



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

MARIANA MONTEIRO NAVARRO DE OLIVEIRA

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS E SEDIMENTARES ASSOCIADOS À DINÂMICA
DO LITORAL OESTE DE ICAPUÍ, CEARÁ**

**FORTALEZA
2012**

MARIANA MONTEIRO NAVARRO DE OLIVEIRA

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS E SEDIMENTARES ASSOCIADOS À DINÂMICA
DO LITORAL OESTE DE ICAPUÍ, CEARÁ**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará - UFC, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

Orientador: Prof. Dr. Jáder Onofre de Morais

**FORTALEZA
2012**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Rui Simões de Menezes

O48a Oliveira, Mariana Monteiro Navarro de.

Aspectos morfológicos e sedimentares associados à dinâmica do Litoral Oeste de Icapuí, Ceará
/ Mariana Monteiro Navarro de Oliveira. – 2012.

188 f.: il. color., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2012.

Área de Concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

Orientação: Prof^o. Dr^o. Jáder Onofre de Moraes.

1. Transporte de sedimentos. 2. Plataforma continental. I. Título.

CDD 551.457

MARIANA MONTEIRO NAVARRO DE OLIVEIRA

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS E SEDIMENTARES ASSOCIADOS À DINÂMICA
DO LITORAL OESTE DE ICAPUÍ, CEARÁ**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará - UFC, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

Orientador: Prof. PhD. Jáder Onofre de Moraes

Aprovada em: 09/07/2012

BANCA EXAMINADORA:

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

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

Prof^a. Dr^a. Lidriana de Souza Pinheiro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais Angela e Hippolito,
ao meu padrasto José Neiva.

Ao meu companheiro Diego.

Aos meus irmãos Milena, Daniel, Lucas e
Larissa.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Angela, Hippolito e meu padrasto José Neiva, pela compreensão, dedicação e incentivo nos estudos, sempre apoiando as minhas decisões.

Ao professor Jáder Onofre de Moraes, um exemplo de pesquisador e orientador, pela confiança, dedicação e incentivo desde a iniciação científica, ensinando conhecimentos científicos e técnicos, contribuindo com a minha carreira profissional.

A professora Lidriana de Souza Pinheiro pela amizade, incentivo desde a época da graduação e excelentes contribuições nos trabalhos científicos.

Ao professor George Satander de Sá Freire pelas contribuições desde as disciplinas do mestrado, pela sua atenção e disponibilidade na utilização do seu laboratório.

A UECE (Universidade Estadual do Ceará), onde conclui a graduação e que proporcionou a logística de transporte durante toda a pesquisa.

Ao LGCO (Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica) pelo apoio logístico, com o empréstimo de equipamentos essenciais na execução das etapas de campo, laboratório e gabinete.

Ao LOG (Laboratório de Oceanografia Geológica) pela disponibilidade dos equipamentos necessários para a execução da etapa de laboratório de granulometria e carbonato de cálcio.

Ao LGMA (Laboratório de Geologia Marinha Aplicada) pela disponibilidade para execução da etapa de laboratório de minerais pesados e granulometria.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo incentivo à pesquisa no Brasil e apoio financeiro ao longo do mestrado.

Ao projeto PRONEX e a FUNCAP (Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio e financiamento desta pesquisa.

Ao Mestrado Acadêmico em Ciências Marinhas Tropicais, na pessoa do professor Luiz Drude, que foi coordenador no período que ingressei no mestrado e ao professor Rodrigo Maggioni, coordenador atual. Meus agradecimentos pelo encorajamento aos alunos do mestrado.

Aos professores do Mestrado: Lidriana Pinheiro, Vânia Melo, Loreci (in memoriam), Rivelino, Rozanne, Vanda Claudino, George Satander pelas contribuições.

Aos motoristas da UECE, na pessoa do Antônio (Toin) pela paciência nas etapas de campo. Obrigada pelo esforço.

A turma do Mestrado: André, Elana, Ana Flávia, Renan (Remam), Tiago, Márcia pelos momentos de descontração e companheirismo nessa longa caminhada.

Aos companheiros do LGCO: Davis, Carol, Brígida, Sílvia, Patrícia, Guilherme, Eduardo, Renan Pinheiro, Maciel, Mailton. E também aos ex-LGCO: Sílvio, Paulo Henrique, Jorge, Neide, Tatiana, por sempre estarem dispostos a colaborar de alguma forma, pelas trocas de idéias.

Aos colegas do LABOMAR – LABDIC: Leonardo e Gleidson pelas contribuições e disponibilidade.

Aos alunos do LGMA: Nilberto e Tony pela ajuda nos trabalhos de laboratório.

Aos meus amigos, em especial ao Gustavo, Glacianne (Glaci), Marisa, João, Raquel (Quel), Carlos (Farrapeira), Mariana, Judária, Renan (Remam) pela ajuda nos trabalhos de campo, laboratório, como também nos momentos de dificuldade.

Ao Diego, meu companheiro, amigo e namorado pela compreensão, incentivo e apoio em todos os momentos.

A minha amiga Juliana (Ju), pessoa tão querida e especial, obrigada pelos momentos divertidos, por sempre estar ao meu lado me apoiando.

A grande amiga Izabela (Belinha), pessoa muito necessária na minha vida, que desde a infância esteve ao meu lado como uma irmã.

