



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR

CURSO DE OCEANOGRAFIA

REGIMÁRIO PEREIRA LIMA FILHO

**GEOMORFOLOGIA E SEDIMENTOLOGIA DA
PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DE FORTALEZA
– CEARÁ**

**FORTALEZA
2017**

REGIMÁRIO PEREIRA LIMA FILHO

GEOMORFOLOGIA E SEDIMENTOLOGIA DA PLATAFORMA CONTINENTAL
INTERNA DE FORTALEZA – CEARÁ

Monografia apresentada ao Curso de Oceanografia do Instituto de Ciências do Mar- Labomar, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Oceanografia.

Orientadora: Profa. Dra. Lidriana de Souza Pinheiro.

Co-orientador: Dr. Francisco Gleidson da Costa Gastão

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)

- F498s Filho, Regimario Pereira Lima.
Sedimentologia e Geomorfologia da Plataforma Continental Interna de Fortaleza-CE / Regimario Pereira Lima Filho. – 2017.
56 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Curso de Oceanografia, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Lidriana de Souza Pinheiro.
Coorientação: Prof. Dr. Francisco Gleidson da Costa Gastão.
1. Geomorfologia, Sedimentologia, Plataforma Continental Interna de Fortaleza. I. Título.
- CDD 551.46
-

REGIMÁRIO PEREIRA LIMA FILHO

“Geomorfologia e Sedimentologia da Plataforma Continental Interna de Fortaleza – Ceará”

Monografia apresentada ao Curso de Oceanografia do Instituto de Ciências do Mar – Labomar, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Oceanografia.

Aprovada em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Lidriana de Souza Pinheiro
Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR
Universidade Federal do Ceará (Orientadora)

Dr Francisco Gleidson da Costa Gastão
Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR
Universidade Federal do Ceará (Co-Orientador)

Prof. Dr. Jäder Onofre de Moraes
Universidade Estadual do Ceará (Examinador)

Me. David Hélio Miranda de Medeiros
Doutorando do Programa do PPGCMT
Universidade Federal do Ceará (Examinador)

Dedico este trabalho aos meus pais, **Sebastiana Cardoso dos Santos e Regimario Pereira Lima**, e em memória da minha vó, **Dona Jacinta Cardoso dos Santos**.

AGRADECIMENTOS

A Deus que foi fundamental nesse período de esforço mental e autoconhecimento.

A minha família pelo suporte, apoio e dedicação, para sempre eu seguir em frente com os meus estudos. A minha irmã Ruth dos Santos Lima, pelo apoio.

A minha orientadora Profa.Dra. Lidriana de Souza Pinheiro pelo conhecimento compartilhado em aula, em campo e durante toda a minha caminhada como bolsista, pelo apoio nas minhas decisões e pelo incentivo na conclusão deste trabalho.

Ao meu Co-Orientador Dr. Francisco Gleidson da Costa Gastão pela ajuda diária, apoio, pelos conselhos, conhecimentos compartilhados, pelas conversas descontraídas no Laboratório de Dinâmica Costeira. Enfim, um dos caras mais esforçado, dedicado e inteligente que conheci durante toda a minha caminhada acadêmica.

A Dra. Mônica Pimenta de Novaes Castelo Branco, sou muito grato pela sua sabedoria e ajuda tanto na parte acadêmica quanto pessoal. Ela sempre acreditou na minha capacidade e nunca me deixou baixar a cabeça para nenhum desafio, sempre acreditando que ia dar certo independente da ocasião. Fica registrado aqui o carinho enorme que tenho por ela, obrigado por tudo!

As amigas que fiz durante a graduação no **Laboratório de Oceanografia Geologica – LOG**, e no **Laboratório de Dinâmica Costeira – LABDIC**, a Maria Cidrônea pela ajuda em laboratório, conhecimentos compartilhados e pelas altas risadas que tivemos. Ao Bruno Catunda pelo apoio, conversas e brincadeiras.

A todos os professores e funcionários do LABOMAR - UFC.

Aos meus amigos de graduação, José Vitor, Jamille Rabelo, Yan Thé, Leonardo Parente (Bahiano), Leonardo Amaral, Lucas Rodrigues, Richelle Soares, Ricarda Sobral, Lívia Melo, Monique Vinhas, Francisco Sócrates, Brenda Rozendo, Felipe Rodrigues (Considerado), Felipe Viera, Camilo Ribeiro (Camilouco), Débora Moraes, Karina Gurgel, Jasna Luna, Jorge Felipe (Jorgin)... E todos aqueles que conviveram me ajudaram e que fizeram parte diretamente ou indiretamente dos momentos inesquecíveis que passei durante esses anos na graduação, obrigado a todos!

A minha namorada, Maria Cecília, pelo apoio, compreensão e amor, e que sempre me dar forças para seguir em frente pelos meus objetivos, obrigado!

E a todos aqueles que me ajudaram direta ou indiretamente, durante o curso, e na realização deste trabalho.

"Conhece-te a ti mesmo e conhecerás o universo e os deuses"

Sócrates

RESUMO

A orla oeste de Fortaleza, com as construções civis resultantes do avanço econômico e populacional, acompanhados por obras de dragagem e aprofundamento de canais e construções de espigões, segue ocorrendo várias modificações em sua morfologia praial e de fundo no setor da plataforma continental interna ao longo das últimas décadas. O que vem acarretando alterações nos padrões naturais de sedimentação e conseqüente modificações geomorfológicas. As forçantes naturais como ventos, ondas, correntes e marés, também não podem ser descartadas do processo de modelamento praia e plataforma continental interna. Ambas retribuem os sedimentos contribuindo na configuração das atuais características emersas e submersas da referida zona litorânea. O presente trabalho de conclusão de curso teve como objetivo principal fazer uma caracterização da geomorfologia de fundo, através da aplicação da batimetria monofeixe na plataforma interna da orla oeste de Fortaleza, e também relacionar as características das formas de fundo com dados de granulometria de estudos já realizados na área. A confecção da carta batimétrica, feita através do geoprocessamento de dados de profundidade de 19 perfis coletados em campo, permitiu o destaque das feições geomorfológicas de fundo como recifes, canais artificiais de navegação e bancos de areia. As declividades encontradas nos 19 perfis topobatimétricos revelam em sua maioria trechos com baixa declividade, o que caracteriza a plataforma continental interna da orla oeste de Fortaleza como um relevo suave e alguns pontos com elevação suave. Os trechos dos perfis destacados com elevação acentuada e declividade acentuada estão associados ao canal artificial de entrada das embarcações de grande porte no Porto de Fortaleza, e aos recifes e bancos de areia que apresentam cotas mais elevadas. A sedimentologia, no tocante as características granulométricas dos grãos, ou tamanho do grão de sedimento, revelam um padrão de deposição associado às condições hidrodinâmicas da área, definida pelas forçantes principais como ondas e correntes. Na região mais protegida da bacia portuária, como menos atuação das forçantes, as frações granulométricas concentram sedimentos mais finos, tendendo para frações lamosas de silte e argila. Nas áreas menos abrigadas, mais a oeste da bacia portuária, as forçantes empregam padrões de sedimentação com frações granulométricas de areia média, grossa a muito grossa, por vezes cascalhos também são encontrados, caracterizando um ambiente de maior energia hidrodinâmica.

PALAVRAS-CHAVE: Orla Oeste de Fortaleza, Plataforma Continental, Geomorfologia, Sedimentologia.

ABSTRACT

The west side of Fortaleza, with the civil constructions resulting from the economic and population advances, accompanied by dredging and deepening of canals and spigot constructions, passed and undergoes several modifications in its beach morphology and background in the sector of the internal continental shelf Over the last few decades. This has led to changes in the natural sedimentation patterns and consequent geomorphological changes. Natural forcings such as winds, waves, currents and tides cannot be ruled out of the beach and inland continental shelf modeling process. Both rework the sediments contributing in the configuration of the present emerged and submerged characteristics of said coastal zone. The main objective of this study was to characterize the background geomorphology through the application of the monochrome bathymetry on the inner platform of the west coast of Fortaleza, and also to relate the characteristics of the bottom forms with granulometry data from studies already Carried out in the area. The preparation of the bathymetric chart, made through the geoprocessing of depth data of 19 profiles collected in the field, allowed the highlighting of the geomorphological features of the bottom such as reefs, artificial channels of navigation and sand banks. The slopes found in the 19 topbatimetric profiles reveal mostly low - slope stretches, which characterize the inner continental shelf of the west coast of Fortaleza as a smooth relief and some points with a gentle elevation. The sections of the prominent profiles with sharp elevation and marked slope are associated to the artificial entrance channel of the large vessels in the Port of Fortaleza, and the reefs and shoals that have higher dimensions. Sedimentology, in terms of granulometric characteristics of grains or sediment grain size, reveals a deposition pattern associated with the hydrodynamic conditions of the area, defined by the main forcing as waves and currents. In the more protected zone of the port basin, as less action of forks, the granulometric fractions concentrate finer sediments, tending to lamosa fractions of silt and clay. In the less sheltered areas, further west of the port basin, forks use sedimentation patterns with medium to fine grain size fractions, sometimes gravel are also found, characterizing a higher hydrodynamic energy environment.

KEYWORDS: West Bay of Fortaleza, Continental shelf, Geomorphology, Sedimentology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.	9
Figura 2 – Mapa de localização dos perfis do levantamento batimétrico.	13
Figura 3 –GPS 421 <i>Souder</i> e <i>Datalog</i> registrado no computador.	15
Figura 4 – Transdutor do GPS, posto a boreste da embarcação.	16
Figura 5 – Mapa batimétrico feito pela interpolação por Krigagem, sendo visível a topografia de fundo.	24
Figura 6 – Isolinhas de Profundidade da área estudada.....	18
Figura 7 – Distribuição granulométrica dos sedimentos coletados pelo Projeto CDC no ano de 2008.	19
Figura 8 – Distribuição granulométrica dos sedimentos coletados pelo Projeto CDC no ano de 2010.	20
Figura 9 – Distribuição granulométrica dos sedimentos coletados pelo Projeto CDC no ano de 2012.	20
Figura 10 – Distribuição granulométrica dos sedimentos coletados pelo Projeto CDC no ano de 2014.	21
Figura 11 – Distribuição granulométrica dos sedimentos na área do levantamento batimétrico.	22
Figura 12 – Perfil 1, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.	25
Figura 13 – Perfil 2, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.	26
Figura 14 – Perfil 3 e distribuição granulométrica ao longo do perfil.	27
Figura 15 – Perfil 4, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.	27
Figura 16 – Perfil 5, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.	28
Figura 17 – Perfil 6, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.	29
Figura 18 – Perfil 7, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.	30
Figura 19 – Perfis 8, 9 e 10, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.....	31
Figura 20 – Perfil 11, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.	32
Figura 21 – Perfil 12, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.	33
Figura 22 – Perfil 13, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.	34
Figura 23 – Perfil 14, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.	34
Figura 24 – Perfil 15, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.	35
Figura 25 – Perfil 16, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.	36
Figura 26 – Perfil 17, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.	37

Figura 27 – Perfil 18, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.....	37
Figura 28 – Perfil 19, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.....	38
Figura 29 – Distribuição percentual da granulometria nos perfis.	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Declividades dos trechos no perfil 1.....	26
Tabela 2 – Declividades dos trechos no perfil 2.....	26
Tabela 3 – Declividade perfil 3.	27
Tabela 4 – Declividades dos trechos no perfil 4.....	28
Tabela 5 – Declividades dos trechos no perfil 5.....	28
Tabela 6 – Declividades dos trechos no perfil 6.....	29
Tabela 7 – Declividades dos trechos no perfil 7.....	30
Tabela 8 – Declividades dos trechos no perfil 8.....	31
Tabela 9 – Declividades dos trechos no perfil 9.....	32
Tabela 10 – Declividades dos trechos no perfil 10.....	32
Tabela 11 – Declividades dos trechos no perfil 11.....	33
Tabela 12 – Declividades dos trechos no perfil 12.....	33
Tabela 13 – Declividades dos trechos no perfil 13.....	34
Tabela 14 – Declividades dos trechos no perfil 14.....	35
Tabela 15 – Declividades dos trechos no perfil 15.....	35
Tabela 16 – Declividades dos trechos no perfil 16.....	36
Tabela 17 – Declividades dos trechos no perfil 17.....	37
Tabela 18 – Declividades dos trechos no perfil 18.....	38
Tabela 19 – Declividades dos trechos no perfil 19.....	38
Tabela 20 – Feições identificadas nos 19 perfis topobatimétricos.	39

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	1-i
LISTA DE TABELAS.....	1-iii
SUMÁRIO.....	1-iv
1 INTRODUÇÃO	5
2 OBJETIVOS	8
2.1 OBJETIVO GERAL.....	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA	9
3.1 ÁREA DE ESTUDO	9
3.1.1 Aspectos Morfológicos, Geológicos e Sedimentológicos	10
3.1.2 Características Climáticas.....	10
3.1.3 Características Oceanográficas.....	11
4 MATERIAIS E MÉTODOS	13
4.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	13
4.2 PLANEJAMENTO DO LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO	13
4.3 LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO.....	14
4.4 PROCESSAMENTO DE DADOS.....	16
4.4.1 Processamento do Metadado e Geração do XYZ.....	16
4.4.2 Geoprocessamento dos Dados XYZ, Geração de Raster e Obtenção dos Perfis ..	16
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	18
5.1 DISTRIBUIÇÃO E CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DOS SEDIMENTOS NA ÁREA	18
5.2 GEOMORFOLOGIA DA PLATAFORMA INTERNA.....	23
5.2.1 Perfil Topobatimétrico 1 (1' – 1'').....	25
5.2.2 Perfil Topobatimétrico 2 (2' – 2'').....	26
5.2.3 Perfil Topobatimétrico 3 (3' – 3'').....	27
5.2.4 Perfil Topobatimétrico 4 (4' – 4'').....	27
5.2.5 Perfil Topobatimétrico 5 (5' – 5'').....	28
5.2.6 Perfil Topobatimétrico 6 (6' – 6'').....	29
5.2.7 Perfil Topobatimétrico 7 (7' – 7'').....	29
5.2.8 Perfis Topobatimétricos 8, 9 e 10 (8' – 8'', 9' – 9'', 10' – 10'').....	30
5.2.9 Perfis Topobatimétricos 11 (11' – 11'').....	32
5.2.10 Perfis Topobatimétricos 12 (12' – 12'').....	33
5.2.11 Perfis Topobatimétricos 13 (13' – 13'').....	33
5.2.12 Perfis Topobatimétricos 14 (14' – 14'').....	34
5.2.13 Perfis Topobatimétricos 15 (15' – 15'').....	35
5.2.14 Perfis Topobatimétricos 16 (16' – 16'').....	36
5.2.15 5.3.15. Perfis Topobatimétricos 17 (17' – 17'').....	36
5.2.16 Perfis Topobatimétricos 18 (18' – 18'').....	37
5.2.17 Perfis Topobatimétricos 19 (19' – 19'').....	38
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1 INTRODUÇÃO

A Plataforma Continental faz parte da estrutura morfológica da margem continental, além de ser uma província fisiográfica e continuação do bloco continental submarino (Heezen & Menard, 1966). O seu relevo é bastante plano, com início na zona praial atingindo até a borda da plataforma, onde se caracteriza por uma declividade acentuada (Heezen & Menard, 1966). Esse caráter amplo e plano é proveniente de atividades erosivas e deposicionais, ligadas aos movimentos de regressões e transgressões marinhas, decorrentes de processos de glaciação e deglaciação registradas ao longo da história geológica da Terra (Heezen & Menard, 1966).

Coutinho (2004) relata que um aumento substancial do conhecimento sobre os sedimentos superficiais da plataforma continental brasileira começou com o funcionamento, em 1958, do Instituto de Biologia Marítima e Oceanografia, da Universidade do Recife. Em colaboração com a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil e com a Divisão de Recursos Pesqueiros da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (DRP/SUDENE), foram realizados os primeiros trabalhos sistemáticos sobre a identificação e distribuição dos sedimentos na plataforma brasileira.

Segundo Coutinho (1976) a plataforma continental do Nordeste brasileiro pode ser subdividida em três seguimentos: plataforma interna - até a isóbata de -20 m; plataforma média de -20 a -40 m; e plataforma externa de -40 a -60 m. Já Suguio (2003) afirma que a plataforma é dividida de acordo com a profundidade como: plataforma continental interna (0 até 30 m) e plataforma externa (30 m até 100 m).

