



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

JOÃO CAPISTRANO DE ABREU NETO

**GEODIVERSIDADE DA PLATAFORMA CONTINENTAL DE ICAPUÍ, CEARÁ:
UMA PROPOSTA DE IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS CHAVE EM AMBIENTES
MARINHOS**

**FORTALEZA
2017**

JOÃO CAPISTRANO DE ABREU NETO

GEODIVERSIDADE DA PLATAFORMA CONTINENTAL DE ICAPUÍ, CEARÁ:
UMA PROPOSTA DE IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS CHAVE EM AMBIENTES
MARINHOS

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará - UFC, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Geologia. Linha de pesquisa: Geologia Marinha e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. George Satander Sá Freire

FORTALEZA
2017

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)

A145g Abreu Neto, João Capistrano de.

Geodiversidade da plataforma continental de Icapuí, Ceará: : Uma proposta de identificação de áreas chave em ambientes marinhos / João Capistrano de Abreu Neto. – 2017.

124 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Fortaleza, 2017.

Orientação: Prof. Dr. George Satander Sá Freire.

1. Geodiversidade. 2. Ambientes marinhos. 3. Plataforma continental. 4. Icapuí. I. Título.

CDD 551

JOÃO CAPISTRANO DE ABREU NETO

GEODIVERSIDADE DA PLATAFORMA CONTINENTAL DE ICAPUÍ, CEARÁ:
UMA PROPOSTA DE IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS CHAVE EM AMBIENTES
MARINHOS

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará - UFC, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Geologia. Linha de pesquisa: Geologia Marinha e Ambiental.

Aprovada em: 27 / 10 / 2017.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. George Satander Sá Freire (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Prof. Dr. Paulo Roberto Lopes Thiers
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Paulo Henrique Gomes de Oliveira Sousa
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Profa. Dra. Judária Augusta Maia
FANOR Devry

*Aos meus amores,
Marisa e Guilherme.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por mais esta conquista e por ter colocado em minha vida pessoas que, mesmo distantes, não nos abandonam e sempre nos fazem crescer pessoal e profissionalmente.

Aos meus pais José Francisco e Verônica, que serão sempre minha inspiração de vida, por acreditarem em mim, me educarem e me incentivarem a lutar pelos meus sonhos.

À minha “marida” Marisa, que sempre está ao meu lado, me incentivando e acreditando no meu potencial.

Ao meu filho Guilherme, que me trouxe tanta felicidade e mesmo sem saber me incentiva a ser uma pessoa melhor.

A minha família, por todo o apoio e incentivo e por sempre acreditarem no meu potencial.

Ao meu orientador professor George Satander pelo apoio, orientação e confiança que me deu desde que entrei no LGMA, me ensinando a ser uma pessoa mais digna e um profissional correto.

Aos professores da banca, por aceitarem participar desse momento e deixar suas contribuições para o trabalho.

A UFC (Universidade Federal do Ceará), por ter ampliado meus conhecimentos de pós-graduando, dando-me uma maior consciência social e científica.

A Capes (Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo seu incentivo a pesquisa no Ceará e pelo seu apoio financeiro que foi de fundamental importância ao progresso desta pesquisa.

Ao LGCO (Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica), onde dei meus primeiros passos no mundo pesquisa e aos meus companheiros de laboratório, que sempre estiveram ao meu lado: Judária, Mariana Navarro (Mari), Carlos (Pumba), Eduardo (Dudu), Mariana Aquino(Mari), Raquel (Quel), Gustavo, André (Dente), Jorge, Neide, Laldiane, Tatiana, Paulo Henrique (PH), Carolina, Renan, Aloísio, Davis, Sílvio, Renan Remam, Maciel, Mailton.

Ao LGMA (Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada), onde fui tão bem recebido, pelo apoio a esta pesquisa, com toda a infraestrutura de laboratório e gabinete e aos novos amigos e companheiros de pesquisa que vieram juntos nesses anos: Inácio, Isabelly, Daniel, seu Edilson, Karen, Rafael, Saulo, Geny, João Paulo, Jeziel, Jéssica, Ian, Guilherme, Laudemira, Melca, Denise Santos, Tony, Nilberto, Márcio, Ludmila, Maria Clara,, Denise Fernandes, Rose, e todos os outros.

Ao Programa de Pós-graduação em Geologia e todos os funcionários que trabalharam e trabalham no departamento de Geologia.

Por último, e não menos especiais, “amigos e colegas”: Talitha, Márcia, Débora, Camila, Mirella, Diego Sampaio, Johnjohn, Allan Spinoza, Allan Pereira, Daniel, Vanesca, Germano, Dona Juju, Ravena, Pedrinho... Obrigada por seu carinho, cuidado, apoio, companheirismo, incentivo e alegria.

E a todos que deram contribuição direta ou indireta ao meu trabalho, sozinhos não conseguimos realizar nada e, em especial, a todos os amigos que me cativaram e aprendi a admirar.

Muito Obrigado!

RESUMO

A relevância dessa pesquisa se baseia na necessidade e importância de estudos que apresentem uma maior compreensão dos ambientes geológicos submersos que deram origem à área de estudo e, devido à carência de métodos e parâmetros que caracterizem, com eficiência, a geodiversidade em ambientes marinhos, se gere subsídios que originem novas formas de se analisar os ambientes submersos costeiros de forma que a sociedade possa usufruir do patrimônio geológico como um todo e não apenas dos seus recursos minerais, visando seu valor econômico. Outro aspecto de grande acuidade nesse estudo é a possibilidade de análise e integração de dados em ambiente SIG, de informações adquiridas em levantamentos anteriores, bancos de dados e relatórios disponíveis em instituições de pesquisa e ensino, agências regulamentadoras e empresas de prospecção de óleo e gás. A aplicação dessa metodologia irá potencializar o conhecimento sobre os ambientes oceânicos e, mais especificamente, os processos geológicos formadores e modificadores do meio marinho. Desse modo, essa pesquisa servirá para orientação de futuros levantamentos e estudos voltados para a geodiversidade em áreas submersas. O intuito desta pesquisa foi propor uma metodologia de caracterização da Geodiversidade de ambientes marinhos que busque alternativas para um melhor planejamento e gerenciamento dos aspectos naturais e transformados localizados na zona costeira e marinha do município de Icapuí. Tal prática foi baseada em estudos da geodiversidade, onde se identificou além dos processos geológicos, geomorfológicos e sedimentológicos, a valorização econômica dos recursos minerais marinhos, características ambientais, sociais e culturais da área em estudo.

Palavras-chaves: Geodiversidade. Ambientes marinhos. Plataforma continental. Icapuí.

ABSTRACT

The relevance of this research is based on the need and importance of studies that present a better understanding of the submerged geological environments that gave rise to the study area and, due to the lack of methods and parameters that effectively characterize the geodiversity in marine environments, to generate subsidies That originate new ways of analyzing the submerged coastal environments so that society can enjoy the geological heritage as a whole and not only of its mineral resources aiming at its economic value. Another aspect of great importance in this study is the possibility of analysis and integration of data in a GIS environment, information acquired in previous surveys, databases and reports, found in research and teaching institutions, regulatory agencies and oil and gas prospecting companies. The application of this methodology will potentialize the knowledge about the oceanic environments and, more specifically, the geological processes that form and modify the marine environment. This way, this research will serve to guide future surveys and studies geodiversity in submerged areas. The aim of this research was to propose a methodology to characterize the geodiversity of marine environments that seeks alternatives for better planning and management of the natural and transformed aspects located in the coastal and marine zone of the municipality of Icapuí. This practice was based on studies of geodiversity, where the geological, geomorphological and sedimentary processes were identified as well as the economic valuation of the marine mineral resources, environmental, social and cultural characteristics of the studied area.

Keywords: Geodiversity. Marine environments. Continental shelf. Icapuí.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 -	Localização da área de estudo.	22
Figura 02 -	Perfil esquemático das margens continentais, mostrando as três províncias fisiográficas do tipo passiva.	30
Figura 03 -	Perfil fisiográfico da plataforma continental brasileira (modificado).	31
Figura 04 -	Fisiografia do Talude continental.	33
Figura 05 -	Ilustração dos sedimentos superficiais da plataforma continental brasileira.	37
Figura 06 -	Tipos de sedimentos encontrados nas zonas submersas oceânicas.	38
Figura 07 -	Abrangência da geodiversidade e dos valores propostos nos estudos sobre a Geodiversidade sugeridos por Gray (2004).	41
Figura 08 -	Mapa de pontos batimétricos da área de estudo	51
Figura 09 -	Localização das amostras de sedimento	59
Figura 10 -	Atividades econômicas na zona costeira e plataforma continental de Icapuí.	66
Figura 11 -	Pesca da lagosta na plataforma continental de Icapuí.	70
Figura 12 -	Geologia da Bacia Potiguar.	82
Figura 13 -	Carta estratigráfica da Bacia Potiguar.	83
Figura 14 -	Modelo digital de terreno (MDT) da plataforma continental de Icapuí.	92
Figura 15 -	Localização dos perfis batimétricos.	96
Figura 16 -	Perfis perpendiculares à linha de costa.	97
Figura 17 -	Perfis paralelos à linha de costa.	98
Figura 18 -	Feições identificáveis através de sensoriamento remoto.	101
Figura 19 -	Campo de dunas submersas e recife.	102
Figura 20 -	Zona de quebra da plataforma continental.	103
Figura 21 -	Perfil batimétrico mostrando a descontinuidade no relevo.	105

LISTA DE MAPAS

Mapa 01 -	Áreas sugeridas para exploração mineral.	
Mapa 02 -	Mapa de isolinhas da plataforma continental de Icapuí.	90
Mapa 03 -	Mapa de declividade da plataforma continental de Icapuí.	94
Mapa 04 -	Mapa de orientação da declividade da plataforma continental de Icapuí.	95
Mapa 05 -	Mapa de isóbatas com perfis batimétricos.	100
Mapa 06 -	Mapa Faciológico.	106
Mapa 07 -	Mapa com localização dos perfis geofísicos e de falhas geológicas.	108
Mapa 08 -	Delimitação das áreas chave da plataforma continental de Icapuí.	112

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Resumo dos tipos de valores e seus aspectos descritos nos estudos propostos por Gray (2004).	43
Quadro 02 - Fluxograma metodológico.	49
Quadro 03 - Diretrizes para a priorização de áreas-chave da geodiversidade em águas da Escócia.	60
Quadro 04 - Categorização de blocos da geodiversidade marinha em território escocês e águas offshore associadas com o número de áreas chave da geodiversidade.	62
Quadro 05 - Proposta de temas de interesse para estabelecimento das áreas-chaves representativas da geodiversidade marinha.	63
Quadro 06 - Unidades geomorfológicas da área em estudo.	63
Quadro 07 - Tipos de dados utilizados e características de interesse apresentadas.	64
Quadro 08 - Proposta de valores e aspectos relevantes da geodiversidade marinha da área de estudo.	65
Quadro 09 - Quadro síntese da geodiversidade da Zona Costeira e Plataforma continental de Icapuí.	113

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Pluviometria anual do município de Icapuí.	74
Gráfico 02 - Temperatura média no município de Icapuí.	75
Gráfico 03 - Velocidade média do vento no município de Icapuí.	75
Gráfico 04 - Direção do vento no município de Icapuí.	76
Gráfico 05 - Amplitude média da maré de sizígia no Porto do Mucuripe.	78
Gráfico 06 - Amplitude média da maré de sizígia no Porto de Areia Branca.	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Classificação dos sedimentos.	35
Tabela 02 - Classificação dos sedimentos do fundo marinho proposta por Freire et al. (1997).	36

LISTA DE ABREVIATURAS

ANP	Agência Nacional de Petróleo Gás e Biocombustíveis
APA	Área de Proteção Ambiental
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CIRM	Comissão Interministerial para os Recursos do Mar
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GERCO	Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
LABOMAR	Instituto de Ciências do Mar
LGMA	Laboratório de Geologia Marinha Aplicada
MDT	Modelo Digital de Terreno
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
PDI	Processamento Digital de Imagens
PNGC	Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SOMA	Secretaria da Ouvidoria-Geral e do Meio Ambiente
UFC	Universidade Federal do Ceará
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Localização da área de estudo	21
2	OBJETIVOS	23
2.1	Objetivo geral	23
2.2	Objetivos específicos	23
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
3.1	Morfologia e sedimentação em ambiente marinho	25
3.1.1	<i>Zona costeira</i>	26
3.1.2	<i>Margem continental</i>	28
3.1.2.1	<i>Plataforma continental</i>	30
3.1.2.2	<i>Talude continental</i>	32
3.2	Sedimentação marinha	34
3.3	Geodiversidade: conceitos e aplicações	39
3.3.1	<i>Estudos sobre a geodiversidade no Brasil</i>	43
3.3.2	<i>Geodiversidade marinha</i>	45
4	MATERIAIS E MÉTODOS	49
4.1	Levantamento bibliográfico	50
4.2	Fonte de dados e organização em SIG	50
4.2.1	<i>Dados batimétricos</i>	51
4.2.1.1	<i>Curvas e intervalos batimétricos</i>	52
4.2.1.2	<i>Modelo digital de terreno (MDT)</i>	53
4.2.1.3	<i>Mapa de declividade</i>	53
4.2.1.4	<i>Perfis batimétricos</i>	53
4.2.2	<i>Processamento digital de imagens (PDI)</i>	54
4.3	Atividades de laboratório	55
4.3.1	<i>Análise granulométrica</i>	56
4.3.2	<i>Teor de CaCO₃</i>	57
4.3.3	<i>Faciologia</i>	58
4.4	Classificação da geodiversidade costeira e marinha	59
4.4.1	<i>Áreas chave da geodiversidade marinha</i>	61
5	ASPECTOS ECONÔMICOS DO MUNICÍPIO DE ICAPUÍ	66

5.1	A pesca da lagosta	68
5.2	Depósitos carbonáticos	71
6	CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA ZONA COSTEIRA E PLATAFORMA CONTINENTAL DE ICAPUÍ	73
6.1	Aspectos climáticos	73
6.2	Aspectos oceanográficos	76
6.3	Geologia	79
6.3.1	<i>Bacia Potiguar</i>	80
6.4	Geomorfologia	84
6.4.1	<i>Zona costeira</i>	85
6.4.2	<i>Plataforma continental</i>	88
6.4.2.1	<i>Faciologia</i>	104
6.4.2.2	<i>Geofísica</i>	107
7	GEODIVERSIDADE DA PLATAFORMA CONTINENTAL DE ICAPUÍ	109
8	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	114
	REFERÊNCIAS	116

1. INTRODUÇÃO

Os recursos minerais continentais estão cada vez mais escassos devido seu uso intenso através das atividades humanas que se intensificaram nas últimas décadas. Para atender à demanda do desenvolvimento econômico da sociedade moderna, os ambientes oceânicos, mais precisamente as margens continentais submersas estão se tornando uma importante área para mineração no planeta Terra, pois os recursos minerais marinhos não só no Brasil, mas em todo mundo, estão se tornando recursos estratégicos para a economia do seu país de origem.

No entanto, o esgotamento das reservas naturais nas proximidades das cidades costeiras, a contaminação dos ambientes marinhos, as crescentes restrições ambientais para as atividades econômicas em espaços oceânicos, dentre outros problemas socioambientais, tornam as áreas submersas locais de possíveis tensões ambientais, o que se faz necessário uma análise ambiental apurada da área na busca de um planejamento adequado para o uso dos recursos marinhos ali inseridos.

Cerca de 70% da superfície terrestre encontra-se abaixo do nível do mar, sendo, ainda, relativamente pouco conhecida. Entre esses ambientes marinhos existe a margem continental que separa os domínios continentais dos oceânicos, representando uma zona de transição entre a crosta continental e a oceânica. A mesma é constituída pela plataforma continental, talude continental, elevação continental e fossa, além das planícies costeiras (VITAL et al., 2005).

Vital et al. (2005) já afirmava o valor das zonas submersas para a mineração em seus estudos, na busca de identificar o potencial mineral destas a fim de suprir a escassez dos recursos continentais brasileiros, numa pesquisa estratégica, mas que ainda carece de articulação de pessoas, equipamentos e meios flutuantes para tal análise mais aprofundada da área.

Torna-se necessário repensar nas formas de extração dos recursos da plataforma continental, quer seja no continente, quer seja em áreas submersas, pois Cavalcanti (2011) já afirmava que a extração se reverte em benefícios para sociedade, contudo, como qualquer outra atividade terrestre ou marítima também causa impacto ao meio ambiente. O desafio nessa visão exploratória é de conciliar o conflito entre benefícios sociais e impactos ambientais da mineração marinha, ou seja, até que ponto a mineração no mar é sustentável.

Nesse contexto, o estudo da Geodiversidade tornou-se uma prática fundamental para a análise dos espaços naturais e transformados, pois tem como objetivo destacar a importância do patrimônio geológico não só do ponto de vista econômico, mas também pelo viés ambiental, social e cultural.

Conforme Stanley (2000), a Geodiversidade é a variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que fazem paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais, que, provêm as condições necessárias para a vida na Terra. O mesmo autor destaca que a *“Geodiversidade é a ligação entre pessoas, paisagens e sua cultura através da interação da biodiversidade com solos, minerais, rochas, fósseis, processos ativos e o ambiente construído”*.

De acordo com Maia (2013), a aplicação do conceito de geodiversidade em áreas continentais é relativamente comum, com metodologia em fase de consolidação. Já na área marinha, existem estudos restritos a porções emersas de ilhas oceânicas ou ambientes costeiros, a exemplo dos trabalhos realizados nas ilhas dos Açores e mares da Inglaterra e Escócia (BROOKS et al., 2011; FELTON, 2010; GORDON; BARRON, 2011; KASKELA et al., 2012; NUNES et al., 2007; ROVERE et al., 2011).

Tendo em vista a importância dos ambientes marinhos e o potencial em diversos aspectos destas áreas, esta pesquisa buscou como hipótese a efetividade de se propor um método simplificado que identifique e caracterize os ambientes geológicos submersos e, devido à carência de métodos e parâmetros que caracterizem com eficiência a geodiversidade em ambientes

marinhos, gerem subsídios que originem novas formas de se analisar os ambientes submersos costeiros de forma que a sociedade possa usufruir do patrimônio geológico como um todo e não apenas dos seus recursos minerais, visando seu valor econômico.

Essa proposta tem em seus aspectos de análise e criação do método, subsídios de estudos sobre as atividades antrópicas realizadas na área, identificação dos elementos condicionantes que formam os ambientes marinhos, fatores endógenos e exógenos, etc., além dos parâmetros que auxiliem a pesquisa sobre a Geodiversidade para o mesmo obter a praticidade desejada, além do planejamento e gerenciamento dos aspectos naturais da área.

Outro aspecto de relevante para a hipótese desse estudo e que auxiliará na criação de um método para a realização de estudos em ambientes marinhos é a possibilidade de análise e integração de dados em ambiente SIG, de informações adquiridas em levantamentos anteriores, bancos de dados e relatórios, encontrados em instituições de pesquisa e ensino, agências regulamentadoras e empresas de prospecção de óleo e gás.

Dessa forma, buscou-se nessa pesquisa propor um procedimento realizado através dos estudos sobre a Geodiversidade, na tentativa de identificar como esta pode contribuir para a gestão dos recursos naturais e espaciais dos ambientes marinhos. Tal método apresenta um estudo integrado, que nos permite compreender a funcionalidade, fisiologia e diagnóstico do local de estudo de forma aprofundada, expondo desde a interação da evolução do lugar até as práticas de uso e ocupação possíveis na área em apreço.

Além disso, a aplicação dessa metodologia irá potencializar o conhecimento sobre os ambientes oceânicos e, mais especificamente, os processos geológicos formadores e modificadores do meio marinho. Desse modo, essa pesquisa servirá para orientação de futuros levantamentos e estudos voltados para a geodiversidade em áreas submersas.

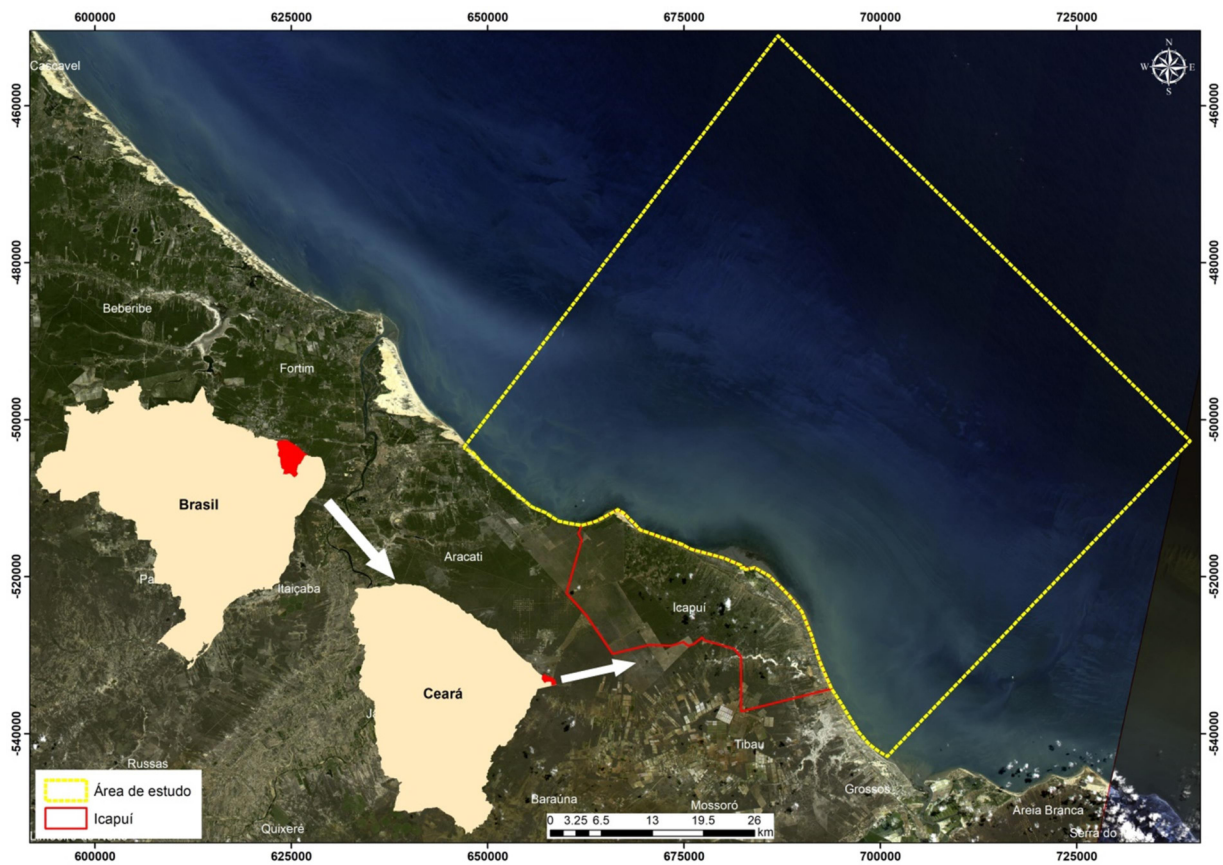
1.1 Localização da área de estudo

O município de Icapuí, localizado no litoral leste do Ceará, a aproximadamente 170 km da capital Fortaleza (em linha reta). Teve sua origem no ano de 1985, sendo um dos municípios mais novos do estado do Ceará, pela Lei No 11.003, de 15 de janeiro de 1985, deixando de ser distrito do município de Aracati. A palavra Icapuí é originária do Tupi e significa “canoa veloz”. Inicialmente era conhecido por Caiçara e, no ano de 1943, passou a se chamar Icapuí, corruptela da palavra Igarapuí, que significa “coisa ligeira” (BRASIL, 2010).

A posição do município de Icapuí é o extremo litoral leste, onde o mesmo faz fronteira com o estado do Rio Grande do Norte e está localizado nas coordenadas geográficas 4° 42' 47" S e 37° 21' 19" O. Limita-se ao norte e ao leste com o Oceano Atlântico, ao sul e a oeste com o município de Aracati e o estado do Rio Grande do Norte (cidade de Mossoró). Possui uma área absoluta de 428,69 km² e altitude média de 5m acima do nível médio do mar. Distante cerca de 206 km de Fortaleza por via rodoviária, possui 64 km de extensão litorânea e uma população de, aproximadamente, 18.392 habitantes, baseado no censo estadual de 2010 (IPECE, 2015).

A área em análise na pesquisa se estende desde a planície costeira do município de Icapuí, mais especificamente as praias de Ibicuitaba, Manibu, Melancias, Ponta Grossa, Redonda, Retiro Grande e Tremembé, até os ambientes submersos marinhos da plataforma, finalizando na quebra da plataforma continental, que compreende uma distância entre 70 e 80 km de extensão (Figura 01).

Figura 01: Localização da área de estudo. Fonte: Próprio autor, 2017.



2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Propor metodologia para levantamento eficiente da geodiversidade em ambientes marinhos, destacando a importância da caracterização e dos estudos destes espaços, assim como a necessidade de subsídios para um melhor gerenciamento de áreas submersas.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a plataforma continental quanto aos seus aspectos geológicos, geomorfológicos e sedimentológicos, a fim de identificar melhor os processos dinâmicos da área;
- Analisar o ambiente oceânico de forma a auxiliar na compreensão das relações com a biodiversidade, principalmente de espécies cuja distribuição encontra-se associada à morfologia e constituição do substrato marinho;
- Apresentar formas de valoração do patrimônio geológico, através da indicação de áreas que possam estimular o geoturismo costeiro e marinho da região;
- Individualizar os elementos da geodiversidade, destacando os aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais;
- Fornecer informações sobre o meio físico da zona costeira e marinha, capaz de subsidiar as tomadas de decisões em áreas identificadas com conflito de interesse;

- Contribuir para a educação em geral e popularização das geociências em ambientes marinhos, através da metodologia proposta para a plataforma continental.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O intuito desta pesquisa é propor uma metodologia que busque alternativas de melhor planejamento e gerenciamento dos aspectos naturais e transformados, localizados na zona costeira e marinha do município de Icapuí. Tal prática é baseada em estudos da geodiversidade, onde se identificou além dos processos geológicos, geomorfológicos e sedimentológicos, a valorização econômica dos recursos minerais marinhos, características ambientais, sociais e culturais da área em apreço.

O referencial teórico é apresentado tendo por base fundamental a morfologia da zona costeira e da margem continental, indo até a quebra da plataforma continental, a caracterização dos sedimentos marinhos encontrados nessa região, com suas características e importância econômica e a organização dos elementos através do estudo da geodiversidade realizada na área.

Ressalta-se o vínculo imprescindível deste capítulo junto à metodologia, que apresentará os métodos que foram utilizados e explicitados neste capítulo, para assim se obter os resultados necessários para o desenvolvimento e conclusão da pesquisa.

3.1 Morfologia e sedimentação em ambiente marinho

Para Freire (1985), *a representação da morfologia de fundo da margem continental é feita através de representação gráfica plana das unidades topográficas, que assim nos fornece a atual morfologia do fundo do mar, podendo incluir outras características superficiais, indicativas de forma e tendências batimétricas do relevo*. Outra possibilidade de representação do fundo marinho é através de modelos digitais de elevação (MDE), que proporcionam uma visão tridimensional das formas de relevo.

Freire (1985) ainda destaca que a sedimentação marinha é influenciada, pela profundidade e morfologia do fundo, entre outros fatores, como o clima e correntes marinhas.

Vamos caracterizar abaixo os elementos físicos e processos que identificam cada um dos setores da zona costeira, restringindo-se a planície litorânea e a faixa praial e a margem continental, mais especificamente a plataforma e talude continental, objetos de estudo desta pesquisa.

3.1.1 Zona costeira

O litoral constitui um ambiente natural de extrema complexidade e sensibilidade, tanto nos aspectos físicos e biológicos, como nos socioeconômicos (MOURA, 2012).

As zonas costeiras são os ambientes que possuem a maior pressão populacional e a mais intensa apropriação dos recursos e elementos naturais. Tal pressão vem se expressando através da urbanização, da navegação e do turismo, traduzindo-se frequentemente em destruição da paisagem natural e, mais especificamente, das planícies litorâneas com suas praias, campo de dunas, manguezais, rios e lagoas costeiras, ocasionando a descaracterização ecológica destes, o desconforto climático e a poluição dos recursos hídricos (MOURA, 2009). Esta situação desvaloriza os elementos que inicialmente funcionaram como atrativos para a ocupação e o uso destas áreas.

De acordo com Campos et al. (2003), a zona costeira pode ser definida, do ponto de vista espacial, como sendo a estreita faixa de transição entre o continente e o oceano. Já do ponto de vista da gestão, ela é o palco onde se acentuam os conflitos de uso, se aceleram as perdas de recursos e se verificam os maiores impactos ambientais, devido basicamente, à grande concentração demográfica e aos crescentes interesses econômicos e pressões antrópicas.

Erroneamente a zona costeira é conceituada como costa ou orla, logo, não podemos deixar de apontar a aceção de costa ou orla marítima, que pode ser definida como unidade geográfica inclusa na zona costeira, delimitada pela faixa de interface entre a terra firme e do mar (MUEHE, 2006).

A Lei 7.661/88, que instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) define a zona costeira como sendo:

“a área de abrangência dos efeitos naturais resultantes das interações terra/ar/mar, leva em conta a paisagem físico-ambiental, em função dos acidentes topográficos situados ao longo do litoral, como ilhas, estuários e baías, comporta em sua integridade os processos e interações características das unidades ecossistêmicas litorâneas e inclui as atividades socioeconômicas que aí se estabelecem”.

Nesse contexto, Brandão apud Silva (2008) nos afirma que a geologia assume papel de destaque no planejamento e ordenamento territorial de regiões costeiras.

O conhecimento da evolução ao longo do tempo geológico, envolvendo os processos passados e atuais, que resultam nas feições costeiras hoje observadas e na dinâmica que modifica constantemente a configuração morfológica dessas áreas, faz da informação geológica um instrumento fundamental para a gestão sustentável da zona costeira (Brandão, 2008, p. 90).

Para Sousa (2007), a planície litorânea é o geossistema que se destaca na zona costeira como sendo um espaço de diversas paisagens. É definida como um ambiente de acumulação de origem recente na escala geológica, dominado pela morfogênese, onde o clima, a hidrologia, o relevo, a hidrografia, a vegetação, ou seja, os componentes geoambientais são elementos deliberativos na configuração espacial deste espaço. Logo, a atuação conjunta desses elementos culmina em um sistema com alto grau de instabilidade e bastante frágil à ocupação, o que torna os fatores antrópicos forças catalisadoras de impactos ambientais na planície litorânea.

A Lei 7.661/88 também afirma que as praias têm sua definição legal fixada pela caracterização do ecossistema, conforme o art. 10, § 3.º que diz:

"Entende-se por praia a área coberta e descoberta periodicamente pelas águas, acrescida da faixa subsequente de material detrítico, tal como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicie a vegetação natural, ou, em sua ausência, onde comece um outro ecossistema."

As praias são feições deposicionais no contato entre terra emersa e água, comumente constituídas por sedimentos arenosos mobilizados principalmente pelas ondas, sendo deslocados num vaivém, em constante busca de equilíbrio. Por se localizar junto a um corpo de água esta se estabelece como espaço de forte atração para o lazer e para atividades econômicas desenvolvidas por meio do turismo e esportes náuticos (MUEHE, 2006).

3.1.2 Margem continental

As margens continentais constituem-se em unidades de transição entre os continentes e as bacias oceânicas e são consideradas, do ponto de vista geológico, prolongamentos das plataformas continentais que se localizam abaixo do nível dos oceanos (TESSLER; MAHIQUES, 2003; BATISTA NETO; SILVA, 2004).

Em termos morfotectônicos, Batista Neto e Silveira (2004) subdividem a margem continental brasileira em dois grandes setores: Equatorial e Leste-Sudeste-Sul. Tessler e Mahiques (2003) consideram uma divisão em cinco grandes compartimentos: Norte, Nordeste, Leste ou Oriental, Sudeste ou das Escarpas Cristalinas e Sul. Entretanto, Zemruscki et al. (1972) e Palma (1984), considerando suas características morfológicas, subdividem a margem continental brasileira em três grandes setores: Norte, Nordeste-Leste e Sudeste-Sul.

De acordo com Zemruscki et al. (1972), o setor Norte-Nordeste compreende uma área que vai da baía de São Marcos (MA) ao cabo São

Tomé, no Rio de Janeiro (RJ), com área estimada de 845.000 km e distinguindo-se dos outros setores pela complexidade de seu relevo, resultado de atividades vulcânicas e tectônicas intensas. Segundo os autores, apresenta uma topografia acidentada, com quebras bruscas de gradientes que proporcionam a presença de terraços, platôs e formas topográficas salientes. Possui diversos montes submarinos que ocupam, principalmente, o talude e o sopé continentais (ZEMBRUSCKI et al., 1972).

As margens continentais representam 20% do total da área ocupada pelos oceanos (KENNETT, 1982) e podem ser agrupadas em dois tipos principais, de acordo com sua morfologia e evolução tectônica: as margens do “tipo Atlântico” (Passivas ou divergentes – são mais extensas e estáveis, caracterizando-se pelo considerável acúmulo de sedimentos) e do “tipo Pacífico” (Ativas ou convergentes – são mais estreitas e com intensa atividade tectônica de vulcanismo e terremotos, dobramentos, falhamentos e outros processos geomorfológicos).