A minha irmã Milena por sempre estar comigo, acreditando no meu esforço.

As amigas: Ana Lívía, Amanda, Larissa e Rafaela pelas horas de descontração e momentos divertidos.

E a todos que de alguma forma colaboraram com a execução e conclusão desta pesquisa.

“Preservar o mar é preservar a essência
da vida”.

(Autor desconhecido)

RESUMO

As plataformas rasas margeiam os continentes, sendo constituídas por material terrígeno, bem como sedimentos carbonáticos e compostos orgânicos. A morfologia varia de acordo com as estruturas geológicas da região, e representam o resultado dos processos de transgressão e regressão marinha. Sendo assim, os sedimentos podem ter como fonte o sistema praial ou canal fluvial, inserindo na dinâmica costeira e marinha através dos agentes hidrodinâmicos. O litoral oeste de Icapuí caracteriza-se pela presença do costão rochoso, com falésias ativas e inativas. Dessa forma, a presente pesquisa tem como objetivo identificar e analisar os aspectos morfológicos e sedimentares do ambiente praial e plataforma continental interna, com o intuito de verificar a relação entre ambos os ambientes. Para a obtenção dos resultados, utilizaram-se procedimentos metodológicos, como revisão da literatura acerca do objeto de estudo, levantamento cartográfico, coleta em campo, análise laboratorial, como também processamento dos dados. Com isso, identificaram-se as saídas de sedimentos no continente em direção ao oceano. A morfologia praial é caracterizada pela presença de nove perfis erosivos, que evoluíram no período de ondas de sea, cinco perfis de deposição formados com o auxílio das ondas de alta energia e dois perfis de equilíbrio. Com isso, verificou-se que na praia da Redonda está ocorrendo erosão. Os sedimentos costeiros predominantes possuem granulometria fina a muito fina, com teores de carbonato variando de 17% a 82% no mês de agosto, com maiores concentrações na praia da Redonda. Quanto aos parâmetros estatísticos, os grãos da praia obtiveram melhor grau de selecionamento em agosto, comparado a janeiro. A plataforma possui morfologia variada, com elevações rochosas e arenosas. Neste ambiente, os sedimentos predominantes variam de areia média a muito fina, com alto grau de arredondamento, os teores de carbonato variaram de 25% a 95%, aumentando de acordo com a profundidade. Os teores de matéria orgânica variaram de 0% a 18%. Diante disso, conclui-se que o sistema praial não influencia de forma relevante na sedimentação da plataforma, porém os aspectos morfológicos submarinos possivelmente são heranças do ambiente costeiro.

Palavras-chaves: Plataforma continental interna; sistema praial; transporte sedimentar.

ABSTRACT

Continental lands are bordered by shallows platforms, which are composed by terrigenous materials, carbonate sediments and organic compounds. The morphology varies according to the geological structure of the region, representing the result of the processes of marine regression. So, the sediments may be derived from the beach system or river channel, is entering the marine and coastal dynamics through hydrodynamic agents. The west coast of Icapuí characterized by the presence of rocky coastal by cliffs active and inactive. Thus, this research aims to identify analyze the morphological and sedimentary beach environment and inner continental shelf, in order to verify the relationship between both environments. To obtain these results, we used methodological procedures, such as review of the literature about the study area, mapping, empirical data collection, laboratory analysis, as well as data processing. With this, we identified the outputs of sediment on the continent toward the ocean. The Beach Morphology was characterized by the presence of nine erosion profiles which evolved between sea waves, five deposition profiles formed by the aid of high-energy waves and two equilibrium profiles. Then, is possible to infer that Redonda Beach is getting eroded. The coastal sediments are predominantly fine-grained to very fine. These levels of carbonate had greater variation in August from 17% to 82%, with concentrations on the Redonda shore. As for the statistical parameters, the grains had a better degree of sorting in August compared to January. The platform has varied morphology, with rocky hills and sandy. In this environment, the predominant silt vary the mean very fine sand, with a considerable degree of roundness, the carbonate content varied from 25% to 95%, in accordance with increasing depth. You are also fragments of organisms, ranging from 0% to 18% organic matter. Thus, we conclude that the beach system does not influence the sedimentation of the platform were relevant, but the morphological features are possibly submarine heritage of the coastal environment.

Keywords: continental shelf inside; beach system; sedimentary transport.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	13
2. OBJETIVOS	14
2.1 GERAL	14
2.2 ESPECÍFICOS	14
3. FUDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1 AMBIENTES DA ZONA EMERSA	15
3.1.1 PLANÍCIE LITORÂNEA	15
3.1.1.1 FALÉSIAS	15
3.1.1.2 SISTEMA PRAIAL	17
3.2 AMBIENTES DA ZONA SUBMERSA	19
3.2.1 PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA	19
3.3 DINÂMICA SEDIMENTAR: EROÇÃO, TRANSPORTE E DEPOSIÇÃO	20
4. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO	21
4.1 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DO LITORAL OESTE DE ICAPUÍ	21
4.1.1 BACIA POTIGUAR: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES	23
4.1.2 PLANÍCIE COSTEIRA DO LITORAL OESTE DE ICAPUÍ	24
4.1.3 FALÉSIAS E SUAS FORMAÇÕES PRESENTES EM ICAPUÍ	25
4.1.3.1 FORMAÇÃO BARREIRAS	28
4.1.3.2 FORMAÇÃO TIBAU	29
4.1.3.3 FORMAÇÃO POTENGI	29
4.1.3.4 FORMAÇÃO JANDAÍRA	30
4.1.4 TERRAÇO MARINHO E BARREIRA ARENOSA	31
4.2 ASPECTOS CLIMÁTICOS	32
4.3 ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS	36
5. MATERIAIS E MÉTODOS	39
5.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	40
5.2 LEVANTAMENTO CARTOGRÁFICO	40
5.3 ETAPA DE CAMPO	41
5.3.1 LEVANTAMENTO TOPO-BATIMÉTRICO	43
5.3.1.1 MORFODINÂMICA COSTEIRA	43
5.3.1.2 BATIMETRIA	44