A plataforma continental cearense, onde está inclusa a região costeira de Fortaleza e área do presente estudo, possui uma largura média de 63 km (Martins & Coutinho, 1981; Arz et al., 1999). A largura máxima é atingida na região do município de Camocim, no litoral oeste, onde as máximas chegam a 101 km de largura (Martins & Coutinho, 1981; Arz et al., 1999). É na região da Icapuí que podemos encontrar um talude continental mais próximo à costa, onde as larguras médias ficam em torno de 41 km (Martins & Coutinho, 1981; Arz et al., 1999). Ao longo de toda a sua extensão podem ser encontrados paleo-canaís submersos parcialmente preenchidos e formados

por rios em períodos regressivos do nível do mar (Martins & Coutinho, 1981; Arz et al., 1999).

A plataforma continental como um ambiente propício à sedimentação possui uma vasta distinção de tipos sedimentares devido às diferentes fontes, origem, transporte e mecanismo de deposição (Martin, *et al.*, 1967). Estas distinções dividem o processo de sedimentação na plataforma continental em terrígena e marinha (Martin, *et al.*, 1967).

A sedimentação terrígena tem como principal característica a origem fluvial do sedimento, ocorrendo em vales soterrados ou remobilizados por feições antigas praias ou barreiras (Martin, *et al.*, 1967). Embora boa parte dos sedimentos submersos, e que foram produzidos em ambiente continental e transaccional, esses materiais foram primeiramente depositados por rios e em alguns casos por gelo que fluíram por uma planície costeira que se encontra afogado pelo nível do mar atual (Martins e Nunes, *et al.*, 2007).

De acordo com Urien e Martins (1987) a fração granulométrica rege a dinâmica de concentração do sedimento nos ambientes. Os depósitos de cascalho têm menor mobilidade e se concentram nos cursos fluviais, terraços afogados, feições glaciais submersas ou em feições costeiras. Já os sedimentos compostos pela fração areia foram remobilizados pela variação do nível do mar, formando bancos alinhados com a faixa de praia.

A morfologia da plataforma continental é resultado do efeito acumulativo dos processos cíclicos de erosão e deposição em relação às constantes oscilações no nível do mar, considerando o tempo geológico, conforme mostra (Kennet, 1982); (Suguió, 2003). Já em escala de tempo menor os processos de alteração e controle da morfologia da plataforma interna podem ser análogos aos processos relatados por Short (1999) para sistema praias. Segundo Short (1999) afirma que os mais importantes processos para controle da morfologia de praia e hidrodinâmica dos ambientes praias estão associados à dissipação e incidência da energia costeira. Tais processos, segundo o autor, incluem os regimes de ondas, correntes e marés. Logo, segundo o autor, as condições hidrodinâmicas estabelecem as situações favoráveis para o modelamento de fundo da plataforma interna.

Os modelos evolutivos de estudos geológicos e hidrodinâmicos com vista para o conhecimento da dinâmica sedimentar levam em consideração a evolução geomorfológica, principalmente pela evolução das linhas isobatimétricas ao longo do

tempo. A associação dessas variações pode ser refletida como acréscimo ou subtração de sedimentos (Slovinsky & Dickson, 2009).

Já o sistema praial, produto das ações hidrodinâmicas oriundas da plataforma interna adjacente, seja na sua parte emersa ou submersa, se divide em praia e antepraia, sendo a primeira constituída pela pós-praia caracterizada pela berma, e a segunda constituída pelas antepraias superior, média e inferior (Muehe, 2001). No sentido terra-mar: a superior compreende a zona de surfe, limitada pela área de arrebatamento da onda; a média, que cobre o trecho até a profundidade de fechamento; e a inferior, que é em média o dobro do comprimento da antepraia média (Muehe, 2001).

Segundo Niedoroda *et al.* (1985) a faixa praial corresponde a uma zona de transição entre a zona de surfe e a plataforma continental interna. Em relação a função dada a antepraia, Thielerer *et al.* (1995) a atribui como uma barreira, um filtro ou um condutor que permite a troca de materiais entre o continente e o mar, sendo moldada e respondendo diretamente aos efeitos das tempestades, ao aumento do nível do mar e as mudanças antrópicas.

A faixa de antepraia é onde se concentram os fenômenos erosivos e de sedimentação marinha, ocasionados, principalmente, da era cenozoica (Manso *et al.*, 2003).

Em relação à forma do perfil da antepraia, a literatura define vários tipos diretamente relacionados com os processos atuantes na dinâmica litorânea, tais como: disponibilidade de sedimentos, grau de seleção dos sedimentos, a intensidade da ação das ondas e marés (Thielerer *et al.* 1995; Manso *et al.*, 2003, Muehe, 2001). Esse conjunto de fatores molda perfis deposicionais ou erosionais.

A estabilidade das áreas costeiras reflete as condições deposicionais decorrentes da distribuição dos parâmetros batimétricos e granulométricos (Manso *et al.*, 2003). Por esta razão, é importante conhecer a natureza granulométrica dos sedimentos e a geomorfologia de fundo da plataforma interna. O setor praial submerso composto pela antepraia corresponde um ponto vital de importância na compreensão dos processos dinâmicos atuantes no domínio da plataforma continental (Muehe, 2001).

Segundo Vital *et al.* (2005) *apud* Morais *et al.* (2015) o conhecimento do fundo marinho (plataforma continental) é importante por diversos fatores como: estudar as mudanças climáticas visando à previsão ambiental, entender o impacto da pesca no

habitat bêntico e outras comunidades biológicas, estudar padrões de poluição no mar e quais os mecanismos para ajudar a manter a integridade das áreas costeiras, localizar recursos minerais estratégicos e fornecer base de dados através de sensores remotos, ajudando a refinar novas técnicas para previsão e caracterização ambiental.

A área de estudo, localizada dentro da enseada do Mucuripe, na costa oeste de Fortaleza no estado do Ceará, foi originada por erosão por intermédio da ação das ondas. As evidências se mostram com presença de rochas de praia isoladas que ocorrem nas isóbatas de 5 metros, sendo essas rochas originadas de sedimentos terciários consolidados e cimentados pelo óxido de ferro e carbonato de cálcio provenientes da água do mar (Morais, 1981).

Em função da presença do Porto do Mucuripe e de atividades pesqueiras e turísticas na orla de Fortaleza, faz-se necessário o conhecimento sobre as características submersas influenciadas pelas dragagens do canal de acesso ao porto, assim como pelos escoamentos fluviais dos riachos canalizados ao longo da orla.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar as feições geomorfológicas da área de estudo, levando em consideração os dados batimétricos obtidos em campo, assim como a cobertura superficial do substrato marinho.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar a morfologia de fundo da plataforma continental interna da orla oeste de Fortaleza a partir de uma carta batimétrica e perfis topobatimétricos monofeixe;
2. Identificar a distribuição granulométrica dos sedimentos em trechos da área e nos perfis, entendendo a relação de ocorrência das classes de frações (tamanho do grão) nos perfis e na área do levantamento;

3. Classificar o grau de declividade de trechos dos perfis, associando-os às feições ocorrentes como, bancos de areia, depressões (cotas mais negativas) e canais submersos.

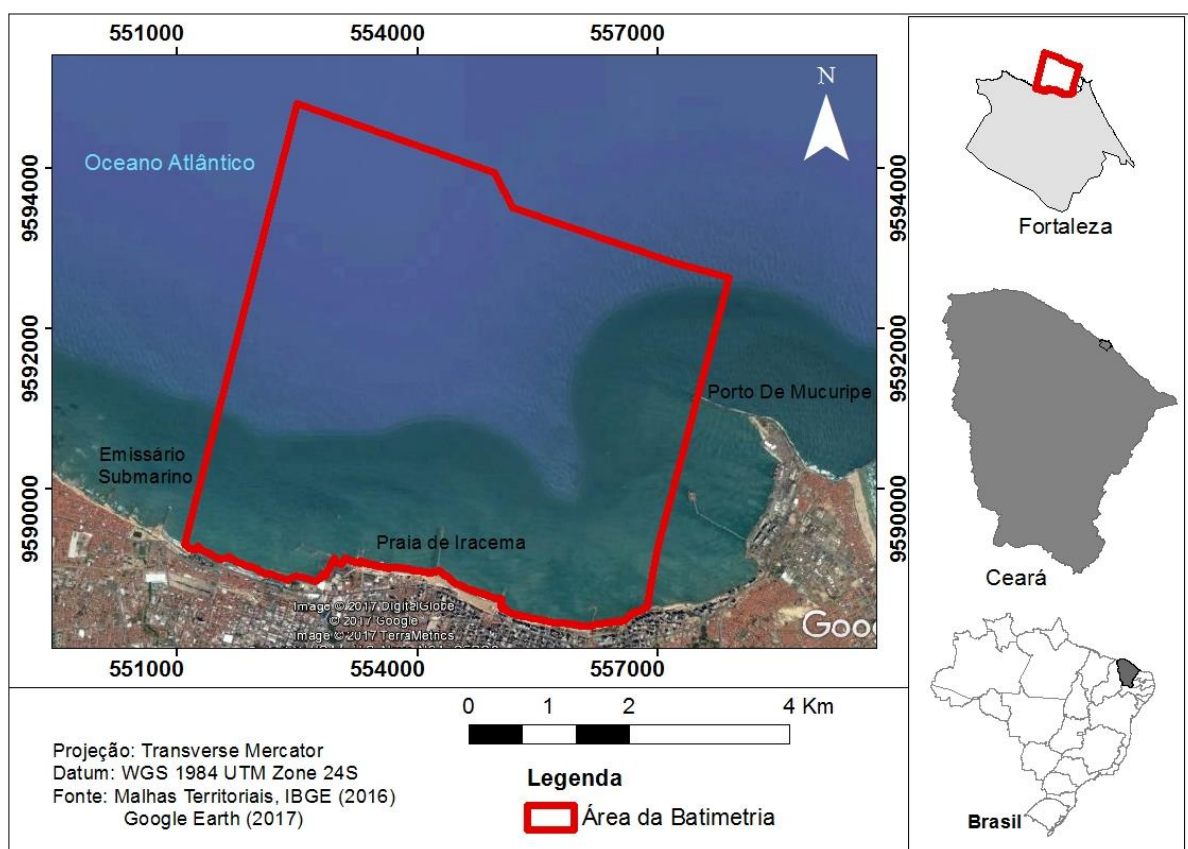
3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende a plataforma continental interna da orla oeste de Fortaleza, situada entre o Mercado dos Peixes e a área de influência do emissário submarino de Fortaleza (Figura 1).

A cidade de Fortaleza situa-se na porção nordeste do Estado do Ceará (3° 43' 02" S e 38° 32' 35" O), caracterizada como uma região de intensas atividades antrópicas responsáveis por alterações do ambiente marinho.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: o autor.

3.1.1 Aspectos Morfológicos, Geológicos e Sedimentológicos

A região litorânea de Fortaleza é caracterizada por episódios geológicos datados do Pré-cambriano ao Holoceno. As rochas mais antigas correspondem ao embasamento cristalino com exposições do Complexo gnáissico-migmatítico e rochas vulcânicas alcalinas (Brandão, 1995).

A Formação Barreiras designa uma sequência notável e contínua de sedimentos com variação de cor e granulometria, que vai desde argilitos a conglomerados, sobreposta às rochas do embasamento cristalino pré-cambriano. Sua ocorrência é bem típica em todo o litoral, que vai desde a Amazônia até o Rio de Janeiro, e no litoral nordestino sob forma de falésias (Melo, 2000).

Os depósitos Holocênicos correspondem a unidades litológicas de acumulação, tais como as dunas (fixas, semifixas, móveis e as paleodunas), os depósitos flúvio-aluvionares, os mangues, dentre outros (Brandão 1995).

De maneira geral, a faixa praial de Fortaleza é composta por sedimentos de granulometria variegada, distribuída entre areias finas a médias, subarredondadas, e mal selecionadas (Morais, 1981). Essa sedimentação, muitas vezes de origem terrígena, corresponde a carga sedimentar decorrente da drenagem que deságua no litoral, sendo, posteriormente, retrabalhada pela ação das ondas e correntes (Souza, 2009).

A parte submersa situada nas proximidades da bacia portuária do Porto do Mucuripe caracteriza-se, principalmente, por sedimentos finos (silte e argila) inconsolidados (Morais, 1972). As regiões mais distais caracterizam-se por depósitos de areias provavelmente oriundos de processos hidrodinâmicos associados à ação das ondas e correntes (Morais, 1972).

3.1.2 Características Climáticas

O clima de Fortaleza é definido por tropical quente sub-úmido, com precipitação média de 1.338 mm por ano e temperatura média de 26 a 28° C (IPECE/FUNCEME). As precipitações, ventos e ondas estão diretamente relacionados ao movimento de deslocamento ou migração da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

A faixa de movimentação dessa zona é marcada pela convergência dos ventos alísios de nordeste e sudeste. Nos meses de dezembro a abril ocorre a presença dos alísios de NE, ocasionando o deslocamento da ZCIT para a direção sul, e caracterizando, dessa maneira, o período mais chuvoso na região de Fortaleza. Por outro lado, nos meses de junho a novembro, o deslocamento da ZCIT ocorre para o Norte, com predomínio dos ventos alísios de Sudeste, ocasiona o período de estiagem na região (Silva, 2012).

O litoral de Fortaleza sofre uma penetração direta do fluxo de ventos alísios em duas direções: Leste–Oeste e Nordeste-Sudeste. Essas correntes de ar agem predominantemente durante todo o ano, com velocidade média de 4,2 m/s (Silva, 2012). Segundo Maia (1998), as velocidades médias dos ventos na faixa costeira sofrem influência do meio urbano.

3.1.3 Características Oceanográficas

A – Ondas

As ondas possuem influência direta na paisagem litorânea e na dinâmica sedimentar de fundo, pois a energia dissipada atua na erosão, transporte e deposição de sedimentos. Segundo Morais (1980) no litoral de Fortaleza as ondas mais frequentes são as do quadrante E-SE, sendo responsável pelo transporte dos sedimentos no sentido leste para oeste, já as menos frequentes, e mais erosivas, são do quadrante NE.

Maia (1998) observou que a direção das ondas no litoral oeste de Fortaleza é de E-NE e E-SE, normalmente com ocorrência de ondas do tipo *sea*, que representam cerca de 94,2% no litoral, e NE quando *swell* que correspondem a 0,28% com períodos superiores a 10 segundos. As ondas *sea* são de período curto e alta frequência formado pelo sistema de vento, as ondas *swell* possuem periodicidade maior do que a *sea* e menor frequência associados aos eventos de tempestade (Morais, 1981).

B – Marés

As marés são diretamente influenciadas pela rotação da terra e pela interação gravitacional do sistema Terra-Lua-Sol, gerando perturbações na superfície do mar. O

regime de maré em Fortaleza apresenta periodicidade semidiurna e amplitude de mesomaré (Maia, 1998). O nível médio é de 1,55 m, com desigualdade de amplitude, e período médio das ondas de marés de 12,4 horas, com uma diferença de 50 minutos de um dia para outro (Morais, 1980). O nível mais elevado nos registros marégraficos segundo o INPH (1996) foi de 3,67 m e o menor foi de 0,2 m. O valor da preamar média de sizígia é de 2,82 m e de quadratura de 2,20 m

C – Correntes

Como a área de estudo se encontra na região da plataforma interna, a principal forçante para a geração de correntes no litoral de Fortaleza vem dos ventos que são predominantes de direção noroeste 80°. Com velocidade abaixo de 1 nó, dependendo da intensidade do vento e da influencia da maré, sendo observado que as velocidades decrescem com a profundidade. A zona de maior intensidade é até 2 metros de profundidade, alcançando velocidade de 55cm/s e na zona superficial de 40cm/s (Morais, 1980).

A velocidade das correntes próximas a linha de praia, que variam de 0,24 a 0,31 m/s, sendo influenciadas pelas correntes longitudinais que são geradas pela ação dos ventos alísios e das ondas que incidem na linha de costa (Morais, 1981; Maia, 1998).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

A pesquisa bibliográfica contribuiu para a organização das informações acerca das características granulométricas dos sedimentos de fundo que englobam a área. Uma vez que não foi feita amostragem na campanha do levantamento batimétrico. Foram utilizados os dados extraídos dos relatórios do Plano Básico ambiental da Obra de Aprofundamento do Porto de Fortaleza do ano de 2008, 2010, 2012 e 2014, operação Geomar, dados do BNDO(Banco Nacional de dados Oceanográficos) e os produzidos no trabalho de Ximenes Neto (2015).