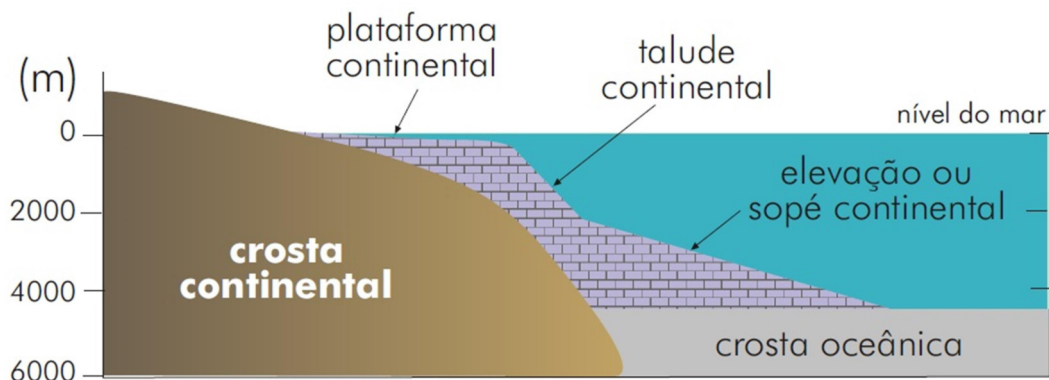
De acordo com Baptista Neto et al. (2004) a margem continental brasileira é do “tipo Atlântico”, sendo caracterizada por ter grande extensão, apresentar estabilidade tectônica e possuir espessas camadas sedimentares. Já para Martins et al. (1972) a margem continental do Ceará situa-se na borda oeste do oceano Atlântico Equatorial, abrangendo uma faixa de extensão de aproximadamente 324 mn (milhas náuticas), com largura de 230 a 320 mn (milhas náuticas).

Baptista Neto et al. (2004) ainda afirmaram que a margem continental apresenta três províncias fisiográficas distintas, definidas principalmente por variações do gradiente batimétrico: a plataforma continental, o talude continental, objeto de estudo dessa pesquisa que será abordado posteriormente e a elevação ou sopé continental.

Segundo Tessler & Mahiques (2000), as margens continentais representam a zona de transição entre os continentes e as bacias oceânicas e,

do ponto de vista geológico, fazem parte do continente, muito embora se situem abaixo do nível do mar (Figura 02).

Figura 02: Perfil esquemático das margens continentais, mostrando as três províncias fisiográficas do tipo passiva. Fonte: Teixeira (2000).



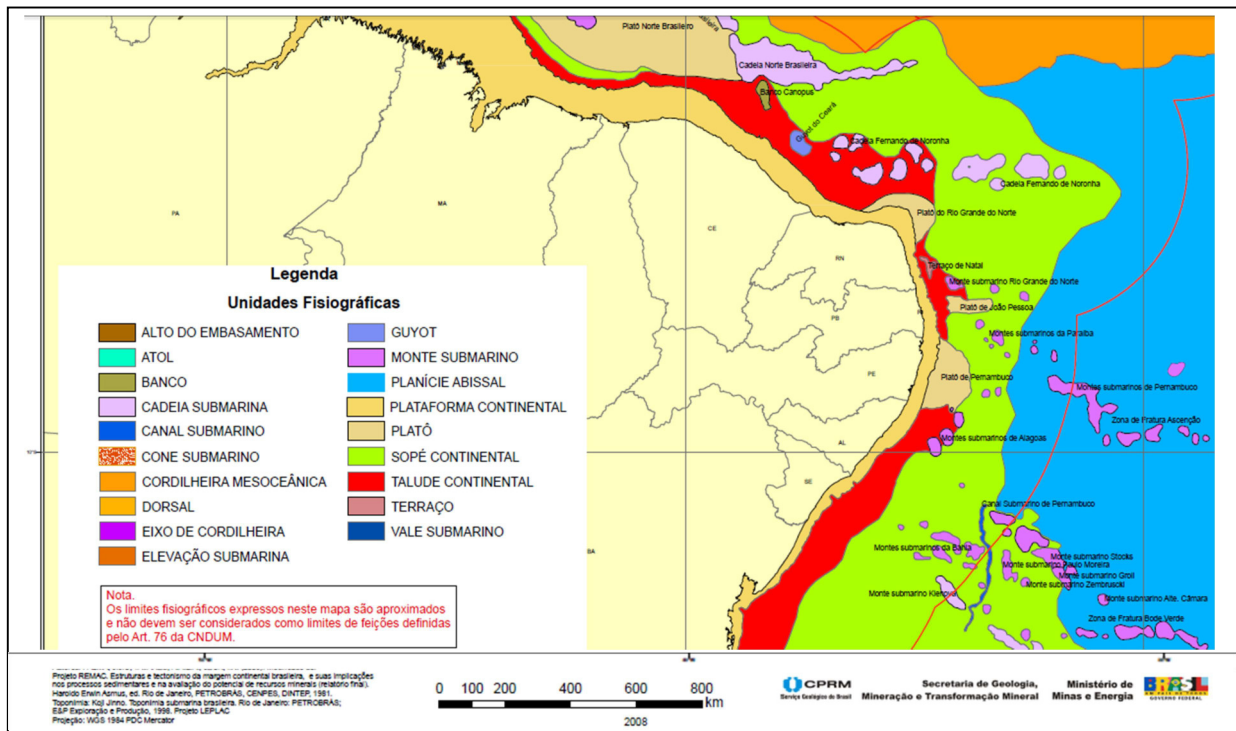
3.1.2.1 Plataforma continental

Shepard (1973) definiu a plataforma continental como uma plataforma continental submarina rasa ou terraço que circunda a maioria dos continentes. O seu limite exterior apresenta uma forma de quebra em declive a qual designou de quebra ou borda externa da plataforma continental.

Para Coutinho (1996), a plataforma continental constitui a faixa mais rasa que circunda a maioria dos continentes, tendo a configuração de tabuleiro ou terraço, e termina em direção ao mar com um aumento acentuado da inclinação denominado "quebra da plataforma", que marca o limite externo da plataforma continental. Possui a superfície plana, quase horizontal, suavemente inclinada mar adentro, estando a uma profundidade média de quebra em torno de 130 m. A plataforma continental representa o prolongamento do próprio continente e devido à sua importância econômica e estratégica é a província oceânica mais estudada.

Palma (1984) por meio dos seus estudos caracterizou a plataforma continental do Ceará como uma superfície relativamente plana, cujas feições do seu relevo foram moldadas pelo arranjo de componentes móveis da cobertura sedimentar inconsolidada, em busca do equilíbrio na interface água-sedimento de fundo (Figura 03).

Figura 03: Perfil fisiográfico da plataforma continental brasileira (modificado). Fonte: CPRM e REMPLAC (2008).



De acordo com Martins & Coutinho (1981) apud Silva Filho (2004), o nível médio de mar baixo correlativo ao último máximo glacial (22.000 a 14.000 anos A.P. - Glaciação Wisconsin, Würm ou Weichselian), ficou em torno de -120m. Nessa época, desenvolveu-se uma extensa planície costeira sobre a plataforma atual, com a instalação de sistemas fluviais meandранtes, estuários, terraços marinhos, manguezais, planícies de maré, lagoas, lagoas e campos de dunas. Afirma ainda, que com as mudanças no nível de base regional foram retomados os processos morfogenéticos na região costeira, diretamente relacionada com significativo influxo sedimentar direto na plataforma continental descoberta durante o evento (MEIRELES & RAVENTOS, 2002).

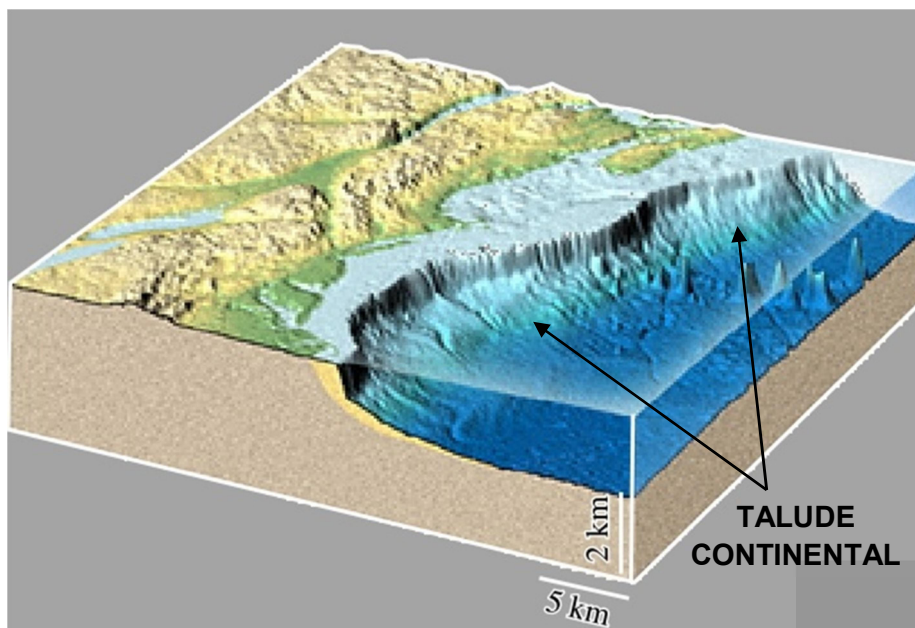
A quebra da plataforma continental do Ceará, segundo Silva Filho (2004) apud Freire (1985), fica por volta de uns 60 m de profundidade e, não se faz em um ponto, porém em uma zona de quebra. A oeste de Fortaleza, a zona de quebra é mais larga, com um estreitamento progressivo até a altura daquela cidade. A leste de Fortaleza, a zona de quebra apresenta-se mais estreita e com uma declividade mais acentuada.

3.1.2.2 Talude continental

Pode-se entender o talude continental como sendo o fim do continente, onde há o encontro da crosta continental com a crosta oceânica, formando desníveis de profundidade variável, que chegam a atingir 3.000 m. As fossas marinhas são depressões abissais que aparecem abaixo do talude, em zonas de encontro de placas tectônicas (WEINE, 1988).

No entanto, Fairbridge (1966) considerou que o talude delimita a borda estrutural do continente, estando situado sobre a zona de transição entre a espessa crosta continental e a delgada crosta oceânica. Considerou ainda que a sua inclinação média é de 1m/75 km ou 4°, sendo o seu limite inferior arbitrariamente estabelecido em um ponto onde o gradiente se suaviza para 1m/40 km. Sua largura varia geralmente entre 20 a 100 km, e sua profundidade varia entre 100 e 200 m, para a quebra superior e 1400 a 3200 m para a quebra inferior (Figura 04).

Figura 04: Fisiografia do Talude continental. Fonte: AGI (1999) – *American Geological Institute*.



Já para Tessler & Mahiques (2000), o talude continental constitui uma unidade de relevo, de constituição sedimentar, que se inclina de forma acentuada até profundidades da ordem de 3.000 m, a qual já retorna a um relevo mais homogêneo. Vale ressaltar que o relevo do talude não é homogêneo, ocorrendo quebras de declividade e também frequentemente cânions e vales submersos.

Suguio (1998) asseverou que o talude continental é a parte da margem continental com gradiente superior a 1:40, delimitada entre a parte externa da plataforma continental e a parte que exhibe rápido decréscimo na declividade, situada entre 1373 e 3050 m, onde se inicia o sopé continental. O talude continental também é conhecido por talude submarino.

Segundo Palma (1984), o talude continental é considerado como uma encosta geralmente estreita que inclina na borda da plataforma continental até profundidades que variam regionalmente, condicionadas com diferenças no regime de sedimentação e por feições estruturais específicas.

No final da margem continental encontra-se o sopé continental, que consiste numa camada espessa de sedimentos (areia e lama) que se estende desde o talude continental até as profundezas do leito oceânico, mais de 4.000 metros abaixo da superfície, onde predominam depósitos de turbiditos. Sua largura pode variar de 100 a 1.000 km, caracterizando-se pelo gradiente suave que varia de 1:400 a 1:800, com média de 1:150, e decrescendo mar adentro; essa característica dificulta a determinação do seu limite com as planícies oceânicas (grande fundo oceânico) (BATISTA NETO; SILVA, 2004).

Palma (1984) considerou este ambiente como a província mais extensa da margem continental brasileira, sendo constituída pela superfície de uma cunha de sedimentos que se inclina desde a base do talude continental até o início da planície abissal, cujas profundidades variam de 2000 a 3350 m junto à base do talude continental, até cerca de 4200 a 4800 m no limite sopé-fundo da bacia oceânica.

O mesmo autor subdividiu o sopé continental do Ceará em duas partes: uma superior, de morfologia constituída por colinas baixas e arredondadas e uma inferior, de relevo planas compostas por planícies lisas ou levemente onduladas, geradas por deslizamentos e desmoronamentos no talude continental. Dessa forma verifica-se que o sopé continental possui trechos com características peculiares.

3.2 Sedimentação marinha

Os sedimentos são produzidos pela decomposição da rocha (intemperismo) e são movidos através do ar, da água ou do gelo. Os sedimentos também podem se formar pela acumulação de conchas de organismos mortos. Portanto, o sedimento pode consistir de partículas minerais ou fósseis, e os dois tipos podem ser encontrados em muitos lugares no fundo do mar (PINET, 2006).

Os sedimentos marinhos são conhecidos por se formarem através de depósitos de sedimentos terrígenos em áreas de bacias oceânicas. Devido à

distância das zonas submersas profundas para a costa, os sedimentos vão se modificando por meio de sua granulometria, ou seja, quanto maior o sedimento, mais difícil torna-se seu transporte (MENDES, 1992).

De acordo com Pinet (2006) o primeiro passo para classificar sedimentos é estabelecer critérios para definir categorias sedimentares. Estes sedimentos podem ser subdivididos em função do tamanho das suas partículas (tamanho de grão) ou com base no seu modo de como estes foram depositados. No primeiro caso, a classificação depende de uma medição do tamanho das partículas; no segundo caso, a classificação requer uma interpretação da origem do depósito (Tabela 01).

Tabela 01: Classificação dos sedimentos. Fonte: Pinet (2006).

TABELA 1: ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO SEDIMENTAR DE WENTWORTH (1922)		
Sedimentos	Valor em Ø	Valor em mm
Seixos	-2,0	4,000
Grânulos	-1,5	2,830
	-1,0	2,000
Areia Muito Grossa	-0,5	1,410
	0,0	1,000
Areia Grossa	0,5	0,710
	1,0	0,500
Areia Média	1,5	0,354
	2,0	0,250
Areia Fina	2,5	0,177
	3,0	0,125
Areia Muito Fina	3,5	0,088
	4,0	0,062
Silte	4,5	0,0039
Argila	5,0	0,0002

De acordo com Maia (2013), a classificação de sedimentos marinhos pode ainda ser baseada na granulometria e no teor de carbonato de cálcio (CaCO₃) presente nos sedimentos, conforme Larsonneur (1977 apud ALBINO, 1999), onde se estabelecem, em função do percentual de carbonato de cálcio, quatro classes: sedimentos litoclásticos (<30%), sedimentos litobioclásticos (30

a 50%), sedimentos biolitoclásticos (50 a 75%) e sedimentos bioclásticos (>75%).

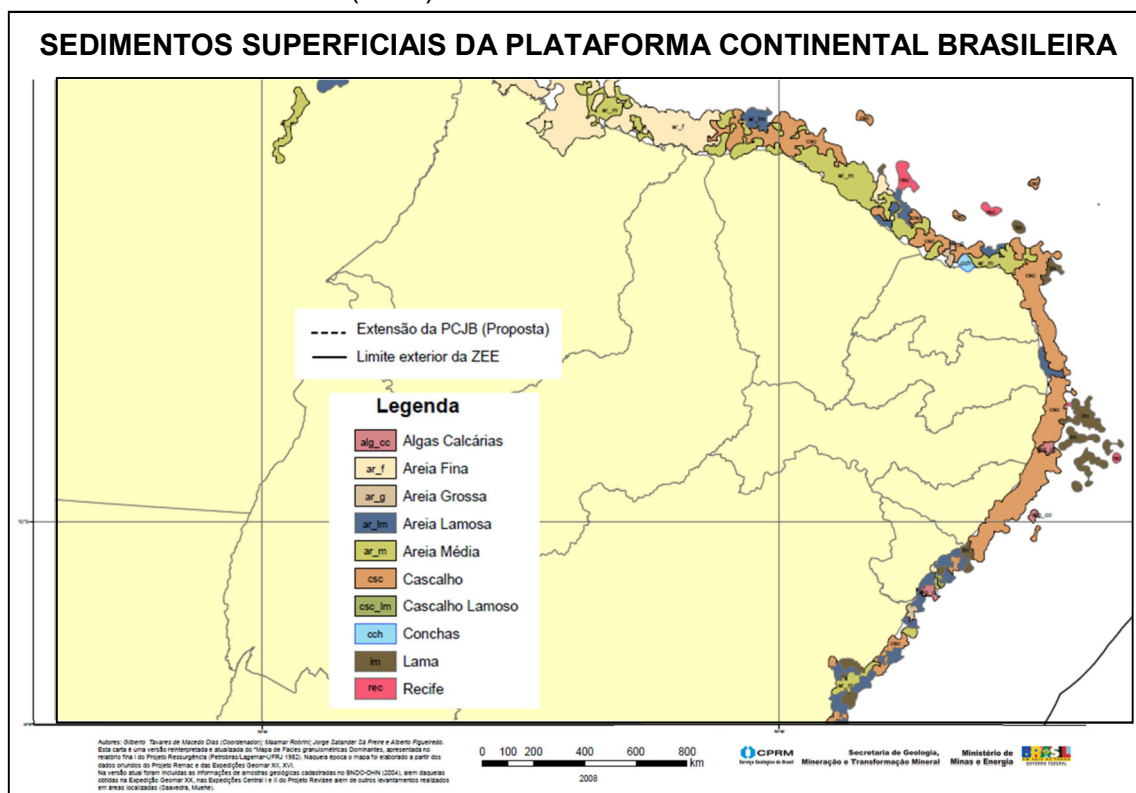
Entretanto Freire et al. (1997) propõe uma classificação de Larsonneur mais adaptada ao ambiente marinho da região Nordeste (Tabela 02), que se apresenta como uma plataforma predominantemente carbonática.

Tabela 02: Classificação dos sedimentos do fundo marinho proposta por Freire et al. (1997).

SUBDIVISÕES PRINCIPAIS	SEIXOS, GRÂNULOS, COLUNAS OU RODOLITOS (L<15%;Md<2mm)	AREIAS (L<15%;areia+lama>50%;Md<2mm)		SEDIMENTOS LAMOSOS L>15%
		15%<superior a 2mm<50%	Superior a 2mm<15%	
SEDIMENTO LITOCLASTICO carbonatos <30%	CL 1 cascalho litoclástico	AL1a areia litoclástica com grânulos e cascalhos	AL1b areia litoclástica	LL1 lama terrígena
SEDIMENTO LITO-BIOCLASTICO carbonatos = 30 a 50%	CL 2 cascalho lito-bioclástico	AL2a areia lito-bioclástica com grânulos e cascalhos	AL2b areia lito-bioclástica	LL2 marga arenosa
SEDIMENTO BIO-LITOCLASTICO carbonatos = 50 a 70%	CB 1 cascalho bio-litoclástico	AB1a areia bio-litoclástica com grânulos e cascalhos	AB1b areia bio-litoclástica	LB1 marga calcária
SEDIMENTO BIOCLASTICO carbonato >70%	CB 2 cascalho bioclástico	AB2a areia bioclástica com grânulos e cascalhos	AB2b areia bioclástica	LB2 lama calcária

Diversas fontes compõem o sedimento do fundo marinho os quais podem ser: autigênicos (precipitados de sais a partir da água do mar); biogênicos (conchas de organismos); terrígenos (materiais provenientes da descarga de rios); vulcanogênicos (produtos orgânicos e hidrotermais) e cosmogênicos, (fragmentos cósmicos, atraídos pela gravidade terrestre) (Figura 05). Esses sedimentos podem fazer parte da plataforma continental bem como do talude continental e sopé continental, mas predomínios podem ocorrer, como por exemplo a ocorrência de partículas biogênicas em assoalhos de bacias oceânicas, onde o ingresso de material terrígeno é limitado (TESSLER & MAHIQUES, 2000).

Figura 05: Ilustração dos sedimentos superficiais da plataforma continental brasileira.
 Fonte: CPRM e REMPLAC (2008).

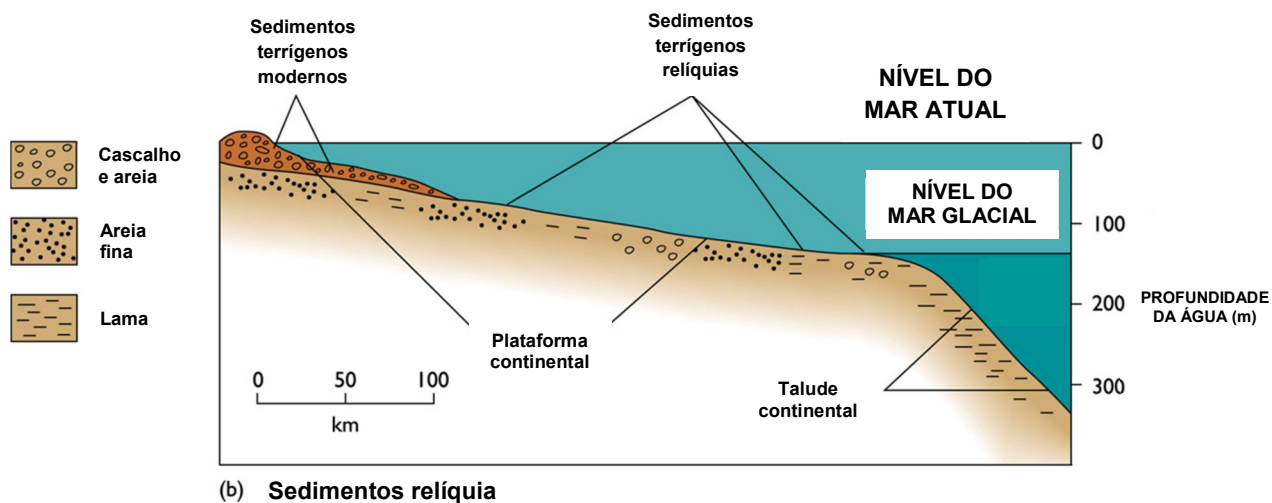


Para Suguio (1998), os sedimentos marinhos têm seu material composto, de minerais resultantes do acúmulo pela ação marinha em regiões litorâneas ou em mares profundos. Frequentemente este tipo de depósito aparece acima do nível atual do mar em virtude de flutuações de nível relativo do mar devidas a movimentos verticais das áreas continentais e oceânicas.

Já para Tessler & Mahiques (2000), grande parte dos depósitos sedimentares marinhos é composta por um tipo predominante ou misturas variadas de sedimentos originários de fontes diversas, onde ao longo das margens continentais, estão depositadas predominantemente as partículas terrígenas, transportadas para o meio marinho na forma de sedimentos transportados por tração (grânulos, areias grossas e médias) ou suspensão (siltes, argilas) (Figura 06).

Figura 06: Tipos de sedimentos encontrados nas zonas submersas oceânicas. No talude continental pode-se identificar a presença de “mud” (lama).

Fonte: Adaptado de Pinet (2006).



Segundo Monteiro (2011), em função da grande diversidade ecológica e sua importância econômica e estratégica, a Plataforma Continental é a província da margem continental mais estudada. Os estudos em regiões marinhas se tornam cada vez mais limitados e mais especializados na medida que a profundidade aumenta. Atualmente, os maiores impulsionadores para os estudos geológicos em ambientes marinhos são os hidrocarbonetos, porém estes não são as únicas riquezas minerais que podem ser extraídas dos mar. Na Plataforma Continental, os granulados marinhos se destacam principalmente como insumo para a construção civil ou para a agricultura e no Brasil, são objetos de estudos estratégicos a mais de cinco décadas (*apud* Coutinho, 1992; Freire & Cavalcanti, 1998; Vital, et al., 2005; Martins & Souza, 2007; Souza & Martins, 2009).

Com o conhecimento dos tipos de movimentos de transporte sedimentar existente na plataforma continental que podem se manifestar, por conseguinte, no talude continental, dependendo da sua profundidade e da força desses movimentos, tenta-se identificar e comparar se a ocorrência destes ou não nessa região através de pesquisas já realizadas próximas a área de estudo, como os resultados obtidos por Freire & Cavalcanti (1998), que identificaram na plataforma continental a oeste de Fortaleza a predominância de depósitos sedimentares constituídos, por fragmentos de algas coralíneas do gênero

Lithothaminium, seguidos de conchas de moluscos e briozoários, rodolitos e restos de Halimeda e, em menor parte, os depósitos siliciclásticos.

3.3 Geodiversidade: conceitos e aplicações

Silva (2008) afirma que a geodiversidade se manifesta, no ambiente natural, por meio das paisagens e das características do meio físico dos locais em que vivemos. Ressalta-se que as relações mantidas entre o homem e o meio ambiente são essenciais para os estudos de geodiversidade em qualquer espaço geográfico, conforme mencionado abaixo:

Modernamente, veio a se ter a compreensão de que as relações mantidas entre o homem (meio social) e a natureza, em seus aspectos culturais e econômicos, devem estar inseridas em análises ambientais, configurando-se o que se convencionou denominar “ecologia profunda”. Para realizarmos intervenções no território, devemos adotar uma visão a mais abrangente possível, sistêmica, integrando a geodiversidade (meio físico), a biodiversidade (meio biótico), as questões sociais, culturais e econômicas (sociodiversidade) (SILVA, 2008, p. 182).

O termo Geodiversidade é um termo recentemente inserido nos estudos ambientais, que começou a ser usado por geólogos e geomorfólogos na década de 90 para descrever a variedade do meio abiótico. Este foi empregado pela primeira vez, provavelmente na Austrália (Tasmânia), sendo uma das primeiras definições a que afirma que a geodiversidade é “*a diversidade de características, assembleias, sistemas e processos geológicos (substrato), geomorfológicos (formas da paisagem) e do solo*” (SHARPLES, 1993).

Na conferência de Malvern sobre Conservação Geológica e Paisagística (em 1993, no Reino Unido), o termo passou a ser conhecido, porém não recebeu um apoio significativo dos participantes do evento (JOYCE, 1997).

Já o título do artigo publicado por Stanley (2000) era Geodiversidade e o termo foi adotado pela *Royal Society for Nature Conservation* do Reino Unido também como título em seu relatório informativo de Ciência da Terra

(Geodiversity Update), que traz como definição: “*variedade de ambientes, fenômenos e processos ativos, de caráter geológico, geradores de paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que constituem a base para a vida na Terra*”.

Com uma abordagem mais abrangente Nieto (2001), revisa diversos conceitos de geodiversidade e propõe um mais amplo, destacando que, a consideração conjunta entre biodiversidade e geodiversidade constitui um primeiro passo à caracterização completa da diversidade natural, onde

“a Geodiversidade consiste no número e variedade de estruturas (sedimentares, tectônicas, geomorfológicas, hidrogeológicas e petrológicas) e de materiais geológicos (minerais, rochas, fósseis e solos), que constituem o substrato físico e natural de uma região, sobre o qual se assenta a atividade orgânica, incluindo-se a antrópica” (NIETO, 2001).

Dentre as definições mais usadas destaca-se a de Sharples (2002) que, em um trabalho clássico sobre conceitos e princípios da geoconservação, define como a:

“gama (ou diversidade) de arranjos, processos e sistemas geológicos (substrato), geomorfológicos (geoformas) e pedológicos, dotados de valores intrínsecos, ecológicos e antropocêntricos” (SHARPLES, 2002).

De acordo com Maia (2012), nos últimos anos, os pesquisadores, principalmente europeus e australianos, vêm utilizando o conceito de geodiversidade na abordagem de temas diversos, como: relação geodiversidade-biodiversidade, distribuição das espécies no *habitat*, mudanças climáticas, impactos sobre o meio ambiente, subsídios à legislação, saúde da população (geologia médica), relação da ocupação do homem no espaço geográfico, gestão de bacias, gestão territorial etc. (AZEVEDO, 2007; BOOTH; BRAYSON, 2011; GORDON; BARRON, 2011; JAČKOVÁ; ROMPORTL, 2008; PETRISOR; SÂRBU, 2010).

Nascimento (2005) propõe que os estudos inclusos da temática da geodiversidade sejam interdisciplinares, integrados e dentro de todo o âmbito socioeconômico ambiental, onde possam tornar o conteúdo abordado de fácil acesso não apenas a academia, mas a população que interage com o ambiente *in loco*, seguindo os valores propostos por Gray (2004), como se segue abaixo. A Figura 07 e o Quadro 01 apresentam, de forma resumida, os valores propostos por Gray (2004):

Figura 07: Abrangência da geodiversidade e dos valores propostos nos estudos sobre a Geodiversidade sugeridos por Gray (2004). Fonte: Silva et al., 2008.



INTRÍNSECO: de difícil compreensão (devido a dificuldade em atribuir algum valor) e expressa a relação entre a Natureza e o Homem. Reflete um valor próprio, de existência, algo inerente aos elementos abióticos independentemente de ter uso ou não para o homem;

CULTURAL: está relacionado à interdependência entre o desenvolvimento social, cultural e/ou religioso e o meio físico. Pode está associada a escolha de materiais, toponímias dos lugares, lendas, atividades tradicionais;

ESTÉTICO: de difícil compreensão, por não ser possível quantificá-lo. As paisagens possuem um valor estético embutido, mas a paisagem é bonita para uns e não para outros;

ECONÔMICO: é o mais fácil de quantificar e está associado à dependência do homem perante aos materiais geológicos para atividades como produção de energia, construção civil, extração de água subterrânea e fabricação de vários produtos;

FUNCIONAL: é encarado sob dois aspectos: o valor da geodiversidade *in situ*, de caráter utilitário ao homem. Suporte para as mais variadas atividades humanas (construções de barragens, estradas), e o valor enquanto substrato para sustentação do sistema ecológico (animais e plantas). Locais cuja geodiversidade definiu condições ideais para implantação e desenvolvimento;

CIENTÍFICO E EDUCATIVO: o científico tem como base acesso e posterior estudo da geodiversidade a fim de conhecer e interpretar, reconstruindo a história geológica da Terra.

Quadro 01: Resumo dos tipos de valores e seus aspectos descritos nos estudos propostos por Gray (2004). Fonte: Gray, 2004.

Tipos de Valor	Aspectos de Pormenor
I – Valor Intrínseco	1 - Natureza abiótica independentemente da avaliação humana
II – Valor cultural	2 - Folclore
	3 - Arqueológico/ Histórico
	4 - Denominação e/ou imagem de elementos da geodiversidade
	5 - Sentido de lugar
	6 - Espiritual
	7 - Paisagens locais
III – Valor estético	8 - Geoturismo
	9 - Atividades de lazer
	10 – Apreciação à distância
	11 - Geoarquitetura
IV – Valor econômico	12 - Energia
	13 - Minerais pesados
	14 - Minerais metálicos
	15 - Gemas
	16 - Fósseis
	17 - Minerais para a construção
	18 - Solo
	19 - Plataformas
V – Valor funcional	20 - Armazenamento e reciclagem
	21 - Saúde
	22 - Enterro
	23 - Controle de Poluição
	24 - Química da água
	25 - Funções do solo
	26 - Funções do Geossistema
	27- Funções do ecossistema
VI – Valor científico e educacional	28 - Investigação científica
	29 - História da Terra
	30 - Pesquisa geológica
	31 - Monitoramento ambiental
	32 - Educação e formação de professores

3.3.1 Estudos sobre a geodiversidade no Brasil

Conforme o levantamento bibliográfico realizado entre os estudos sobre a geodiversidade no Brasil, verificou-se que estes se destacam principalmente em regiões continentais, pois os elementos visuais da área auxiliam na observação e análise do espaço. Já os estudos voltados para ambientes submersos são escassos, quer seja pela falta de incentivo científico, quer seja pela carência de equipamentos e dados de campo que auxiliem na análise das áreas, além da dificuldade de observação visual da mesma.

Para Silva et al. (2008) os estudos voltados para a geodiversidade no Brasil se desenvolveram no mesmo período que os estudos de base

internacional, tendo como foco fundamental a caracterização e quantificação do patrimônio geológico dos espaços que estavam sendo estudados, destacando as pesquisas sobre geossítios e geoparques, onde os mesmos visam à geoconservação e o geoturismo.

Alguns estudos voltados para o planejamento territorial também foram verificados em inúmeros trabalhos científicos realizados em todo o território nacional e em programas de levantamento e divulgação do patrimônio geológico. A aplicação dos estudos da geodiversidade nesses tipos de pesquisa funcionaria como indicador das aptidões e restrições de uso do meio físico de uma área, bem como dos impactos advindos de seu uso inadequado do ponto de vista geológico (SILVA, et al. 2008).

Maia (2012) apresenta em seus estudos que as iniciativas governamentais para a geoconservação no território brasileiro são desenvolvidas, principalmente, pelos seguintes projetos e programas: Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), que realiza, desde 1997, o inventário dos geossítios brasileiros; Programa Geoparques, criado em 2006 pela CPRM/SGB, com o objetivo de avaliar e caracterizar áreas potenciais à criação de geoparques (SCHOBENHAUS; SILVA, 2010); Projeto Caminhos Geológicos, do Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro (DRM-RJ); Programa Sítios Geológicos e Paleontológicos do Paraná (MINEROPAR).

Exemplo desses projetos e programas, de acordo com Maia (2012), são os trabalhos realizados pela CPRM/SGB (2006), onde a geodiversidade de uma área é definida de forma qualitativa, com o estabelecimento dos grandes geossistemas formadores do território nacional, por meio da definição de domínio e unidades geológico-ambientais, destacando suas limitações e potencialidades frente ao uso e à ocupação diversos (agricultura, obras de engenharia, fontes contaminadoras, potencial hidrogeológico, recursos minerais, potencial geoturístico), considerando a constituição litológica da supraestrutura e da infraestrutura geológica, agregadas às informações geomorfológicas e pedológicas.