5.3.2 COLETA DE SEDIMENTOS.....	46
5.4 ETAPA DE LABORATÓRIO.....	47
5.4.1 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA.....	47
5.4.2 MORFOMETRIA E MORFOSCOPIA.....	50
5.4.3 TEOR DE CARBONATO DE CÁLCIO.....	51
5.4.4 MINERAIS PESADOS.....	52
5.4.5 TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA.....	53
5.5 ANÁLISE DO BALANÇO SEDIMENTAR.....	53
5.6 ANÁLISE DO BY PASS DE SEDIMENTOS.....	54
6. ANÁLISE DOS ASPECTOS MORFOLÓGICOS.....	55
6.1 PERFIS TRANSVERSAIS DE PRAIA.....	55
6.1.1 PRAIA DE PONTA GROSSA.....	55
6.1.2 PRAIA DA REDONDA.....	59
6.1.3 PRAIA DA PEROBA.....	63
6.2 MORFOLOGIA DA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA.....	67
6.3 AVALIAÇÃO DO TRANSPORTE SEDIMENTAR CONTINENTE-OCEANO.....	68
7. AVALIAÇÃO DA SEDIMENTAÇÃO DAS ZONAS EMERSA E SUBMERSA.....	69
7.1 GRANULOMETRIA DA FACE DE PRAIA E PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA.....	69
7.1.1 FACE DE PRAIA.....	69
7.1.2 SEDIMENTOLOGIA DA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA.....	77
7.2 OS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DOS SEDIMENTOS.....	78
7.3 MORFOMETRIA E MORFOSCOPIA DOS SEDIMENTOS MARINHOS.....	81
7.4 TEOR DO CARBONATO DE CÁLCIO DOS SEDIMENTOS COSTEIROS E MARINHOS.....	84
7.5 TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA NA PLATAFORMA INTERNA.....	87
8. CONCLUSÕES.....	88
REFERÊNCIAS	

1. INTRODUÇÃO

As plataformas continentais são extensões dos continentes submersas, conforme Cainelli & Mohriak (1999) com evolução induzida pelas variações do nível relativo do mar. Estas proporcionaram a construção de um pacote estratigráfico constituído por sequências sedimentares de alta frequência, consideradas relíquias dos ambientes sedimentares instalados em períodos de regressões marinhas.

Nestes ambientes, conforme Freire (2010) a sedimentação é realizada através das variáveis químicas, físicas e biológicas. Estas, por sua vez, podem atuar na área fonte, durante o transporte, na área de deposição e no próprio depósito.

Os sedimentos marinhos possuem quatro tipos, de acordo com Silva et.al (2004) como os terrígenos, provenientes dos fragmentos de rochas, quartzo, feldspato e minerais pesados. Além disso, há os autigênicos e os cosmogênicos, que podem ser oriundos de nódulos de manganês e fragmentos de meteoritos, respectivamente.

Contudo, a ação das ondas, correntes, bem como a alteração química, conduz também, à desagregação das rochas submersas, produzindo, partículas terrígenas (DIAS, 2004). Há também os biogênicos, compostos por calcários, e podem ser divididos pela predominância de organismos marinhos.

O sistema praial faz parte dessa dinâmica, atuando como fornecedor e receptor do material sedimentar, auxiliado pelos agentes hidrodinâmicos que modelam o ambiente costeiro e os sedimentos constituintes.

Dessa forma, os sedimentos do continente são provenientes dos ambientes de praia, do sistema fluvial e das feições fisiográficas que estão próximo à costa. Tendo em vista a ausência de canal fluvial no litoral oeste de Icapuí e a presença do extenso costão rochoso, com falésias ativas e inativas, faz-se necessário identificar as áreas fontes que alimentam a praia e a zona submarina. Assim sendo, os grãos podem ser transportados e sedimentados nas áreas adjacentes como a plataforma continental interna.

Os estudos sobre os aspectos morfológicos, sedimentares e a dinâmica em zonas emersa e submersa foram pesquisados em diversos ambientes costeiros e marinhos, conforme Collins (1987), Larsonneur (1988), Muehe & Carvalho (1993) e Morais (1980). Entretanto, no litoral de Icapuí estes estudos são associados, em

geral, à exploração de hidrocarbonetos e ambientes de lagostas, nos quais enfatizam as plataformas interna e externa.