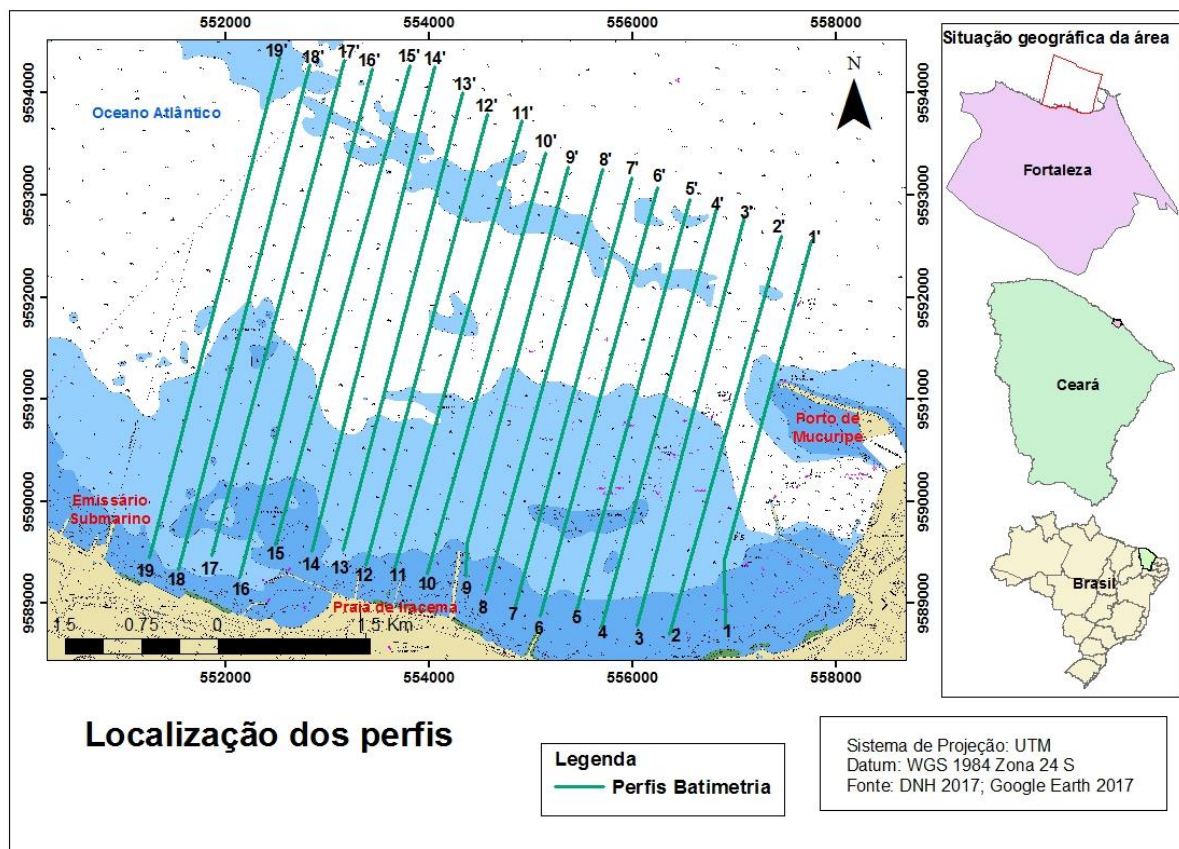
4.2 PLANEJAMENTO DO LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO

O curso de navegação e o espaçamento entre os perfis foram feitos de forma a contemplar toda a área previamente definida, com a preocupação de fazer uma malha amostral em uma escala de detalhamento que caracterizasse bem geomorfologia de fundo da plataforma e suas feições.

A malha amostral da rota de navegação da área de estudo foi traçada primeiramente a partir de imagens de satélite no programa *Google Earth*, onde foi determinado o espaçamento entre os 19 perfis, posteriormente esses dados foram transformados em *shapefile* no programa *Quantum Gis*, e foram encaminhados para o programa *TrackMaker* (datum WGS 84). Os dados da rota foram transferidos para o GPS Garmim 420s, que orientou a navegação no levantamento batimétrico.

Para a aquisição de dados de fundo no trabalho de campo, foram realizados 19 perfis paralelos de leste para oeste na área de estudo, e perpendiculares à linha de costa, com espaçamento de 300 m e comprimento variando de 3,8 a 5,5 km (Figura 2).

Figura 2 – Mapa de localização dos perfis do levantamento batimétrico.



Fonte: o autor.

4.3 LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO

O método de batimetria mede a profundidade em qualquer ambiente que esteja submerso por massas d'água (oceano, lagos, rios, lagoas) para determinar sua topografia e obter informações sobre o relevo (Monteiro, 2012). É expressa cartograficamente por curvas de níveis com a intenção de representar a mesma profundidade em equidistâncias verticais (Monteiro, 2012). É um método que possui várias aplicações nas geociências e na oceanografia (Monteiro, 2012).

Com o avanço tecnológico os equipamentos náuticos conjugados com GPS/sonda estão sendo bastante utilizados, pois apresentam baixo custo e maior praticidade de instalação em embarcações de pequeno e médio porte (Monteiro, 2012).

O levantamento batimétrico da área de estudo foi realizado no dia 06/04/2016. A embarcação utilizada foi o barco com motor de quatro cilindros, SELMA. Integralmente as medidas ecobatimétricas foram realizadas junto com o sistema de posicionamento geográfico, utilizando um receptor GPS unido com uma ecossonda

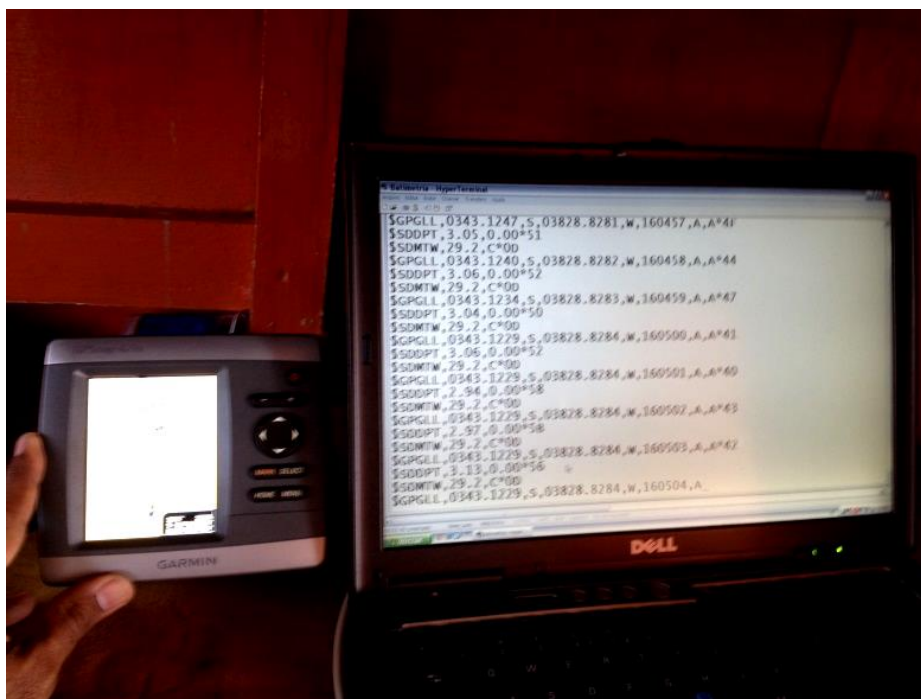
modelo GARMIN GPS 421 Souder (Figura 3 e 4) captando informações de profundidade, temperatura, hora e coordenadas geográficas.

A função da ecossonda é determinar a distância entre o transdutor e o fundo. Essa distância é calculada pela diferença de tempo entre o momento inicial de transmissão de uma onda ultrassônica até o fundo e o retorno ao transdutor (Monteiro, 2012).

A obtenção dos dados que é realizada em tempo real possui intervalos de 1,0 segundos de transmissão e são coletados sob o formato internacional NMEA (National Marine Electronics Association), e para representar os textos do equipamento utilizou-se ASCII (American Standard Code for Information Interchange), comum nos dispositivos que trabalham com resultados em textos a partir de códigos binários.

O metadado é armazenado em Laptop, para posterior processamento, tais como: correção do nível de maré e coordenadas geográficas em UTM. Esses dados foram plotados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), para geração de mapas e modelo batimétrico digital do fundo marinho.

Figura 3 –GPS 421 Souder e Datalog registrado no computador.



Fonte: o autor.

Figura 4 – Transdutor do GPS, posto a boreste da embarcação.



Fonte: o autor.

4.4 PROCESSAMENTO DE DADOS

4.4.1 Processamento do Metadado e Geração do XYZ

Os dados de profundidade foram corrigidos ao nível reduzido (Zero Hidrográfico) baseado na tabua de maré do Porto do Mucuripe, que é disponibilizado gratuitamente pelo *site* da Diretoria de Hidrografia e Navegação – Marinha do Brasil (DHN). Posteriormente a correção das oscilações da maré sobre os dados de batimetria, foi desenvolvida uma base de dados no formato XYZ que permitiu a geração de modelos da superfície batimétrica e possibilitou determinar a declividade e o aspecto das feições submersas.

4.4.2 Geoprocessamento dos Dados XYZ, Geração de Raster e Obtenção dos Perfis

Nesta etapa utilizou-se o *software* de processamento *Quantum GIS*, onde foi feito o georreferenciamento da carta náutica da DHN, elaboração das cartas imagens, digitalização, análise das isóbatas, geração de mapas de localização. Para a confecção

de mapas de relevo de fundo utilizou-se da ferramenta geostatística da interpolação: Krigagem, que é um processo estimativo de valores variáveis distribuídas no espaço e tempo, a partir de valores adjacentes (LANDIM, 2010).

Ainda no programa *Quantum GIS*, foi elaborado perfis topográficos em forma de gráficos por meio do *raster* gerado pela krigagem, que consiste em uma matriz de células (ou pixels) organizada em linhas ou colunas (ou em grade) onde cada célula contém um valor que representa a informação. Os gráficos dos perfis foram exportados para o programa *Excel 2013*, para melhor manejo dos dados.

A krigagem é um conjunto de técnicas de regressão linear generalizada que a partir de um modelo de covariância, torna a estimação mais precisa ou com variância mínima em relação a sua verdadeira forma (DEUTSCH & JOURNAL, 1998). A partir da análise espacial, os pesos de cada ponto são determinados baseados no semivariograma experimental, ou seja, as posições mais próximas vão possuir pesos maiores do que os pontos mais distantes. Ela utiliza o dado tabular e a posição geográfica para calcular as interpolações.

Supondo uma região onde existe um ponto “u” não amostrado, entre o ponto “a” e “b” que foram amostrados e estão distribuídos no espaço. A partir do processo de estimativa por médias moveis desses pontos adjacentes (a e b) é possível inferir um valor para u, pela formula:

$$Z(u) = \sum_{i=1}^{n(u)} \lambda_i Z(u_i)$$

Equação 1

Modo da krigagem utilizada no trabalho foi a krigagem simples.

A partir do raster gerado pelo método de interpolação, foi possível a geração individual dos 19 perfis, que foram exportados para o programa *Excel 2013* para melhor construção e manejo dos dados.

Para a plotagem dos dados de sedimentos na construção dos mapas, foi possível com dados da localização geográfica de cada ponto que foram representados nos mapas.

O cálculo da declividade dos perfis foi baseado na classificação de Valdir (2003), onde a distância vertical é dividida pela distância horizontal.

$D = DV/DH$

DV = Distância Horizontal

D = Tipo de declividade

DH = Distância Vertical

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

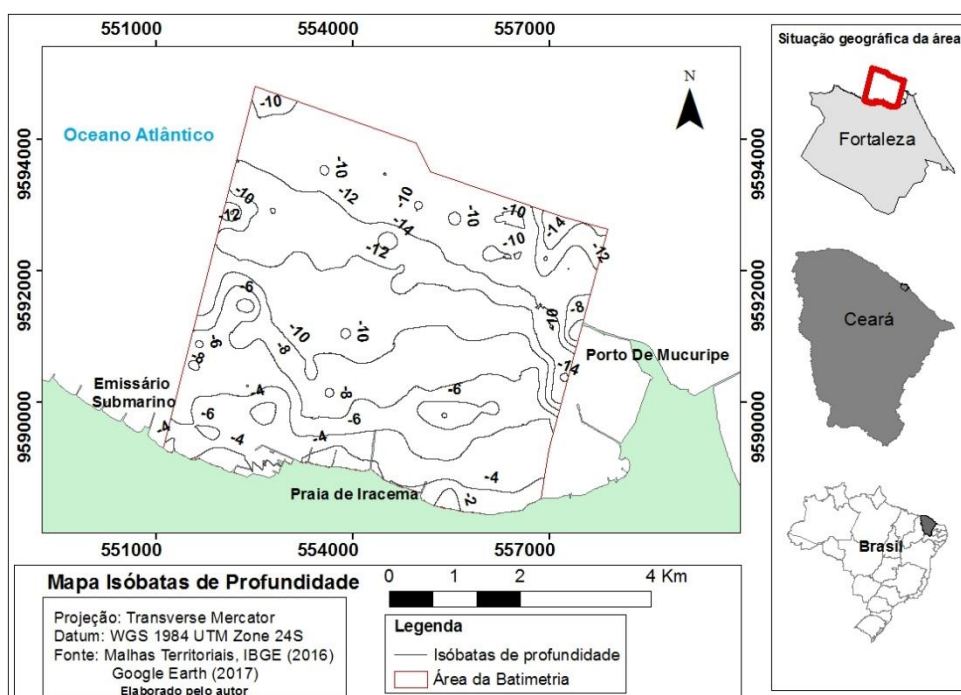
5.1 DISTRIBUIÇÃO E CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DOS SEDIMENTOS NA ÁREA

Com os dados de sedimentos foi possível inferir que a presença de areia fina e muito fina foram encontradas distribuídas na área em ambientes próximos a linha de costa e em áreas abrigadas pela Ponta do Mucuripe e Área Portuária. Já as frações granulométricas areia média, grossa e muito grossa foram encontradas em áreas menos protegidas, e que conseqüentemente estão mais propícias às ações de correntes e da deriva litorânea.

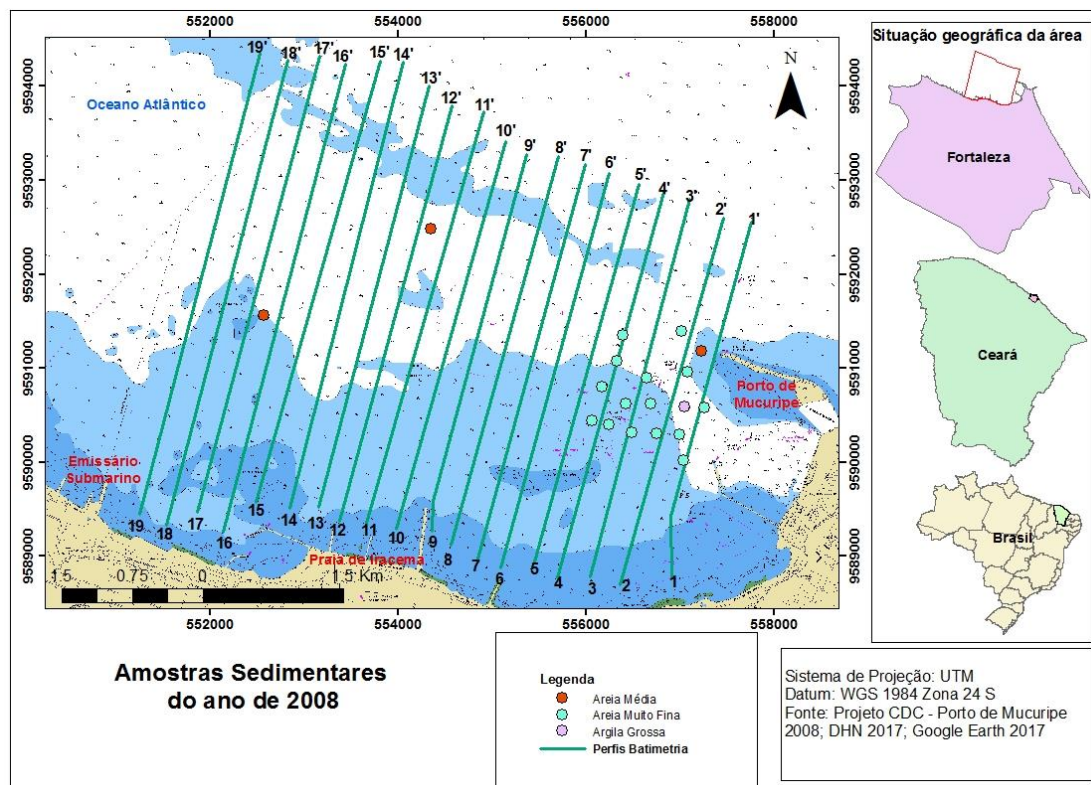
A correlação dos dados de granulometria de outros estudos (Projeto CDC 2008, 2010, 2012, 2014; Texeira, 2015; Soares, 2013, Ximenes Neto, 2015) com os perfis batimétricos proporcionou de forma mais adequada a delimitação da barra arenosa de antepraia na plataforma continental interna vista na figura 5.