Segundo MAIA (2013), no Brasil são poucos e recentes os estudos sobre a geodiversidade marinha, sendo a maioria dos estudos restritos a regiões insulares e costeiras sendo relacionados ao patrimônio geológico e ao geoturismo, com destaque para a identificação de paleoníveis marinhos e educação em geociências, surgindo como trabalho em áreas essencialmente marinhas o de Maia et al. (2012), onde são apresentados parâmetros a serem analisados para levantamento da geodiversidade marinha da Cadeia de Vitória-Trindade.

Dessa forma, a aplicação do conceito de geodiversidade em áreas continentais é relativamente comum, com metodologia em fase de consolidação. Os estudos são focados no levantamento do patrimônio geológico, geoconservação, geoturismo, relações com a biodiversidade e como forma de fomentar as políticas de gestão pública (CPRM, 2006; MANSUR; NASCIMENTO, 2007; NASCIMENTO et al., 2008; SCHOBENHAUS, 2006; SILVA, 2008). A importância desta pesquisa é propor uma metodologia onde os estudos em ambientes marinhos se tornem frequentes para que o uso dessas áreas seja realizado de forma sustentável.

3.3.2 Geodiversidade marinha

Para Martins et al. *apud* Silva (2008), a zona costeira representa um de nossos recursos mais preciosos, pois abriga grande parte da população mundial. Trata-se de uma zona frágil que responde de maneira adversa a mudanças em seu perfil de equilíbrio. Essas mudanças podem ser naturais ou induzidas pelo homem. Logo, as zona costeiras se tornaram um recurso em si nos estudos da geodiversidade, devido sua importância e os processos que nela são gerados na relação entre o homem e a natureza, onde nos estudos sobre a geologia costeira e marinha, quando aplicadas nesses espaços, podem contribuir para a compreensão dos problemas encontrados na área.

Já a importância dos estudos da geodiversidade em ambientes marinhos se dá, por causa dos recursos naturais que a mesma dispõe, quer sejam

recursos minerais, recursos pesqueiros, de patrimônio histórico-cultural ou até mesmo turístico e socioambiental. Para Martins et al. *apud* Silva (2008), a necessidade de estudos voltados para os recursos minerais marinhos se torna de fundamental interesse para a sociedade e o futuro das formas de uso destes recursos.

A distribuição mundial desigual de recursos minerais no continente, a sensibilidade política que tal fato causa e um atento crescimento da importância na proteção e conservação dos ambientes aumentaram o significado futuro dos minerais marinhos, além do óleo e gás. O conhecimento sobre sua distribuição, categoria, gênese e abundância, embora ainda imperfeito, cresce rapidamente, particularmente para aqueles minerais economicamente significantes em um futuro próximo (Martins, 2008, p. 66).

O primeiro trabalho sobre geodiversidade em área marinha, trata do levantamento da geodiversidade marinha escocesa (Brooks et al. 2011, 2012). No Brasil, segundo Maia (2012), os estudos da geodiversidade em área marinha estão restritos a porções emersas de ilhas oceânicas ou ambientes costeiros, a exemplo dos trabalhos realizados nas ilhas dos Açores e mares da Inglaterra e Escócia (BROOKS et al., 2011; FELTON, 2010; GORDON; BARRON, 2011; KASKELA et al., 2012; NUNES et al., 2007; ROVERE et al., 2011).

Silva et al. (2008), nos afirma que, em trabalhos específicos sobre sedimentologia marinha, isto é, recursos minerais marinhos, a localização dos minerais, decorrente dos diferentes estágios de evolução oceânica, foi identificada a partir do conhecimento da evolução da geodiversidade dos fundos oceânicos. Daí a importância do estudo da geodiversidade em ambientes submersos.

Canãdas e Ruiz Flaño (2007, p. 390) mencionam em suas pesquisas estudos em ambientes marinhos e utilização de técnicas sobre geodiversidade: “[...] *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 [...]”.

Estudos sobre geodiversidade, envolvendo diretamente o assoalho marinho são identificados por Maia (2012), em ambientes como o mar Báltico, o golfo da Finlândia e os 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 (BROOKS et al., 2009, 2011, 2012; GORDON; BARRON, 2011; GORDON et al., 2006; KASKELA et al., 2012; ROVERE et al., 2010, 2011).

Conforme Gordon e Barron (2011), para um melhor gerenciamento e conservação de *habitats* e espécies se faz necessário o estudo dos processos geológicos subjacentes, a análise dos solos e o estudo dos processos geomorfológicos da área *in loco*, tendo em vista que algumas espécies estão condicionadas a determinados tipos de substrato, como por exemplo a ocorrência de lagostas associadas a sedimentos carbonáticos, ou seja, com os estudos sobre geodiversidade, além de analisar os recursos minerais marinhos, pode-se identificar uma forma de gestão sustentável de espécies marinhas.

De acordo com Brooks et al. (2011 e 2012), os fatores para a escolha e triagem das áreas que serão monitoradas e que possuem uma maior representatividade da geodiversidade em ambientes marinhos têm como base os valores educativo, científico, intrínseco, estético e contexto histórico, analisados com base em parâmetros tais como: geologia; movimento de massa submarino; geomorfologia do fundo marinho e áreas costeiras; hidrocarbonetos de origem autigênica (*seep features*); estruturas cenozoicas da margem atlântica; estruturas biogênicas.

A descrição das áreas é baseada na proposta da *Geological Conservation Review* (GCR), que é uma instituição do Reino Unido criada para identificar e registrar os principais aspectos geológicos e geomorfológicos da evolução da Terra na Grã-Bretanha, onde existem um cadastro com de mais de

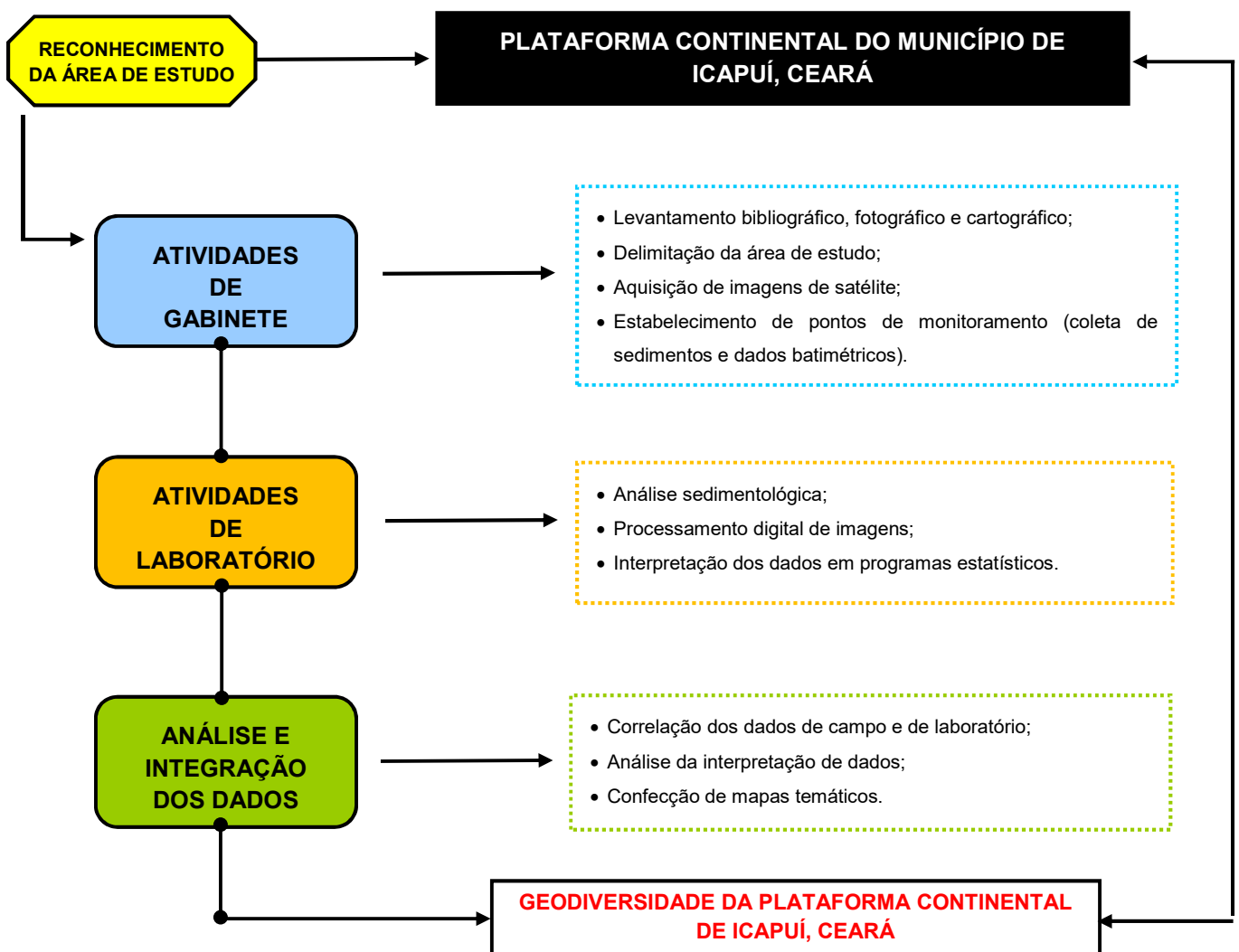
3000 áreas, agrupadas em 100 categorias, abrangendo o leque de características geológicas e geomorfológicas (MAIA, 2013).

No Brasil, são raros os trabalhos sobre geodiversidade em áreas essencialmente marinha, sendo a maioria dos trabalhos realizados nas zonas costeiras e/ou regiões continental. No entanto, o trabalho de Maia (2013), realizado na Cadeia de Vitória – Trindade se destaca na temática sobre a geodiversidade em ambientes marinhos, onde a autora apresenta a proposição de uma metodologia para o levantamento da geodiversidade marinha.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo da geodiversidade da zona costeira e plataforma continental do município de Icapuí consistiu no levantamento bibliográfico da temática em foco, práticas de campo com coletas sedimentológicas e batimétricas, análises em laboratório e integração das informações adquiridas (Quadro 02), finalizando com a geração de produtos cartográficos representando os aspectos físicos e a geodiversidade da área, permitindo dessa forma uma análise integrada dos elementos socioambientais, econômicos, históricos e culturais.

Quadro 02: Fluxograma metodológico.



4.1 Levantamento bibliográfico

As atividades preliminares de gabinete consistiram de um levantamento bibliográfico e cartográfico junto às universidades e órgãos ligados aos estudos geológicos e/ou pesquisas que analisaram a área, tais como: Instituto de Pesquisas Econômicas do Ceará (IPECE), Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Universidade Federal do Ceará (UFC), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), dentre outros, que possibilitaram a aquisição de referencial teórico e fotointerpretação da área.

Foram revisados, também, estudos contendo abordagens metodológicas para a definição, identificação e caracterização dos sedimentos. Tais estudos foram sintetizados em tabelas e organizados em métodos (diretos e indiretos), os quais foram úteis durante o desenvolvimento da metodologia aqui aplicada. Também foram consultados artigos científicos nacionais e internacionais, dissertações e teses, propor-se à compreensão de bases conceituais, abordagens metodológicas, aspectos geológicos e geomorfológicos, geoprocessamento e geodiversidade.

4.2 Fonte de dados e organização em SIG

O levantamento cartográfico tornou-se um item fundamental na compreensão de padrões de organização do ambiente, no que se refere às áreas costeiras e oceânicas. Neste contexto, o sensoriamento remoto e a fotointerpretação são técnicas bastante úteis que permitem obter, em curto prazo, grande quantidade de informação com aplicação no planejamento regional e local.

A partir dessas técnicas, foram utilizados dados cedidos pelo Laboratório de Geologia Marinha Aplicada (LGMA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM) e da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), através de cartas náuticas., onde,

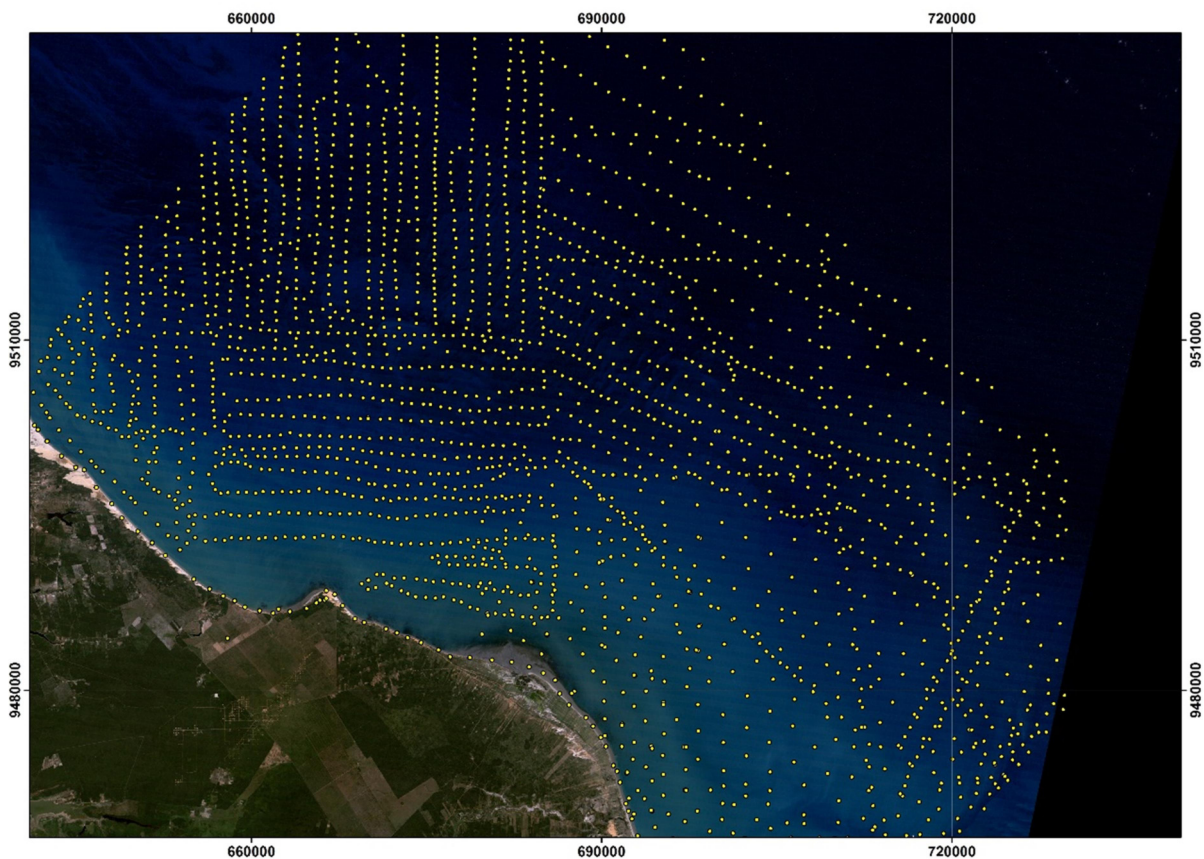
após a análise foram gerados *overlays*, com registro da caracterização geológica da margem continental, bem como a localização dos pontos de amostragem.

Para a geração dos mapas, os dados foram padronizados em meio digital, onde foram tratados e gerados mapas de acordo com os objetivos da pesquisa.

4.2.1 Dados batimétricos

Os dados batimétricos tiveram como principal objetivo a análise da morfologia da plataforma continental, através da geração de perfis batimétricos, curvas de nível e modelagem digital do terreno (Figura 08).

Figura 08: Pontos batimétricos da área de estudo. Fonte: Próprio autor, 2017.



Os dados batimétricos foram obtidos através do banco de dados do LGMA, de cartas batimétricas da marinha, de trabalhos de campo realizados

para esta pesquisa e de dados ETOPO1 do *National Center for Environmental Information* pertencente ao *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), que foram utilizados para a geração da batimetria da área, representadas através de isolinhas e de modelos digitais de terreno (MDT) e de declividade, que foram utilizados para a caracterização morfológica da área e delimitação da plataforma continental, o limite externo da área de estudo, através da identificação da zona de quebra que representa o limite entre a plataforma continental e o talude continental.

Os dados batimétricos, junto dos sedimentológicos, também foram utilizados para orientar o levantamento geofísico, através da identificação de áreas que apresentaram variação morfológica e textural.

4.2.1.1 *Curvas e intervalos batimétricos*

Para a geração da batimetria, utilizou-se o método geoestatístico da Krigagem universal para criar uma superfície de interpolação matricial, a partir dos dados batimétricos filtrados até a isóbata de -500 metros, englobando toda a área da plataforma continental e a zona de quebra para que assim fossem geradas as curvas batimétricas.

O método da Krigagem Universal utiliza modelos estatísticos que permitem uma variedade de resultados. Neles os valores dos pontos amostrados são modelados como um polinômio de tendência. A Krigagem é realizada sobre a diferença desta e os valores dos pontos.

Assim, geraram-se os contornos (isóbatas) da superfície de interpolação onde, as isóbatas foram geradas com o intervalo entre as linhas de 5 em 5 metros e 10 em 10m. As isóbatas representam uma linha de igual valor de profundidade ao longo de toda a sua extensão. Este tipo de representação foi útil para a visualização de pequenos detalhes na superfície que não são bem definidos na superfície de interpolação matricial.

4.2.1.2 Modelo digital de terreno (MDT)

O modelo digital de terreno foi criado com a junção das informações obtidas através do banco de dados do LGMA, trabalhos de campo realizados na área, cartas náuticas da DHN e dados ETOPO1 obtidos através do NOAA. Em seguida, foi criado um raster com a junção de todas as informações utilizando a Krigagem Universal que, segundo Silveira (2014), a superfície gerada pela Krigagem permite de forma mais fidedigna, a identificação de feições geomorfológicas presentes no relevo submerso. Com o raster criado foi gerado o MDT, que permite a visualização da morfologia da plataforma em 3D.

Para a geração do modelo digital de terreno (MDT), foi utilizado o software Surfer 11, que faz a interpolação dos dados batimétricos através de Krigagem para a geração de um grid e, a partir daí, são gerados mapas em perspectiva 3D, que possibilitam a visualização da morfologia da área através de diferentes ângulos de visualização. Nos mapas em 3D, também podem ser sobrepostas outras informações como sedimentologia e batimetria, tornando assim, possível fazer uma melhor análise dos dados e da sua distribuição espacial.

4.2.1.3 Mapa de declividade

O mapa de declividade teve como base os dados batimétricos, onde a declividade da área é apresentada em graus ou percentuais. Ainda com os dados de declividade foi calculada a direção da mesma. A análise da declividade se torna importante para a compreensão dos processos físicos e geológicos atuantes na área.

4.2.1.4 Perfis batimétricos

Utilizando os dados batimétricos, foram traçados 6 perfis sendo 3 perpendiculares à linha de costa e 3 paralelos, de modo que fosse possível a visualização das principais características fisiográficas da plataforma

continental de Icapuí e que abrangessem todas as feições identificadas nas imagens de satélite.

4.2.2 Processamento Digital de Imagens (PDI)

Para a realização deste trabalho, foram utilizadas imagens dos satélites LandSAT 5 TM, cena 216/63 dos anos de 2003 e 2009 e LandSAT 8 do ano de 2015. As imagens foram escolhidas com base em dois fatores principais: a obtenção de imagens com a menor cobertura de nuvens possível sobre a plataforma e que também apresentassem a menor interferência da turbidez na coluna d'água, tornando possível a melhor identificação das feições submersas. Para o processamento das imagens foram utilizados os softwares ERMapper e ENVI, onde foram utilizados filtros direcionais, de passa alta e passa baixa.

Filtros podem ser entendidos como janelas móveis de matrizes quadradas de dimensões variáveis que caminham sobre a imagem original, a passos de um *pixel* na direção das linhas (até o final de cada uma) e colunas, modificando-a, pois a cada passo, conforme a operação feita no seu interior (média, mediana, etc), modificam o *pixel* central da janela correspondente na imagem original (PERROTA, 2005).

Ainda segundo a autora, os principais tipos de filtros são os filtros de passa-baixa ou suavização, que eliminam as altas frequências da imagem, muitas vezes relacionadas a ruídos ou falhas na imagem. São muito usados na suavização de modelos digitais de terreno construídos a partir de dados vetoriais. Os filtros de passa-alta ou realce de bordas, que eliminam as feições de baixa frequência, realçam as diferenças bruscas entre alvos e os filtros direcionais, que são filtros de passa-alta que realçam direções pré-determinadas. Carvalho e Silva (2005) *apud* Petsch (2015), afirmam que o uso de filtros direcionais tem seu uso mais indicado para o realce de lineamentos de relevo.

A composição utilizada foi com as bandas 3, 2 e 1 do LANDSAT 5 e as bandas 3, 2 e 1 do LandSAT 8. O Uso das bandas azul e verde se justifica pelo fato de que a radiância na banda azul (450 – 515 nm), decai mais rápido com o aumento da profundidade do que a radiância da banda verde (525 – 600 nm), de acordo com Jagalingam (2015).

Todas as imagens tiveram como referencial geométrico imagens Geocover, a partir das quais foram estabelecidos pontos de controle identificáveis nas imagens, onde foram georreferenciadas para o sistema de coordenadas UTM, datum WGS84.

Foram também utilizadas imagens QuickBird do ano de 2009 e imagens RapidEye dos anos de 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015 para a delimitação da linha de costa dos respectivos anos e para o mapeamento dos afloramentos rochosos que se encontram na zona de antepraia e plataforma continental interna. Tais imagens são ideais para este tipo de mapeamento devido à sua resolução espacial que é de 51 cm para as imagens QuickBird e 5m para as imagens RapidEye.

4.3 Atividades de laboratório

Os dados sedimentológicos foram obtidos do banco de dados do LGMA, que foram coletados através dos projetos Granmar, REMAC, REMPLAC, GEOCOSTA e através de dados da atual pesquisa. Os dados foram plotados em ambiente SIG para representação da distribuição das classes sedimentares na área de estudo. A classificação dos sedimentos se deu através da classificação de Larssonneur, que classifica os sedimentos tanto pela sua granulometria quanto pela origem (siliciclástico ou carbonático), auxiliando numa melhor compreensão na dinâmica do ambiente e na origem dos sedimentos da região.

Para a confecção das cartas de distribuição espacial dos teores em porcentagem, de Carbonato de Cálcio, Cascalho, Areia e lama, utilizou-se o método de Inverso da Distância Ponderada(IDW). Tal método foi utilizado por representar com mais fidelidade a distribuição dos elementos analisados.

A superfície de interpolação (raster) foi criada a partir do shape de pontos dos dados de amostragem, em datum WGS84, pelo método IDW. O IDW é um método determinístico e considera que cada ponto tem influência sobre os outros, e essa influência diminui com a distância. Logo, o peso dos pontos de informação mais próximos das células a serem processadas é maior que o peso dos mais distantes, ou seja, esse método considera que os dados pontuais são ponderados durante a interpolação, de tal forma que a influência de um determinado dado pontual em relação a outro diminui com o aumento da distância (DAVIS, 1986).

Em seguida, para delimitar somente a área desejada do grid gerado, utilizaram-se máscaras de cada área, delimitadas entre a linha de costa e a isóbata de -500 metros. Posteriormente, repetiu-se o processo de geração do grid para cada máscara, obtendo-se os resultados com as áreas delimitadas.

4.3.1 Análise granulométrica

Após a coleta de amostras de sedimentos realizadas em campo, estas foram devidamente ensacadas e etiquetadas, e passaram por técnicas propostas por Suguio (1973), podendo ser descrita da seguinte forma: As amostras coletadas são colocadas em cápsulas de vidro e levadas à estufa de secagem a uma temperatura de 60°C, permanecendo ali em torno de 24 horas. Decorrido esse tempo às amostras são retiradas da estufa e postas para esfriar a temperatura ambiente. Seguido a isso são separadas 100 gramas para passar pela análise propriamente dita.

Essas amostras contêm um teor de sal que as tornam higroscópicas, ou seja, possuem em suas pequenas cavidades e/ou ao seu redor uma camada de partículas de sais que altera o peso da amostra e o formato do grão, não permitindo o bom desenvolvimento das análises (MUEHE, 1996). As amostras, portanto, são lavadas em água corrente com o auxílio de uma peneira de malha 0,062 mm, que proporciona a retirada dos sais da amostra e separação do material siltoso que tem pouca representatividade na maioria das amostras.

Após a lavagem, as amostras retornam para a estufa para secar, novamente a 60°C, permanecendo ali por mais 24 horas. Em seguida, inicia-se o processo de separação (peneiramento mecânico) das amostras que foi realizado com o auxílio de uma série de peneiras com malhas variando entre 2,830 e 0,062 mm, agitadas na máquina “Rotap Sieve-Shaker”, onde são separadas as frações referentes à escala granulométrica e posterior a isso ocorre à pesagem das amostras em uma balança analítica, cujos pesos são anotados em fichas de análise granulométrica.

4.3.2 Teor de Carbonato de Cálcio

A determinação do teor de carbonato de cálcio foi efetuada pelo método clássico do calcímetro de Bernard (*apud* LAMAS et al. 2005, modificado), no qual o teor de carbonato é medido indiretamente, através do volume de uma solução salina deslocado pelo gás carbônico produzido da reação do HCl com o carbonato contido na amostra.

Primeiramente mediu-se o volume (V padrão) deslocado da solução salina para uma amostra de concentração conhecida de carbonato de cálcio (C padrão). No caso, cerca de 0,5 g de amostra de CaCO_3 a 99 % (C padrão) foram adicionados a três kitassatos denominados de B1, B2 e B3, nos tubos de ensaio acoplados a cada kitassato adicionaram-se 2,0 ml de HCl 10 %, com cuidado para não atingir a amostra. No calcímetro de Bernard adicionam-se 35 ml de água salinizada e em seguida acoplou-se cuidadosamente o kitassato a essa coluna de água, evitando-se ainda que o HCl atingisse amostra.

Ajustou-se o nível de água até que na bureta adequada esse nível alcançasse a marca zero e, finalmente, vagarosamente, entornou-se o kitassato para que o HCl contido no tubo de ensaio entrasse em contato com a amostra, para ocorrer a reação que produz o gás carbônico que por sua vez desloca a solução salina a um volume maior que zero (V padrão). As amostras em estudo foram, em seguida, submetidas aos mesmos passos analíticos acima descritos para se determinar o seu teor de carbonato de cálcio.

O percentual de carbonato de cálcio das amostras é medido indiretamente através de uma regra de três simples:

$$\mathbf{C \text{ amostra (\% CaCO}_3\text{)} = (V \text{ amostra} \times C \text{ padrão}) / V \text{ padrão}}$$

Onde:

C amostra= corresponde à concentração de CaCO₃ da amostra

V amostra= é volume da solução salina deslocado pelo gás carbônico produzido da reação do HCl com o carbonato contido na amostra

C padrão= é a concentração padrão da amostra a 99 % de CaCO₃

V padrão= corresponde ao volume de solução salina deslocado pela amostra padrão.

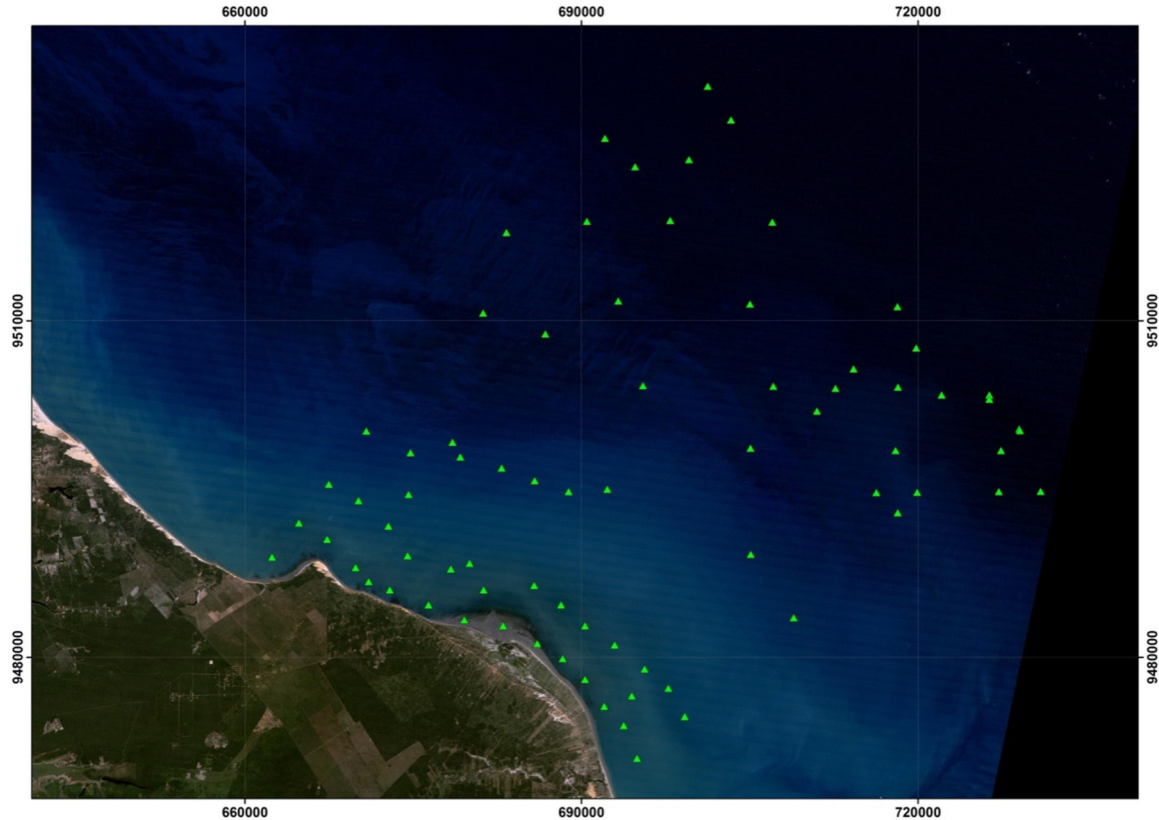
Vale ressaltar que a análise do padrão foi realizada em duplicata e a diferença entre as medidas foi menor que 1,0 %.

4.3.3 Faciologia

Os pontos de amostragem utilizados para a confecção das cartas faciológicas, foram classificados segundo Larssonneur, que classifica os sedimentos levando em consideração as proporções de areia, cascalho, lama e carbonato de cálcio. Para a melhor determinação da fácies, utilizou-se a batimetria para entender a morfologia do fundo oceânico.

No total foram utilizadas 64 amostras, sendo parte do acervo do Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada (LGMA) e parte coletada em campo (Figura 09), sendo assim possível a geração de um mapa faciológico da área.

Figura 09: Localização das amostras de sedimento. Fonte: Próprio autor, 2017



Para a determinação das fácies existentes, foi utilizada a classificação de Larsson modificada (1977, in Freire et al., 1997), que se baseiam em parâmetros texturais e nos teores de carbonato de cálcio (CPRM, 2007)

4.4 Classificação da geodiversidade costeira e marinha

Segundo Brooks et al. (2011), o ponto de partida para a identificação e avaliação de sítios terrestres foi o desenvolvimento de um sistema abrangente de classificação de "blocos" para subdividir a geologia e a geomorfologia da Grã-Bretanha em uma série de áreas temáticas.

A abordagem adotada baseia-se no quadro científico do *Geological Conservation Review* (GCR), que foi estabelecido para identificar e priorizar aspectos importantes do patrimônio da Terra no ambiente terrestre (Ellis et al., 1996). As diretrizes de seleção de locais contidas no quadro científico do GCR compartilham muitas semelhanças com aquelas contidas nas diretrizes de seleção de *Marine Protected Areas* (MPA) escocesas (Marine Scotland et al., 2011). No entanto, um pequeno número de modificações foram necessárias

para alinhar a estrutura do GCR com as diretrizes escocesas de seleção de MPA (Quadro 03).

Quadro 03: Diretrizes para a priorização de áreas-chave da geodiversidade em águas da Escócia. Fonte: Brooks, 2011

Diretriz 1	Presença de características Chave da geodiversidade
(i)	Interesses da geodiversidade para o qual é considerado um ponto forte na Escócia (não é especificamente um critério de seleção da CGR, entretanto pode ser considerado amplamente análogo a locais de “importância internacional”)
(ii)	Interesses da geodiversidade/ áreas considerados de excepcional importância científica (Igual ao Princípio 2, Quadro 1 da CGR, mas com a diferença chave que a raridade em si não faz a característica em questão excepcional)
(iii)	Interesses da geodiversidade que são nacionalmente importantes por que são característicos ou “representativos” de uma característica de uma ciência da Terra, evento ou processo que é fundamental para a história da Terra na Escócia (Igual ao Princípio 3, Quadro 1, mas levando em consideração a lista expandida dos temas chave de herança da Terra ou “blocos” –ver abaixo)
Diretriz 2	Presença de interesses da geodiversidade considerados sob ameaça ou sujeito a rápido declínio (Não é um critério de seleção de local da CGR)
Diretriz 3	Área que é de significância funcional para a saúde geral e diversidade dos mares escocesas (Não é um critério de seleção de local da CGR)

De acordo com Maia (2013) primeiro passo para preservação do patrimônio geológico marinho e utilização de seus recursos é a caracterização da geodiversidade, explicitando-a em função dos valores associados, aptidões/adequabilidades e aspectos restritivos aos diversos usos. Assim, a geodiversidade marinha de uma área pode ser caracterizada pela análise dos processos tectônicos e geológicos que deram origem ao ambiente marinho, aliados aos processos modeladores da paisagem, como deposição e transporte de sedimento, aspectos oceanográficos, atividades biológicas e interferência antropogênica (obras de engenharia e infraestrutura).

Ainda segundo a autora, seu modelo proposto para caracterização da geodiversidade marinha da área se baseia na compartimentação do substrato oceânico em domínios da geodiversidade e subdivisões, tendo como aspectos relevantes a fisiografia, a profundidade, o ambiente geológico e os processos associados, a composição geológica do substrato marinho e as feições morfológicas e estruturais resultantes.