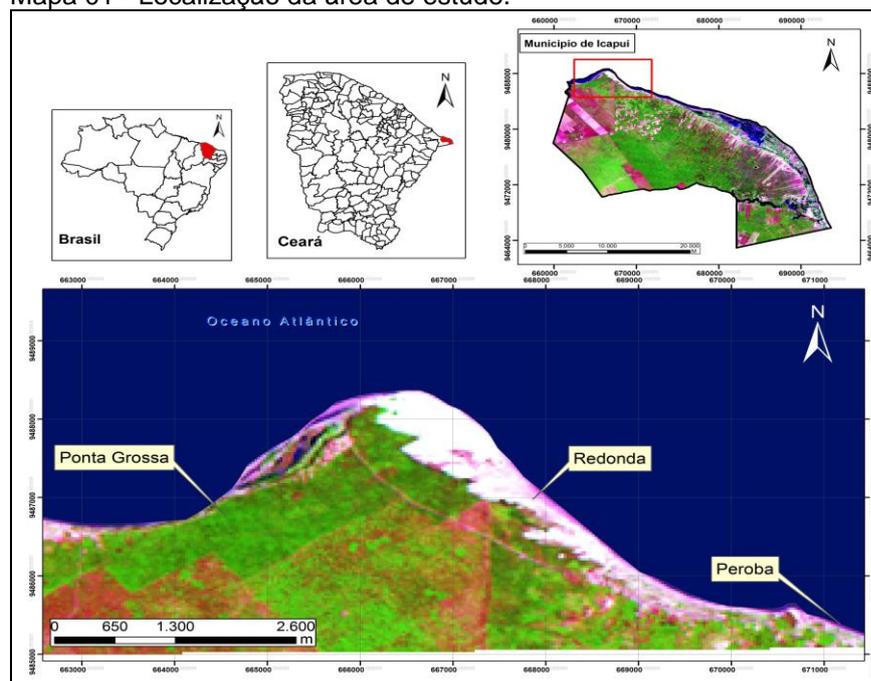
A investigação a cerca dos ambientes costeiro e marinho do litoral oeste de Icapuí, é de suma importância para as futuras pesquisas no que diz respeito à exploração dos recursos minerais do mar, uma vez que os sedimentos marinhos foram mapeados, e a gestão integrada da zona costeira local, tendo em vista os resultados da morfologia das praias e da dinâmica sedimentar.

1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Icapuí, antiga vila Caiçara, foi criado em 1985. Localiza-se próximo à divisa com o estado do Rio Grande do Norte, extremo leste do estado do Ceará nas coordenadas $4^{\circ}42'47''\text{S}$ e $37^{\circ}21'19''\text{W}$. Possui $428,69 \text{ km}^2$ de extensão territorial e encontra-se distante da capital cearense cerca de 166 km (IPECE, 2010).

A área em estudo corresponde ao litoral oeste de Icapuí, sendo as praias de Ponta Grossa, Redonda e Peroba, abrangendo até a isóbata de (-10m) na plataforma continental interna defronte ao pontal de Ponta Grossa. Está delimitada à norte com o oceano Atlântico, a oeste com o município de Aracati e a leste com a praia de Barreiras (MAPA 01).

Mapa 01 - Localização da área de estudo.



2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Identificar e analisar os aspectos morfológicos e sedimentares do ambiente praial, como também da plataforma continental interna, a fim de verificar a relação entre ambos os sistemas no litoral oeste do município de Icapuí.

2.2 ESPECÍFICOS

- Identificar os principais mecanismos que controlam a erosão das falésias, com o intuito de verificar as formas de transporte dos sedimentos terrígenos;
- Analisar a dinâmica dos sedimentos oriundos do ambiente praial, a fim de identificar os ambientes de deposição;
- Caracterizar as fácies sedimentares da faixa de praia até parte da plataforma interna (-10 m) com o intuito de investigar a ocorrência de terrígenos;
- Mapear os leques coluviais para indicar o *by pass* de sedimentos;
- Identificar o comportamento hidrodinâmico do material sedimentar da plataforma interna adjacente à costa.

3. FUDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Analisar a dinâmica sedimentar entre os ambientes costeiro e marinho requer conhecimento no comportamento morfológico dos ambientes, hidrodinâmico e características dos sedimentos (transporte, erosão e deposição). Para então discorrer sobre os processos que atuam na área de estudo, contribuindo com a pesquisa na zona costeira e marinha do estado do Ceará.

3.1 AMBIENTES DA ZONA EMERSA

A zona emersa do litoral oeste de Icapuí compreende a planície litorânea e os ambientes inseridos nela que fazem parte do enfoque deste estudo.

3.1.1 PLANÍCIE LITORÂNEA

Essa região é um ambiente onde abriga feições geomorfológicas e componentes geológicos. Caracteriza-se por uma estreita faixa de terras com largura que varia ao longo do litoral de uma região, e compõe-se dos sedimentos de neoformação holocênicos, com granulometria e origens variadas, capeando os depósitos antigos da Formação Barreiras.

Souza (1994) afirma que dentre as feições que compõem a planície litorânea são consideradas as seguintes: faixa praial e terraços marinhos; campos de dunas móveis; dunas fixas e paleodunas; espelhos d' água lacustres; planícies ribeirinhas e planícies fluviomarinhas com manguezais.

Na planície litorânea de Icapuí encontram-se algumas feições geomorfológicas, tais como: falésias ativas e inativas; dunas móveis e fixas; barra arenosa; faixa de praia e terraço marinho com laguna.