Na figura 6, onde estão amostras coletadas pelo Projeto CDC no ano de 2008, a maioria dos pontos coletados estão dentro da área abrigada da bacia portuária, e conseqüentemente o tipo de sedimento encontrado é mais protegida da ação de ondas, correntes e marés, proporcionando a deposição de sedimentos mais finos (Areia Muito Fina, Argila Grossa) que também são influenciadas pela dragagem no canal.

Figura 5 – Isolinhas de Profundidade da área estudada



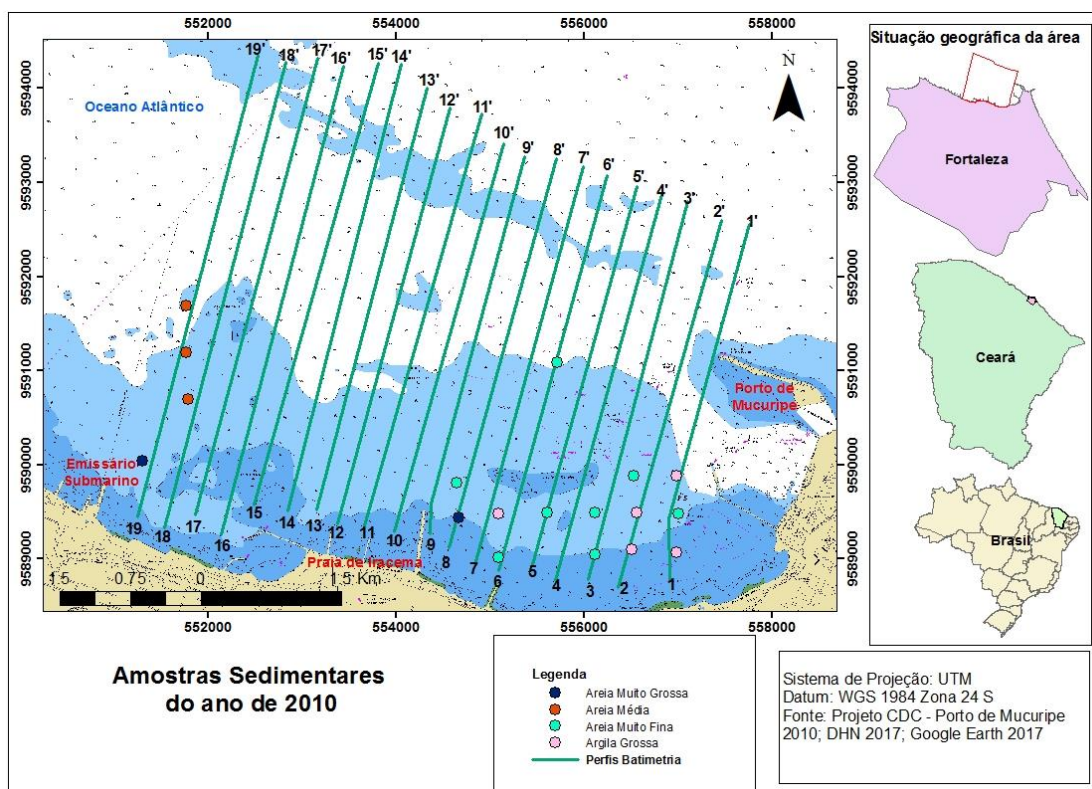
Fonte: o autor.

Figura 6 – Distribuição granulométrica dos sedimentos coletados pelo Projeto CDC no ano de 2008.

Fonte: O autor com base nos dados extraídos do Projeto CDC (2009).

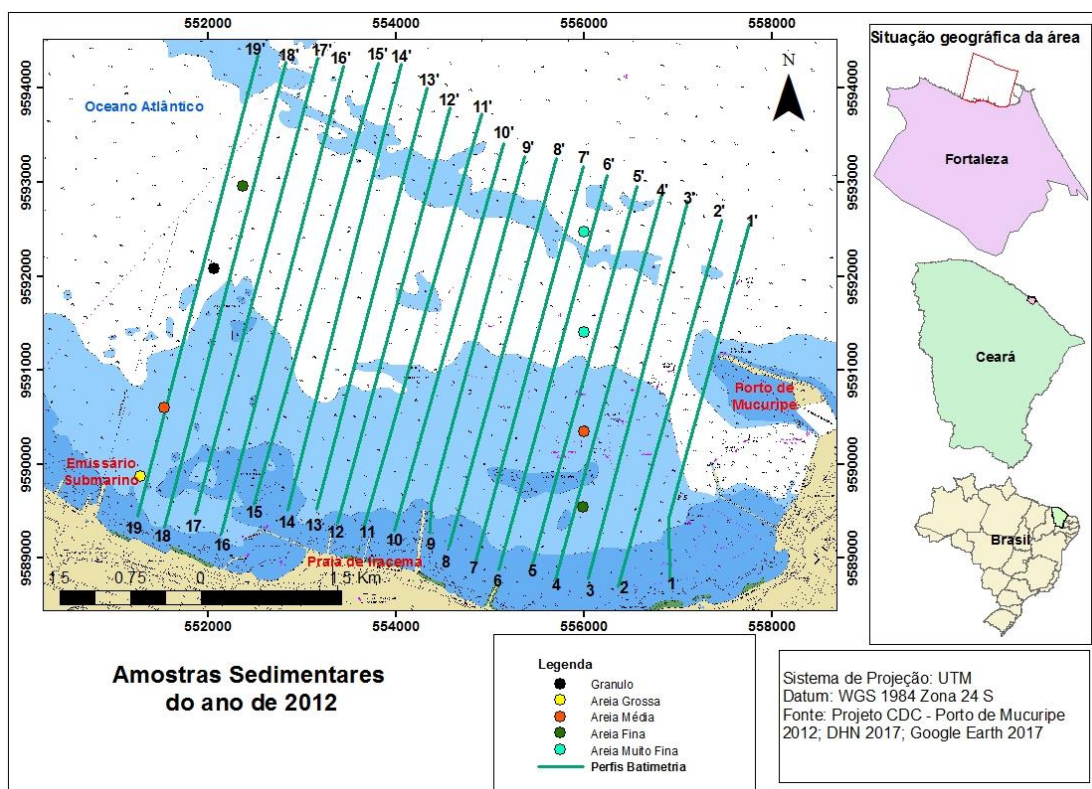
A partir das amostras de sedimento coletadas pelo Projeto CDC no ano de 2010 (Figura 7), observou-se a presença de argila grossa e areia muito fina no início do perfil 1 até o 7. Já no perfil 19, na metade de sua extensão, observou-se a presença de areia média e areia muito grossa, fato muito provavelmente associado à uma área de maior exposição aos agentes da hidrodinâmica, ondas, correntes e marés. O mesmo ocorre na figura 9, para as amostras coletadas no ano de 2012 pelo CDC.

Figura 7 – Distribuição granulométrica dos sedimentos coletados pelo Projeto CDC no ano de 2010.



Fonte: O autor com base nos dados extraídos do Projeto CDC (2010).

Figura 8 – Distribuição granulométrica dos sedimentos coletados pelo Projeto CDC no ano de 2012.

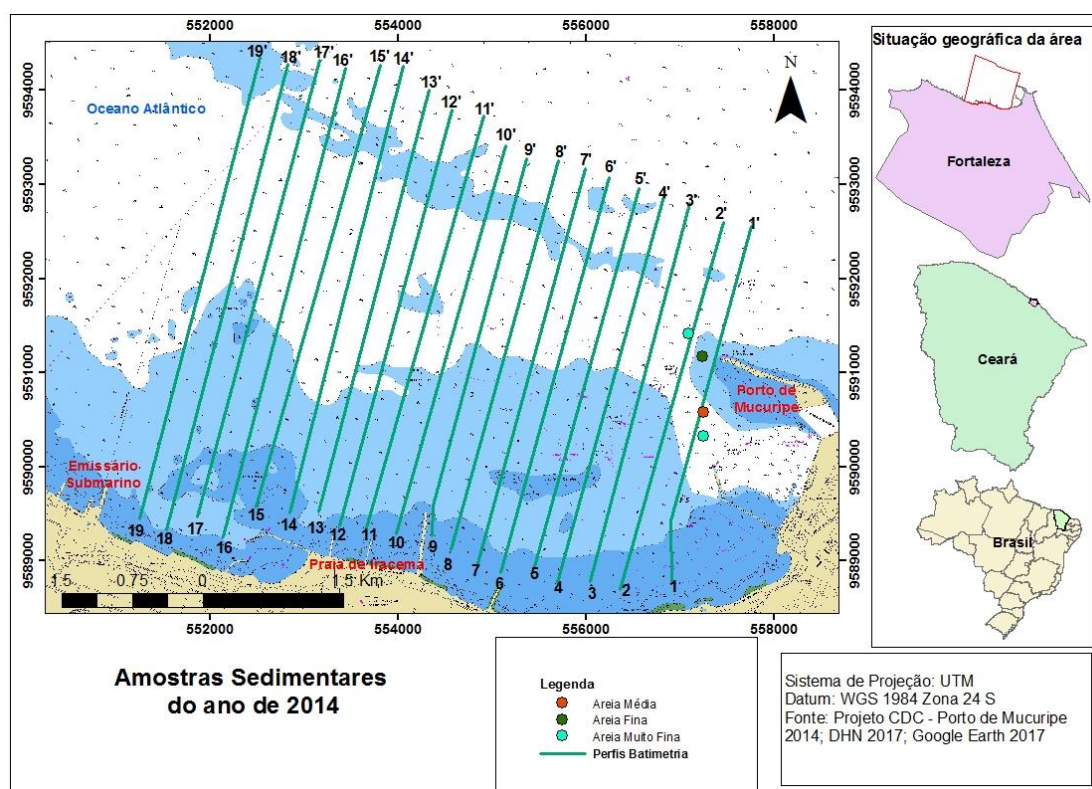


Fonte: O autor com base nos dados extraídos do Projeto CDC (2012).

Na Figura 10, referente às amostras de sedimento coletadas no ano de 2014 pelo CDC, os pontos das amostras ficam entre o perfil 1 e 2, constatando a presença de areia média, areia muito fina e areia fina, também associadas por uma área abrigada e o canal de acesso das embarcações de grande porte à área portuária.

De um modo geral, a distribuição granulométrica da plataforma continental interna indicou a ocorrência de areia fina e muito fina na área abrigada da bacia portuária e entre os primeiros quilômetros do perfil 1 até o perfil 6 (Figura 11). A ação das ondas e correntes deve ser mais presente no resto dos perfis à *offshore*. Em alguns casos a granulometria se mostrou variada, dependendo da presença de recifes, rochas e bancos arenosos e da ação da hidrodinâmica da área. Através dessas características supõem-se que os grãos mais grossos apresentem maior probabilidade de deposição durante o transporte nessas áreas mais expostas, assim como o proposto por McLAREN (1981).

Figura 9 – Distribuição granulométrica dos sedimentos coletados pelo Projeto CDC no ano de 2014.



Fonte: O autor com base nos dados extraídos do Projeto CDC (2014).

Figura 10 – Distribuição granulométrica dos sedimentos na área do levantamento batimétrico.

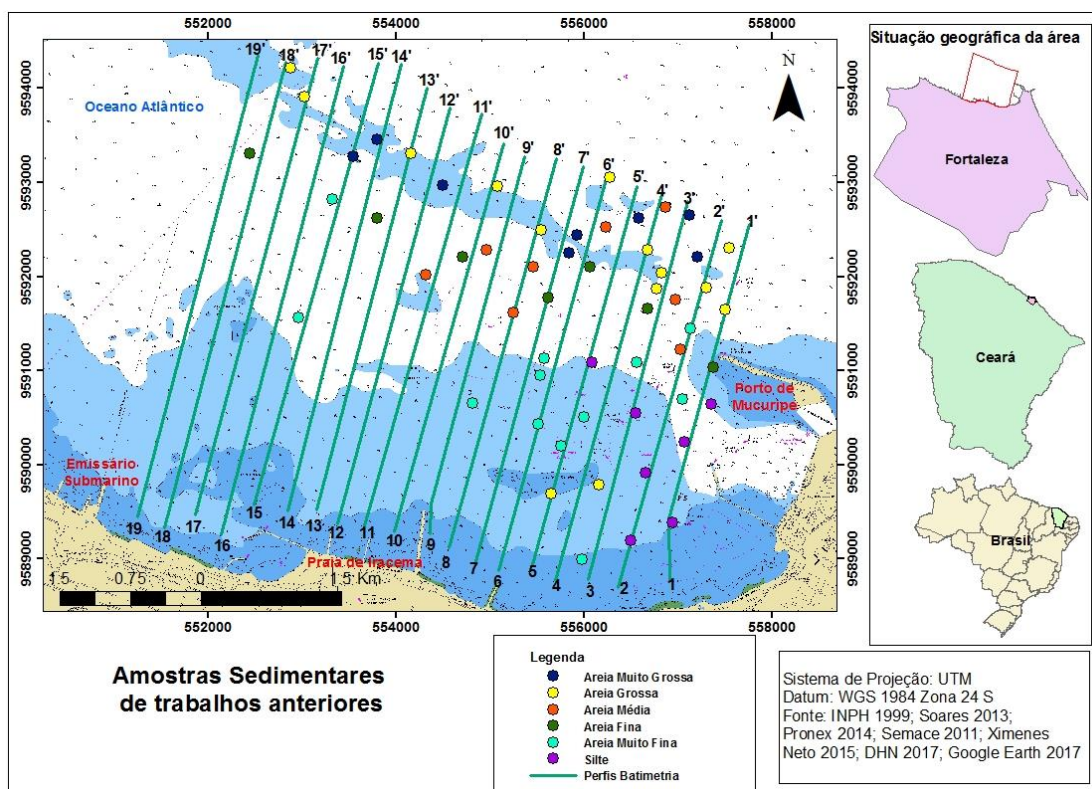
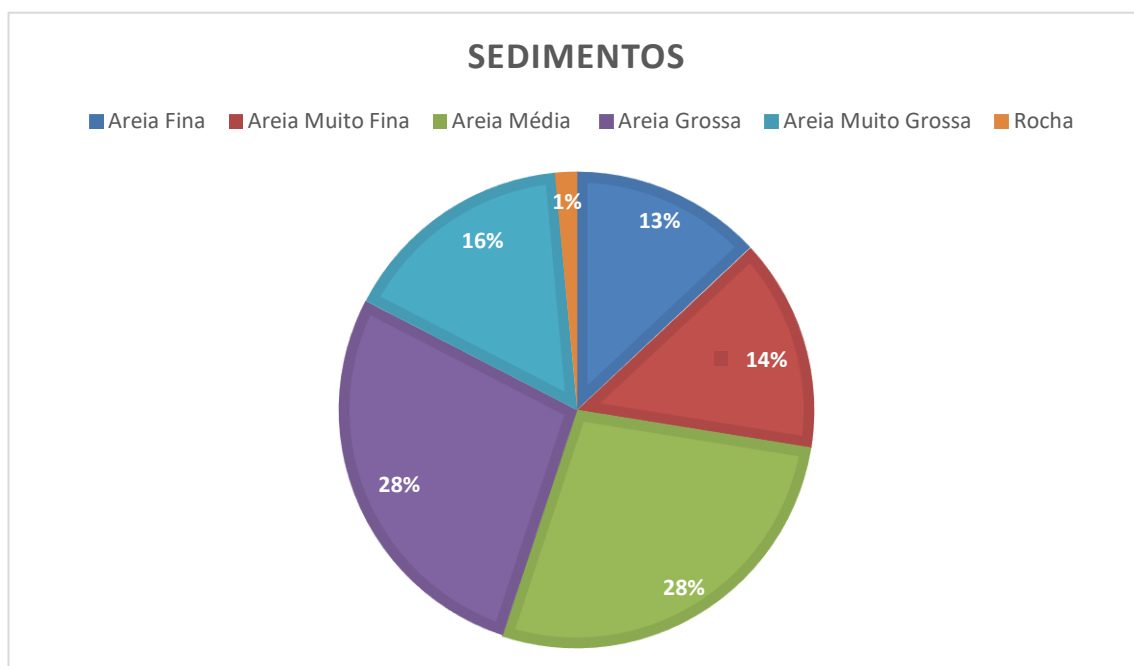


Figura 11 – Distribuição percentual da granulometria nos perfis.

Fonte: O autor com base nos dados extraídos Projeto CDC 2009, 2010, 2012, 2014; Texeira, 2015; Soares, 2013, Ximenes Neto, 2015

Figura 11 - Distribuição percentual da granulometria nos perfis.