4.4.1 Áreas chave da geodiversidade marinha

A seleção das áreas-chaves da geodiversidade marinha da área de estudo foi estabelecida com base nas propostas de Brooks et al., 2011; Brooks et al., 2012, Maia et al.; 2013, que estabelecem temas capazes de representar a geodiversidade presente em áreas marinhas.

Brooks et al. (2011), propõe a caracterização da geodiversidade marinha em águas escocesas através do agrupamento em blocos principais, que em algumas áreas, por possuírem interesses adicionais abrangem vários blocos (Quadro 04).

Maia (2013) propôs os temas que representam a geodiversidade com base nos valores da geodiversidade propostos por Gray (2004) e aplicados sobre o conhecimento dos compartimentos da geodiversidade apresentados no Mapa da Geodiversidade das Áreas Adjacentes à Cadeia Submarina de Vitória-Trindade, onde os temas foram agrupados em: I - Interesse científico e educacional sobre a história geológica da margem continental leste brasileira e do Atlântico Sul; II – Potencial para usos diversos (recursos minerais e geoturísticos); III - Aspectos restritivos geológico, ambientais e legais; IV - Aspectos funcionais e de apoio à biodiversidade (Quadro 05).

Quadro 04: Categorização de blocos da geodiversidade marinha em território escocês e águas offshore associadas com o número de áreas chave da geodiversidade. Fonte: Brooks, 2011.

Block	Key geodiversity área	Number of sub-areas
Quaternary of Scotland	Summer Isles to Sula Sgeir Fan	2
	Loch Linnhe and Loch Etive	-
	Wset Shetland Margin Palaeo-depositional System	-
	The Southern Trench	-
	Devil's Hole	-
	Fladen Deep	-
	Wee Bankle	-
	Bosles Bank	-
	North Sea Fan (Scottish Sector)	-
	The Barra Fan	-
Total	10	
Submarine Mass Movement	Gelkie Slide	-
	The Afen Slide and Palaeo-Afen Slide	-
	The Peach Slide Complex	-
	Miller Slide	-
Total	4	
Marine Geomorphology of the Scottish Deep Ocean Seabed	Wset Shetland Margin Contourite Deposits	3
	Central Hatton Bank (and adjacent basin floor)	-
	Rosemary Bank Seamount (and adjacent basin floor)	-
	North-East Rockall Bank (and adjacent basin floor)	-
	George Bligh Bank (and adjacent basin floor)	-
Total	5	
Seabed Fluid and Gas Seep	Darwin Mounds	-
	Scanner – Scotia – Challenger Pockmark Complex	2
Total	2	
Cenozoic Structures of the Atlantic Margin	Anton Dohm Seamount (and adjacent basin floor)	-
	The Pilot Whale Diapirs	-
Total	2	
Marine Geomorphology of the Scottish Shelf Seabed	Sandy Riddle Bank (south-east of Pentland Skemes)	-
	Fair Isles Strait Marine Process Bedforms	-
	Outer Hebrides Carbonate Production Area	-
	Inner Hebrides Carbonate Production Area	-
	Orkney Carbonate Production Area	-
	Shetland Carbonate Production Area	-
Total	6	
Coastal Geomorphology of Scotland	St Kilda Archipelago Submerged Landforms	-
	Sula Sgeir Submerged Platforms	-
Total	2	
Biogenic Structures of the Scottish Seabed	Rockail Bank Biogenic Sediment Mounds	-
	Hatton Bank Carbonate Mounds	-
	Mingulay Reef	-
Total	3	

Quadro 05: Proposta de temas de interesse para estabelecimento das áreas-chaves representativas da geodiversidade marinha. Fonte: Maia, 2013.

Temas de interesse	Aspecto abordado pelas áreas chaves
I – Interesse científico e educacional sobre a história geológica da margem continental leste brasileira do Atlântico Sul.	<ul style="list-style-type: none"> a. Exemplos da história geológica da plataforma continental do Espírito Santo durante o quaternário: estruturas biogênicas recentes (recifes), feições e depósitos sedimentares associados às variações do nível do mar, mudança da linha de costa. b. Exemplos da história geológica mesocenozóica relacionada à abertura e evolução do Atlântico Sul e implantação da bacia sedimentar do Espírito Santo: cânions, ravinas e sistemas turbidíticos, diápiros de sal. c. Registro do vulcanismo cenozoico relacionado à implantação da Cadeia Vitória-Trindade e demais montes submarinos de gênese indefinida. d. Paisagem marinha da plataforma continental ou em áreas oceânicas emersas: falésias na região costeira, recifes, cordões litorâneos, deltas, lagunas, dunas subaquosas, vales incisivos, terraços, ilhas oceânicas, bioconstruções em bancos submarinos. e. Paisagem marinha em mar profundo: cânions, sistemas turbidíticos, elevações submarinas, colinas abissais, canais profundos, vales estruturais, cristas estruturais, zonas de fratura oceânicas, cordilheiras oceânicas.
II – Potencial para usos diversos.	<ul style="list-style-type: none"> a. Econômico: depósitos minerais. b. Área com potencial geoturístico (áreas acessíveis).
III – Aspectos restritivos geológico, ambientais e legais.	<ul style="list-style-type: none"> a. Áreas protegidas e especiais: unidades conservação, restrição à mineração, águas jurídicas internacionais. b. Infraestrutura: cabo, dutos, obras de engenharia. c. Geológicos e ambientais: áreas sujeitas à erosão costeira e a movimentos de massa em taludes submarinos, sismos.
IV – Aspectos funcionais e de apoio à biodiversidade.	<ul style="list-style-type: none"> a. Formação de pesqueiros, suporte às bioconstruções e demais ecossistemas marinhos. b. Utilização para sequestro de CO₂.

A metodologia para a seleção das áreas chave da geodiversidade marinha proposta nesse trabalho se dá primeiramente pelo levantamento das unidades geomorfológicas presentes na área em estudo (Quadro 06).

Quadro 06: Unidades geomorfológicas da área em estudo.

Província fisiográfica	Domínio fisiográfico
Zona Costeira	- falésias
	- faixa de praia
	- planície de maré
Plataforma Continental	- plataforma interna
	- plataforma externa
Talude Continental	- talude superior

Em seguida é realizado um levantamento das áreas de interesse em função dos dados disponíveis (Quadro 07), já que, segundo Burek (2013), a natureza desafiadora do ambiente marinho é um impedimento significativo para a identificação e seleção de características, já que com exceção de águas muito rasas, a maioria das características é visível apenas através de técnicas de sensoriamento remoto, e só podem ser confirmadas por filmagens ou amostras físicas.

Quadro 07: Tipos de dados utilizados e características de interesse apresentadas.

Tipo de informação	Características de interesse
Sensoriamento Remoto	Mudanças de textura em imagens de satélite, variações das formas superficiais e de fundo, presença e distribuição de afloramentos, identificação de feições naturais e antrópicas.
Dados Batimétricos	Variações na morfologia de fundo através de MDT's, mapas e perfis batimétricos, mapas de declividade, orientação, relevo sombreado.
Sedimentologia	Classes texturais, granulometria
Geofísica	Falhas, dobras, atividade tectônica
Aspectos econômicos	Mineração, pesca artesanal, turismo
Aspectos ambientais	Unidades de conservação, obras costeiras, áreas sujeitas à erosão

Com a caracterização da área através dos dados disponíveis, são selecionadas as áreas que apresentem características relevantes baseadas nos parâmetros acima e são organizadas em valores, onde são destacados seus aspectos relevantes (Quadro 08).

Quadro 08: Proposta de valores e aspectos relevantes da geodiversidade marinha da área de estudo.

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

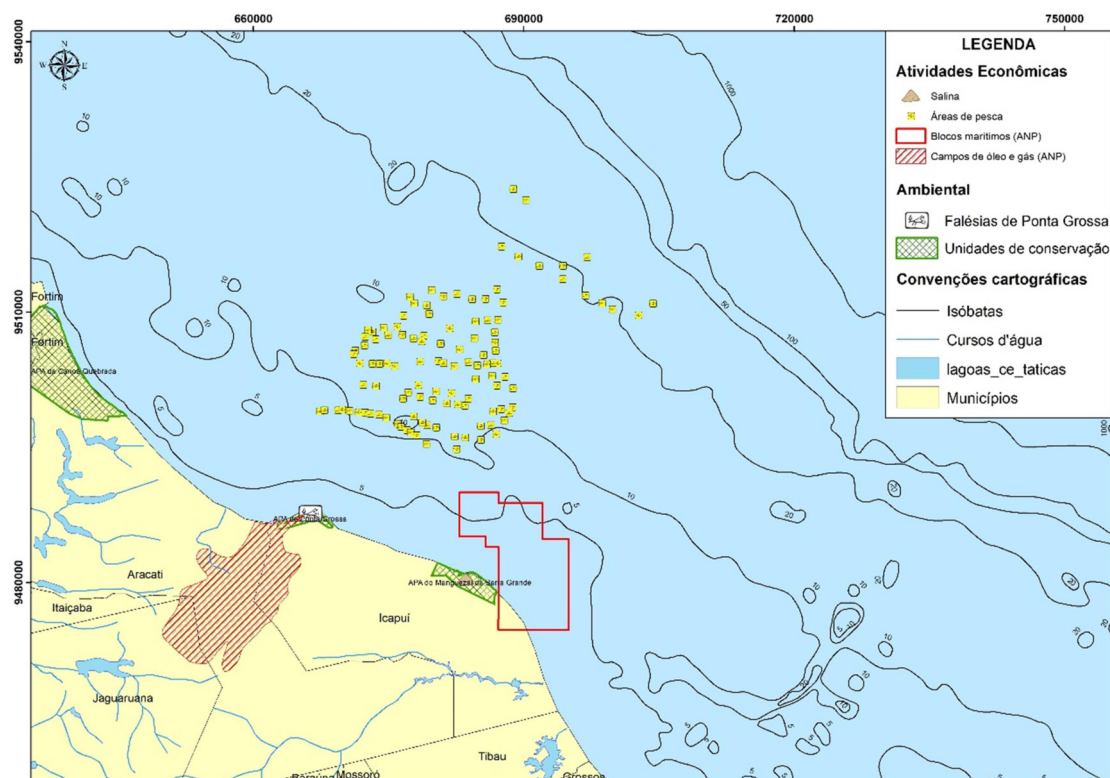
Os valores foram simplificados, pois a metodologia proposta por Gray (2004) foi desenvolvida para áreas emersas e dessa maneira, alguns valores não se enquadram em áreas marinhas, o que possibilita a exclusão dos mesmos da metodologia proposta neste trabalho.

Assim, tais valores foram definidos com base na metodologia proposta por Gray (2004), Brooks (2012) e Maia (2013), os valores propostos foram simplificados de forma a englobar os aspectos mais relevantes, ficando assim dividida em 3 categorias principais (valores) e 10 subcategorias (aspectos relevantes).

5. ASPECTOS ECONÔMICOS DO MUNICÍPIO DE ICAPUÍ

De acordo com o IPECE (2015), as atividades econômicas realizadas no município de Icapuí e que se destacam quanto a esfera de emprego e renda são: Extrativa Mineral, Indústria de Transformação, Serviços Industriais de Utilidade Pública, Construção Civil, Comércio, Serviços, Administração Pública, Agropecuária. No entanto, vale ressaltar atividades como a Pesca (principalmente a da lagosta), o extrativismo do coco, a coleta de algas e mariscos, a agricultura de subsistência, o artesanato o beneficiamento da castanha de caju, o beneficiamento do pescado e a carcinicultura (SOMA, 2005) se sobressaem nos vilarejos encontrados nas praias de Icapuí, como apresenta a figura 10 abaixo.

Figura 10: Atividades econômicas na zona costeira e plataforma continental de Icapuí.
Fonte: Próprio autor, 2017.



Meireles (2012) em seus estudos no município de Icapuí afirma que na planície costeira, mais precisamente nas comunidades de Barrinha, Requenguela e Berimbau as atividades econômicas relacionadas com a

indústria salineira e a monocultura do camarão (carcinicultura) são as que mais se destacam, sendo este o setor com maior concentração urbana e onde está o porto dos barcos (pesca e lagosteiros). Ocorre também a presença de estuário e Banco de Algas que estruturam a produtividade dos ecossistemas e o extrativismo, além dos usos sustentáveis com o cultivo de algas, mariscagem e pesca artesanal. E na parte mais próxima da sede do município ocorre o campo de exploração da Petrobras e a área de monocultura do caju. No setor de Tabuleiro litorâneo e paleodunas também ocorre à exploração da Petrobras com os poços da Fazenda Belém.

Segundo Costa (2010), no Ceará, a intensificação da valorização das zonas de praia ocorre principalmente a partir das políticas públicas voltadas para o turismo, estabelecidas no final dos anos 1980, conferindo a estes espaços diferentes usos. Em Icapuí esta atividade é largamente explorada devido suas paisagens com inúmeras falésias vivas do agrupamento barreiras, com paredões e plataformas de abrasão que apresentam cores diversas, praias, campos de dunas e manguezais, além das predominantes matas de tabuleiro, dos carnaubais e de extensos coqueirais, o que gera no município uma intensa valorização turística e imobiliária.

Stanley (2000) afirma que é a através da geodiversidade, termo que representa a abundância de espaços, fenômenos e processos geológicos, dos quais se originam as diversas paisagens, rochas, minerais, fósseis e solos que estabelecem a base para a vida na Terra. Diante disso, Sousa et al. (2008) corrobora que o litoral de Icapuí se destaca no cenário do turismo cearense devido suas paisagens, pois as falésias e dunas encontradas na região são importantes e mostram uma beleza incomparável, fato comprovado pelas empresas de ecoturismo do Ceará e do Rio Grande do Norte, que fazem paradas obrigatórias em tais paisagens.

Outra atividade econômica realizada no município é a extração de petróleo realizada pela Petrobrás. Essa exploração está ligada à Unidade de Exploração e Produção do Rio Grande do Norte e Ceará (UM-RNCE), que tem sede em Natal-RN e desenvolve suas atividades no campo de exploração da

Fazenda Belém. Essa unidade da Petrobrás atua nos dois estados e desenvolve atividades em terra e no mar. Sua produção é de 10 mil barris/dia de petróleo e 240 mil metros cúbicos de gás natural no Ceará, através de seis campos produtores, dois deles localizados entre Aracati e Icapuí (PETROBRAS..., 2008).

De acordo com Meireles (2012), o município também apresenta incentivo às atividades de lazer e turismo sustentável como visitas a Estação Ambiental Mangue Pequeno e viveiros de mudas; conhecer as áreas de replantio de manguezal; caminhadas pela passarela e participar da biodiversidade do ecossistema manguezal e da vida marinha, principalmente das aves migratórias; visitas ao Projeto Mulheres de Corpo e Algas e a cozinha experimental de produção de alimentos e cosméticos; conhecer e vivenciar práticas comunitárias sustentáveis de cultivo de algas; visitas as comunidades de Ponta Grossa e Retiro Grande, para conhecer os projetos de saneamento e captação de água de chuva e provar das iguarias da cozinha tradicional; conhecer as experiências de hortas e criação de abelha sem ferrão realizadas pelos jovens da comunidade Córrego do Sal; realizar trilhas nas falésias, dunas e mata de tabuleiro, vivenciando as diversas ações de replantio de mata nativa e de educação ambiental vinculadas à Estação Ambiental Mangue Pequeno.

5.1 A pesca da lagosta

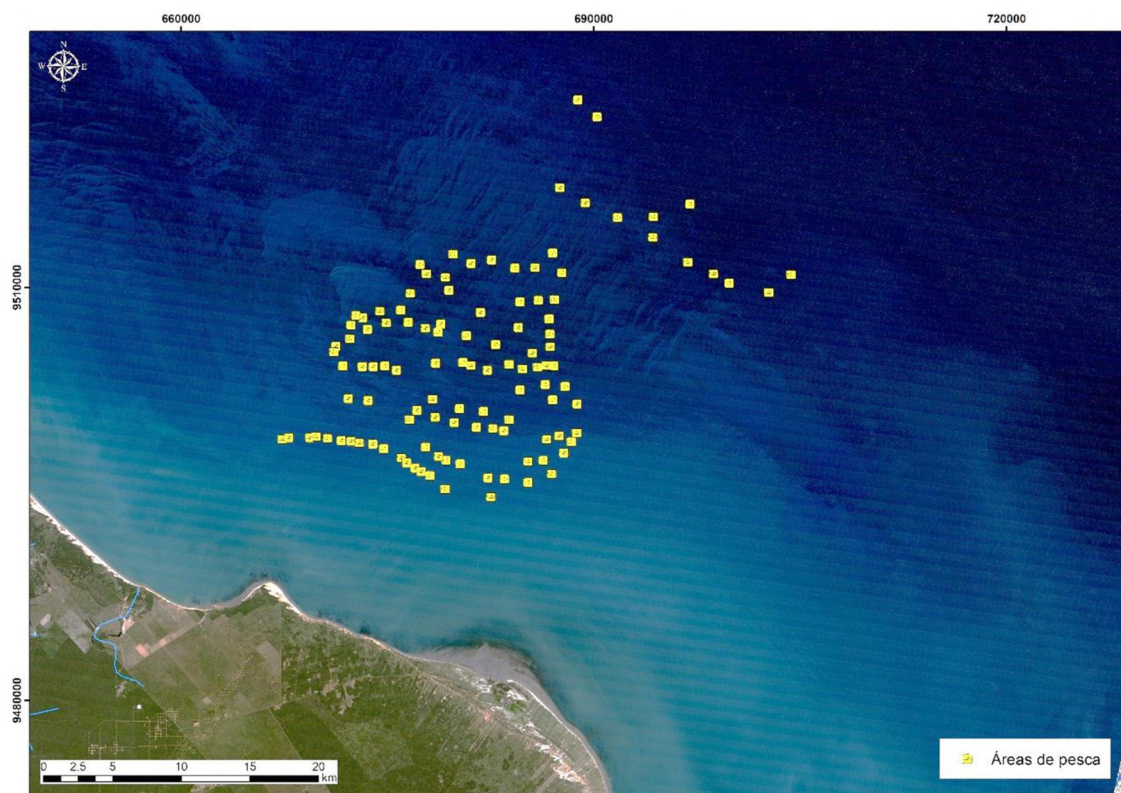
O Ceará possui nos seus 573 km de extensão de zona costeira e possui 19 municípios que fazem fronteiras com o mar. No entanto, no Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) foram agrupados 33 municípios com atividades socioeconômicas e processos interdependentes com o litoral (MUEHE et al., 2006). Conforme Almeida (2010), devido a área ser influenciada diretamente pelas águas quentes, salinas e oligotróficas da Corrente Sul Equatorial, esse litoral apresenta uma alta diversidade de espécies, mas com baixa biomassa, resultando numa grande atuação da pesca de pequena escala, tipicamente artesanal.

Costa (2010) assevera que a pesca da lagosta é uma das atividades pesqueiras desenvolvidas por quase todas as comunidades de pescadores encontradas no município e desempenha um importante papel no contexto econômico, social e cultural do Estado. De acordo com REVIZEE (2006), as lagostas representam uma das pescarias mais rentáveis do mundo na qual o Brasil destaca-se como sétimo maior produtor mundial de lagostas *Palinuridae*, e segundo da América Latina.

O município de Icapuí é o maior produtor de lagosta do setor leste do Ceará, contribuindo com 205 toneladas de lagosta, enquanto que os municípios de Itarema e Acaraú, são os maiores produtores do setor oeste, com uma produção estimada de 980 toneladas (BRASIL, 2008), mostrando assim, a importância da pesca da lagosta, indicando claramente o interesse das comunidades litorâneas do município de Icapuí pela atividade. A ocorrência de grandes populações de lagostas na plataforma continental cearense está intrinsecamente relacionada à ocorrência de uma espetacular capa carbonática que se estende sem descontinuidades marcantes por toda plataforma (LANA et al., 1996 *apud* ALMEIDA, 2010).

Em trabalhos como o de Almeida (2010) a atividade econômica da pesca de lagostas que ocorrem sobre substrato areia bioclástica, de acordo com a classificação proposta por Freire et al. (1997) e está dentre as atividades mais realizadas pelos pescadores do município (Figura 11). Os depósitos carbonáticos (carbonato > 70%), conforme Freire (1998) são formados por uma mistura biogênica/biodetrítica, constituída por fragmentos de algas calcárias *Chlorophyceae* (*Halimeda* sp.) e *Rhodophyceae* (*Lithothamnium* sp.), conchas de moluscos, ostracodes, briozoários e foraminíferos, se tornando os ambientes propícios para a reprodução da lagosta.

Figura 11: Pesca da lagosta na plataforma continental de Icapuí. Fonte: Almeida, 2010



A atividade da pesca se encontra ultimamente numa grave crise, o que faz com que o município esteja passando por sérios problemas de sustentabilidade, como assevera Almeida (2010),

Nas últimas duas décadas, como consequência da sobrexploração dos estoques lagosteiros, as comunidades artesanais de Icapuí vêm enfrentando diversos problemas. A grande quantidade de embarcações atuando sobre um pequeno espaço de mar, o uso de caçoeira e de cangalhas com malha miúda em águas rasas, onde há maior abundância de lagostas jovens e abaixo do tamanho mínimo de captura, pressionam os estoques de lagostas. A situação é agravada pela atuação de barcos “piratas” que utilizam como arte de pesca o compressor (ALMEIDA, 2010, p. 27).

A atividade pesqueira envolve 89% das famílias do município, sendo que deste percentual, 83% trabalham na cadeia produtiva da lagosta. Logo, as consequências são diversas e sistêmicas, como a redução da renda, diminuição da arrecadação municipal, encerramento de atividades de

empresas, desagregação familiar, diminuição da qualidade de vida, entre outros (ICAPUÍ, 2001).

5.2 Depósitos carbonáticos

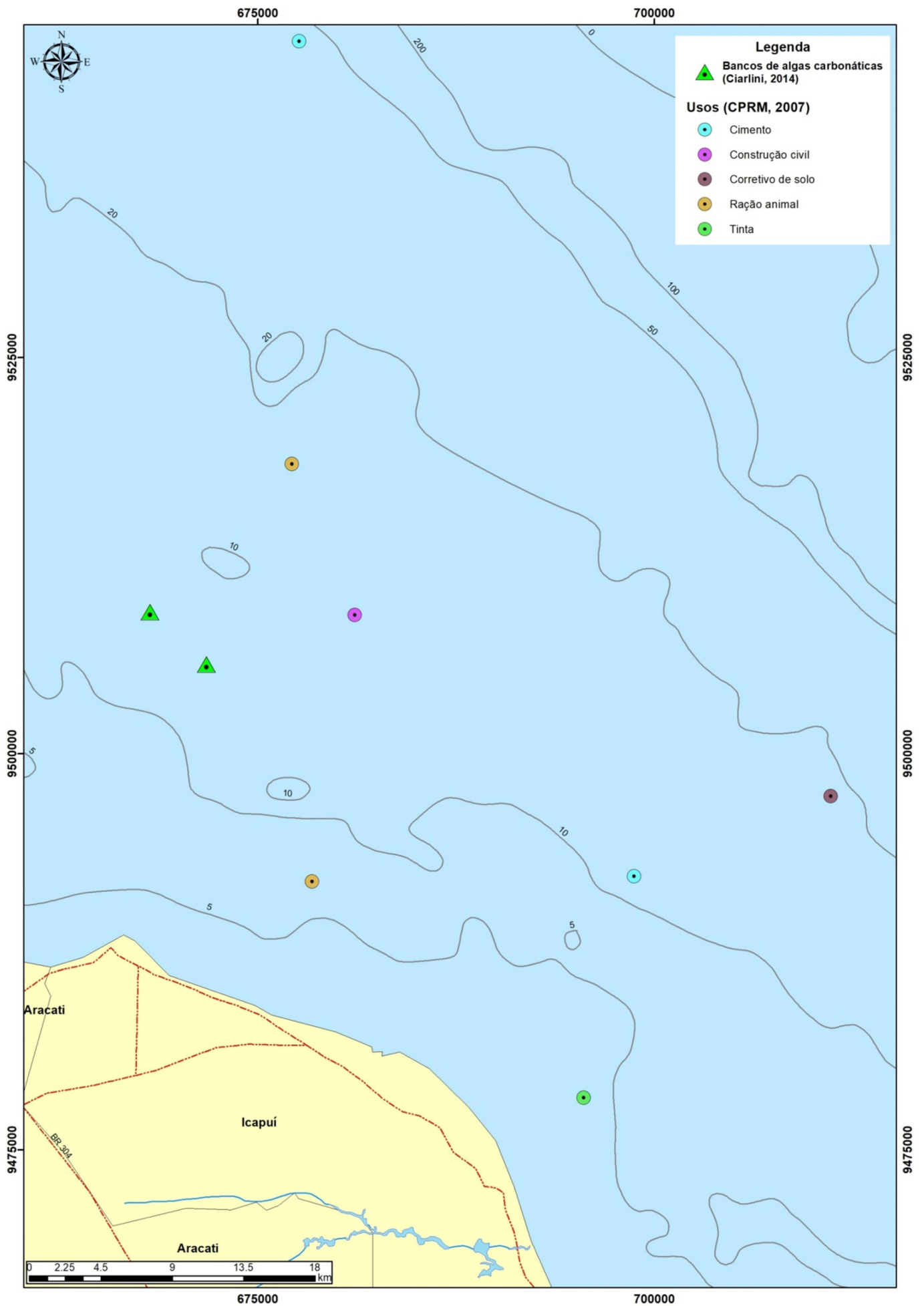
De acordo com o Informe de Recursos Minerais da CPRM (2007), segundo informação verbal de Freire (2006), estima a oferta de granulados bioclásticos na ordem de 43,32 bilhões de m³ com base na fácies areia bioclástica, onde na plataforma continental de Icapuí, foram indicados os possíveis usos para os sedimentos bioclásticos de acordo.

Ciarlini (2014), em seu estudo sobre o aproveitamento econômico dos recursos minerais na plataforma continental de Icapuí, fez um cálculo de reserva de sedimentos bioclásticos para área de estudo, estipulando uma área 1.748 m², com espessura de 1,5 m, calculando assim, cerca de 3.933.337,30 de toneladas, com teores de carbonato de cálcio acima de 80%, e reforça que há possibilidades de aproveitamento econômico resultantes da exploração de granulados marinhos no Ceará.

Vale ressaltar que as atividades de mineração podem causar impactos como a alteração da topografia do fundo pela dragagem do fundo, aumento da turbidez da água e deposição de rejeito de dragagem. As espécies que utilizam o fundo marinho para locomoção ou sua fonte de alimento reside no substrato, são as mais afetadas por tal atividade, bem como as algas calcárias.

Os principais locais passíveis de exploração são identificados no Mapa 01.

Mapa 01: Áreas sugeridas para exploração mineral. Fonte: Ciarlini (2014) e CPRM (2007)



6. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA ZONA COSTEIRA E PLATAFORMA CONTINENTAL DE ICAPUÍ

Na busca de se fazer uma melhor análise da geodiversidade e, conseqüentemente, do planejamento e uso da área em apreço, investigamos as características fisiográficas que definem a mesma. Neste sentido, um estudo mais detalhado sobre os sistemas controladores que influenciam diretamente na formação da zona costeira e plataforma continental se torna indispensável, sendo eles – aspectos climáticos, oceanográficos, geológicos, e geomorfológicos – que atuam de forma direta em conjunto com as atividades humanas, provocando transformações nesses ambientes.

6.1 Aspectos climáticos

O clima do litoral cearense apresenta como característica principal uma pluviometria tropical do tipo semiárido, com duas estações bem diferenciadas, sendo uma com precipitações de curtas durações e outra com uma estiagem prolongada. O município de Icapuí possui um clima Tropical Quente Semiárido Brando, com pluviosidade média de 949,2 mm, temperatura média de 26°C a 28°C e período chuvoso de janeiro a maio (IPECE, 2015).

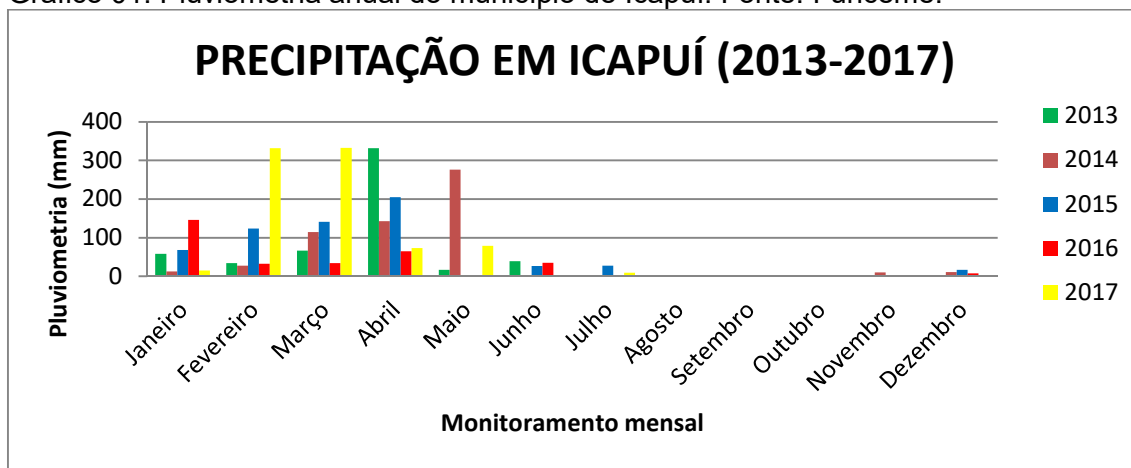
O município apresenta dois períodos climáticos bem definidos e que geralmente tem a mesma duração no ano: um chuvoso entre os meses de janeiro a junho, com máximas ocorrendo entre março e abril e outro de estiagem entre os meses de julho a dezembro, sendo este último, muitas vezes marcado pela ocorrência de precipitações esparsas.

A variação anual da pluviometria é controlada pelo movimento da ZCIT, que são observadas nas proximidades da linha do Equador e que, de acordo com Souza (2000), o sistema é gerado pela convergência dos ventos alísios de NE no hemisfério norte, e de SE no hemisfério sul. Dependendo da sua posição e tempo de permanência estes podem gerar anos com maiores ou menores precipitações, sendo as mínimas representações das secas que

geralmente estão relacionadas com a atuação dos fenômenos do *El Niño* e da *La Niña*.

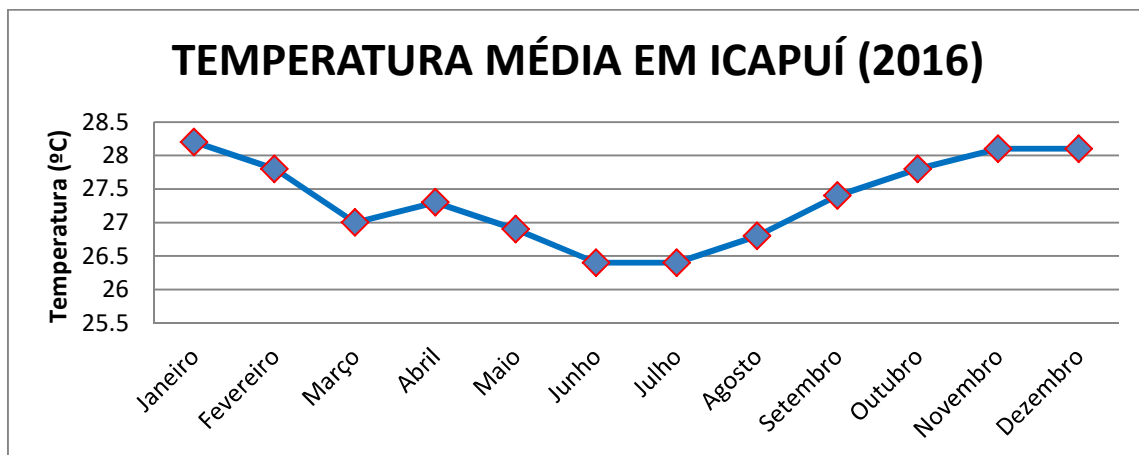
Podemos verificar a pluviometria do município entre os anos de 2013 e 2017 no gráfico 01 abaixo, onde verificou-se a predominância de chuvas nos meses de Janeiro a Junho e, conseqüentemente de períodos secos entre os meses de Agosto a Dezembro.

Gráfico 01: Pluviometria anual do município de Icapuí. Fonte: Funceme.



Em virtude da localização geográfica da área em estudo, caracterizada pela baixa latitude e a ausência de fatores geográficos influenciadores, a temperatura local não apresenta grandes variações anuais ou mensais; as máximas das médias variam entre 26°C e 28°C, ocorrendo no fim do período de estiagem. Os meses de janeiro, novembro e dezembro apresentam as maiores temperaturas, já as menores registram-se em junho e julho (Gráfico 02). A média de janeiro, mês mais quente, é de 28°C, e em abril, mês mais frio, é de 26,5°C (IPECE, 2016).

Gráfico 02: Temperatura média do município de Icapuí. Fonte: IPECE (2016).



Para Barros (2014), o vento é um dos principais agentes de transporte de material e age como um dos principais fatores na formação e modificação da paisagem, sendo de fundamental importância para o controle da direção de ondas e correntes. Segundo Meireles (2013) *apud* Barros (2014) há uma predominância nos ventos de SE, ESE, E NE, onde as médias de velocidade atingem os 4,5m/s, as médias costumam alcançar picos de 11m/s nos meses de estiagem, entre agosto e novembro (Gráficos 03 e 04).

Gráfico 03: Velocidade média do vento no município de Icapuí. Fonte: CPTEC (2017).