Diversos estudos foram realizados na planície costeira brasileira, destacando-se no sudeste Muehe (1998), Tessler & Goya (2005), na região sul Toldo Jr. (1993) e no Ceará, Morais (1996), Pinheiro (2000) e Meireles (1991).

3.1.1.1 FALÉSIAS

Cerca de 75% das costas mundiais são rochosas, assim sendo foram objetos de pesquisa de inúmeros autores da literatura internacional, como (Teixeira, 2006;

Lee, 2008; Hapke e Plant, 2010; Kumar, 2008; Budetta, 2010; Shin e Komar, 1994; Wangensteen, 2007; Sunamura, 1994; Sallenger Jr, 2002).

Dessa forma, as “Falésias são feições erosivas formadas pela ação das ondas sobre as rochas e representam formas de relevo litorâneo abruptas”. É assim que define Sousa et. al (2008) no seu estudo sobre as falésias de Ponta Grossa. E para que sejam formadas é necessário a presença de rochas ou material sedimentar no litoral (CLAUDINO SALES, 2010).

Assim podem ocorrer em dois casos, tanto nas áreas tectonicamente ativas quanto nas margens passivas, este, refere-se à deposição sedimentar ao longo da sua evolução pretérita, ou seja, o soerguimento.

Essas feições caracterizam-se de acordo com a influência dos agentes hidrodinâmicos. Podem ser ativas, quando são atacadas diretamente pelas ondas causando erosão ou inativas quando não têm contato com estes fatores. Emery e Kuhn (1982) construíram um modelo ilustrando as classificações (FIGURA 1).

Figura 1 - Classificação das falésias.



Fonte: Adaptado de Emery e Kuhn (1982).

Shepard, 1973 (*apud* DUARTE, 1997) destaca, ainda, que há dois tipos de falésias. O primeiro constituído por rochas friáveis onde se verifica taxas de recuo de um metro ou mais por ano, e o segundo seriam compostas por rochas mais consolidadas com uma fonte pobre em sedimentos, devido ao pequeno recuo, mesmo estando exposta ao ataque direto do mar.

Conforme Dias (2010) essas feições evoluem por movimentos translacionais e rotacionais. Além destes, podem evoluir pelos processos químicos de hidrólise, dissolução e oxidação. A ação da pluviosidade também contribui com

a evolução das falésias, ocasionando um processo de escoamento superficial dando origem as ravinas. Estas, por sua vez, formam aberturas devido ao material friável, e quando são compostas por rochas cristalinas formam-se as caneluras.

Além disso, há diferentes fisiografias que se formam no decorrer do processo evolutivo das falésias, como os arcos, as grutas e as plataformas de abrasão marinha que indicam onde essas feições estiveram no passado geológico.

É importante salientar que existem três morfologias associadas à erosão das feições em questão, as quais foram propostas por Sunamura (1992) em sua pesquisa sobre as costas rochosas. Tais são:

- As plataformas que se inclinam suavemente para o mar;
- As plataformas horizontais formando penhascos;
- Sem plataformas.

3.1.1.2 SISTEMA PRAIAL

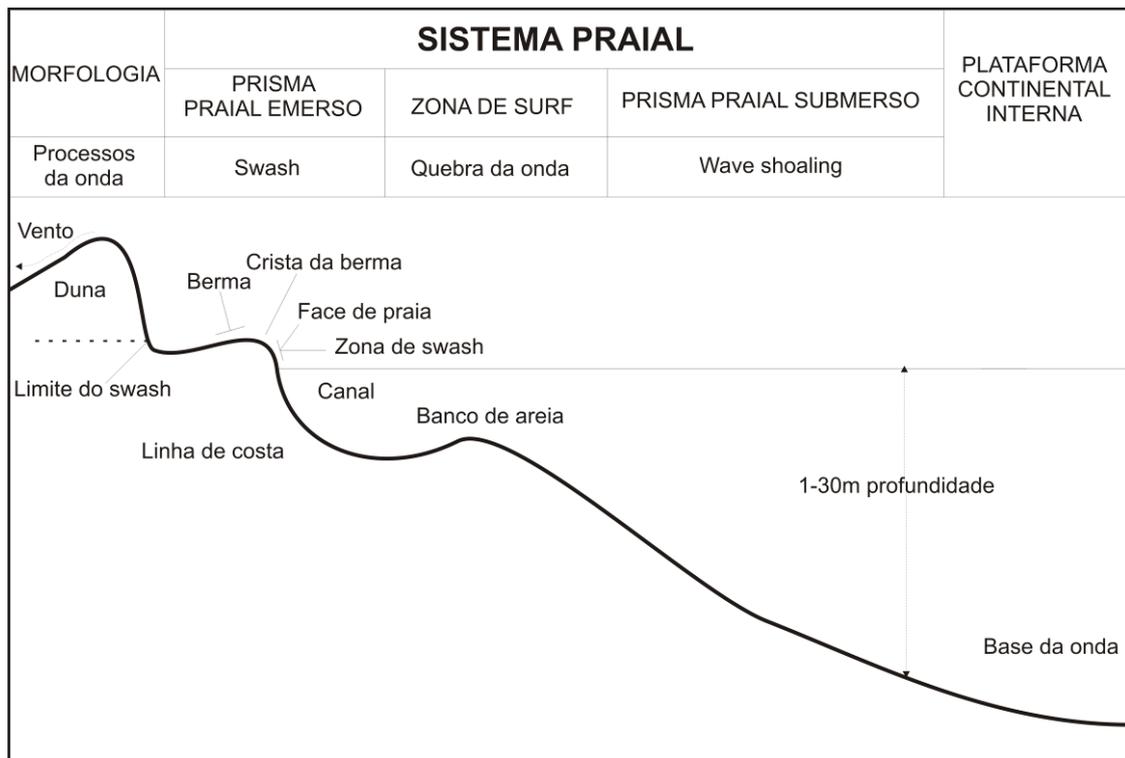
As praias desenvolvem um perfil que é composto por compartimentos fisiográficos. Dessa forma, diversas terminologias foram adotadas em diferentes estudos da literatura brasileira e internacional. De modo geral, as praias são regiões extremamente dinâmicas, cujas características morfológicas refletem o agente modificador predominante, no caso das ondas ou marés e os atributos dos sedimentos que as compõem (SILVA et al., 2004).