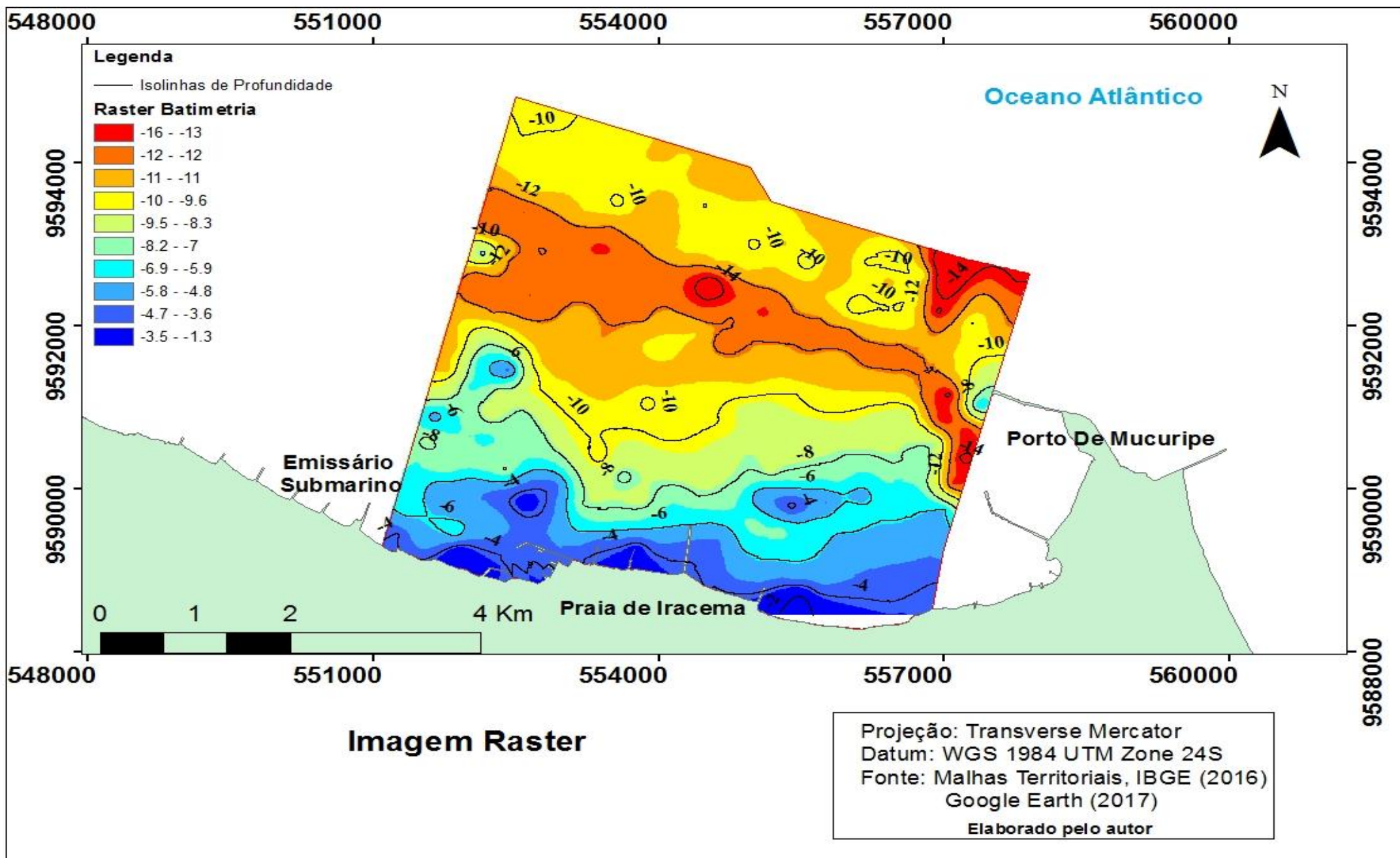


5.2 GEOMORFOLOGIA DA PLATAFORMA INTERNA

A área mapeada pela batimetria possui uma extensão de aproximadamente 25,4 Km², totalizando 29700 pontos coletados. A maior profundidade foi de 16,8 metros e a menor de 0,5 metros. Na área de estudo foi registrada a partir dos dados batimétricos a presença de bancos arenosos, recifes submersos e o canal de acesso ao porto. A figura 5 apresenta o mapa batimétrico do *raster* gerado pela interpolação (krigagem) dos dados, para visualizar a topografia de fundo que proporcionou a geração de perfis utilizando o programa de software “*Quantum Gis*” ajudando a identificar as principais feições submersas.

Na carta batimétrica observa-se um decréscimo de profundidade acentuado em direção ao vale do canal de acesso ao porto, seguido pela elevação característica pela presença do banco arenoso.

A partir do modelo criado pela interpolação por krigagem (Figura 12), foi possível a elaboração do mapa de isolinhas ou isóbatas de profundidade na área (Figura 6) estudada para uma melhor compreensão da dimensão da topografia da área.

Figura 12 – Mapa batimétrico feito pela interpolação por Krigagem (sendo visível a topografia de fundo), e as isolinhas de profundidade.

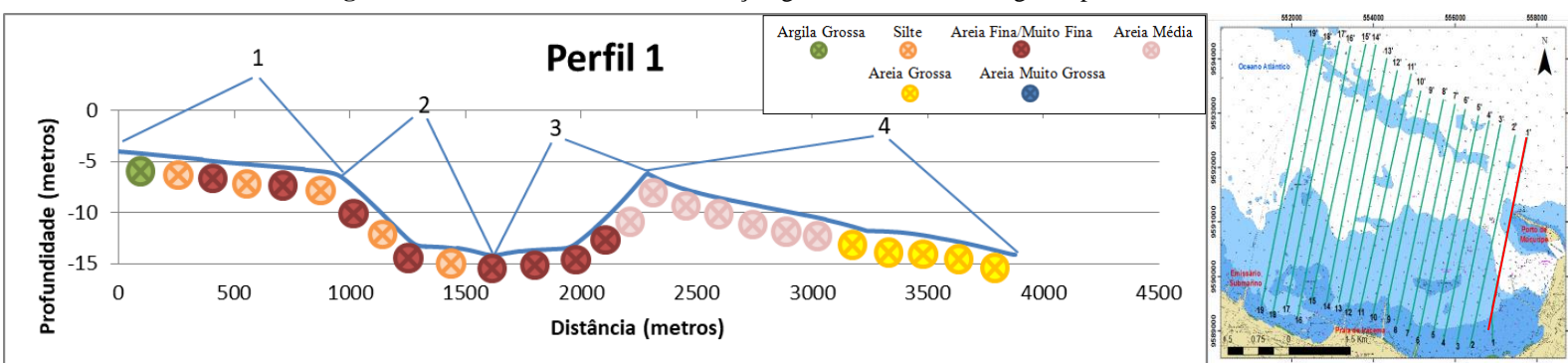
Os perfis topográficos perpendiculares à linha de costa de Fortaleza possuem uma distância horizontal em torno de 3,5 a 5 km. Os padrões geométricos considerados foram a profundidade mínima e máxima das feições identificadas (recifes, banco arenoso, estruturas rochosas) a largura da feição, extensão e declividade do perfil. Em alguns casos as feições se repetem, mas como os perfis estão muito próximos paralelamente, em boa parte dos casos são associadas à mesma feição. Os resultados dos perfis batimétricos para a caracterização da morfologia da plataforma continental interna estão descritos à seguir.

5.2.1 Perfil Topobatimétrico 1 (1' – 1'')

O perfil 1 apresenta um vale na profundidade de aproximadamente -14m, que constitui o canal de navegação e acesso das embarcações de grande porte no Porto de Fortaleza (Figura 12). Posteriormente uma elevação acentuada até 6,6 metros, seguida de uma declividade suave até uma profundidade de 13,8 metros (Tabela 1).

Em relação a granulometria ao longo do perfil (Figura 12), observa-se a presença de areia fina/muito fina, pois até a extensão em torno de 2000 metros é a área abrigada pelo molhe do porto, passando dessa área já se observa a presença de areia média/grossa, pois estar mais exposta as ações de correntes, e o perfil a partir daí se torna instável.

Figura 13 – Perfil 1, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.



Fonte: o autor.

Tabela 1 – Declividades dos trechos no perfil 1.

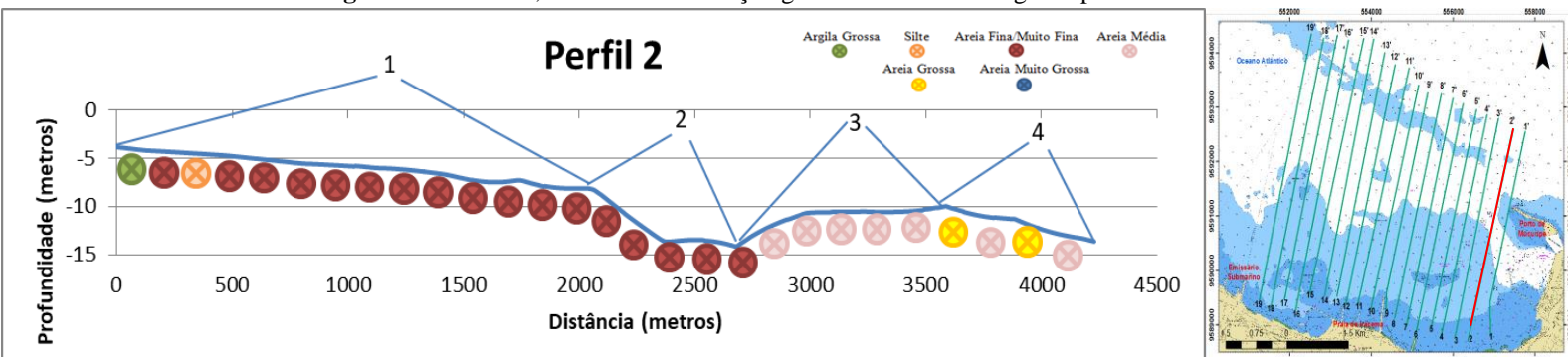
Seção	Intervalo de Profundidade (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*		Tipo de Declividade
1	-5 a -6	890,00	1,00	1	890	Suave
2	-6 a -14	674,00	8,00	1	84,3	Acentuada
3	-14 a -6,6	692,00	7,40	1	93,5	Elevação Acentuada
4	-6,6 a -13,8	1558,00	7,20	1	216,3889	Suave

Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

5.2.2 Perfil Topobatimétrico 2 (2' – 2'')

O perfil 2 assemelha-se ao perfil 1 com a presença do vale do canal de acesso (Figura 13), com uma declividade acentuada entre as isóbatas de -8.1m a -13m, seguida de uma elevação suave que chega a -10m (Tabela 2). A granulometria do perfil 2 é semelhante ao perfil 1, sendo observado argila grossa, silte, areia fina e muito fina na extensão da área abrigada, e área média/grossa pela maior exposição das correntes.

Figura 14 – Perfil 2, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.

Fonte: o autor.

Tabela 2 – Declividades dos trechos no perfil 2.

Seção	Intervalo de Profundidade (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*		Tipo de Declividade
1	-3,8 a -8,1	2015,00	4,30	1	468,605	Suave
2	-8,1 a -13	600,00	4,90	1	122,4	Acentuada
3	-13 a -10	910,00	3,00	1	303,333	Elevação Suave
4	-10 a -13	652,00	3,00	1	217,333	Suave

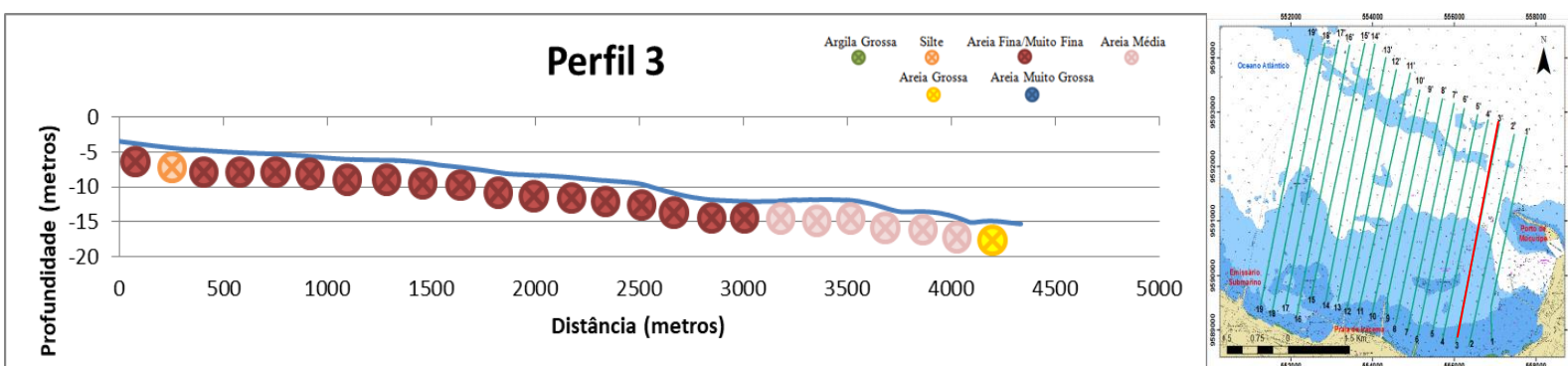
Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

5.2.3 Perfil Topobatimétrico 3 (3' – 3'')

O perfil 3 já não se observa os vales e as elevações, sendo a sua característica de declividade mais suave ao longo de todo o perfil (Tabela 3) até a profundidade de aproximadamente -15m (Figura 14). Encontra-se silte, areia fina e muito fina até a isóbata de -12m e areia média e grossa nas maiores profundidades.

Figura 15 – Perfil 3 e distribuição granulométrica ao longo do perfil.



Fonte: o autor.

Tabela 3 – Declividade perfil 3.

Seção	Intervalo de Profundidades (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*		Tipo de Declividade
Perfil 3	-3,4 a -15	4228,00	11,52	1	367,0139	Suave

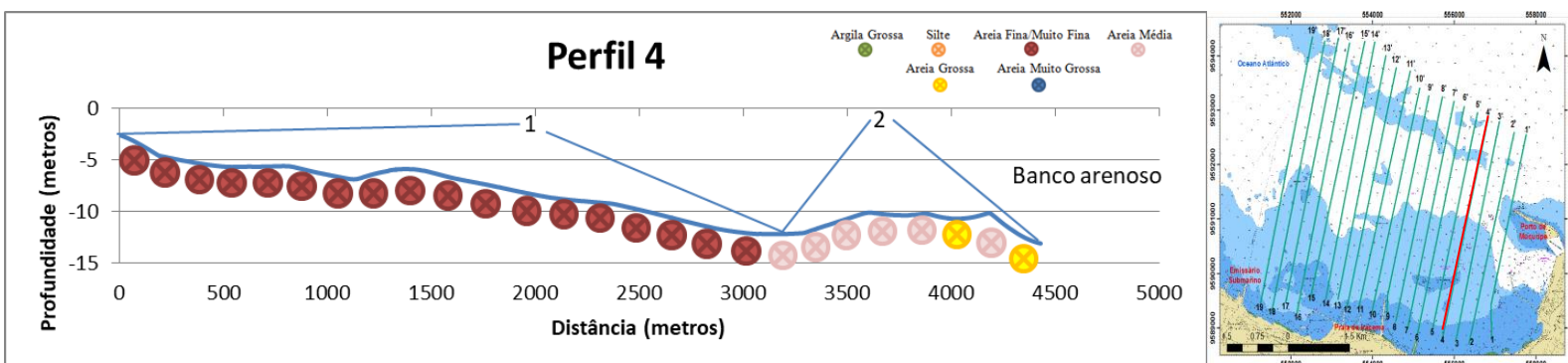
Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

5.2.4 Perfil Topobatimétrico 4 (4' – 4'')

O perfil 4 apresenta areia fina e muito fina até a profundidade de -12m, e areia média e grossa no banco arenoso (Figura 15). Possui uma declividade suave até -12m, seguida de uma elevação suave até -10,5m (Tabela 4).

Figura 16 – Perfil 4, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.



Fonte: o autor.

Tabela 4 – Declividades dos trechos no perfil 4.