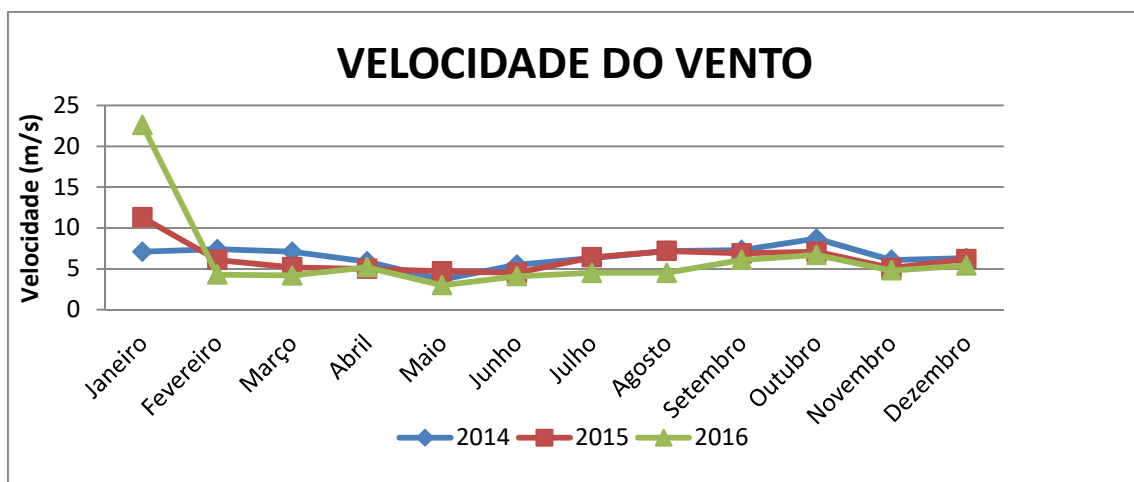
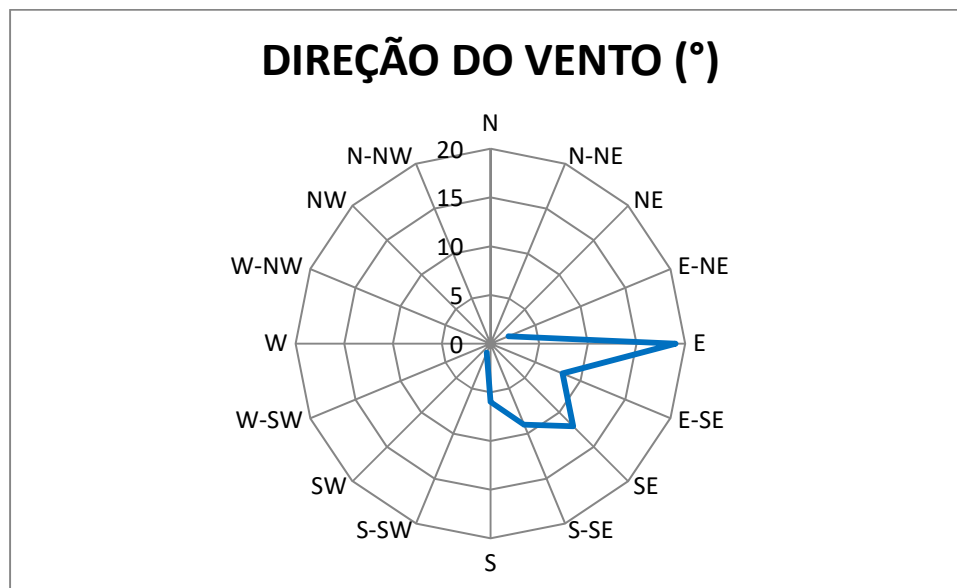


Gráfico 04: Direção do vento no município de Icapuí. Fonte: CPTEC (2017).



6.2 Parâmetros oceanográficos

Para o estudo específico dos fatores que regem a geomorfologia costeira Moura (2009) afirma que é necessária a distinção sedimentológica e sua mobilidade em função de parâmetros hidrológicos e oceanográficos (ondas, correntes e marés). Neste sentido, são imprescindíveis explicações acerca dos fatores que influenciam os parâmetros oceanográficos para que haja um melhor entendimento da área.

A hidrodinâmica existente ao longo da praia, emersa e submersa, é resultante da interação das ondas incidentes, permanentes e aperiódicas e dos fluxos gerados por ondas e marés. Esse movimento gera um atrito sobre os sedimentos dos quais passam a serem carregados em suspensão, causando gradientes espaciais e temporais no seu percurso. Desta forma, à medida que esse processo produz determinadas morfologias, indica que a morfologia e hidrodinâmica evoluem em conjunto (WRIGHT & SHORT, 1984).

Segundo Moura (2009) as ondas constituem-se da forma da superfície da água, ou seja, uma deformação da superfície de um corpo d'água provocada principalmente pela ação do vento e são consideradas o principal fator de modelagem das zonas costeiras, pois ao chegarem à praia dão origem

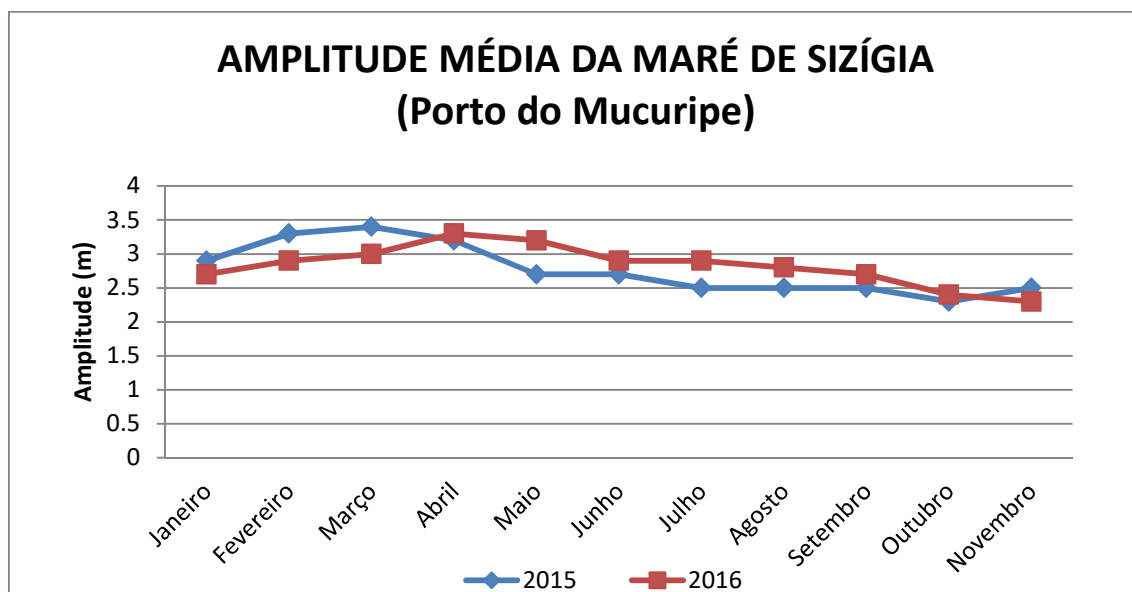
a um movimento resultante chamado corrente longitudinal que realiza o transporte de sedimentos, chamada também de deriva litorânea.

As marés do litoral cearense, mais especificamente para o Porto do Mucuripe em Fortaleza, são do tipo semi-diurna, ocorrendo duas preamares e duas baixa-mares em um dia (24 h e 50 minutos). As amplitudes destas estão subordinadas a atração gravitacional e o alinhamento entre Terra, Lua e Sol. Villes & Spencer (1995) *apud* Moura (2009) afirmam que quando a Terra, a Lua e o Sol estão alinhados (lua nova e cheia), as variações de marés são cerca de 20% maior que a média. Nestes períodos as marés observadas são chamadas de marés de sizígia.

A caracterização das ondas na área foi baseada em observações feitas em campo e na análise dos dados obtidos no Porto do Mucuripe e Macau. A morfologia e a sedimentologia dependem da atuação das ondas que são responsáveis pela energia dissipada sobre a praia, provocando as mudanças encontradas no litoral.

Os valores das amplitudes de marés mensais registradas no Porto do Mucuripe entre os anos de 2015 e 2016 teve amplitude máxima alcançada de 3,1 m no mês de março/2015 e a mínima de 2,3 m no mês de outubro/2015 (Gráfico 05). No ambiente costeiro, a amplitude da maré pode ser a causadora de profundas modificações no processo de sedimentação do litoral, seja acumulando ou erodindo a costa.

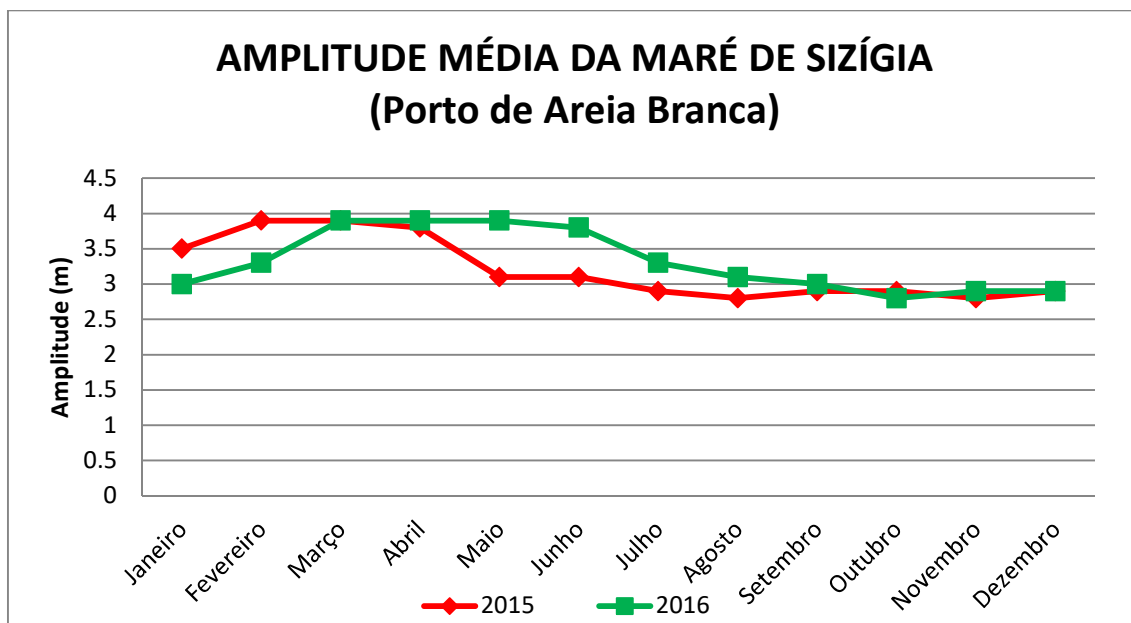
Gráfico 05: Amplitude média da maré de sizígia no Porto do Mucuripe. Fonte: DHN.



A altura e período de ondas foram analisados entre os anos de 2015 e 2016, onde as maiores alturas são registradas entre os meses de dezembro a março na região de Icapuí podendo chegar até 2.3 m, isto se explica pela entrada de ondas do tipo *swell* no litoral do Estado, no restante dos meses as alturas variam entre 0,8 m e 1.3 m e os períodos variam entre 8 s e 18 s. As ondas que banham o litoral leste e Fortaleza apresentam um forte componente deste com direções variando entre os quadrantes E, ENE e ESSE mantendo uma estreita relação com as direções predominantes dos ventos.

As marés do litoral oeste de Icapuí, obtidas pelo Porto de Areia Branca também são semi-diurnas, sendo duas preamares e duas baixa-mares em 24 horas e 50 minutos. As amplitudes maiores foram registradas nos meses de fevereiro, março e abril no primeiro semestre com 2,7 m. No segundo semestre nos meses de setembro, outubro e novembro obtiveram essa mesma amplitude (Gráfico06).

Gráfico 06: Amplitude média da maré de sizígia no Porto de Areia Branca. Fonte: DHN.



As alturas das ondas registradas no primeiro semestre de 2013 atingiram a máxima de 2 m no mês de fevereiro com o período de 10 s. No segundo semestre obteve-se uma altura significativa no mês de setembro com 1,7 m e período de 6s. De maneira geral, as alturas variaram de 1,4 m a 2,1 m durante todo o ano de 2013, os períodos tiveram variação de 6 s a 12 s. As ondas da área em foco estão direcionadas para NNW, NNE e N no primeiro semestre. No segundo semestre direciona-se para NE-E e ENE.

6.3 Geologia

Um dos fatores que mais se destaca no estudo da geodiversidade de uma área são os aspectos geológicos e geomorfológicos do espaço geográfico, pois os mesmos definem como se originaram e como estão atualmente as particularidades da paisagem em apreço. Logo, a caracterização ambiental da área se torna de fundamental importância para a pesquisa, proporcionando um maior conhecimento do município e seus valores, gerando assim subsídios para um gerenciamento sustentável da área.

6.3.1 Bacia Potiguar

A geologia do litoral cearense está representada, fundamentalmente, em alguns pontos isolados pelo embasamento cristalino, por manchas isoladas da Formação Tibau, rochas sedimentares cretáceas do Grupo Apodi (Formação Tibau), pelos sedimentos Tércio-quadernários da Formação Barreiras e pelas faixas de praia e campos de dunas formadas no Quaternário (PEDROSA, 2016).

Na Bacia Potiguar, o pacote sedimentar encontra-se sobreposto ao embasamento de rochas predominantemente plutônicas máficas e ácidas, além de sequência metassedimentar do Grupo Seridó. Esse pacote sedimentar é dividido nas unidades litológicas: Grupo Areia Branca; Grupo Apodi e Grupo Agulha (CIARLINI, 2014).

Conforme Souza (2000), o Grupo Apodi formou-se na Era Mesozoica, que aflora no litoral cearense por meio das Formações Açú, Jandaíra e Tibau, surgindo na forma de falésias e pontais rochosos que se interagem com os processos hidrodinâmicos na construção da zona costeira do município *in loco*.

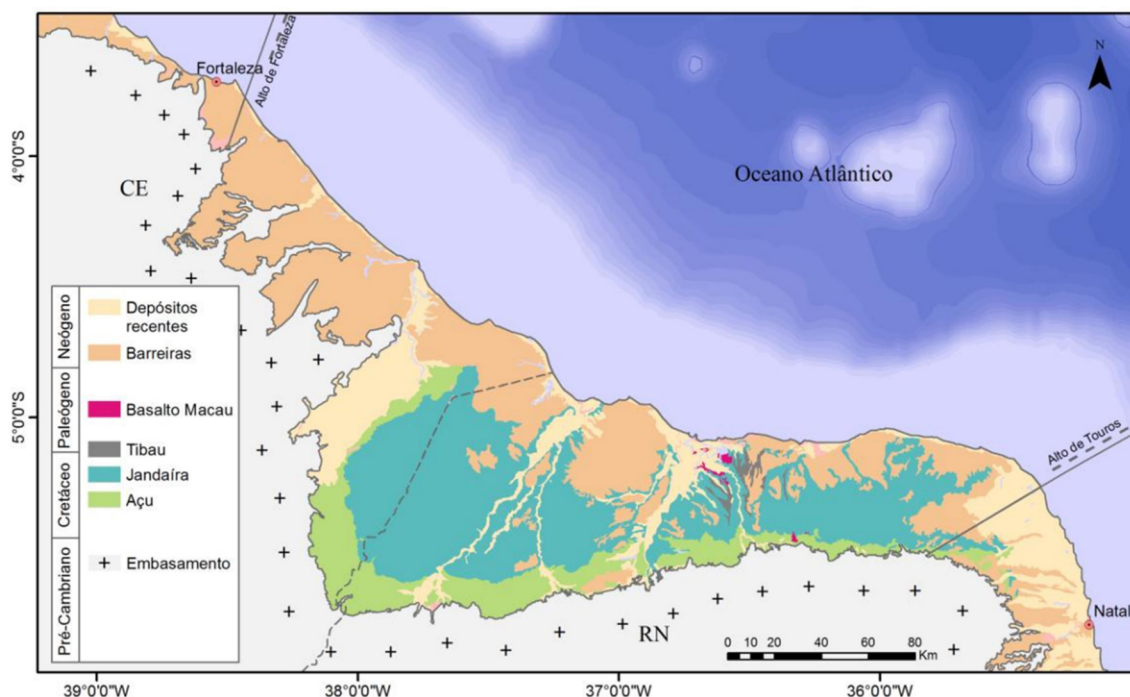
A Formação Açú, inserida no Grupo Apodi, é formada por arenitos médios a grossos intercalados com folhelhos, argilitos e siltitos, os quais foram depositados em ambiente continental e mostram um contato inferior discordante com o embasamento ou com a Formação Alagamar e raramente com a Formação Pendência, ambas do Grupo Areia Branca. Já o contato superior se dá de forma transicional com a Formação Jandaíra (OLIVEIRA, 2009).

A Formação Jandaíra, afirma Meireles (1991) pode ser encontrada principalmente na região da Praia de Ponta Grossa, fazendo parte das falésias vivas, são calcários de cor creme, compactos, fossilíferos, com acamamentos paralelos distintos, incluindo as idades Turoniano e Campaniano Inferior. No calcário Jandaíra estão contidas duas fácies, os bioclásticos com bioturbações e bioclásticos maciços (BARROS, 2014).

A Formação Tibau, do Grupo Agulha, corresponde ao estágio transgressivo e regressivo do entulhamento final da Bacia Potiguar, evento associado à divisão do Pangea, portanto de idade cretácea. Aflora como paredão fluvial na margem esquerda do rio Jaguaribe, próximo à cidade de Fortim e recobre a Formação Jandaíra na Bacia Potiguar que se situa no extremo leste da Margem Equatorial Brasileira, compreendendo um segmento emerso e outro submerso, ao longo dos estados do Rio Grande do Norte e do Ceará. (SOUZA, 2000).

A área em análise está inserida geologicamente no contexto tectono-estratigráfico da bacia sedimentar Cretácea, isto é, na Bacia Potiguar citada anteriormente. (Figura 12). Esta compreende uma parte emersa e outra submersa, ocupando grande parte do Estado do Rio Grande do Norte e uma pequena porção do Estado do Ceará. Geologicamente, limita-se a sul, leste e oeste pelo embasamento cristalino, sendo que o Alto de Fortaleza, a oeste, define seu limite com a Bacia do Ceará. Sua área, até a isóbata de 3.000 m, alcança 119.295 km², sendo 33.200 km² (27,8%) emersos e 86.095 km² (72,2%) submersos. (ANP, 2016).

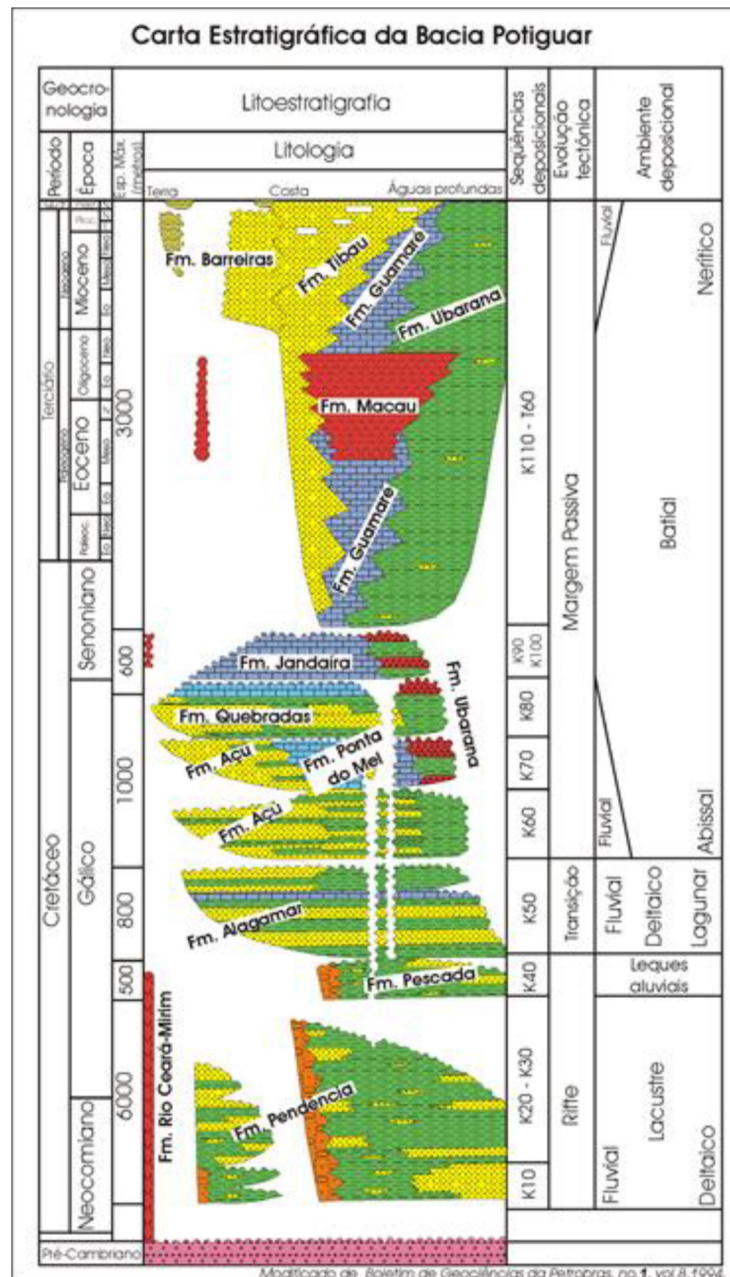
Figura 12: Geologia da Bacia Potiguar. Fonte: Angelim et al., 2006; Mohriak, 2003.



Segundo Bertani et al. (1990), as plataformas rasas do embasamento, neste caso Aracati e Touros, se encontram nas margens do *graben* central a leste e a oeste respectivamente, o embasamento apresenta poucas falhas ao longo da sua extensão (Figura 13).

Os grábens, conforme Ciarlini (2014) são feições tectônicas marginais locais ocasionadas por um afundamento relativo de um bloco. A evolução regional mostra que durante o Cretáceo ocorreram movimentações tectônicas efetivas, sendo que no Terciário, tais movimentações foram insignificantes, fato atestado pelas seções cretácicas que se apresentam muito falhadas, o que não ocorre com as seções terciárias. Essas feições, que estão relacionadas ou evoluíram a partir de sistemas de fratura, possibilitaram a ocorrência de magmatismo basáltico toleítico entre o Triássico Superior ao Cretáceo Inferior (REZENDE em FERRADAES, 1971; SCHALLER et al., 1971).

Figura 13: Carta estratigráfica da Bacia Potiguar. Fonte: CPRM.2013.



No gráben central, os baixos assimétricos de Apodi, Umbuzeiro, Guamaré e Boa Vista, constituem feições lineares de direção NE-SW, encontrando se levemente oblíquos aos principais lineamentos de direção NNE-SSW, no embasamento a sul da Bacia. Esses baixos encontram-se separados pelos altos internos do embasamento, tais como os Altos de Quixaba, Serra do Carmo e Macau (CIARLINI, 2014).

Já as plataformas do embasamento representam feições rasas, sendo assim chamadas de Plataforma de Touros e Aracati, situadas a E e W pelos sistemas de falhas de Carnaubais e de Areia Branca, ambos de direção NE-SW. Todo este arcabouço estrutural é controlado por um duplo sistema de falhas lítricas normais que provavelmente envolvem a reativação de zonas de cisalhamento Neoproterozóicas (MATOS, 1987).

Na região oceânica profunda do setor norte, as zonas de fratura (ZF) representam as feições de maior destaque, possuindo uma orientação E-W e prolongamentos em direção à margem continental. A essas zonas de fraturas se associam às cadeias e aos vales submarinos, além das cadeias marginais, dos altos do embasamento enterrados e das depressões topográficas soterradas (GORINI, 1981; GORINI e CARVALHO, 1984).

Ciarlini (2014) ainda afirma que o arcabouço tectônico da Bacia Potiguar é constituído basicamente de quatro feições morfoestruturais, relacionadas com os grandes eventos que afetaram a mesma: grabens e altos internos, relacionados às fases de estiramento crustal (rift), plataformas rasas do embasamento e talude, relacionadas à fase de deriva continental. Na porção emersa os grabens apresentam direção geral NESW, sendo margeados por duas plataformas rasas denominadas de Aracati (a oeste) e Touros (a leste). Na porção submersa a direção predominante das feições estruturais é NW-SE.

6.4 Geomorfologia

Através da geomorfologia do ambiente podemos identificar as diversas paisagens geradas por diversos fatores externos e internos. Essa caracterização dos elementos formadores do espaço é indispensável para o estudo da geodiversidade e, conseqüentemente, para a organização dos valores correspondentes a preservação e gestão do lugar. Logo, este capítulo apresenta as variadas formações geomorfológicas encontradas na área em apreço.

Em se tratando da zona costeira, Morais et al. (2006) apresenta o litoral de Icapuí, como sendo o setor que compreende o domínio de falésias precedidas de praias, onde são verificados estirâncios planos e com extensões que ultrapassam 800 m de extensão. Neste mesmo setor a dinâmica das praias é controlada predominantemente pelas variações das marés e pelo transporte transversal de sedimentos. Os processos erosivos estão restritos à fase de preamar, onde a refração de ondas nos bancos arenosos submersos e plataformas de abrasão são responsáveis por erosões localizadas, apesar da excelente disponibilidade de sedimentos. Na continuidade do capítulo vamos discutir melhor os diversos geofácies identificados nesse geossistema da planície litorânea.

6.4.1 Zona costeira

A Zona Costeira como um todo, desempenha funções extremamente importantes seja de cunho ecológico, social ou econômico. Dentre os vários papéis destacam-se a absorção de nutrientes e poluentes provenientes da drenagem continental que são levados ao mar; habitat e meio de alimentação dos peixes, crustáceos, aves e outros animais; combate à intrusão salina para o continente (pois se trata do ambiente de interface oceano-continente) e recurso natural que permite o desenvolvimento socioeconômico local. A Zona costeira de Icapuí apresenta uma fragilidade muito elevada em função de suas suscetibilidades, pois se configura como um ambiente transicional, exigindo assim planejamento específico na sua utilização e ocupação.

Suguio (1973) considera quatro fatores responsáveis pela formação das Zonas Costeiras: o suprimento de areias oriundas do continente; as correntes de deriva litorânea; as armadilhas que retém sedimentos, e a variação do nível do mar. Para Freire et al. (1998), a Planície Litorânea do Ceará teria se originado pelo suprimento de areias provenientes da erosão de falésias da Formação Barreiras, bem como pelas variações do nível relativo do mar durante o Quaternário. E Souza (2003) afirma que os sedimentos que formam o local são de neoformação (Holocênicos) e possuem granulometria e origens variadas, os quais capeiam os depósitos antigos da Formação Barreiras.

Existem trabalhos mais específicos que envolvem a gestão nos municípios litorâneos como o Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro (GERCO) que desenvolveu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) expresso no compromisso com o planejamento integrado da utilização dos recursos naturais litorâneos, visando o ordenamento da ocupação dos espaços litorâneos. O PNGC foi constituído pela Lei 7.661, de 16/05/88, sendo complementada pela Resolução N° 01/90 da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) de 21/11/90. Este plano tem o propósito de planejar e gerenciar, de forma integrada, descentralizada e participativa, as atividades socioeconômicas na Zona Costeira, de forma a garantir a utilização sustentável, por meio de medidas de controle, proteção, preservação e recuperação dos recursos naturais e ecossistemas costeiros (BRASIL, 2006).

De acordo com Souza (1999) as zonas costeiras são compostas pelo conjunto de ecossistemas formados pelas dunas, planícies flúviomarinhas, faixas praias, falésias, cordões litorâneos, zonas deltáicas e plataforma continental até 10-20 metros. Geologicamente, a área encontra-se fundamentada por sedimentos arenoargilosos com níveis conglomeráticos do Tercio-Quaternário e sedimentos arenosos inconsolidados do Quaternário (SOUZA, 1994). Na área *in loco* podemos destacar a presença de campo de dunas móveis e fixas, planícies flúviomarinhas, faixas praias, falésias ativas e inativas e cordões litorâneos.

Sousa (2003) destaca que as falésias localizadas em Icapuí são compostas por deformações tectônicas cenozoicas sedimentadas junto às formações Tércio – Quaternárias e são constituídas pelas Formações Barreiras, Potengi, Tibau e Jandaíra. Estas, por sua vez, foram divididas em unidades siliciclásticas e carbonáticas. Para Oliveira (2012) estas são constituídas por formações terciárias e quaternárias e possuem 60m de altura. Meireles (2012) afirma a ocorrência de falésias mortas (paleofalésia, falésia fóssil, os morros de Icapuí) com aproximadamente 30 km de extensão, com escarpas de altitude média de 15 m e sentido sudeste-noroeste, que se formaram graças a um nível de mar mais elevado do que o que apresenta

atualmente, além disso, os movimentos de placa, relacionados com a formação do Oceano Atlântico e alternâncias entre climas de características úmidas e áridos a semiáridos são ideais para o transporte de sedimentos pelo vento e conseqüentemente formação dos campos de dunas pretéritos e atuais.

Sousa (2008) assevera que as falésias localizadas na praia de Ponta Grossa fazem parte de um conjunto de unidades morfológicas decorrentes das mudanças do nível relativo do mar e flutuações climáticas durante o Quaternário. Esse é formado, além das falésias, por terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos, dunas móveis e fixas, estuários (canais de maré, manguezal e planície hipersalinas), lagoas costeiras, lagunas, delta de maré e praias rochosas e arenosas. Dessa forma, o litoral de Icapuí apresenta um dos melhores conjuntos morfológicos que identificam as flutuações relativas do nível do mar desde o Pleistoceno até os dias atuais (MEIRELES et al. 2005).

Em se tratando da presença de faixa praial, Barros (2014) descreve que a praia de Retiro Grande apresenta extensas linhas de falésias ativas em sua extensão. Já na praia de Ponta Grossa destaca-se a presença de terraços marinhos provenientes da variação do nível do mar e barreiras arenosas que ficam expostas na medida em que a maré recua e as linhas de falésias ativas que vão desde a região do promontório até as proximidades da praia de Redonda. E as praias de Redonda e Peroba apresentam feições mais arenosas ao longo de suas extensões. Este setor praial evidencia aspectos geológicos associados a uma diversificada fonte de sedimentos, vinculada aos canais flúviomarinhas, materiais derivados da erosão das falésias e praias antigas durante o ataque das ondas na maré alta e areias biotécnicas da plataforma continental (MEIRELES, 2012).

O terraço marinho pleistocênico (praias antigas com mais de 10 mil anos de idade), segundo Meireles (2012), está disposto na área central e mais interna da planície, nas proximidades da sede de Icapuí, com uma altitude de até 8 m acima do nível atual do mar, posicionado no sopé da paleofalésia. Este encontra-se praticamente extinto, pois foi utilizado para a construção de viveiros de camarão e ampliação das salinas.

Meireles (1991) afirma a presença de dunas definindo-as em duas gerações e, que estão associadas diretamente às variações do mar no Holoceno, disponibilidade de sedimentos arenosos para a remobilização eólica, direção e velocidade dos ventos. A primeira geração é encontrada na praia de Ponta Grossa, dispostas por cima dos terraços cobrindo as falésias mortas e as de segunda geração ocorrem em toda a faixa de praia logo após a linha de berma.

Os Tabuleiros Pré-Litorâneos são representados pela Formação Barreiras, caracterizado por depósitos do Tércio-Quaternário. Para Oliveira (2012), no litoral oeste de Icapuí, a Formação Barreiras ocorre sob a forma de estratos horizontalizados e não deformados ou como camadas basculadas e afetadas por deformação de forte magnitude. E, conforme Souza (2003) estes constituem as porções centro-meridionais dos municípios litorâneos da costa cearense, dispendo-se entre a planície litorânea e as depressões sertanejas circunjacentes. Os tabuleiros são compostos por sedimentos mais antigos e se dispõem de modo paralelo à linha de costa e à retaguarda dos sedimentos eólicos, marinhos e flúviomarinhos que constituem a planície litorânea. A largura média desses terrenos é em torno de 25 a 30 km, contatando-se, em direção ao interior, com rochas do embasamento cristalino.