Nesse contexto, Garrison (2010) afirma que praia é uma zona de partículas soltas que cobre parte ou todo o litoral, sendo formada por sedimentos transportados para áreas propícias a deposição. Esta feição é comumente encontrada em costas deposicionais. O limite em direção ao mar ocorre onde cessa a movimentação de sedimento, cerca de dez metros de profundidade na maré baixa.

Short (1999) nas investigações sobre o sistema praial realizou estudos, principalmente na costa australiana, e assim, define praia como uma acumulação de sedimentos, que se encontra entre a base da onda e o limite superior oscilante, onde a base da onda é a profundidade máxima em que ocorre o transporte de material em direção à praia, e o limite oscilante é a parte sub-aérea onde há ação das ondas e mobilização sedimentar.

Dentro desse contexto, as praias podem ser definidas, utilizando três dimensões, incluindo sua extensão longitudinal (SHORT, 1999). Sendo assim, o autor propõe uma subdivisão do sistema praiial por zonas, a qual é adotada nesta pesquisa, conforme demonstrado na Figura 2.

Figura 2 - Subdivisão do sistema praiial.



Fonte: adaptado de Short (1999).

As zonas do sistema praiial sob a perspectiva bidimensional propostas pelo modelo citado são caracterizadas da seguinte forma:

Zona de *wave shoaling*: está localizada entre a base da onda e o ponto de quebra da mesma. Pode ser conhecida como a zona de *nearshore*. E também é denominada por profundidade de fechamento.

Zona de *surf*: estende-se desde a zona de quebra da onda até a face inferior da praia.

Zona de *swash*: é uma estreita zona que se estende desde o “furo” da onda até a linha de costa.

Souza et al. (2005) de acordo com o mesmo conceito, diz que o perfil praiial obtém como limite superior ou interno a linha de vegetação ou qualquer modificação morfológica brusca (falésias, dunas, muros) e como limite inferior ou externo, o nível base da ação das ondas ou profundidade de fechamento.

Vale ressaltar, ainda, acerca dos processos que ocorrem próximo à costa, os quais são abordados por Kennett (1982), onde afirma que a praia é a acumulação de sedimentos não consolidados, construídas em grande parte pelos processos das ondas, sendo constantemente modificados pelas marés em épocas diferentes.

No Brasil é importante destacar os estudos realizados por Muehe (2001), onde adota as classificações da praia, sendo refletiva quando possuem granulometria grossa, expostas a um ambiente de alta energia, caracterizando uma face de praia íngreme. E outra dissipativa, quando apresenta fina granulometria, com faixa praial plana. Morais (1996) apresenta as classificações das zonas da praia, relacionando com a atuação das ondas e marés.

3.2 AMBIENTES DA ZONA SUBMERSA

Dentre os ambientes da zona submersa, encontra-se a Plataforma Continental Interna, que faz parte das feições fisiográficas de interesse desta pesquisa.

3.2.1 PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA

As investigações sobre o fundo dos oceanos iniciaram no século XIX através da Expedição *Challenger*, financiada pela *Royal Society* de Londres. E de acordo com Dias e Figueiredo Jr. (2004), forneceu informações que serviram para consolidar os fundamentos da geologia marinha. O responsável pela publicação do relatório dessa missão foi John Murray, considerado o pai da moderna geologia marinha. Os dados permaneceram como fonte principal de conhecimento do fundo oceânico até meados de 1930.

No Brasil, as pesquisas relacionadas à geologia marinha foram inseridas nas universidades no final da década de 60, com a criação de laboratórios de pesquisas. A primeira expedição oceanográfica foi o Geomar I, logo em seguida, criou-se o Programa Plurianual de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM), consolidando no país as diretrizes das pesquisas no mar.

Inserido nesse contexto, a plataforma continental conforme Baptista Neto et al. (2004) é a extensão submersa dos continentes, normalmente apresenta gradientes suaves, inferiores a 1:1000, desde a linha de praia até uma região de

aumento substancial do gradiente topográfico, denominada de quebra da plataforma que se situa em profundidades médias de 130m nos oceanos mundiais.

Com relação ao material constituinte das plataformas, Johnson 1978 (*apud* Kennett, 1982) diz que há diversos fatores que influenciam na natureza das fácies sedimentares. Estes fatores, por sua vez podem ser de caráter físico, químico ou biológico.