Seção	Intervalo de Profundidades (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*		Tipo de Declividade
1	-2,6 a -12,1	3135,00	10,00	1	313,5	Suave
2	-12,1 a -10,5	560,00	1,60	1	350,0	Elevação Suave

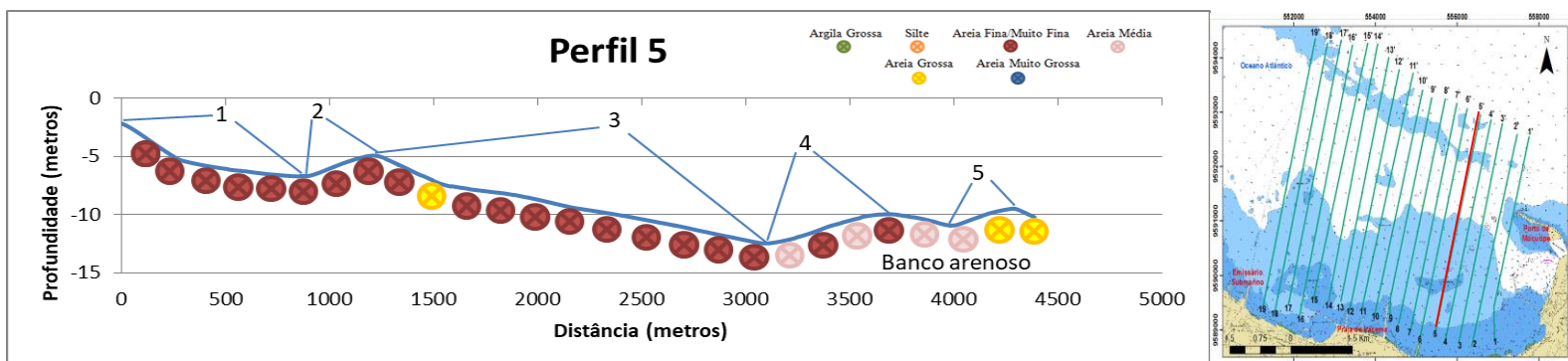
Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

5.2.5 Perfil Topobatimétrico 5 (5' – 5'')

O perfil 5 apresenta areia fina e muito fina ocorrendo a presença de areia grossa até a profundidade de -12m, seguindo a elevação do banco arenoso até -9,5m com a presença de areia fina e muito fina, areia média e areia grossa (Figura 16). Em relação a declividade possui uma elevação suave entre -6,6m a -5,1m, provavelmente pela presença de recifes submersos (Tabela 5).

Figura 17 – Perfil 5, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.



Fonte: o autor.

Tabela 5 – Declividades dos trechos no perfil 5.

Seção	Intervalo de Profundidades (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*		Tipo de Declividade*
1	-2,1 a -6,6	815,00	4,50	1	181,1111	Suave
2	-6,6 a -5,1	322,00	1,50	1	214,7	Elevação Suave
3	-5,1 a -12,2	1883,00	7,10	1	265,2113	Suave
4	-12,2 a -10	600,00	2,20	1	272,7273	Elevação Suave
5	-10 a -9,6	600,00	0,40	1	1500	Elevação Suave

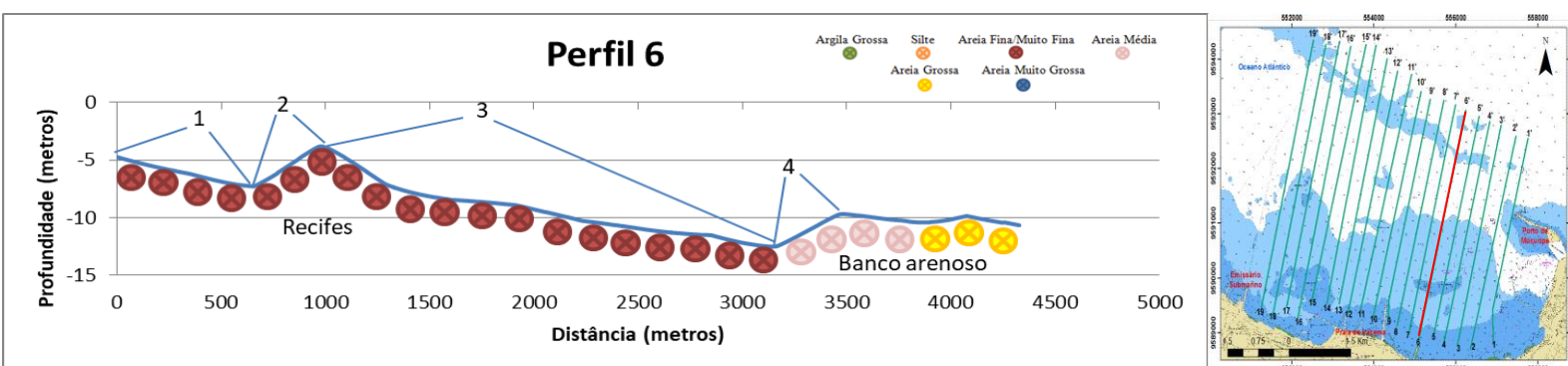
Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

5.2.6 Perfil Topobatimétrico 6 (6' – 6'')

O perfil 6 apresenta areia fina e muito fina até -12,5m, e areia média e grossa no banco arenoso (Figura 17). Em relação a declividade apresenta elevação acentuada entre -7,2m a -4m, que pode estar relacionada a presença de recifes, e outra elevação acentuada entre -12m a -10m devido a presença do banco arenoso (Tabela 6).

Figura 18 – Perfil 6, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.



Fonte: o autor.

Tabela 6 – Declividades dos trechos no perfil 6.

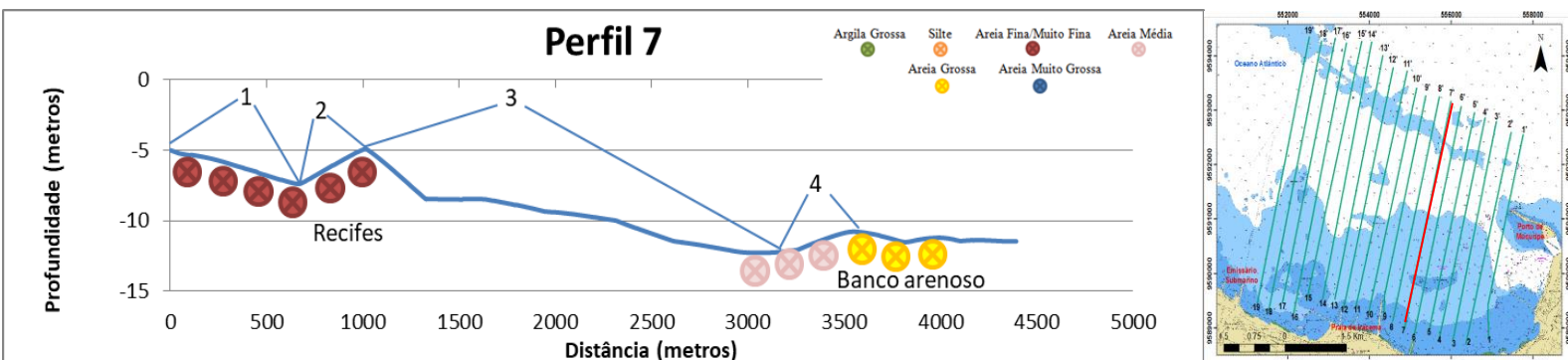
Seção	Intervalo de Profundidades (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*	Tipo de Declividade*
1	4.7 a 7.2	605,00	2,50	1 242	Suave
2	7.2 a 4	336,00	3,20	1 105,0	Elevação acentuada
3	4 a 12	2238,00	8,00	1 279,75	Suave
4	12 a 10	254,00	2,00	1 127	Elevação acentuada

Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

5.2.7 Perfil Topobatimétrico 7 (7' – 7'')

O perfil 7 há poucos registros de sedimento, sendo areia fina e muito fina na borda da elevação que é a mesma estrutura registrada nos perfis 6 e 5, e areia média e grossa no banco arenoso (Figura 18). As elevações e declividades são suaves (Tabela 7).

Figura 19 – Perfil 7, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.

Fonte: o autor.

Tabela 7 – Declividades dos trechos no perfil 7.

Seção	Intervalo de Profundidades (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*		Tipo de Declividade*
				1	277,826087	
1	-5 a -7,3	639,00	2,30	1	277,826087	Suave
2	-7,3 a -4,9	362,00	2,40	1	150,8	Elevação suave
3	-4,9 a -12,2	2098,00	7,30	1	287,39726	Suave
4	-12,2 a -10,5	440,00	2,20	1	200	Suave

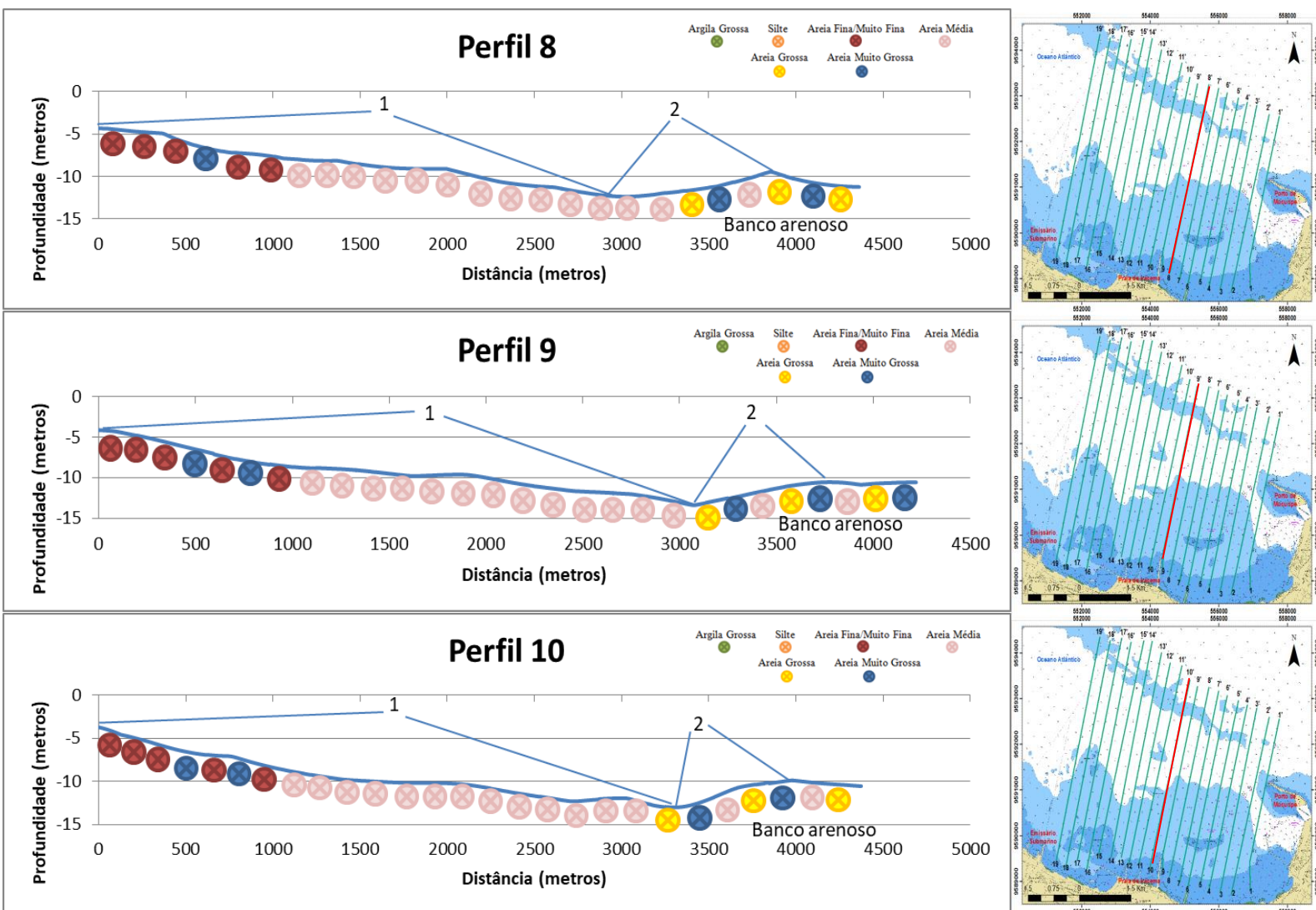
Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

5.2.8 Perfis Topobatimétricos 8, 9 e 10 (8' – 8'', 9' – 9'', 10' – 10'')

Os perfis 8, 9 e 10, apresentam os tipos de sedimentos e declividade semelhantes, nos primeiros 1000 metros observa-se a presença de areia muito fina predominante, e areia muito grossa em pontos específicos (Figura 19). Posteriormente areia média predominante até 3000 metros de distância, finalizando no banco arenoso com areia média, areia grossa e muito grossa. Os três perfis possuem declividade suave até a profundidade em torno de -13m, e uma elevação suave até -10,5m (Tabelas 8, 9 e 10).

Figura 20 – Perfis 8, 9 e 10, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.



Fonte: o autor.

Tabela 8 – Declividades dos trechos no perfil 8.

Seção	Intervalo de Profundidades (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*	Tipo de Declividade*
1	-4,3 a -12,2	2911,00	7,20	1 404,30556	Suave
2	-12,2 a -9,7	898,00	2,50	1 359,2	Elevação suave
3	-9,7 a -11,1	474,00	1,40	1 338,57143	Suave

Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

Tabela 9 – Declividades dos trechos no perfil 9.

Seção	Intervalo de Profundidades (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*		Tipo de declividade*
1	-4,1 a -13,2	3023,00	9,10	1	332,1978022	Suave
2	-13,2 a -10,5	691,00	2,70	1	255,9	Elevação suave

Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

Tabela 10 – Declividades dos trechos no perfil 10.

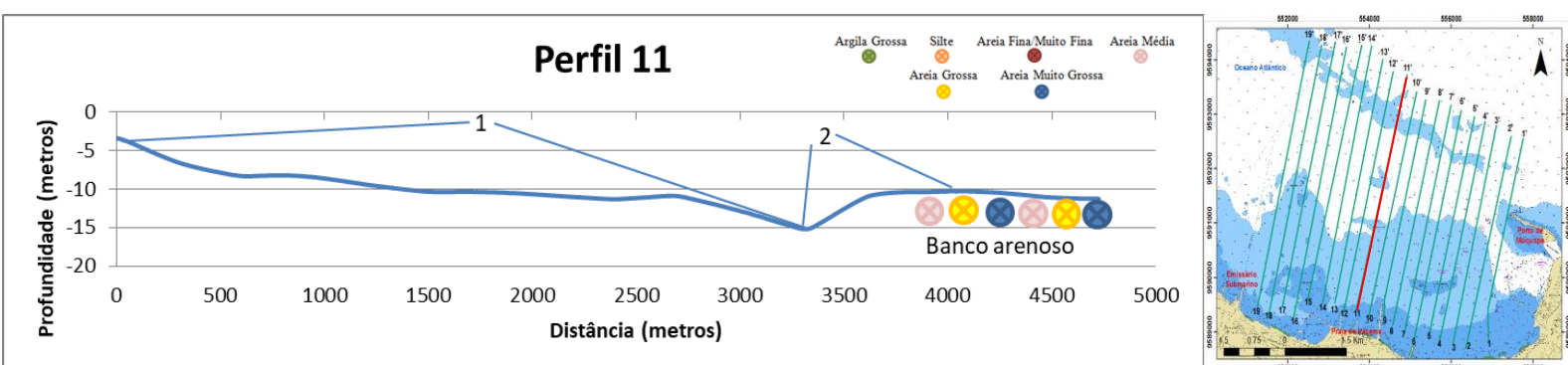
Seção	Intervalo de Profundidades (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*		Tipo de Declividade*
1	-3,7 a -12,9	3245,00	9,20	1	352,7174	Suave
2	-12,9 a -10,5	669,00	2,40	1	278,8	Elevação Suave

Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

5.2.9 Perfis Topobatimétricos 11 (11' – 11'')

O perfil 11 somente possui registro de sedimento no banco arenoso, sendo areia média, areia grossa e muito grossa (Figura 20). Em relação a declividade, possui uma elevação acentuada na borda do banco arenoso de -14,8m até -10,5m (Tabela 11).

Figura 21 – Perfil 11, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.

Fonte: o autor.

Tabela 11 – Declividades dos trechos no perfil 11.

