de Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v.1, n: 2. p. 63 – 68. 2000.

MORAIS, J.O; FREIRE, G. S. S. Plataforma Continental- As Unidades Geoambientais. Diagnóstico Geoambiental. In: AQUASIS. (Org.). *A Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para a gestão Integrada*. 1. ed. Fortaleza: AQUASIS, 2003, v. 1, p. 29-42.

MORAIS. J.O. FREIRE G. S. S; PINHEIRO. L.S; SOUZA. M. J. N; CARVALHO. A. M.

MT, S. R. Geodiversity of landscape Papuma Beach, Jember, East Java. *Regional Geoheritage Conference: “Exotic Past for our Future”*. The 9^o Indonesia-Malaysia. 2016.

MUNOZ, F. Estudio de los sedimentos marinos de la plataforma costera frente a las costas de Castellón. *Inv. Pesq.*, Barcelona. N° 40 (2). p. 401-453. 1976.

NASCIMENTO, M. A. L; ROCHA, A. J. D; NOLASCO. M. C. Patrimônio Geológico e

- Mineiro do Nordeste do Brasil. Boletim Paranaense de Geociências, v. 70, p. 103-119. 2013.
- NUNES, J. C.; LIMA, E. A.; MEDEIROS, S. Os açores, ilhas de geodiversidade: O contributo da ilha de Santa Maria. 1º *Atlantic Islands Neogene*, International Congress. São Miguel, Açores, p. 74-111, 2006.
- OLIVEIRA, M. A. Distribuição da matéria orgânica na plataforma continental do Ceará. Revista Arquivos de Ciências do Mar, 16 (2): 105 – 110. Dez, 1976. Fortaleza, Ceará.
- ONU. Status of the United Nations Convention on the Law of the Sea, em 16 de julho de 2008. Disponível em: < https://www.un.org/Depts/los/reference_files/status2019.pdf >. Acesso em: 10 fev. 2019.
- PAULA, L. F. S. Análise integrada de unidades de paisagem submersas na plataforma continental adjacente ao município de Itarema (Ceará, Brasil): subsídios para gestão territorial. Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará, 2014.
- PEREIRA, P. Património geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação: Aplicação ao Parque Natural de Montesinho. Tese (Doutoramento em Ciências. Área de conhecimento em Geologia). Escola de Ciências, Universidade do Minho, Portugal. 2006
- PEREIRA, R. G. F. A. Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia-Brasil). Tese (Doutoramento em Ciências. Área de conhecimento em Geologia). Escola de Ciências, Universidade do Minho, Portugal. 2010.
- PESSOA, P. R. S.; OLIVEIRA, S. H. M. Ceará. In: MUEHE, D. **Erosão e Progradação do litoral brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2006. p. 131 – 154.
- PINTO, A. M. R. T. Caracterização e valorização do património geológico da Penha (Guimarães – Norte de Portugal). 2011. Dissertação (Mestrado em Património Geológico e Geoconservação). Escola de Ciências, Departamento de Ciências da Terra, Universidade do Minho, Braga, Portugal. 2011.
- REVERTE, F. C. Avaliação da geodiversidade em São Sebastião – SP, como Patrimônio Geológico. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade de São Paulo. 2014.
- RODRIGUES, A. A. S. **Uma das praias bonitas do meu Ceará: O potencial Científico e Educativo da Geodiversidade da Planície Litorânea de Almofala, Itarema – Ceará**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia Licenciatura) Universidade

Estadual do Ceará, Fortaleza, 2017.

RODRIGUES, A. A. S.; MEIRA, S. A.; MORAIS, J. O. Geodiversidade e Geossítios da Planície Costeira de Almofala, Município de Itarema, Ceará. Revista de Geociências do Nordeste, Vol. 2, Nº 2. 2016. p. 38 – 47.

RODRIGUES, A. A. S; BEZERRA FILHO, F. A. A. MORAIS, J. O. PINHEIRO, L. S. Geodiversidade e a prática de campos (roteiros escolares) no litoral como subsídios ao ensino de geografia (física). Revista da casa da Geografia. UVA. 2019.

RODRIGUES, A. A. S; MEIRA, S. A. MORAIS, J. O. Inventário qualitativo dos geossítios costeiros da porção oeste-leste do litoral oeste do estado do Ceará. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia. Crato, Ceará. **Anais...** Crato: 2018.

RODRIGUES, A. A. S; MEIRA, S. A. MORAIS, J. O. PINHEIRO, L. S. Mapa didático-interativo: **a geodiversidade associada ao ensino de geografia física**. IN: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Fortaleza, Ceará.

SHARPLES, C. A Methodology for the Identification of Significant Landforms and Geological Sites for Geoconservation Purposes. Forestry Commission, Tasmania, 1993.

SHARPLES, C. Concepts and principles of geoconservation. Tasmanian Parks and Wildlife Service web, www.Parks.tas.gov.au/tpws.html, 2002.

SHERPARD, F. P; DILL, R. F. Submarine canyons and other sea valleys. Chicago: Rand Mc Nally. 1966.

SILVA, M. L. N.; NASCIMENTO, M. L. Os Valores da Geodiversidade de Acordo com os Serviços Ecossistêmicos Sensus Murray Gray Aplicados a Estudos In Situ na Cidade do Natal (RN). Caderno de Geografia, v.26, número especial 2, 2016.

SMITH, A. J;MORAIS, J. O. Estudos preliminares sobre a geologia ambiental costeira do estado do Ceará, Nordeste do Brasil. Arquivos de Ciências do mar, 23: 85 – 96. Fortaleza, 1984.

SOARES, R. C. **Evolução e caracterização do Banco sedimentar de Fortaleza, Ceará, Brasil**. 2012. 115 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2012.

SOUSA, D. C. e NASCIMENTO, M. A. L. Geoturismo no litoral de Icapuí/CE (NE do Brasil): uma alternativa de divulgação do patrimônio geológico. Revista de Geologia, Fortaleza-CE, v. 20, n 2, p. 279-287, 2007.

SOUZA, M. J. N. Zooneamento Geoambiental do Estado do Ceará. In: Ceará – Projeto Áridas: Grupo I – Recursos Naturais e Meio Ambiente. Fortaleza: Secretaria de Planejamento; Fundação Cearense de Meteorologia. 2: 183 – 206. 2000.

SUGUIO, K. (1973). **Introdução à sedimentologia**. Edgard Blücher Ltda. São Paulo – SP. 310p.

SUGUIO, Kenitiro. **Dicionário de geologia marinha: com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol**. São Paulo: T.A. Queiroz (Ed.), 171 p. 1992.

SUGUIO, Kenitiro. Geologia do quaternário e mudanças ambientais. [S.l: s.n.], 2010.

WALKLEY, A. & BLACK, I. (1934) A An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci., 37:29-38.

WENTWORTH, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal.

XIMENES NETO, A. R; MORAIS, J. O, PAULA. L. S. F; PINHEIRO, L. S. Transgressive deposits and morphological patterns in the equatorial Atlantic shallow shelf (Northeast Brazil). Regional Studies in Marine Science 24 (2018) 212–224.