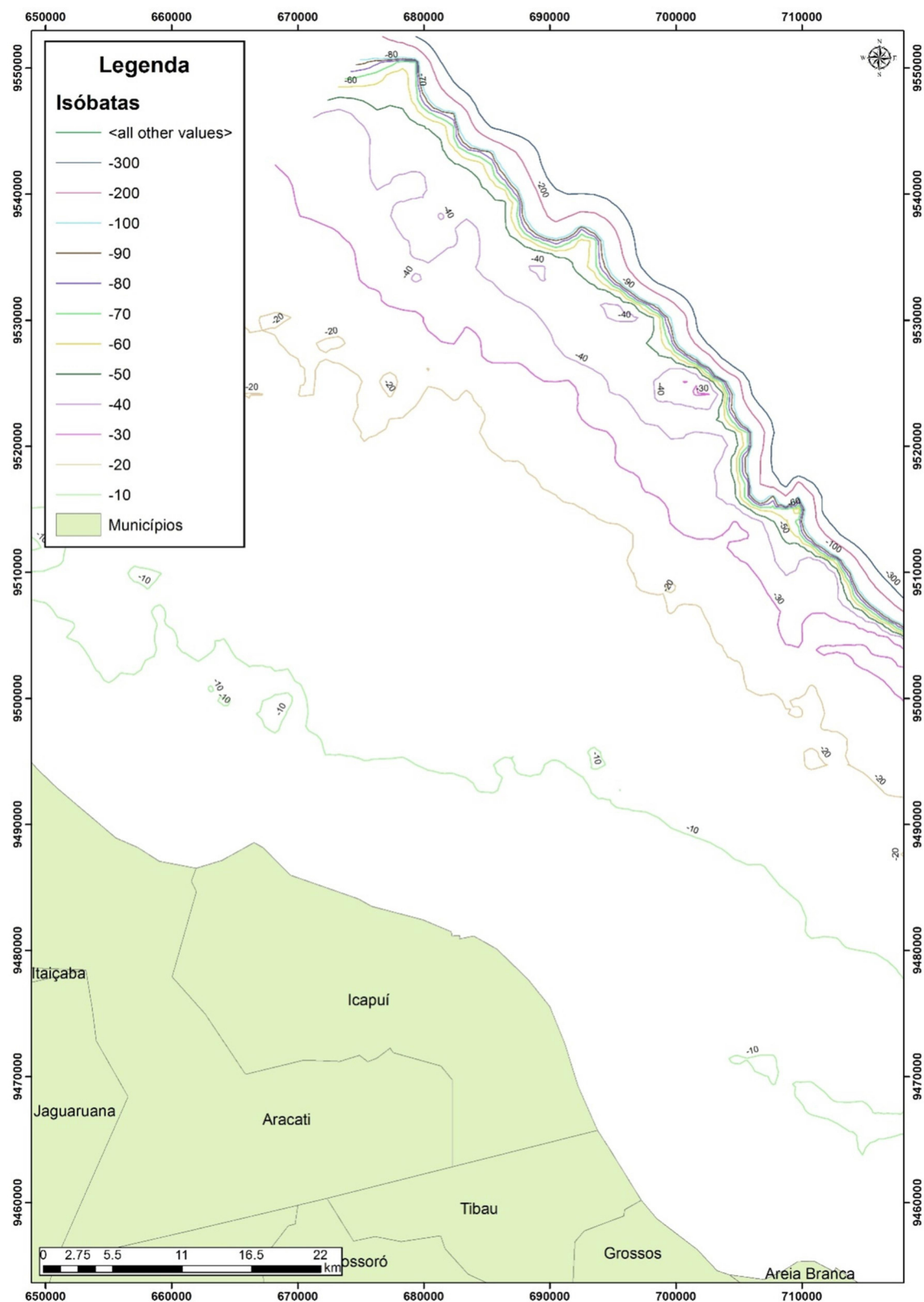
6.4.2 *Plataforma continental*

No estudo realizado por Almeida (2010) verificou-se que, através das atividades pesqueiras, pode-se identificar certos setores do fundo marinho do município de Icapuí, corroborando com os resultados analisados nesta pesquisa em gabinete.

Segundo os pescadores, muitos pesqueiros encontram-se sobre fundo de pedra que aumentam em altura e largura de acordo com a profundidade, principalmente na área denominada Cabeço. Oliveira (2009) relata que as pedras provavelmente correspondem a rochas sedimentares (arenitos) e estão associados à existência de antigas linhas de praia (paleolinha de costa), evidenciando antigas variações no nível

do mar, estando, dessa forma dispostas paralelas à linha de costa. Fotografias subaquáticas feitas por Hislei (2009) apud Colares (2009) nesta plataforma continental também permitem a visualização da ocorrência dessas pedras no fundo marinho. Os pescadores artesanais também relatam que principalmente na área chamada Banco, os sedimentos denominados “bolachinha” e “cianinha”, correspondentes à alga verde do gênero *Halimeda* e à alga vermelha do gênero *Lithothamnium sp.*, respectivamente, formam bancos com alturas que podem variar de um a três metros, conforme a profundidade. A presença de fanerógamas, chamadas pelos pescadores de “cisco”, foi citada para a área conhecida como Bugalhal. A ocorrência de fanerógamas pode estar associada à proximidade com o banco Cajuais. Este banco se estende até aproximadamente a isóbata de 06 metros, e é dominado pela presença de substrato com cobertura vegetal constituído de fanerógamas e algas marinhas (GHERARDE et al., 2001) (ALMEIDA, 2010, p. 55 e 56).

Mapa 02: Mapa de isolinhas da plataforma continental de Icapuí. Fonte: Próprio autor



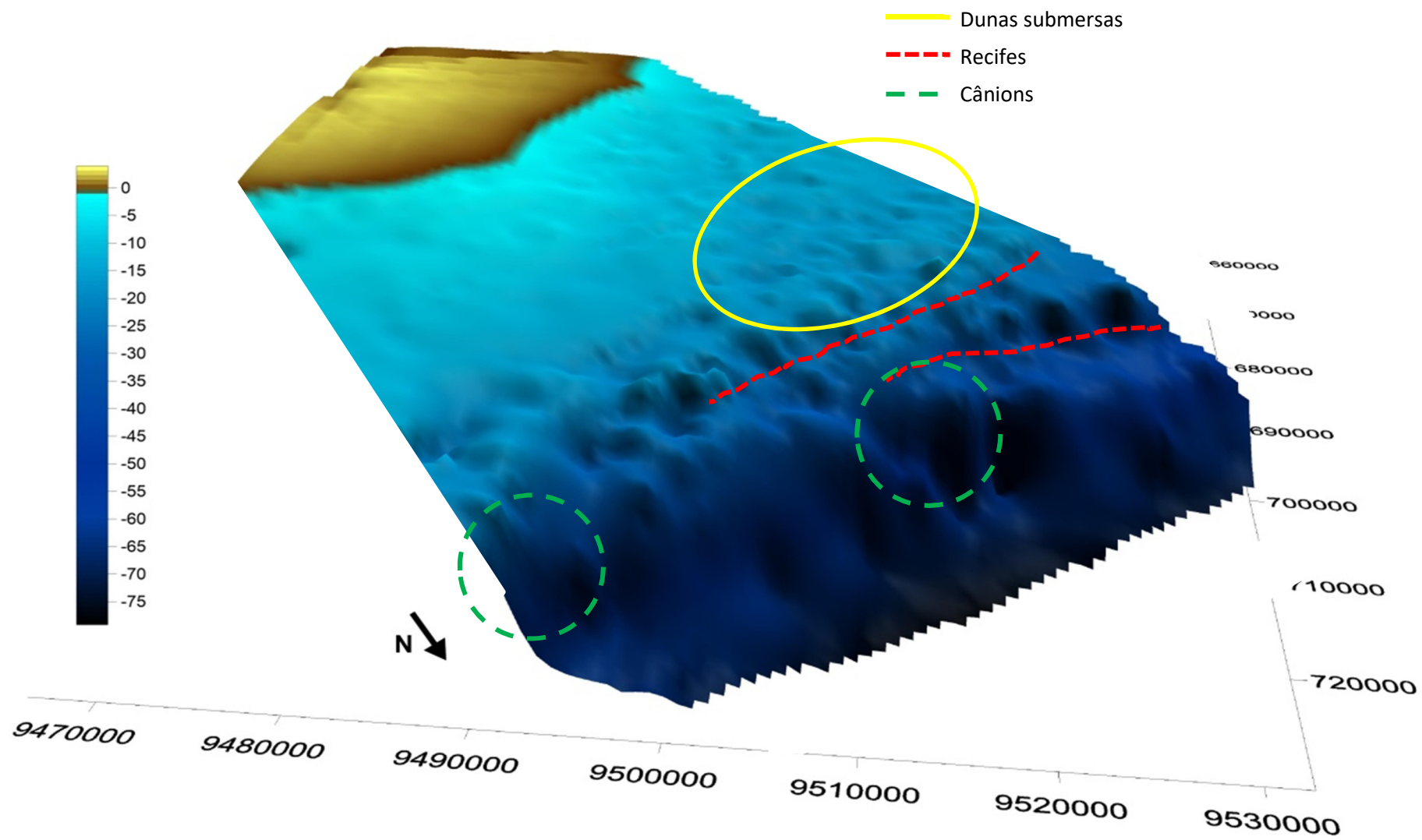
A plataforma interna se apresenta de forma plana, com grau de declividade inferior a 2%, possuindo uma maior inclinação na região oeste da

plataforma, onde ocorre uma maior presença de afloramentos rochosos e fica também evidente devido a variação da fácies sedimentar presente. A delimitação entre as zonas leste e oeste da plataforma pode ser evidenciada por motivos estruturais, devido a ocorrência de uma mudança abrupta não só na morfologia da plataforma como também na faciologia. A plataforma interna fica limitada a profundidade de 18 metros.

A plataforma externa já apresenta uma maior declividade e uma maior variedade de estruturas submersas, como os campos de dunas a oeste e um pequeno cânion a leste, que ocorre apenas próximo a zona de quebra. Logo após os campos de dunas submersos pode ser identificado um extenso afloramento que causa uma mudança abrupta por volta do 30 metros de profundidade, onde tal estrutura se mantém alinhada com a linha de costa atual, exatamente como também pôde ser visualizado nas imagens de satélite. Logo após essa estrutura ainda existe uma estreita faixa de cerca de 6 km que define o final da plataforma continental de Icapuí, iniciando assim a zona de quebra, como pode ser visto no mapa 07.

Nos resultados sobre o Modelo digital de terreno (MDT) foi possível identificar as principais feições da plataforma, com destaque para a quebra da plataforma e de pequenas reentrâncias que possibilitam o fluxo de sedimentos para o talude continental. A presença do campo de dunas submersas também pode ser identificada no modelo. Outras feições de menor expressão não puderam ser visualizadas devido ao grau de detalhe do levantamento batimétrico (Figura 15).

Figura 14: Modelo digital de terreno (MDT) da plataforma continental de Icapuí. Fonte: Próprio autor, 2017.

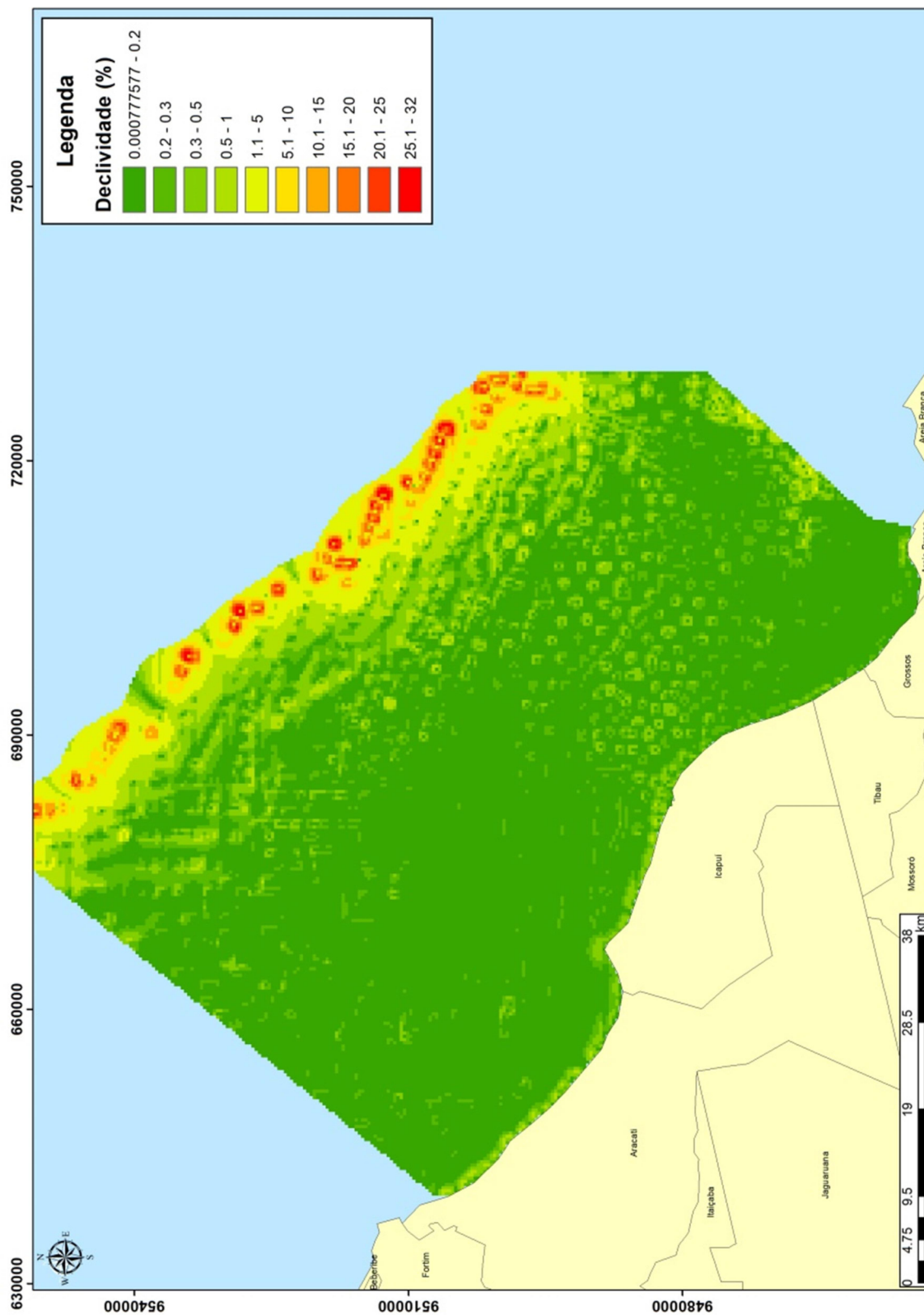


A quebra da plataforma continental do Ceará, segundo Silva Filho (2004) apud Freire (1985), fica por volta de uns 60 m de profundidade e, não se faz em um ponto, porém em uma zona de quebra. A oeste de Fortaleza, a zona de quebra é mais larga, com um estreitamento progressivo até a altura daquela cidade. A leste de Fortaleza, a zona de quebra apresenta-se mais estreita e com uma declividade mais acentuada.

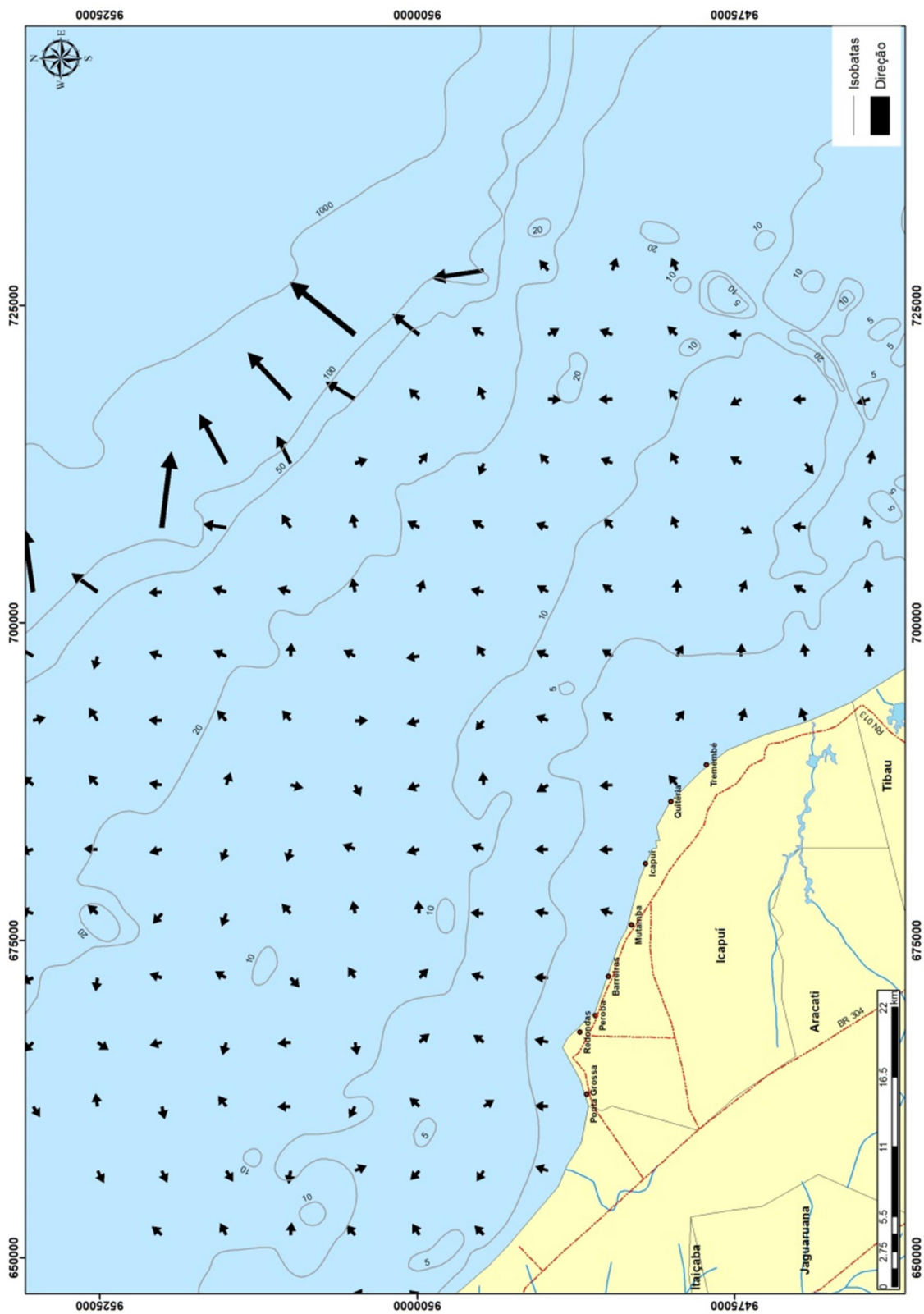
Conforme o mapa de declividade (Mapa 03), a localização da quebra da plataforma continental em frente ao município de Icapuí, fica situada a uma profundidade média de 40 m e a uma distância média de 45km da linha de costa. Tais resultados mostram que a plataforma continental em Icapuí, com uma declividade média de 0.5° , se apresenta de forma muito plana e com uma média de profundidade abaixo da média da plataforma continental do resto do estado do Ceará, que possui uma média de 60m. Dessa maneira, tais características influenciam diretamente na dinâmica da plataforma e vai condicionar a morfologia e processos de sedimentação da área.

A declividade da plataforma apresenta orientação predominante no sentido N e NE, mostrando que o sentido da inclinação da plataforma se dá em direção ao interior da bacia oceânica. A região onde a plataforma apresentou a orientação da declividade mais difusa (Mapa 04), se dá exatamente onde temos a presença do campo de dunas submersas, que tem direção W-SW predominante, possuindo o mesmo sentido de deslocamento das correntes.

Mapa 03: Declividade da plataforma continental de Icapuí. Fonte: Próprio autor, 2017.



Mapa 04: Orientação da declividade da plataforma continental de Icapuí. Fonte: Próprio autor, 2017.



Através da análise dos perfis batimétricos (Figura 17) pode ser observado comportamento da morfologia da plataforma (Figuras 18 e 19) que em sua parte interna apresenta maiores profundidades do lado oeste, bem como um relevo mais acidentado, pressupondo efeito de erosão marinha, já que existe em contato direto linha de costa em frente a plataforma, a ocorrência das falésias de Ponta Grossa sofrendo ação direta de ondas e da maré durante a preamar, ficando evidente através dos vários afloramentos rochosos que são testemunhos do recuo das falésias.

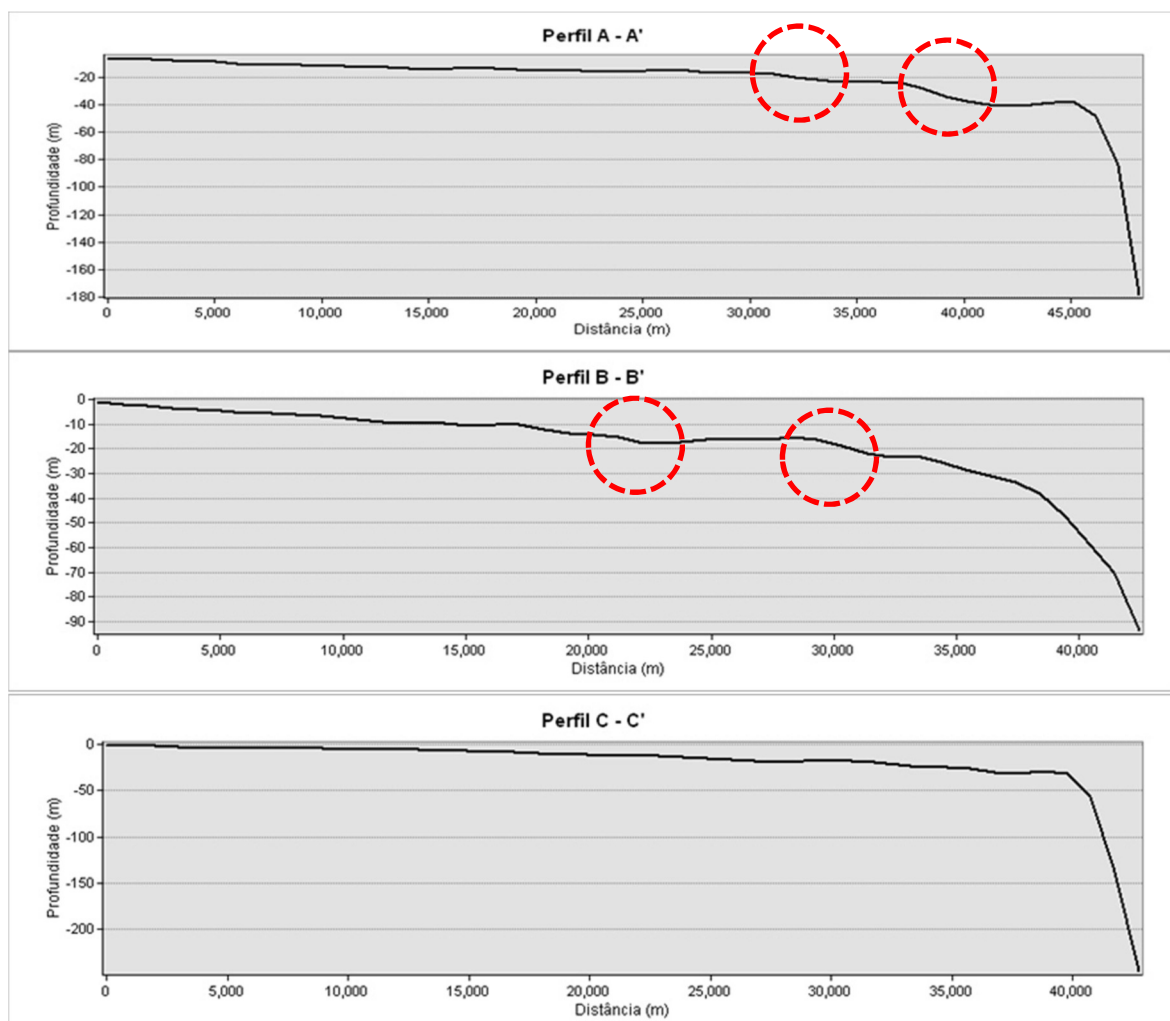
Figura 15: Localização dos perfis batimétricos. Fonte: Próprio autor, 2017.



Já no lado leste da plataforma a topografia se apresenta mais plana e rasa, possuindo em toda sua extensão flechas arenosas que podem ser evidências de estabilizações de antigas linhas de costa. Nessa mesma região da plataforma interna, temos a ela associada na área emersa a presença de uma extensa planície de maré apresentando a mesma orientação dos cordões arenosos submersos.

Na plataforma externa, ocorre um aumento da declividade, que se intensifica na zona de quebra que de maneira mais abrupta nas extremidades da plataforma e de maneira mais suave no centro, como pode ser verificado nos perfis perpendiculares. Já no perfil paralelo mais distante, a morfologia da plataforma se apresenta mais irregular, evidenciando pequenas reentrâncias na borda da plataforma.

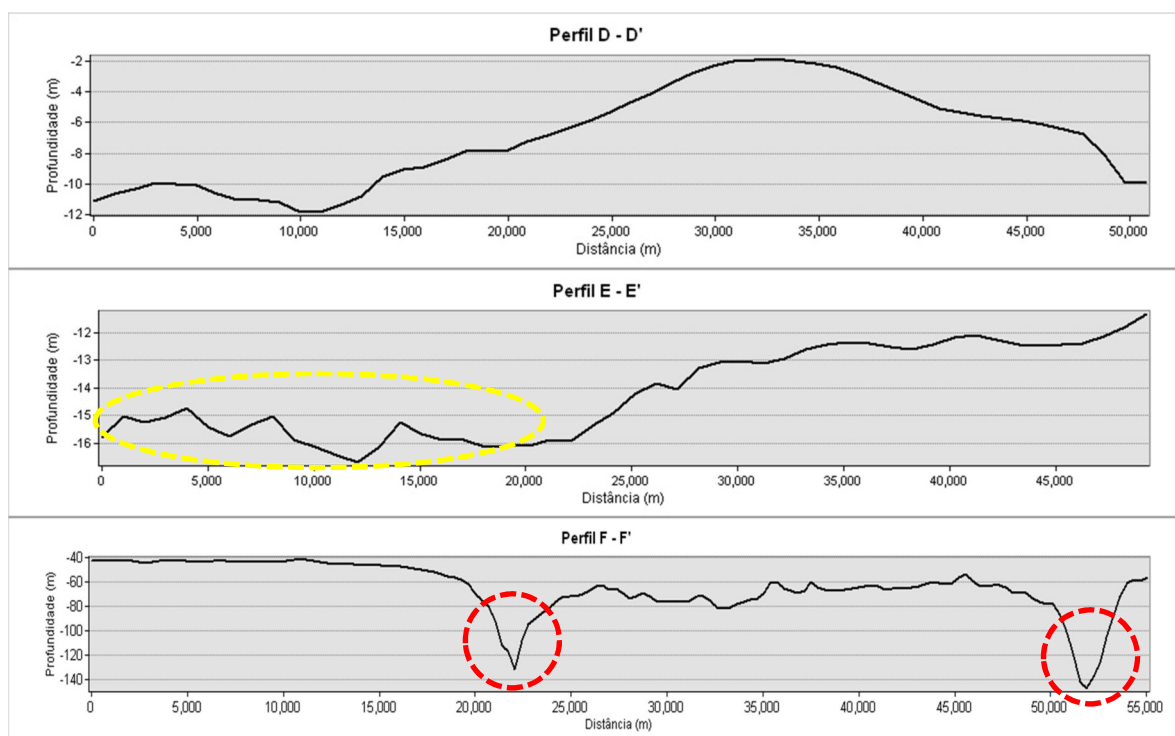
Figura 16: Perfis perpendiculares à linha de costa. Fonte: Próprio autor, 2017.



Os perfis perpendiculares a linha de costa ressaltam o caráter plano da plataforma, onde o perfil A-A' apresenta uma maior variação na morfologia próximo a zona de quebra. O perfil B-B' apresenta morfologia mais irregular, com uma maior declividade na plataforma interna e variações mais bruscas por volta dos 20 metros e 25 metros de profundidade, além de apresentar uma zona de quebra com declividade menos acentuada. Em ambos os perfis é possível identificar destacado em vermelho os “degraus” onde ficam localizados os recifes que ocorrem por dos 20 e dos 30 metros de profundidade no perfil A – A' e por volta dos 15 e 20 metros no perfil B – B', onde tais estruturas também foram identificadas nas imagens de satélite.

O perfil C-C' representa a região com a declividade mais regular da plataforma continental de Icapuí, com variações mínimas de declividade até a zona de quebra.

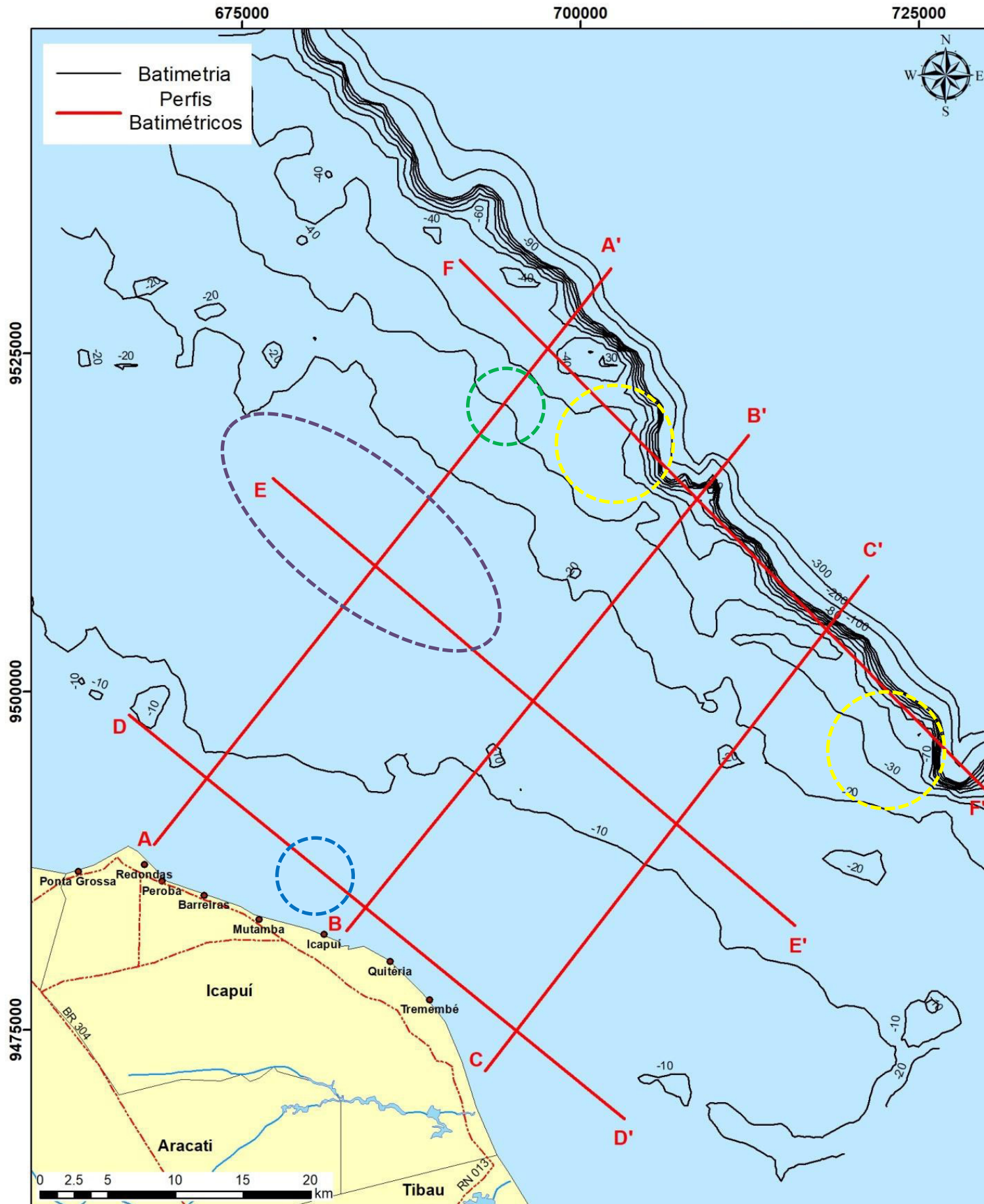
Figura 17: Perfis paralelos à linha de costa. Fonte: Próprio autor, 2017.



Nos perfis paralelos à linha de costa, fica evidente a diferença da morfologia nas regiões leste e oeste da plataforma, como no perfil D-D' que apresenta profundidades de até 12 metros na região oeste, que fica defronte as

falésias ativas e 2 metros na região leste, onde não há mais contato com as falésias, devido a presença de terraços marinhos. O perfil E-E' se apresenta de forma semelhante ao perfil anterior, mas a região oeste possui uma morfologia mais irregular devido à presença de um campo de dunas submersas, destacado em amarelo no perfil.

O perfil F-F' é o que se apresenta mais irregularidades nas formas de fundo, se localizando na plataforma externa onde se destacam marcadas em vermelho, duas reentrâncias que possivelmente estão associadas a fluxo de sedimentos para o talude continental, sendo que a segunda reentrância pode estar associada ao paleocanal do rio Apodi-Mossoró, como pode ser visualizado no Mapa 05.