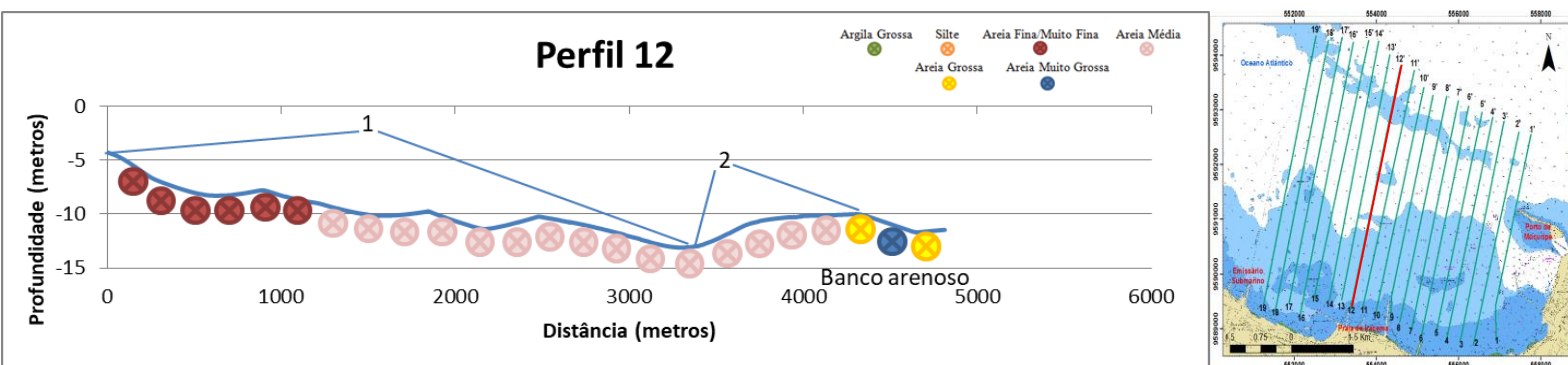
Seção	Intervalo de Profundidades (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*		Tipo de Declividade*
1	-3,4 a -14,8	3254,00	11,40	1	285,4386	Suave
2	-14,8 a -10,5	448,00	4,30	1	104,2	Elevação acentuada

Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

5.2.10 Perfis Topobatimétricos 12 (12' – 12'')

O perfil 12 apresenta areia fina e muito fina nos primeiros 1000 metros do perfil, seguido pelo predomínio de areia média até o banco arenoso, finalizando com a presença de areia grossa e muito grossa (Figura 21). Demonstra uma declividade suave entre -4,2m e -13m, e uma elevação suave entre -13m a -10m (Tabela 12).

Figura 22 – Perfil 12, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.

Fonte: o autor.

Tabela 12 – Declividades dos trechos no perfil 12.

Seção	Intervalo de Profundidades (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*		Tipo de Declividade*
1	-4,2 a -13	3240,00	8,80	1	368,1818	Suave
2	-13 a -10	972,00	3,00	1	324,0	Elevação Suave

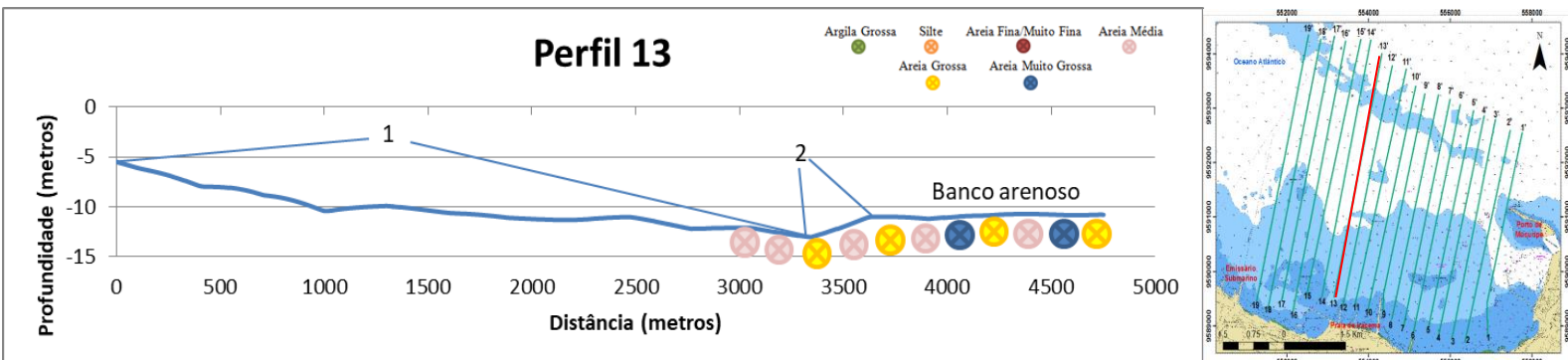
Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

5.2.11 Perfis Topobatimétricos 13 (13' – 13'')

O perfil 13 é representado por dados apenas na borda e ao longo do banco arenoso, com areia média, areia grossa e areia muito grossa (Figura 22). Possui declividade suave de -5,5m a -13m, e uma elevação suave de -13m a -11,3m (Tabela 13).

Figura 23 – Perfil 13, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.



Fonte: o autor.

Tabela 13 – Declividades dos trechos no perfil 13.

Seção	Intervalo de Profundidades (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*		Tipo de Declividade*
1	-5,5 a -13	3311,00	7,50	1	441,4667	Suave
2	-13 a -11,3	269,00	1,70	1	158,2	Elevação suave

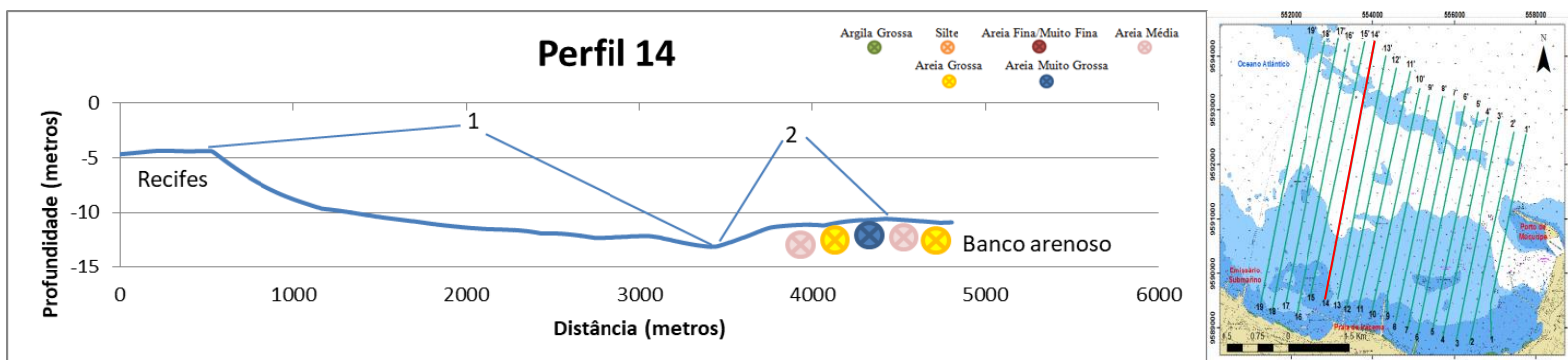
Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

5.2.12 Perfis Topobatimétricos 14 (14' – 14'')

O perfil 14 possui dados de sedimento apenas ao longo do banco arenoso, com areia média, areia grossa e areia muito grossa (Figura 23). Possui uma declividade suave entre -4,4m a -13m e uma elevação suave entre -13m a -10m (Tabela 14).

Figura 24 – Perfil 14, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.



Fonte: o autor.

Tabela 14 – Declividades dos trechos no perfil 14.

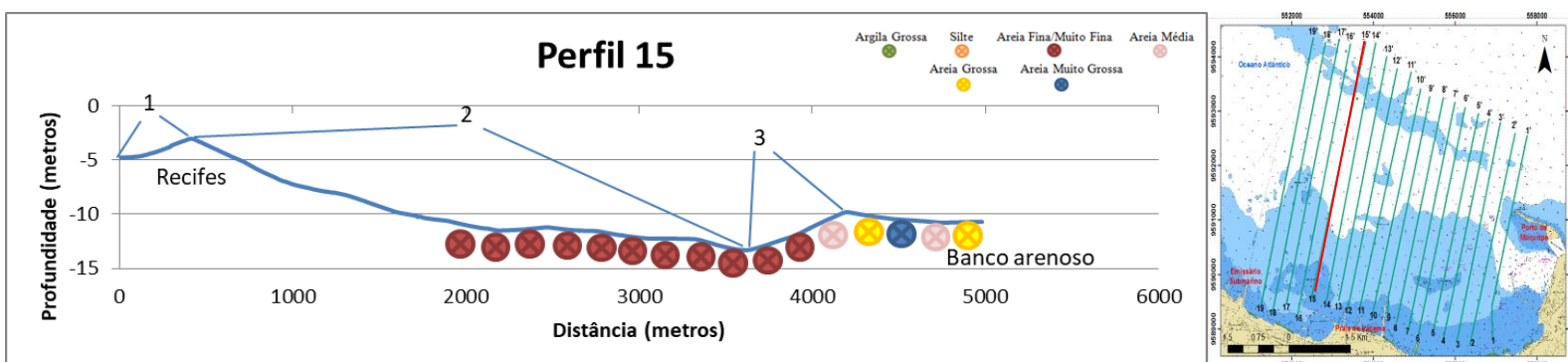
Seção	Intervalo de Profundidades (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*		Tipo de declividade*
1	-4,4 a -13	2941,00	8,60	1	341,9767	Suave
2	-13 a -10	962,00	3,00	1	320,7	Elevação suave

Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

5.2.13 Perfis Topobatimétricos 15 (15' – 15'')

O perfil 15 possui dados de sedimento a partir de 2000 metros do perfil, com areia fina e muito fina até 4000 metros, chegando no banco arenoso registrando a presença de areia média, areia grossa e muito grossa (Figura 24). Possui uma elevação suave de -4,7 a -3,2m, provavelmente de recifes (Tabela 15).

Figura 25 – Perfil 15, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.

Fonte: o autor.

Tabela 15 – Declividades dos trechos no perfil 15.

Seção	Intervalo de Profundidades (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*		Tipo de declividade*
1	4.7 a 3.25	363,00	1,45	1	250,3448	Elevação Suave
2	3.25 a 13.2	3187,00	9,95	1	320,3	Suave
3	13.2 a 10.3	560,00	2,90	1	193,1034	Elevação Suave

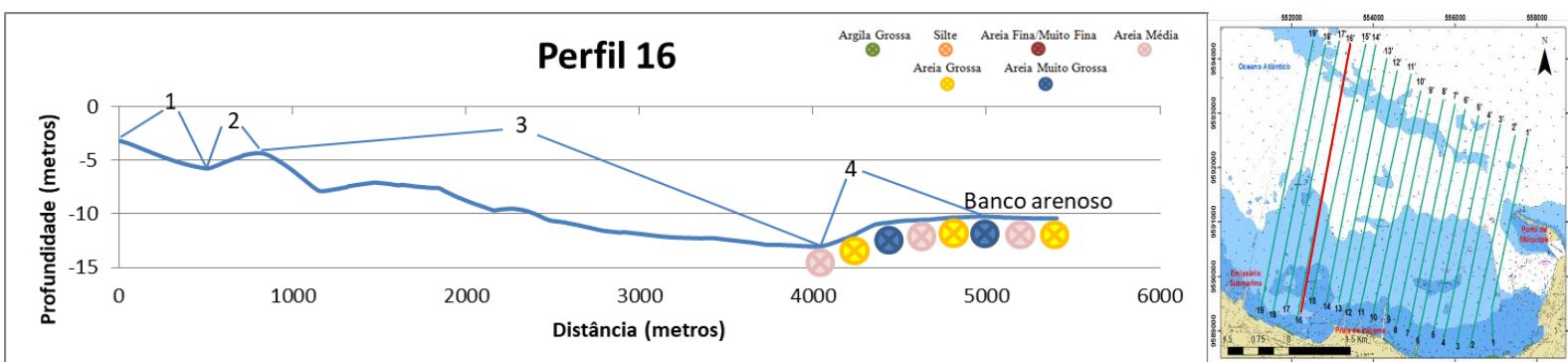
Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

5.2.14 Perfis Topobatimétricos 16 (16' – 16'')

O perfil 16 possui registro de sedimento apenas no banco arenoso, com a presença de areia média, areia grossa e muito grossa (Figura 25). Na declividade do perfil começam a surgir mais formas (Tabela 16), caracterizando a região da área que sofre mais influência da dinâmica litorânea levando em consideração a maior exposição a ações de ondas e correntes.

Figura 26 – Perfil 16, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.



Fonte: o autor.

Tabela 16 – Declividades dos trechos no perfil 16.

Seção	Intervalo de Profundidades (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*		Tipo de declividade*
				1	181,2	
1	-3,1 a -5,6	453,00	2,50	1	181,2	Suave
2	-5,6 a -4,5	294,00	1,10	1	267,3	Elevação suave
3	-4,5 a -13	3212,00	8,50	1	377,8824	Suave
4	-13 a -10	952,00	3,00	1	317,3333	Elevação suave

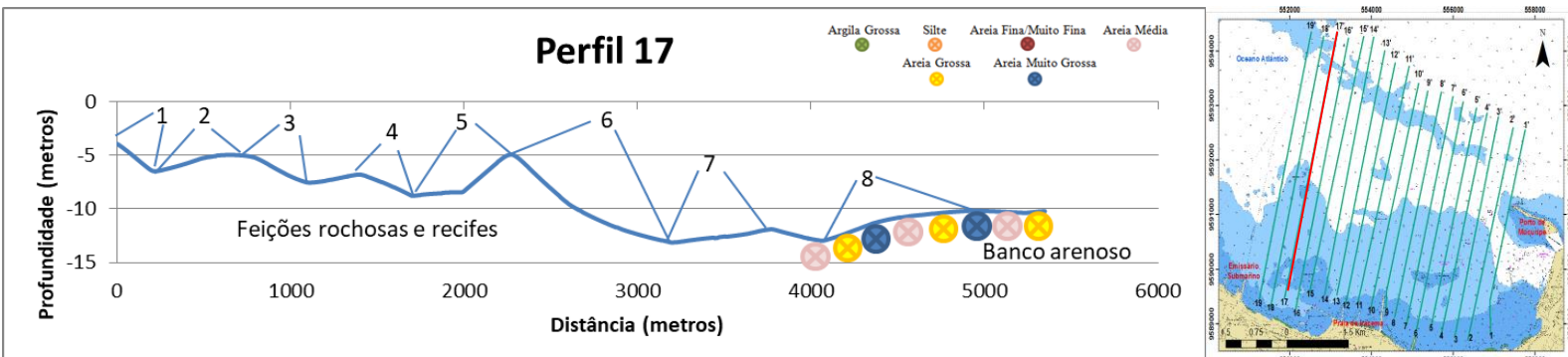
Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

5.2.15 5.3.15. Perfis Topobatimétricos 17 (17' – 17'')

O perfil 17 fica bem mais evidente a característica de um perfil com maior dinamicidade nas formas. Apresenta areia média, areia grossa e muito grossa no banco arenoso (Figura 26). É marcado nos primeiros 2500 metros por elevações devido a presença de feições rochosas e recifes, posteriormente uma declividade acentuada até a profundidade de -12,8m, seguido da elevação do banco arenoso (Tabela 17).

Figura 27 – Perfil 17, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.



Fonte: o autor.

Tabela 17 – Declividades dos trechos no perfil 17.

Seção	Intervalo de Profundidades (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*		Tipo de declividade*
				1		
1	-3,9 a -5,8	149,00	1,90	1	78,42105	Acentuada
2	-5,8 a -5	442,00	0,80	1	552,5	Elevação suave
3	-5 a -7	422,00	2,00	1	211	Suave
4	-7 a -8,3	628,00	1,30	1	483,0769	Suave
5	-8,3 a -5,4	568,00	2,90	1	195,8621	Elevação suave
6	-5,4 a -12,8	895,00	7,40	1	120,9459	Acentuada
7	-12,8 a -12,1	580,00	0,70	1	828,5714	Elevação Suave
8	-12,1 a -10	1278,00	2,10	1	608,5714	Elevação suave

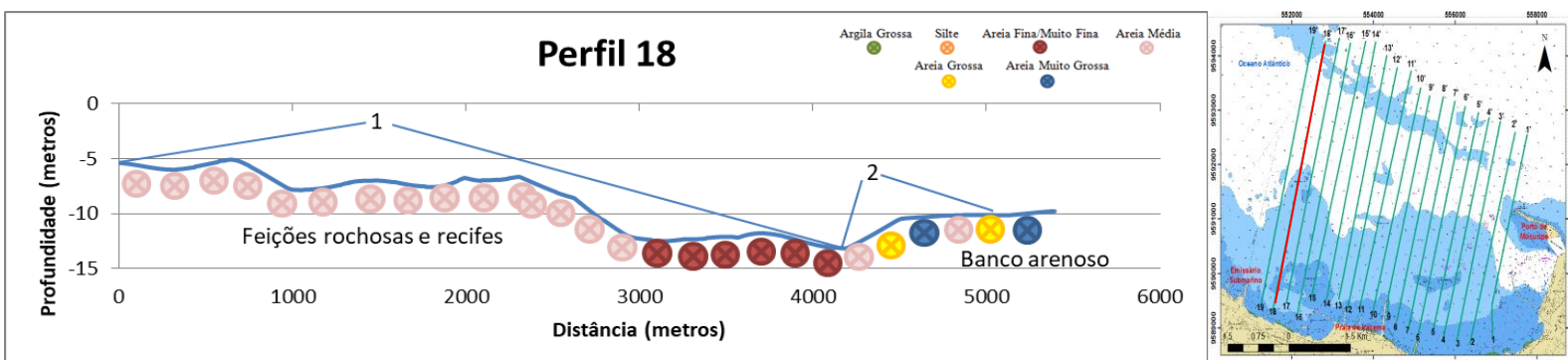
Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

5.2.16 Perfis Topobatimétricos 18 (18° – 18'')

O perfil 18 possui areia média até a profundidade de -12m, seguido de areia fina e muito fina até a borda do banco arenoso, onde encontra-se areia média, areia grossa e muito grossa (Figura 27). Possui declividade suave entre -5,4 a -12m, e uma elevação suave de -12 a -10m (Tabela 18).