No que se referem à morfologia, as plataformas, de modo geral, tem feições como cânions, bacias marginais e depressões lineares (KENNETT, 1982). Há um perfil de equilíbrio que as ondas determinam na plataforma, diante disso, foram realizadas em diversas partes do mundo sondagens, as quais identificaram irregularidades nos perfis, como colinas, depressões e declives moderados (SHEPARD, 1933).

Diante disso, é importante ressaltar um dos primeiros estudos realizados por Coutinho e Moraes (1970), onde verificaram a distribuição dos sedimentos no Norte e Nordeste. Vale destacar também, os trabalhos publicados por Freire et al. (1984) e Freire (1985) sobre os aspectos oceanográficos e sedimentares da plataforma continental cearense. Dentre outros trabalhos, destacam-se Moraes (1969), onde relaciona litoral e a zona submarina.

Na plataforma brasileira vale destacar as pesquisas realizadas por Martins et al. (2005); Tessler e Souza (1998); Manso et al. (2003); Poggio et al. (2009); Veiga et al. (2004). Estudos relacionados à plataforma de Icapuí foram desenvolvidos por Monteiro (2011); Oliveira (2009); Colares (2009).

3.3 DINÂMICA SEDIMENTAR: EROÇÃO, TRANSPORTE E DEPOSIÇÃO

Os sedimentos são constituídos por partículas de matéria orgânica e inorgânica, originados através do intemperismo e da erosão de rochas, como também das atividades de organismos, de erupções vulcânicas e processos químicos (GARRISON, 2010). As partículas podem se acumular nos ambientes marinhos e costeiros com o auxílio dos agentes hidrodinâmicos (ondas, marés e correntes) e os ventos.

O transporte sedimentar faz parte da dinâmica natural dos ambientes costeiros e marinhos, sendo essencial na construção das feições geomorfológicas que compõem o sistema praial, bem como das formas de fundo submarinas. Além

disso, o transporte pode causar desequilíbrio no balanço sedimentar de um ambiente praiar, e conseqüentemente na estabilidade da linha de costa, conforme Muehe (2010) na pesquisa sobre os critérios morfodinâmicos. No entanto, pode ocorrer ainda, o processo de deposição, o qual contribui com a evolução das feições da geomorfologia costeira.

No ambiente marinho a dinâmica sedimentar é analisada através das correntes que atuam na zona submarina dos oceanos, como verificada por Monteiro (2011) na plataforma continental de Fortaleza e Icapuí, onde foram identificadas dunas submersas.

Nesse contexto, a dinâmica sedimentar vem sendo investigada sob diversas perspectivas, de acordo com Ogston & Sternberg (1998), Matias et al. (2009), Dias et al. (2002).

4. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

Neste capítulo serão analisados, de modo geral, os elementos geológicos e geomorfológicos dominantes que compõem o enfoque desta pesquisa. Em seguida, serão descritos os aspectos climáticos e oceanográficos.

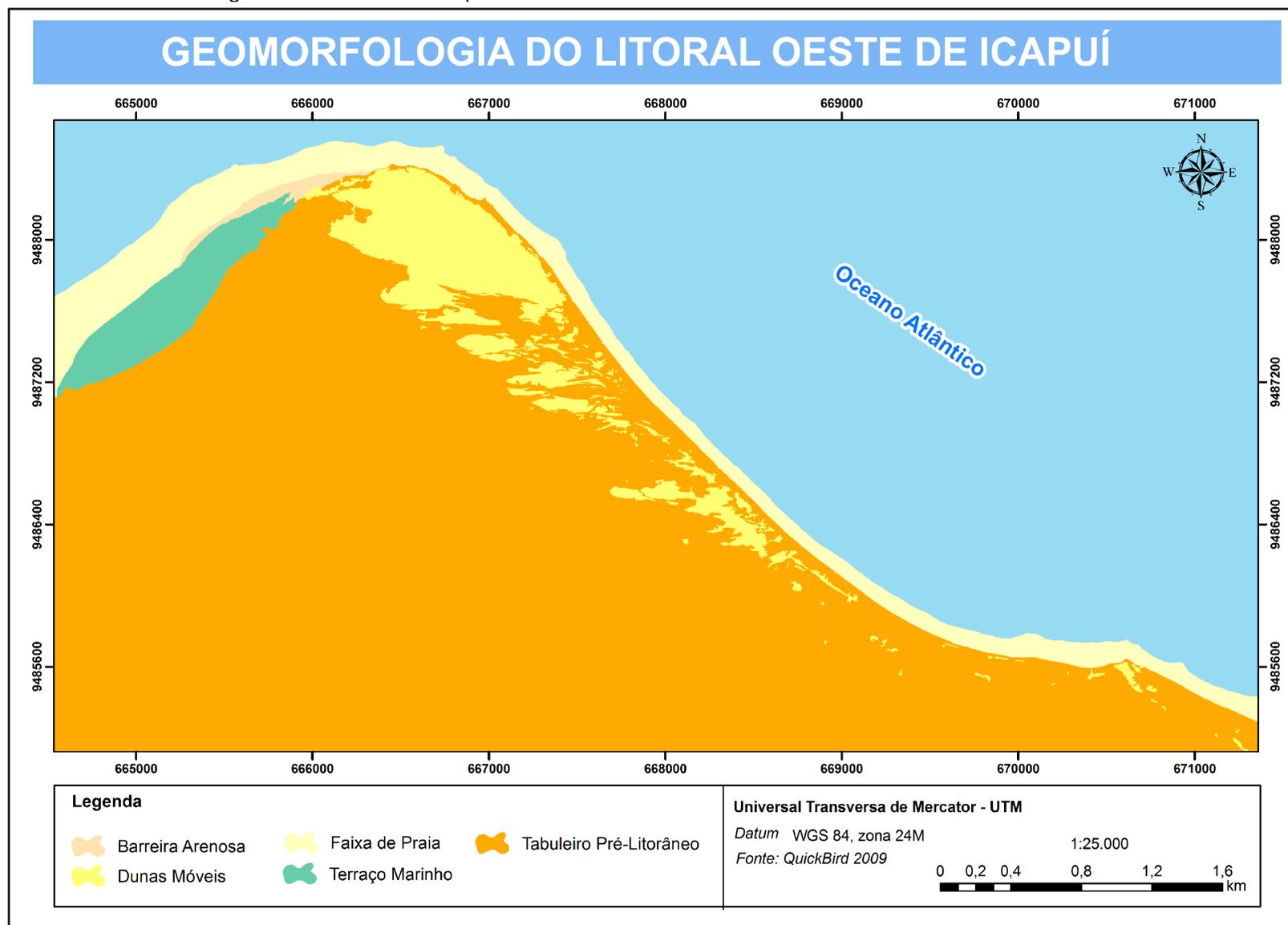
4.1 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DO LITORAL OESTE DE ICAPUÍ