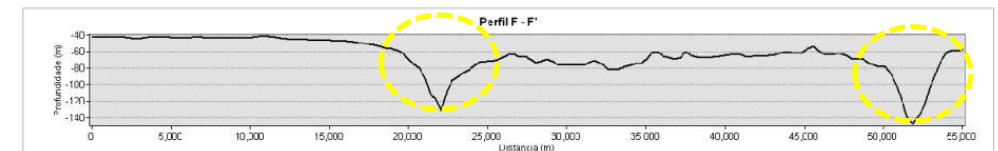
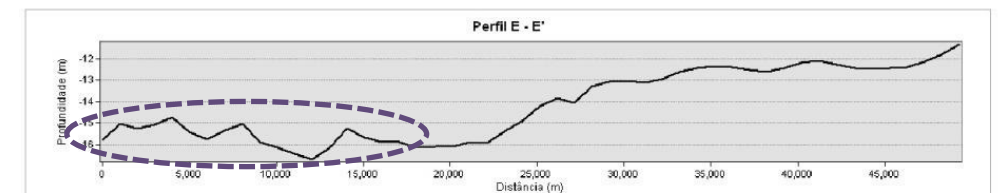
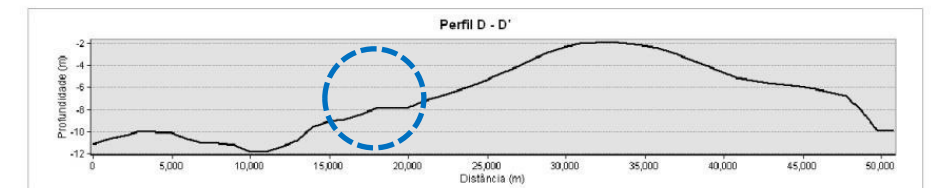
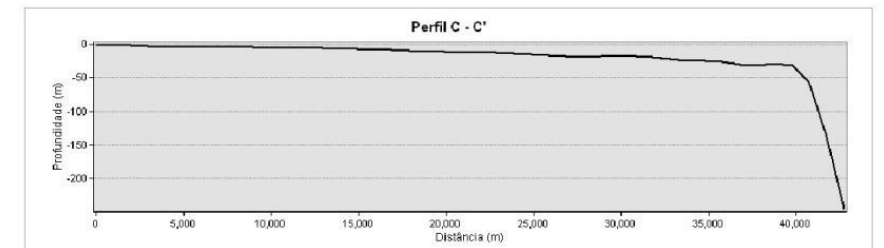
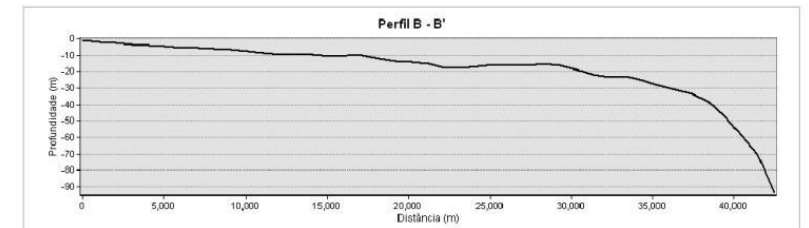
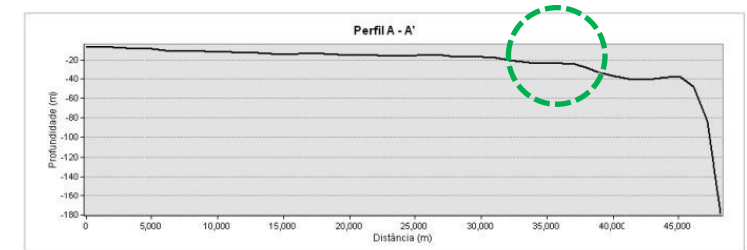
Tese de doutorado:
**Geodiversidade da plataforma continental de Icapuí, Ceará:
Uma proposta de classificação de ambientes marinhos**

João Capistrano de Abreu Neto

Orientador:

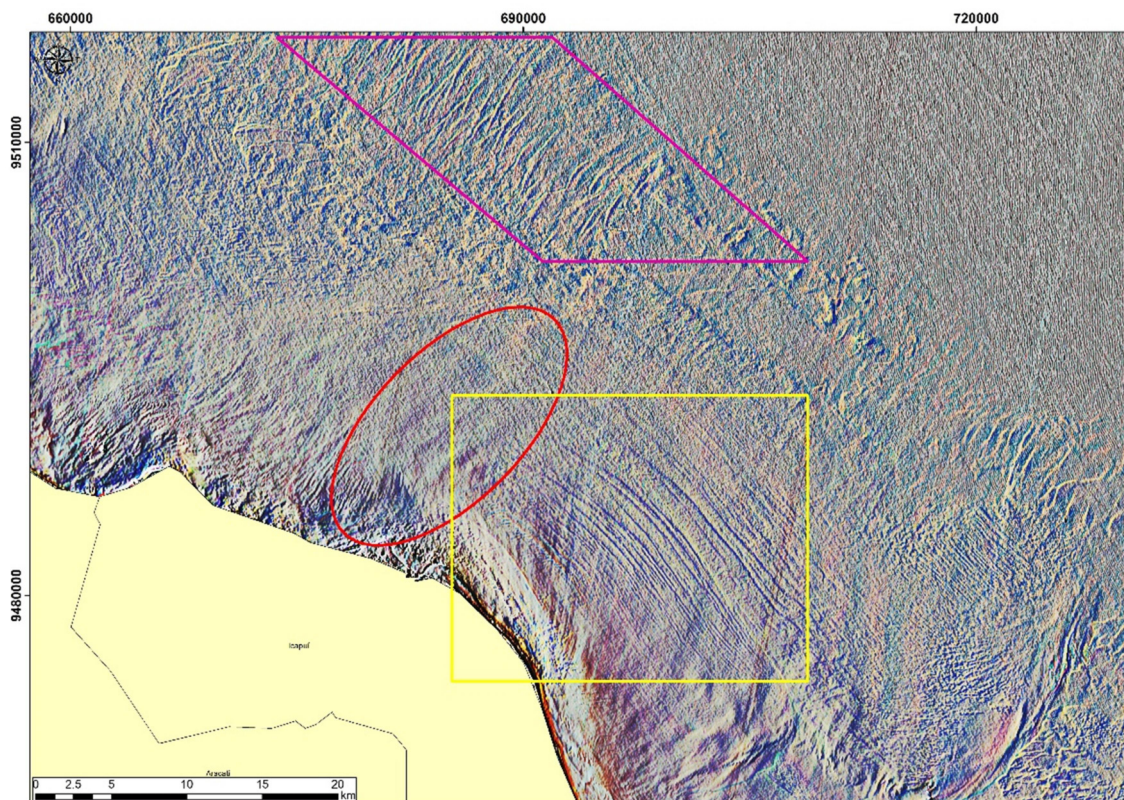
George Satander Sá Freire

PERFIS BATIMÉTRICOS



Com relação ao Processamento Digital de Imagens (PDI), os filtros de passa alta apresentaram resultados satisfatórios na identificação das feições submarinas rasas (Figura 20), principalmente utilizando a banda 1 do satélite LandSAT 8 (*coastal band*), enquanto os filtros de passa baixa foram eficientes na visualização das feições submarinas mais profundas, atingindo visualização satisfatória até a profundidade de 45 metros, permitindo a identificação da zona de quebra da plataforma continental.

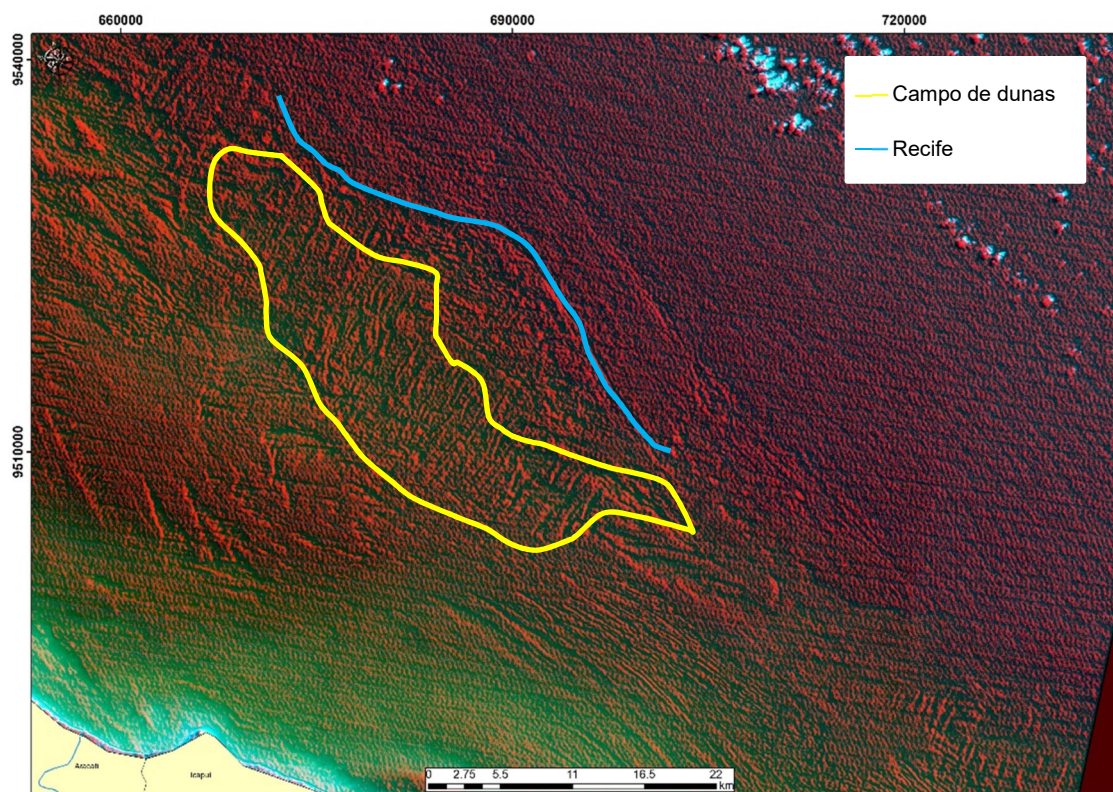
Figura 18: Feições identificáveis através de sensoriamento remoto. Fonte: Próprio autor.



Os demais filtros direcionais serviram para realçar as diferentes feições da plataforma continental e em especial, as direções das dunas submersas, bancos de areia, afloramentos rochosos e supostas linhas de estabilização da costa. Com o uso das imagens de satélite foi possível definir as áreas de interesse na zona costeira e plataforma continental baseadas na morfologia.

Pode ser visualizado em um extenso campo de dunas submersas (Figura 21), que apresentam em sua maioria orientação SE-NW e na parte inferior uma menor área com orientação E-W, tendo como limite ao norte um extenso afloramento rochoso que se encontra paralelo a linha de costa na profundidade de 30 metros. Monteiro (2011) destaca que esse afloramento é um recife submerso expressivo chamado de Risca dos Picos. Com aproximadamente 22km de extensão e com largura entre 30 e 40 metros, em forma de batentes e se repete a 40 metros de profundidade, de forma mais oblíqua. Tal recife é formado por rochas areníticas tabulares, com grãos de quartzo de tamanho médio, brilhosos e cimentados por carbonatos de cálcio, apresentando escarpa voltada vertical voltada para o continente, formada pelo basculamento de blocos ocasionada pela erosão localizada no sopé.

Figura 19: Campo de dunas submersas e recife. Fonte: Próprio autor.

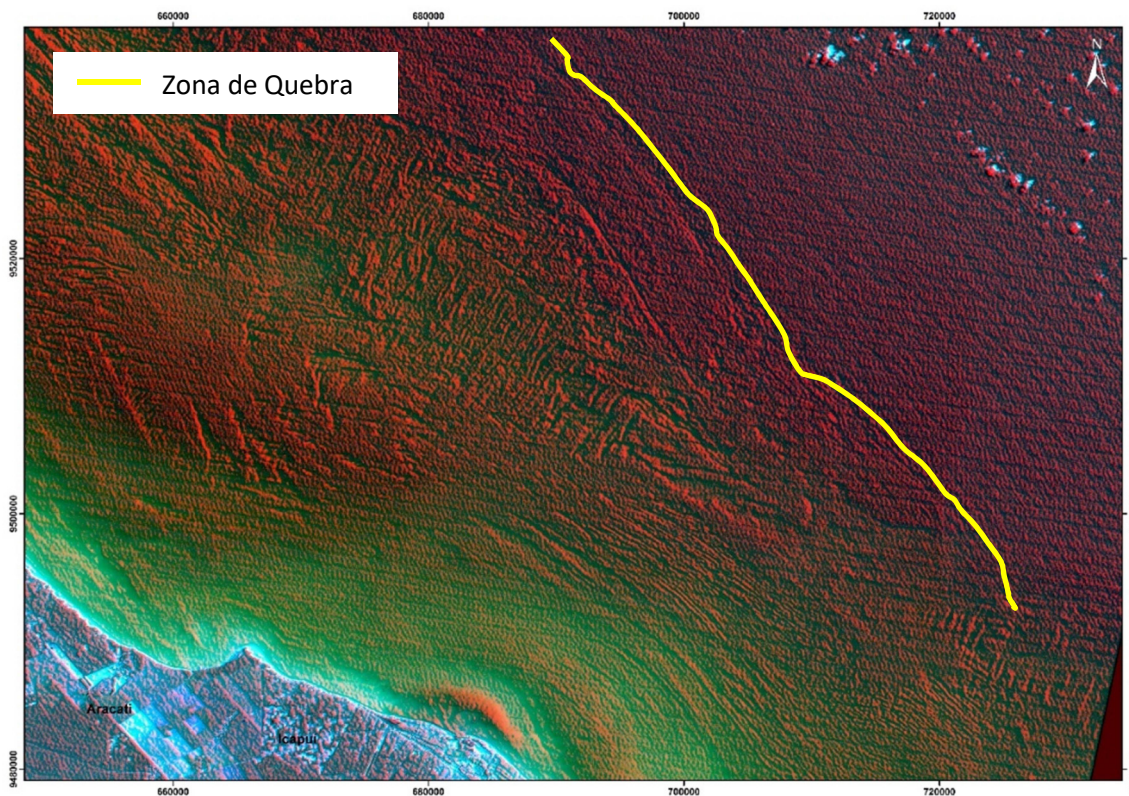


O autor ainda ressalta que as semelhanças com as rochas de praia encontradas atualmente na linha de costa são muitas. Por fim, a quarta região se apresenta com uma estreita faixa que começa na isóbata de 30 metros e se

estende até a quebra da plataforma continental, que ocorre por volta dos 45 metros.

Os filtros de passa alta foram muito eficientes na representação das feições mais rasas da plataforma continental, que é dificultada pela turbidez da água, mas devido ao uso da banda 1 (coastal) que foi implementada nesse satélite, algumas feições mais rasas puderam ser identificadas mesmo com alguma interferência do material em suspensão na água. Já os filtros de passa baixa foram de grande ajuda na identificação das feições que ocorrem em maiores profundidades e pelo fato da plataforma continental de Icapuí ser relativamente rasa, a zona de quebra da plataforma continental pode ser identificada na imagem, com esse dado sendo validado com a batimetria e o modelo de declividade da plataforma continental (Figura 22).

Figura 20: Zona de quebra da plataforma continental. Fonte: Próprio autor.



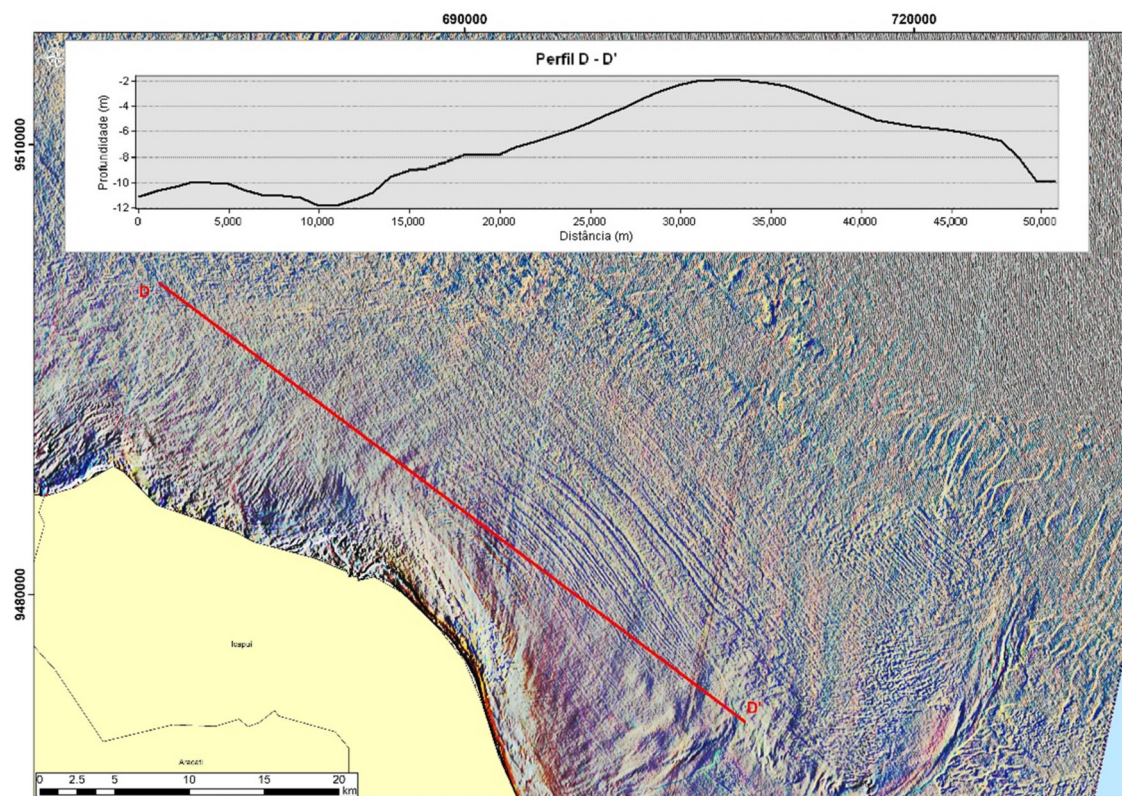
6.4.2.1 *Faciologia*

As fácies presentes na plataforma continental interna modificam-se de acordo com a morfologia do fundo marinho, onde puderam ser identificadas 5 fácies em toda a área da plataforma. Na plataforma interna, há uma falha que se prolonga saindo do continente e mar adentro, que funciona como um divisor entre as fácies areia bioclástica e areia litoclástica.

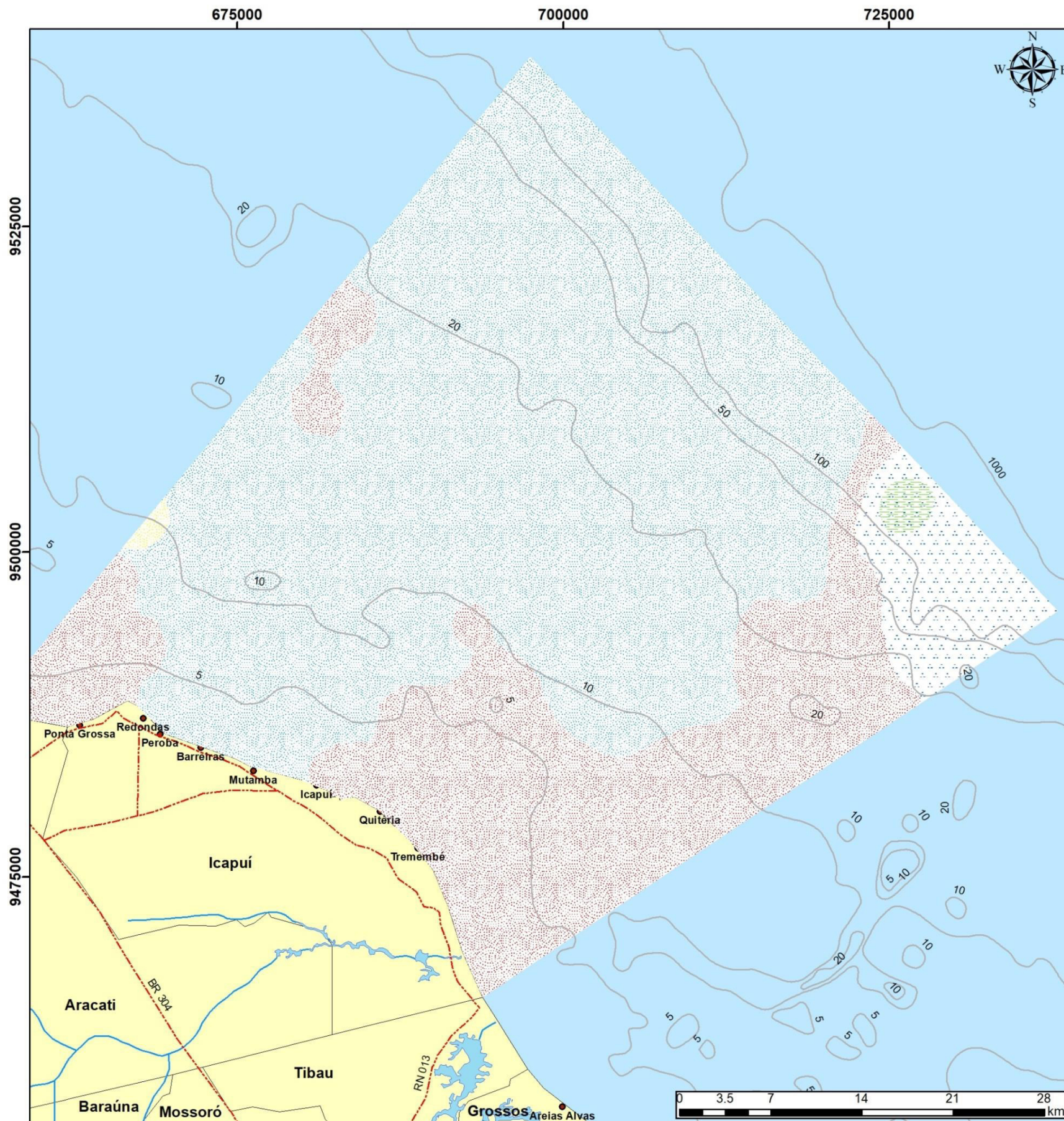
A fácies predominante é a areia bioclástica, que ocupa uma área de 1838,44 km², seguida das fácies areia litoclástica (779,59 km²), cascalho bioclástico (158,25 km²), lama litoclástica (14,07 km²) e areia biolitoclástica com 6,57 km².

A plataforma interna apresenta predominância de areia litoclástica, sofrendo uma intrusão de areia bioclástica na região oeste. Tal ocorrência fica limitada por um sistema de falhas (Cavalcante, 2003) e o contraste entre fácies fica marcado por uma descontinuidade do relevo, registradas no trabalho de Silva Filho (2007), como mostrado na Figura 23.

Figura 21: Perfil batimétrico mostrando a descontinuidade no relevo. Fonte: Próprio autor.



Na plataforma externa os sedimentos bioclásticos recobrem a maior parte do fundo, com uma pequena ocorrência de areia litoclástica e cascalho bioclástico. O padrão se repete no talude superior, com exceção de uma ocorrência localizada de lama litoclástica (Mapa 03).



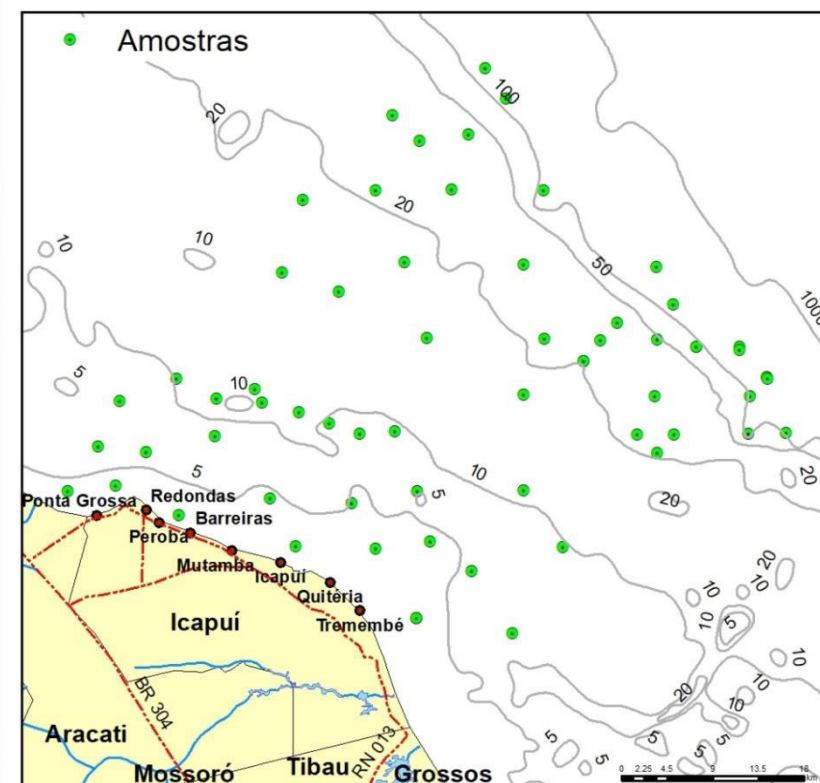
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA






Tese de doutorado:
Geodiversidade da plataforma continental
de Icapuí, Ceará:
Uma proposta de classificação
de ambientes marinhos
João Capistrano de Abreu Neto
Orientador:
George Satander Sá Freire

MAPA FACIOLÓGICO

-  Areia bioclástica
-  Areia biolitoclástica
-  Areia litoclástica
-  Cascalho bioclástico
-  Lama litoclástica



Convenções Cartográficas

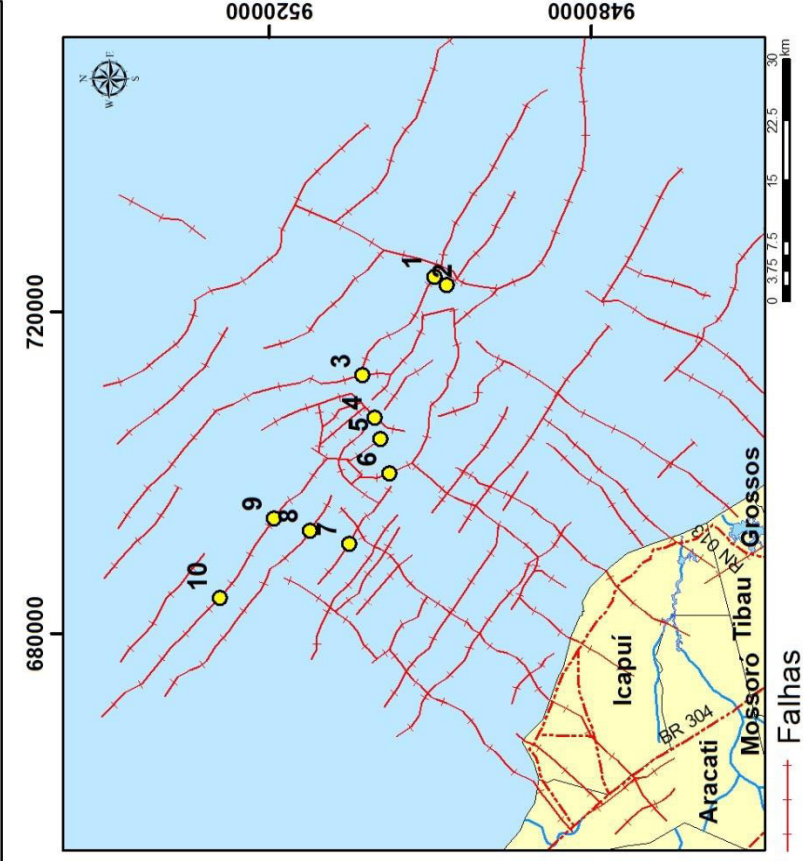
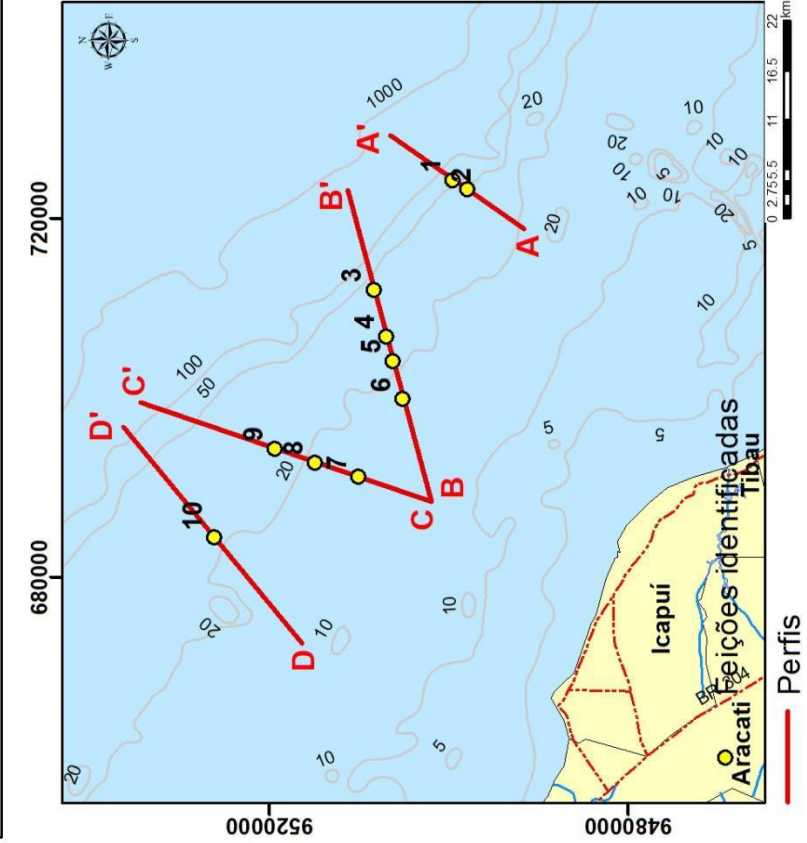
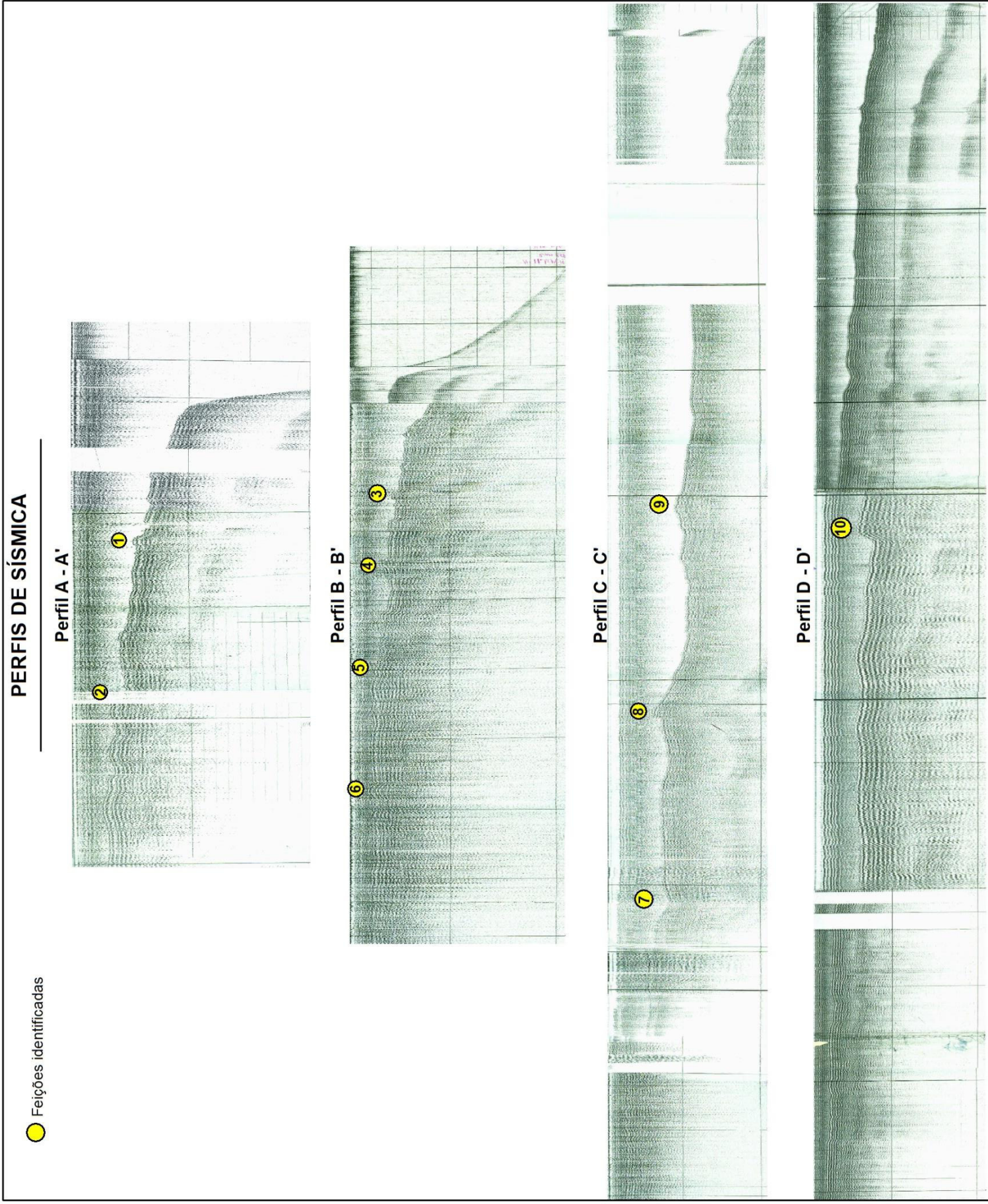
-  Municípios
 -  Corpos hídricos
 -  Rodovias
- Sistema de Coordenadas
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Elipsóide de Referência: WGS84
Zona: 24S

6.4.2.2 Geofísica

Os perfis utilizados foram obtidos do acervo do LGMA pertencentes ao projeto GEOCOSTA III. Ao todo, foram quatro perfis que abrangem a plataforma externa e talude superior, onde os dados dos perfis foram sobrepostos ao sistema de falhas existente na margem continental de Icapuí (Cavalcante, 2003) de modo a tornar possível a identificação das estruturas submersas da plataforma continental externa.

Foram identificadas ao todo, 10 feições na plataforma continental externa e como pode ser visto no Mapa 04, os pontos marcados coincidem com a ocorrência falhas geológicas, se apresentando principalmente através de variações de nível na plataforma. A feição mais expressiva é a que engloba os pontos de número 8 e 10, identificada nos Perfis C – C' e D – D', que representa o recife submerso que ocorre próximo a isóbata de 25 metros. Chamado pelos pescadores de Risca dos Picos, onde pode ser visualizado na imagem a sua escarpa voltada para o continente. Outras feições também puderam ser identificadas, como a quebra da plataforma, que se apresenta de forma expressiva e outras feições de menor expressão, como um segundo patamar de afloramentos rochosos, próximo a isóbata de 40 metros, como pode ser visualizado nos pontos 4 e 9.

Dessa maneira, a ocorrência de algumas estruturas identificadas e de vários desníveis que podem ser vistos nas imagens podem estar associadas diretamente à ocorrência do sistema de falhas existente na plataforma da área de estudo, indicando forte influência estrutural, sendo necessário um estudo geofísico mais aprofundado para confirmação.



7. GEODIVERSIDADE DA PLATAFORMA CONTINENTAL DE ICAPUÍ

Utilizando a metodologia proposta neste trabalho, com base nos temas de interesse adaptados de Burek et al. (2013), Brooks et al. (2011) e Maia et al. (2013), foram identificadas as áreas chave representativas da geodiversidade da zona costeira e plataforma continental de Icapuí. Essas áreas foram selecionadas por apresentarem os padrões especificados na metodologia e se enquadrarem nos valores propostos, que são: I - Científico e educacional II – Econômico e III – Ambiental.