Figura 28 – Perfil 18, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.



nte: o autor.

Tabela 18 – Declividades dos trechos no perfil 18.

Seção	Intervalo de Profundidades (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*		Tipo de declividade*
				1	446,5152	
1	-5,4 a -12	2947,00	6,60	1	446,5152	Suave
2	-12 a -10	2270,00	2,00	1	1135,0	Elevação Suave

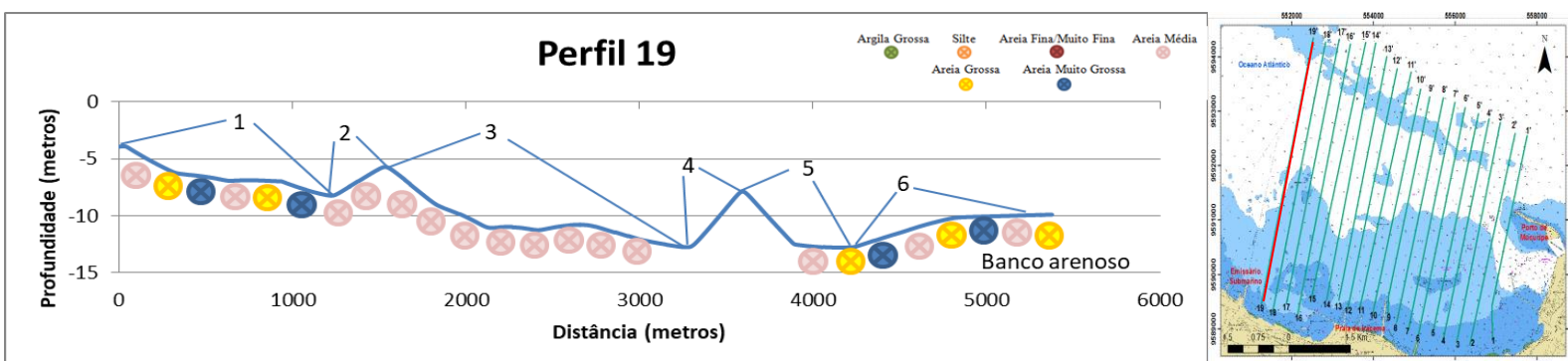
Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

5.2.17 Perfis Topobatimétricos 19 (19' – 19'')

O perfil 19 nos primeiros 1000 metros de distância do perfil, apresenta areia média, areia grossa e areia muito grossa, por ser uma área bem dinâmica, posteriormente a predominância de areia média até o banco arenoso (Figura 28). Apresenta declividade acentuada ao longo do perfil (Tabela 19).

Figura 29 – Perfil 19, trechos e distribuição granulométrica ao longo do perfil.



Fonte: o autor.

Tabela 19 – Declividades dos trechos no perfil 19.

Seção	Intervalo de Profundidades (m)	DH (m)	DV (m)	Relação DH/DV*		Tipo de declividade*
				1	250,2174	
1	3.4 a 8	1151,00	4,60	1	250,2174	Suave
2	8 a 6	324,00	2,00	1	162,0	Elevação Acentuada
3	6 a 12.7	1748,00	6,70	1	260,8955	Suave
4	12.7 a 8.7	310,00	4,00	1	77,5	Elevação Acentuada
5	8.7 a 12.8	642,00	4,00	1	160,5	Acentuada
6	12.8 a 10	648,00	2,80	1	231,4286	Elevação Suave

Fonte: o autor.

* Com base na classificação de declividade de Manso *et al* (2003).

Os perfis 13 até o 19, apresentam variações sem padrão em relação a granulometria, tendo ocorrência desde areia fina, média, grossa e muito grossa. Isso devido serem mais distantes da área abrigada e sofrerem as ações da dinâmica litorânea. Confirmadas pelas as feições resultantes dessa dinâmica morfossedimentar do fundo (Tabela 20). Contudo no banco arenoso mantém o sedimento do tipo areia média, grossa e muito grossa. O gráfico da figura 29 mostra a distribuição granulométrica em porcentagem de todos os perfis.

Tabela 20 – Feições identificadas nos 19 perfis topobatimétricos.

Perfil	Recifes	Feições rochosas	Canal de acesso (Vale)	Banco Arenoso
1			X	
2			X	
3				
4	X	X		X
5	X			X
6	X			X
7	X	X		X
8				X
9				X
10				X
11				X
12		X		X
13				X
14	X	X		X
15	X	X		X
16		X		X
17	X	X		X
18	X	X		X
19	X	X		X

Fonte: o autor.

Em relação a caracterização das formas de fundo utilizando a correlação dos dados da batimetria e da carta náutica, as feições de macro-escala foram identificadas e representadas por recifes, banco de sedimento arenoso, feições arenosas e o canal de acesso ao porto que ficou bem visível no perfil 1 e 2.

Os recifes são observados nos perfis por elevações características chegando a profundidades de 3 a 5 metros e localizados na parte rasa próxima à costa. O banco de sedimento arenoso que é influenciado diretamente pelo molhe do porto de mucuripe, pela corrente longitudinal e pelas atividades de dragagem.

As feições arenosas que são a maior parte das formas registradas chegando a profundidade de 16 metros. As ações antrópicas, como aplicação de obras de dragagem e construção do molhe da ponta do Mucuripe, contribuíram para as feições de fundo no canal de acesso ao porto, e pelo banco arenoso formado pelo barramento de sedimentos no molhe (Ximenes Neto, 2015).

Essas intervenções influenciam a morfologia de fundo sendo essas formas registradas ao longo do estudo, pois o conjunto de ações antrópicas (desde a construção do porto, aterros e molhes) e no contexto hidrodinâmico, atuam na modulação do relevo submerso e no tipo de sedimento encontrado na área.

6 CONCLUSÕES

Nos perfis topográficos não se verifica uma relação direta entre a declividade da plataforma e o tipo de sedimento, pois visualizando o perfil 1 em comparação ao perfil 10 mantém uma declividade semelhante e com o mesmo tipo de sedimento, levando em consideração então as ações modeladoras para transportar esses sedimentos, referentes a hidrodinâmica nessa região da plataforma interna. A observação de formações recifais na isóbata em torno de 4 metros e do banco arenoso em 10-12 metros.

As declividades encontradas nos 19 perfis topobatimétricos revelam em sua maioria trechos com baixa declividade, o que caracteriza a plataforma continental interna da orla oeste de Fortaleza como um relevo suave e alguns pontos com elevação suave. Os trechos dos perfis destacados com elevação acentuada e declividade acentuada estão associados ao canal artificial de entrada das embarcações de grande porte no Porto de Fortaleza, e aos recifes e bancos de areia que apresentam cotas mais elevadas.

A sedimentologia, no tocante as características granulométricas dos grãos, ou tamanho do grão de sedimento, revelam um padrão de deposição associado às condições hidrodinâmicas da área, definida pelas forçantes principais como ondas e correntes. Na região mais protegida da bacia portuária, como menos atuação das forçantes, as frações granulométricas concentram sedimentos mais finos, tendendo para frações lamosas de silte e argila. Nas áreas menos abrigadas, mais a oeste da bacia portuária, as forçantes empregam padrões de sedimentação com frações granulométricas de areia média, grossa a muito grossa, por vezes cascalhos também são encontrados, caracterizando um ambiente de maior energia hidrodinâmica.

A correlação dos dados de sedimentos obtidos por meio das bibliografias referentes a estudos na área, os dados de profundidade de carta náutica da DHN, o dado de batimetria obtido pelo trabalho, e a imagem de *satélite Landsat 8 – Google Earth 2017*, serviram para identificar as diferentes morfologias de fundo e que pudessem ser descritas de forma satisfatória para a interpretação das feições geomorfológicas.

A partir da interpolação por krigagem dos dados foi possível a elaboração do mapa de isolinhas de profundidade.

De forma geral, esse trabalho contribuiu com novas informações da plataforma continental de Fortaleza, a partir dos perfis e da modelagem batimétrica. Porém, necessitando de coletas de sedimento na área para uma melhor compreensão do estudo no tocante aos processos de modelagem geomorfológica da área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARZ, H. W.; PÄTZOLD, J.; WEFER, G. 1999. The deglacial history of the western tropical Atlantic inferred from high resolution stable isotope records off northeastern Brazil. *Earth and Planetary Science Letters*, vol. 167, pp. 105–117.

BRANDÃO, R. L. Sistema de informação para gestão e administração territorial da região metropolitana de Fortaleza – SINFOR. Mapa geológico da Região Metropolitana de Fortaleza. CPRM – Fortaleza, 1995.

CDC- Companhia Docas do Ceará.2009. Coleta e análise de sedimentos da praia e plataforma: relatório / Instituto de Ciências do Mar coordenação técnica de execução científica e redação do relatório – Fortaleza: Universidade Federal do Ceará. Instituto de Ciências do Mar.

CDC- Companhia Docas do Ceará.2010. Coleta e análise de sedimentos da praia e plataforma: relatório / Instituto de Ciências do Mar coordenação técnica de execução científica e redação do relatório – Fortaleza: Universidade Federal do Ceará. Instituto de Ciências do Mar.

CDC- Companhia Docas do Ceará.2012. Coleta e análise de sedimentos da praia e plataforma: relatório / Instituto de Ciências do Mar coordenação técnica de execução científica e redação do relatório – Fortaleza: Universidade Federal do Ceará. Instituto de Ciências do Mar.

CDC- Companhia Docas do Ceará.2014. Coleta e análise de sedimentos da praia e plataforma: relatório / Instituto de Ciências do Mar coordenação técnica de execução científica e redação do relatório – Fortaleza: Universidade Federal do Ceará. Instituto de Ciências do Mar.

COUTINHO, P.N. 1976. Geologia marinha da plataforma continental Alagoas-Sergipe. Recife. 119p. Tese de Livre Docência. Universidade Federal de Pernambuco.

COUTINHO, P. N. 2004. *Levantamento do estado da arte da pesquisa dos recursos vivos marinhos do Brasil*. Relatório do Programa REVIZEE (1995-2000), Oceanografia Geológica. Brasília, DF.: FEMAR/SECIRM/MMA, 2005. 138 p.

DEUTSCH, C.V. & JOURNAL, A.G. (1998) – GSLIB - Geoestatistical Software Library and User's Guide. Oxford University Press, 2th. Edition.

FOLK, R. L. & WARD, W.C. Brazosriver bar: A study in the significance of grain size parameters. *Journal of. Sed. Petrol.*, n. 27, p. 3-27, 1957.

FRANÇA, M. C., COUTINHO, P. N.; SUMMERHAYES, C. P., 1976. Sedimentos superficiais da margem continental nordeste brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*, 6:71-88.

HEEZEN, B. C.; MENARD, H. W. 1966. Topography of the deep sea floor. In: HILL, M. N. (Ed.). *The Sea*, v. 3. New York: Interscience Publ., p. 233- 280.

INPH - Instituto de Pesquisas Hidroviárias. Relatório final dos estudos em modelo físico reduzido de agitação do Porto do Pecém - CE (Nº71/96). Rio de Janeiro, p. 38, 1996.

KENNET J.P.(1982) J. P. *Marine Geology*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 813 pages.

LANDIM, P. M. B. Introdução à análise estatística de dados geológicos multivariados. DGA, IGCE, UNESP/RIO CLARO, texto didático 15, 229 pp., 2010.

MAIA, L.P. *Processos costeros y balance sedimentário a lo largo de Fortaleza (NE-Brasil): Implicaciones para uma gestão adecuada de la zona litoral*. 1998. 269 p. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona, facultat de Geologia, Departement d'Estratigrafia i Paleontologia, Barcelona, Espanha.

MANSO, V. A. V.; CORREA, I.C.S.; GUERRA, N.C. Morfologia e Sedimentologia da Plataforma Continental Interna entre as Praias Porto de Galinhas e Campos - Litoral Sul de Pernambuco, Brasil. *Pesquisas em Geociências*, 30(2): 17-25, 2003.

MARTINS, L. R. COUTINHO, P. N. (1981). The Brazilian continental margin. *Earth Science Reviews*, Amsterdam, v. 17, p. 87 – 107.

Martin, F.P., S.J. Richards, and K. Haider: Properties and decomposition and binding action in soil of “humic acid” synthesized by *Epicoccum nigrum*. *Proc. Soil. Sci. Soc. Amer.* 31, 657 (1967)

MARTINS, L. R.; NUNES, J.C. 2007. Granulados Marinhos Terrígenos. Gravel. Porto Alegre.

McLAREN, P. (1981). An interpretation of trends in grain size measures. *Journal of Sedimentary Petrology*. Amsterdam, v. 51, n. 2, p. 611-624, June, 1981.

McLAREN, P. & BOWLES, D. (1985). The effects of sediment transport on grain-size distributions. *Journal of Sedimentary Petrology*. Amsterdam, v. 55, n. 4, p. 457-470, July, 1985.

MELO, F.T.L.de. Aspectos Morfo-dinâmicos do complexo lagunar Nísia Floresta-papeba-guaráras, região costeira sul oriental do RN. 2000. Dissertação de Mestrado em Geodinâmica pelo Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da UFRN.

MORAIS, J. O. Evolução sedimentológica da Enseada do Mucuripe. *Arquivo de Ciências do Mar*, Fortaleza, v. 21 (1/2), p. 19 - 46, 1981.

MORAES, M. V. A. R.; MANSO, V. A. V.; FREIRE, G. S. S 2015.. Morfologia e sedimentologia da plataforma continental interna do município de Acaraú Ceará Brasil. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 1, p. 1-21, 2015.

_____, J. O. Aspectos de geologia ambiental costeira do município de Fortaleza (Estado do Ceará). Tese de professor titular, Universidade Federal do Ceará, p. 249, 1980.

_____, J. O. Processo de assoreamento do Porto de Mucuripe. Arquivo Ciências do Mar 12, 139 - 149, 1972.

MONTEIRO, 2011. Feições Superficiais da Plataforma Continental Cearense entre o Litoral de Fortaleza e Icapuí, Tese de Doutor em Geociências, área de concentração Geologia Sedimentar e Ambiental, 2011.

MUEHE, D. (2001) O litoral brasileiro e sua compartimentação. In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. 2001. Geomorfologia do Brasil. Editora Bertrand Brasil, 2a edição, Rio de Janeiro. 273-349.

MUEHE, D. 2001. Critérios morfodinâmicos para o estabelecimento de limites da orla costeira para fins de gerenciamento. Rev. Bras. de Geomorfologia, Uberlândia, v.2, n.1, p.35-44.

NIEDORODA A.W., SWIFT D.J.P., HOPKINS T.S. (1985) The Shoreface. In: Davis R.A. (eds) Coastal Sedimentary Environments. Springer, New York, NY.

SHORT, A.D.E., 1999. Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics. Wiley, New York. 392 pp.

SILVA, P. R. F. G. da. Avaliação ambiental da área marinha do sistema de disposição oceânica dos esgotos sanitários e das praias do litoral oeste de Fortaleza, Ceará, Brasil. 2012. 173 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Departamento de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

SLOVINSKY, P.A., & DICKSON, S.M.. 2009. State of Maine's Beaches in 2009, Maine Geological Survey, Open-File Report 09-57.

SOARES, R. C. Evolução e Caracterização do Banco Sedimentar de Fortaleza, Ceará, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Ceará-UECE. Fortaleza-CE, 2012. 116 P.

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

SUGUIO, K. (2003) Geologia Sedimentar. Ed. Edgard Blucher, São Paulo.

THIELER E R, BRILL A L, HOOBS C H, *et al.* Geology of the Wrights ville Beach, North Carolina shoreface: Implications for the concept of shoreface profile of equilibrium. Marine Geology, 1995, 271-287.

URIEN, C. M. & MARTINS, L.R.1987, Basal Transgressive Sand Markers of Holocene Marine Transgression. INQUA International Congress Abstract: 279, Ottawa, Canada.

XIMENES, N. 2015. Evolução da paisagem submarina do litoral norte de Fortaleza-CE. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Geografia Bacharelado da Universidade Estadual do Ceará.