As áreas foram delimitadas e caracterizadas, tendo como produto um mapa (Mapa 08) com as respectivas descrições, em seguida também é apresentado um quadro geral da geodiversidade, apresentando um panorama geral das áreas selecionadas, concentrando as informações que representam a geodiversidade da área em estudo (Quadro 09). As informações são a área, os valores associados, os aspectos relevantes, bem como a justificativa para a seleção de cada área e a literatura fonte das mesmas.

De acordo com a metodologia proposta, foram selecionadas cinco áreas representativas da geodiversidade da zona costeira e da plataforma continental de Icapuí, respectivamente as Falésias de Ponta Grossa, os Terraços marinhos holocênicos e pleistocênicos, as cristas de praia submersas, o campo de dunas submersas e a linha de recifes na plataforma externa.

Área 01 – Falésias de Ponta Grossa

Interesse Científico e educacional - parte de um conjunto de unidades morfológicas, resultado das variações do nível relativo do mar, podendo ser observadas nas escarpas das falésias os processos geológicos atuantes na área. As falésias representa uma feição geomorfológica recorrente na paisagem litorânea cearense. Os testemunhos das falésias na plataforma continental interna ajudam a compreender a dimensão da bacia no passado, sendo de grande importância no ensino de geociências.

Interesse Econômico - existe uma colônia de pescadores que exerce a atividade de pesca da lagosta, diretamente associada ao substrato carbonáticos que ocupa a maior parte do fundo marinho da área. Outro interesse é a atividade turística proporcionada pela beleza cênica das falésias.

Interesse Ambiental - é uma Área de Proteção Ambiental (APA) criada em 1998, instituída pela Lei Nº 262/98, sendo dividida em 2 zonas, uma de preservação que visa preservar a praia, falésias, planície de maré, lagoa costeira, mangues e dunas, e outra de conservação que abriga a vegetação no alto da falésia.

Área 02 – Terraços marinhos

Interesse Científico e educacional - presença de terraço marinho pleistocênico, posicionado no sopé da paleofalésia, seguido de um segundo conjunto de terraços marinhos, de idade holocênica, apresentou que apresentam cristas de praia antigas, resultado das variações do nível do mar.

Interesse Econômico – área ocupada por atividades de carcinicultura e salineira.

Interesse Ambiental - compõe a APA do manguezal da Barra Grande, criada pela Lei Municipal Nº 268/00, que sofreu grandes impactos através das atividades de carcinicultura e atividade salineira. Com apenas 40% da área original de manguezal é uma área de suporte à biodiversidade.

Área 03 - Cristas de praia submersas

Interesse Científico e educacional - Cristas de praias antigas que representam níveis de mar antigos apresentando padrão análogo ao da planície de maré adjacente e terraços marinhos.

Área 04 – Dunas Submersas

Interesse Científico e educacional - Extenso campo de dunas transversais submersas, onde nas cavas, são encontradas algas verdes carbonáticas do tipo Halimeda.. As dunas apresentam entre 1,2 e 3km de comprimento e de 200 a 500m de largura, onde a direção do fluxo indica a influência da Corrente Norte do Brasil.

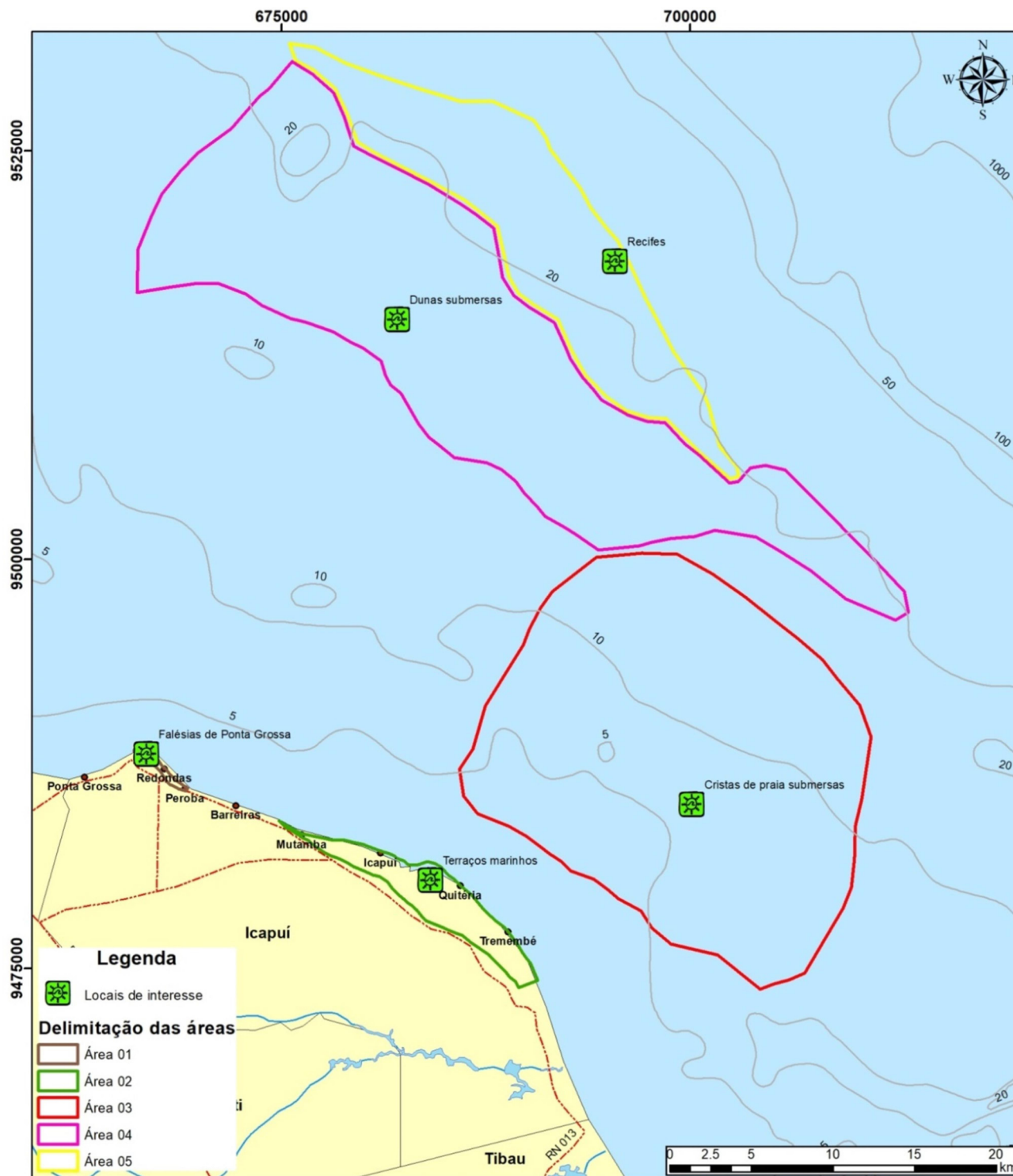
Interesse Econômico – É uma importante área de pesca da lagosta, principal atividade econômica do município.

Interesse Ambiental - nas cavas, são encontradas algas verdes carbonáticas do tipo Halimeda, além de ser uma área de pesca da lagosta.

Área 05 - Recifes

Interesse Científico e educacional - Feições paralelas à linha de costa que ocorrem próximas aos 25 e 45m de profundidade, possivelmente associadas a linhas de praia antigas. São rochas areníticas tabulares cimentadas por carbonato de cálcio com escarpa voltada para o continente.

Interesse Ambiental – São áreas de ocorrência de algas calcárias e de pesca da lagosta.

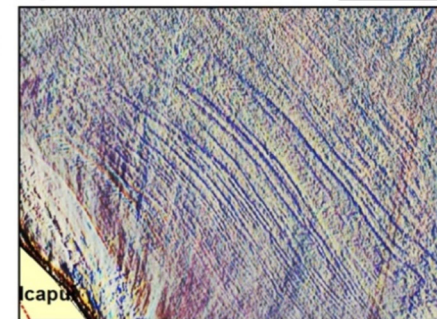


**Área 01:
Falésias de Ponta Grossa**

As falésias na região da Praia de Ponta Grossa fazem parte de um complexo conjunto de unidades morfológicas decorrentes das mudanças do nível relativo do mar e flutuações climáticas durante o Quaternário, onde foram identificadas estruturas distensionais. É uma área de beleza cênica com grande atrativo geoturístico.

**Área 02:
Terraços marinhos**

Terraço marinho pleistocênico (praias antigas com mais de 10 mil anos de idade), nas proximidades da sede de Icapuí, com uma altitude de até 8 m acima do nível atual do mar, posicionado no sopé da paleofalésia. Foi utilizado para a construção de viveiros de camarão e ampliação das salinas. O segundo conjunto de terraços marinhos, de idade holocênica, apresenta uma altitude média de 4 m acima do nível atual do mar e ocupa grande parte da planície costeira.

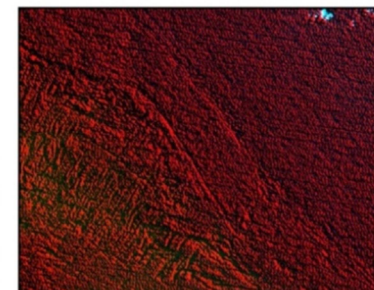
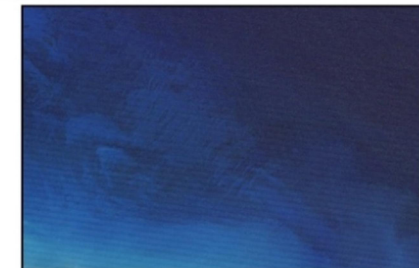


**Área 03:
Cristas de praia submersas**

Cristas de praias antigas que representam níveis de mar antigos apresentando padrão análogo ao da planície de maré adjacente.

**Área 04:
Campo de dunas submersas**

Extenso campo de dunas transversais submersas, composta predominantemente de areia bioclástica, onde nas cavas, são encontradas algas verdes carbonáticas do tipo Halimeda. É uma importante área de pesca da lagosta. As dunas apresentam entre 1,2 e 3km de comprimento e de 200 a 500m de largura, onde a direção do fluxo indica a influência da Corrente Norte do Brasil.



**Área 05:
Recifes**

Feições paralelas a linha de costa que ocorrem próximas aos 30 e 45m de profundidade possivelmente associadas a linhas de praia antigas. São rochas areníticas tabulares cimentadas por carbonato de cálcio com escarpa voltada para o continente.

Mapa 08: Delimitação das áreas chave da geodiversidade marinha de Icapuí. Fonte: Próprio Autor

Quadro 09: Quadro síntese da geodiversidade da Zona costeira e Plataforma continental de Icapuí. Fonte: Próprio autor

Área	Interesses (Valores)	Aspectos relevantes	Justificativa	Literatura fonte
1. Falésias de Ponta Grossa	I. Científico e educacional II. Econômico III. Ambiental	1. História geológica da Bacia Potiguar 3. Paisagem marinha emersa e submersa (falésias, cordões litorâneos, planícies de maré, recifes, dunas submersas, bancos de algas carbonáticas) 4. Sedimentologia 6. Potencial geoturístico 7. Unidades de conservação 8. Áreas vulneráveis à erosão costeira	As falésias na região da Praia de Ponta Grossa fazem parte de um complexo conjunto de unidades morfológicas decorrentes das mudanças do nível relativo do mar e flutuações climáticas durante o Quaternário, onde foram identificadas estruturas distensionais Área de beleza cênica com grande atrativo geoturístico.	Souza, 2008
2. Terraços marinhos	I. Científico e educacional II. Econômico III. Ambiental	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) 5. Potencial mineral 6. Potencial geoturístico 7. Unidades de conservação 10. Suporte à biodiversidade	O terraço marinho pleistocênico (praias antigas com mais de 10 mil anos de idade), disposto na área central e mais interna da planície, nas proximidades da sede de Icapuí, com uma altitude de até 8 m acima do nível atual do mar, está posicionado no sopé da paleofalésia. Encontra-se praticamente extinto, pois foi utilizado para a construção de viveiros de camarão e ampliação das salinas. O segundo conjunto de terraços marinhos, de idade holocênica, apresentou uma altitude média de 4 m acima do nível atual do mar e ocupa grande parte da planície costeira.	Santos, 2008; Meireles, 2012
3. Cristas de praia submersas	I. Científico e educacional III. Ambiental	2. Flutuações do nível médio do mar	Cristas de praias antigas que representam níveis de mar antigos apresentando padrão análogo ao da planície de maré adjacente e terraços marinhos.	Meireles, 2012
4. Dunas submersas	I. Científico e educacional II. Econômico III. Ambiental	3. Paisagem marinha emersa e submersa (falésias, cordões litorâneos, planícies de maré, recifes, dunas submersas, bancos de algas carbonáticas) 4. Sedimentologia 5. Potencial mineral	Extenso campo de dunas transversais submersas, composta predominantemente de areia bioclástica, onde nas cavas, são encontradas algas verdes carbonáticas do tipo Halimeda. É uma importante área de pesca da lagosta. As dunas apresentam entre 1,2 e 3km de comprimento e de 200 a 500m de largura, onde a direção do fluxo indica a influência da Corrente Norte do Brasil.	Monteiro, 2011; Oliveira, 2009
5. Recifes	I. Científico e educacional III. Ambiental	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) 10. Suporte à biodiversidade	Feições paralelas a linha de costa que ocorrem próximas aos 30 e 45m de profundidade possivelmente associadas a linhas de praia antigas. São rochas areníticas tabulares cimentadas por carbonato de cálcio com escarpa voltada para o continente.	Monteiro, 2011; Oliveira, 2009

8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Todas as informações levantadas nesse trabalho foram integradas de forma a condensar o maior número de informações sobre o meio físico marinho, de forma que fossem destacados os principais aspectos da Geodiversidade da área em estudo, como zonas com conflito de interesse e potenciais econômicos e ambientais, contribuindo para tomadas de decisões e para educação em geral e popularização das geociências.

Com a integração dos dados batimétricos, sedimentológicos, geofísicos, imagens de satélite e dados econômicos e ambientais, foi possível caracterizar a plataforma continental de Icapuí, que auxiliaram na compreensão dos processos dinâmicos que ocorrem na área, bem como identificar a relação da geologia com a biodiversidade da área, principalmente no que diz respeito à ocorrência da lagosta e das algas carbonáticas.

Assim, de acordo com a hipótese desse trabalho, é possível afirmar que o método para a identificação de áreas chave de interesse da Geodiversidade em regiões marinhas e costeiras, apresentou um resultado satisfatório, conseguindo identificar, caracterizar e delimitar as áreas de interesse, bem como o quadro síntese da Geodiversidade foi capaz de apresentar as informações básicas necessárias de cada área, podendo ser uma ferramenta no auxílio à pesquisa e uma ferramenta no processo de gestão e manejo dessas áreas.

Ainda de acordo com os objetivos propostos e os resultados obtidos da integração dos dados e da geodiversidade da zona costeira e plataforma continental de Icapuí, chegamos às seguintes conclusões:

- O modelo batimétrico apresentou resultados satisfatórios, ressaltando as feições mais representativas da área, permitindo sua caracterização geomorfológica, mas é recomendada a realização de levantamento batimétrico de maior detalhe.

- O uso de imagens de satélite, apesar das interferências da turbidez e da falta de visibilidade em águas mais profundas, se apresenta como uma importante ferramenta na identificação e caracterização de feições submersas.
- Amostragem mais detalhada para levantamento do potencial mineral da área.
- Detalhamento das informações geológicas, através de geofísica e testemunhagem.
- É aconselhado levantamento da geodiversidade em maior escala, apresentando, assim, maior detalhe. É justificado por tornar possível a identificação de áreas chave de menor expressão espacial, já que escalas pequenas tendem a esconder essas características.
- Existe uma grande quantidade de informações disponíveis em trabalhos acadêmicos e instituições públicas, mas devido à especificidade dos trabalhos, não há integração com outros dados relevantes.
- A identificação das áreas de interesse da geodiversidade pode ser utilizada como ferramenta de gestão e planejamento para esses ambientes.
- O conhecimento da relação entre biodiversidade da área com o substrato pode auxiliar na atividade pesqueira, utilizando o levantamento sedimentológico na busca de áreas com potencial pesqueiro.
- Aprofundamento da metodologia para inventariação e valoração do patrimônio geológico marinho.

REFERÊNCIAS

- ANP. **Bacia Potiguar**. Em http://www.brasil-rounds.gov.br/round2/arquivos_r2/Mapas/bacia/Bacia_Potiguar.pdf Acesso em outubro de 2016.
- ALBINO, J. **Processos de sedimentação atual e morfodinâmica das praias de Bicanga à Povoação, ES**. 1999. 182 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- ALMEIDA, L. G. de. **Caracterização Das Áreas De Pesca Artesanal De Lagosta Na Praia Da Redonda, Icapuí - Ce**. Dissertação de Mestrado, 2010.
- 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.
- BATISTA NETO, J.A.; SILVA, C.G. Morfologia do fundo oceânico. In: BATISTA NETO, J.A.; PONZI, V.R.A.; SICHEL, S.E. (Org.). **Introdução à geologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 31-51.
- BERTANI R. T., COSTA I. G. & MATOS RMD. **Evolução Tectono-sedimentar Estilo Estrutural e Habitat do Petróleo da Bacia Potiguar**. In: RAJA GABAGLIA GP & MILANI EJ Ed. Origem e evolução de bacias sedimentares. PETROBRAS, Rio de Janeiro, p. 291–301, 1990.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro**. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em 20/10/2008.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. **Documento Síntese do I Simpósio Nacional sobre Erosão Costeira**. Brasília, 2008.
- BROOKS, A.J.; ROBERTS, H.; KENYON, N.H.; HOUGHTON, A.J. **Accessing and developing the required biophysical dataset and data layers for marine protected areas network planning and wider marine spatial planning purposes**. Report n. 8. Task 2A: Mapping of Geological and Geomorphological Features. London: DEFRA, 2009.
- 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, 2011.
- 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 (2nd interim report). Scottish Natural Heritage Commissioned Report, n. 431, 2012.

BROOKS, A.J. KENYON, N.H. LESLIE, A., LONG, D. & GORDON, J. E. **Characterising Scotland's marine environment to define search locations for new Marine Protected Areas. Part 2: The identification of key geodiversity areas in Scottish waters.** Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 432, 2013.

BUREK, C.V.; ELLIS, N.V.; EVANS, D.H.; HART, M.B.; LARWOOD, J.G. **Marine geoconservation in the United Kingdom.** Proc. Geol. Assoc., 2013.

CAMPOS, A. A. (Coord.) **Uso e ocupação da zona costeira e seus impactos.** In: *A Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para Gestão Integrada.* Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos-AQUASIS, Fortaleza, 2003.

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

CAVALCANTI, V. M. M. **Plataforma continental: a última fronteira da mineração brasileira.** Brasília: DNPM, 2011.

CIARLINI, C. **Aproveitamento Econômica de Exploração dos Recursos Minerais na Plataforma Continental no Município de Icapuí Ceará**". Tese de Doutorado, Universidade Estadual do Ceará – UECE, Fortaleza, 2014.

COLARES, M. C. S.; **Áreas de pesca de lagosta: uma caracterização utilizando geoprocessamento e veículo de operação remota (R.O.V.).** Departamento de Engenharia de Pesca UFC. Dissertação de Mestrado. 58p. 2009.

COSTA, C. R. R. da. **Turismo, produção e consumo do espaço nas comunidades de Redonda e Tremembé, Icapuí, Ceará.** Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia), Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia. Fortaleza, 2010.

COUTINHO, P. N. **Levantamento do estado da arte da pesquisa dos recursos vivos marinhos do Brasil – Oceanografia Geológica.** Programa Revizee – SECIRN, 80p. 1996.

CPRM. **Mapa geodiversidade do Brasil.** Brasília, DF: CPRM. Escala 1:2.500.000.Legenda expandida. 1 CD-ROM, 2006

CPRM. **Potencialidade dos granulados marinhos da plataforma continental leste do Ceará.** Informe de Recursos Minerais Marinhos. Recife, 2007.

CPRM. **Geologia da plataforma continental jurídica brasileira e áreas oceânicas adjacentes:** dados organizados em sistema de informações geográficas. Brasília, DF: CPRM, 2008.

CPRM. **Mapa geodiversidade do Brasil.** Brasília, DF: CPRM. Escala 1:2.500.000. Legenda expandida. 1 CD-ROM, 2006.

CPRM. **Geologia da plataforma continental jurídica brasileira e áreas oceânicas adjacentes:** dados organizados em sistema de informações geográficas. Brasília, DF: CPRM, 2008.

ELLIS, N.V., BOWEN, D.Q., CAMPBELL, S., KNILL, J.L., MCKIRDY, A.P., PROSSER, C.D., VINCENT, M.A. & WILSON, R.C.L. **An Introduction to the Geological Conservation Review.** Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, 1996.

FAIRBRIDGE, R. W. (Editor) **Encyclopedia of Geomorphology.** New York, Reinhold Book, 1966.

FELTON, A. **Marine geotourism development at the Sapphire Coast Marine Discovery Centre, Eden, NSW.** In: SYMPOSIUM ON GEODIVERSITY, GEOLOGICAL HERITAGE AND GEOTOURISM, 2010, Sydney, Austrália. **Report...** Disponível em: <http://www.resources.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0004/359428/GGH_G_2010_Program_Abstracts.pdf>.

FREIRE, G. S. S. **Geologia Marinha da Plataforma Continental do Estado do Ceará.** Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Geociências. Departamento de Geologia. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 162p. 1985.

FREIRE, G. S. S.; CAVALCANTI, V. M. M.; MAIA, L. P. & LIMA, S. F. **Classificação dos Sedimentos da Plataforma Continental do Estado do Ceará.** In: Simpósio de Geologia do Nordeste; Fortaleza. Anais... Fortaleza, p. 209-211, 1997.

FREIRE, G. S. S.; CAVALCANTI, V. M. M. **A cobertura sedimentar Quaternária da Plataforma Continental do Estado do Ceará.** Fortaleza: DNPM 10° Distrito/UFC. Dep. Geol. Lab. de Geol. Mar. Apl., 1998.

GORDON, J.E.; BARRON, H.F. **Scotland's geodiversity: development of the basis for a national framework.** Scottish Natural Heritage Commissioned Report, n. 417, 2011. Disponível em: <http://www.snh.org.uk/pdfs/publications/commissioned_reports/417.pdf>.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. New York, NY: John Wiley & Sons, 2004.

GORINI, M. A. 1981. **The tectonic fabric of the Equatorial Atlantic and adjoining continental margins: Gulf of Guinea to Northeastern Brazil**. In: Asmus, H.E. ed. **Estruturas e tectonismo da margem continental brasileira e suas implicações nos processos sedimentares e na avaliação do potencial de recursos minerais**. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, CENPES, DINTEP. p. 11-116.

GORINI M. A., CARVALHO J. C.de. 1984. **Geologia da margem continental inferior brasileira e do fundo oceânico adjacente**. In: Schobbenhaus C., Campos F.A., Derzi G.R., Asmus H.A. coords. 1984. **Geologia do Brasil**. Brasília. DNPM/MME: p. 473-489.

ICAPUÍ, Prefeitura Municipal de Icapuí-CE. **Plano de desenvolvimento local sustentável de Icapuí-CE: Pré-projeto de financiamento**. Fishtec Consultores Associados, Brasília-DF, 2001. 138 p.

ICAPUÍ. **Prefeitura Municipal de Icapuí-CE**. Disponível em: <<http://www.icapui.ce.gov.br>>. Acesso em: 6 mar. 2017.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - **Perfil Básico Municipal: Icapuí**, 2016.

JAGALINGAM, P.; AKSHAYA, B. J.; HEDGE, A. V. **Bathymetry Mapping Using Landsat 8 Satellite Imagery**. Procedia Engineering 116, 560 – 566 p. 2015.

JOYCE, E.B. **Assessing geological heritage**. In Eberhard, R. (ed) **Pattern & Process: Towards a Regional Approach to National Estate Assessment of Geodiversity**. Australian Heritage Commission, Canberra, 35–40. 1997

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>>.

KENNETT, J. P. **Marine Geology**. Prentice Hall Inc. New Jersey, 1982.

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. **Anais...** Santos: SBG, 2012.

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.

MARTINS, L. R.; URIEN, C. M.; BUTLER, L. W. **Províncias fisiográficas e sedimentos da margem continental atlântica da América do Sul.** In: ANAIS DO VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA – SBG, Belém, v. 2, 1972.

MARTINS, L. R. & COUTINHO, P. N. **The brasilian continental margin.** Earth Science Reviews, Amsterdam. Elsevier. (17):87-107. 1981.

MARTINS, L.R.S.; SOUZA, K.G. de. Recursos minerais do mar. In: SILVA, C.R. (Ed.). **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro.** Rio de Janeiro: CPRM, 2008. Cap. 5. p. 65-88.

MATOS, R. M. D. **Sistema de riftes Cretáceos do NE Brasileiro:** In Seminário de Tectônica da PETROBRAS, 1. Rio de Janeiro, Atas, PETROBRAS/CENPS/DEPEX. P. 126-159. 1987.

MEIRELES, A. J. A. **Mapeamento geológico/geomorfológico da planície costeira de Icapuí, extremo leste do Estado do Ceará.** 178f. Dissertação (Mestrado). Centro de Tecnologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1991.

MEIRELES, Antônio Jeovah de Andrade, RAVENTOS, Jordi Serra i, BLANC, Carlota Montori – 2002 - **Evolução Paleogeográfica da Planície Costeira de Jericoacoara, Litoral Oeste Cearense.** Revista Paranaense de Geografia. Curitiba - Paraná, v.7, p.1 - 12, 2002

MEIRELES, A.J.A.; ARRUDA, M.G.C.; GORAYEB,A.; THIERS,P.L. **Integração dos indicadores geoambientais de flutuações do nível relativo do mar e de mudanças climáticas no litoral cearense.** Revista Mercator, 8: 109-134, 2005.

MEIRELES, A. J. de A.; SANTOS, A.M. F. dos. **Atlas de Icapuí.** 1º Ed. Fortaleza, CE: Editora Brasil Cidadão. 2012.

MENDES, C. J. **Ambientes de sedimentação marinhos.** In: Elementos de Estratigrafia. São Paulo: T. A. Queiroz. v.12, 1992.

MONTEIRO, L. H. U. **Feições superficiais da plataforma continental cearense entre o litoral de Fortaleza e Icapuí.** Tese de doutorado. Recife, 2011.

MORAIS, J. O. de. et al. **Ceará.** In: Erosão e progradação no litoral brasileiro / Dieter Muehe, organizador. – Brasília: MMA,2006.

MOURA, M.R. **Processos costeiros e evolução da ocupação nas praias do litoral oeste de Aquiraz, Ceará entre 1970-2008.** Dissertação de Mestrado, Mestrado Acadêmico em Geografia/MAG, Fortaleza, 2009.

MOURA, M. R. **Dinâmica Costeira e Vulnerabilidade à erosão do litoral dos municípios de Caucaia e Aquiraz, Ceará.** 2012. 193f. Tese de doutorado – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

MUEHE, D. **Geomorfologia Costeira**. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (Org). Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações. 2a edição, 191-238, Edit. BertrandBrasil, Rio de Janeiro (RJ), 1996.

MUEHE, D. **Definição de limites e tipologias da orla sob os aspectos morfodinâmico e evolutivo**. In: PROJETO ORLA: fundamentos para gestão integrada / Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Brasília: MMA, 2006.

NASCIMENTO, M.A.L. do. **Potencialidades geoturísticas na região do granito do Cabo de Santo Agostinho (NE do Brasil): meio de promover a preservação do patrimônio geológico**. Estudos Geológicos, v. 15: 3 -14. 2005.

NASCIMENTO, M.A.L. do; RUCHKYS, Ú.A.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo**: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008. 82 p.

NIETO L.M., **Geodiversidad: propuesta de una definición integradora**. Boletín Geológico y Minero- España , Vol. 112, No 2, p. 3-12. 2001.

NUNES, J.C.; LIMA, E.A.; MEDEIROS, S. **Os Açores, ilhas de geodiversidade: o contributo da ilha de Santa Maria**. Açoreana, Açores, Supl. 5, p. 74-111, 2007. Disponível em: <<http://www.db.uac.pt/pdf/ainic/42.pdf>>.

OLIVEIRA, P. R. A. **Caracterização morfológica e sedimentológica da plataforma, continental brasileira adjacente aos municípios de Fortim, Aracati e Icapuí- CE**. 131 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica; Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

OLIVEIRA, M. M. N. de. **Aspectos morfológicos e sedimentares associados à dinâmica do Litoral Oeste de Icapuí, Ceará**. 188 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Ceará, 2012.

PALMA, J. J. C. **Fisiografia da área oceânica**. In: SCHOBENHAUS, C. (Coord.) Geologia do Brasil. Texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1:2.500.000. Brasília, 1984.

PEDROSA, A. A. **A geodinâmica e morfogênese das dunas eólicas no município de Canoa Quebrada, Aracati, Ceará, Brasil**. Tese (doutorado). Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geologia, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Fortaleza, 2016.

PERROTA, M. M. **Processamento digital básico de imagens de sensores remotos ópticos para uso em mapeamento geológico**. CPRM, 2005

PETSCH, C.; ROSA, K. K. da; SIMÕES, J. C. **Potencialidades e aplicações de filtros em imagens Landsat para monitoramento temporal de frentes de**

geleiras na Península Antártica. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. João Pessoa, 2015.

PINET, P. R. **Invitation to oceanography.** EUA, 2006. Acesso: 12/08/2011.

ROVERE, A.; VACCHI, M.; VALERIANO, V.; MORRI, C.; BIANCHI, C.N.; FIRPO, M. **Bringing geoheritage underwater: definitions, methods, and application in two Mediterranean marine areas.** *Environmental Earth Sciences*, v. 64, n. 1, p. 133-142, 2011. Disponível em: <<http://springerlink3.metapress.com/content/x02m14622j1313r9/resourcesecured/?target=fulltext.pdf&sid=ccuj5lcrsfxktz4olmpn3v&sh=www.springerlink.com>>.

SCHOBENHAUS, C. **Projeto geoparques:** proposta de projeto. Brasília, DF: CPRM, 2006. Disponível em: <<http://www.unb.br/ig/sigep>>.

SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C.R. da. **O papel indutor do Serviço Geológico do Brasil na criação de geoparques.** Rio de Janeiro: CPRM, 2010. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/schobbenhaus_Silva%20_2010.pdf>.

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.

SHEPARD, F. P. **Submarine Geology.** Harper & Brothers, New York, 1973.

SILVA, C.R. da (Ed.). **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro.** Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 264 p.

SILVA FILHO, W.F. **Domínios morfoestruturais da plataforma continental do Estado do Ceará.** Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 288 p. 2004.

SILVA FILHO, W.F.; CASTRO, D.L.; CORRÊA, I. C. S. **Estruturas rasas na margem equatorial ao largo do Nordeste brasileiro (estado do Ceará): análise de relevo e anomalias gravimétricas residuais.** *Revista Brasileira de Geofísica*, 25(Supl. 1): 65-77 p. 2007

SILVEIRA, T. de A.; PORTUGAL, J.L.; SOUZA, F. de A. S. de; LACERDA, J. M. F. de. **Análise de estatística espacial em Sistemas de Informação Geográfica (SIG): uma proposta metodológica aplicada à construção de superfícies batimétricas.** V Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2014.

SOMA, Secretaria da Ouvidoria-Geral e do Meio Ambiente. **Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE) da zona costeira do estado do Ceará:**

Diagnóstico socioeconômico da zona costeira do estado do Ceará.
Fortaleza, 593 p., 2005.

SOUSA, D.C. **Litoestratigrafia e deformação Cenozóica na região de Icapuí, Ceará, e implicações para a estruturação de campos de petróleo na borda ocidental da Bacia Potiguar, NE do Brasil.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2003.

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

SOUSA, D.C.; SÁ, E. F. J; VITAL, H; NASCIMENTO, M. A. L. **Falésias na praia de Ponta Grossa, Icapuí, CE – importantes deformações tectônicas cenozóicas em rochas sedimentares da Formação Barreiras. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil,** 2008.

SOUZA, M. N. de; **O litoral leste do Estado do Ceará: Potencialidades e limitações de uso dos recursos naturais das unidades geoambientais.** In: O Ceará: Enfoques Geográficos. Fortaleza: FUNECE, 1999.

SOUZA, M. J. N. de. SANTOS. J.O. **Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará.** In: Souza, M.J.N. Moraes J. O. de e Lima, Luiz Cruz. Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará, Parte I. Fortaleza Editora, FUNECE. 2000 13-98.

STANLEY, M. **Geodiversity.** Earth Heritage, 14: 15-18, 2000.

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

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins.** Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1998.

TESSLER, M. G. & MAHIQUES, M. M. **Processos oceânicos e a fisiografia dos fundos marinhos.** In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Org.). Decifrando a Terra. São Paulo: O. Textos, 2000.

VILES, H.; SPENCER, T. **Coastal problems: geomorphology, ecology and society at the coast.** London: Edward Arnold. X + 352pp., 1995.

WEINE, J. **Planeta Terra.** Ed. Martins Fontes, São Paulo, 1988.

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

ZANELLA, M. E. **As características climáticas e os recursos hídricos do Estado do Ceará.** In: org. da SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W.C. [et al]. Ceará: um novo olhar geográfico. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 480p., 2005.

ZEMBRUSKI, S.G. **Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das bacias oceânicas adjacentes.** In: CHAVES, H.A.F. (Ed.). **Geomorfologia da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes:** relatório final. Rio de Janeiro: PETROBRAS. CENPES. DINTEP, 1979. p. 129-177. (Série Projeto REMAC, 7).