Para entender a geologia e a geomorfologia do litoral de Icapuí é preciso compreender o contexto tectono-estratigráfico da bacia Cretácea, Bacia Potiguar. Esta, por sua vez, conforme Oliveira (2009) tem sua evolução tectônica relacionada aos esforços extensionais durante o Cretáceo Inferior (Neocominiano), com conseqüente rifteamento que culminou com a separação das placas sul-americana e africana.

Diante disso, é importante salientar que a Bacia Potiguar informa acerca das diferentes litologias e feições estruturais que foram atacadas e retrabalhadas pelo mar durante as transgressões quaternárias, representando uma fonte substancial de sedimentos para a construção da planície costeira de Icapuí (MEIRELES, 1991 p.25).

Nesse contexto, identificaram-se as principais feições geomorfológicas que fazem parte do objeto de estudo localizado na planície costeira da parte oeste de Icapuí nas praias de Ponta Grossa, Redonda e Peroba. (MAPA 02).

MAPA 02: Geomorfologia do litoral oeste de Icapuí.



4.1.1 BACIA POTIGUAR: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

A Bacia Potiguar é caracterizada por ser marginal, localiza-se em maior extensão no estado do Rio Grande do Norte e em menor no estado do Ceará. De acordo com Bertani et al. (1990) possui uma área de 48.000 km, sendo 21.500 km pertencentes as áreas emersas e o restante pertencente a plataforma e ao talude continentais até a isóbata de 2.000 m (FIGURA 3). Seu limite abrange sul, leste, oeste da zona emersa e estende-se do Alto de Fortaleza a oeste, Alto de Touros a leste da zona submersa. (ANP, 2000).

Figura 3 - Localização da Bacia Potiguar.



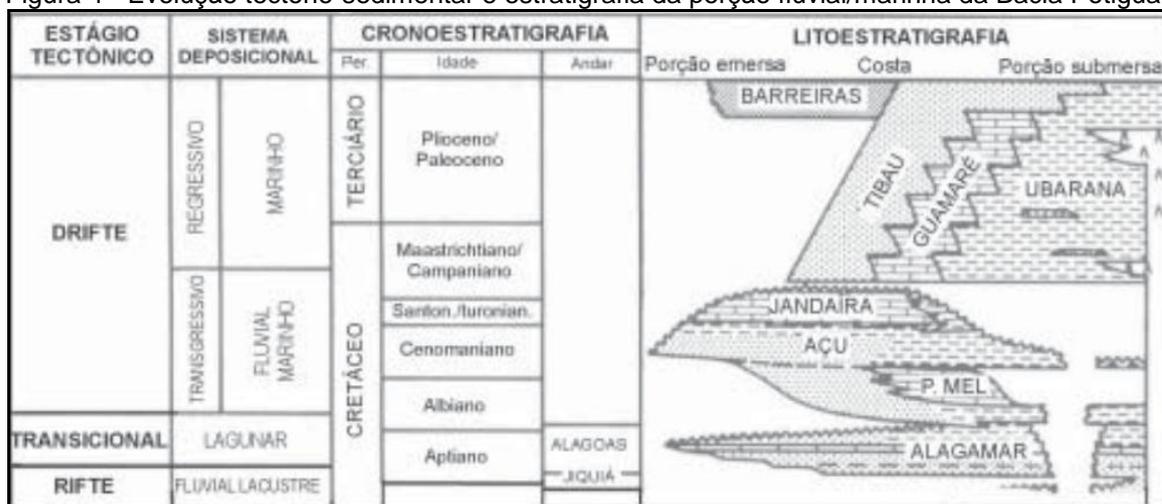
Fonte: Adaptado de Barreto et al. (2004).

A formação da Bacia Potiguar dá-se a partir de três estágios tectônicos, sendo o rifte, o transicional e o drifte. Logo após, ocorre a abertura do oceano Atlântico como afirma Koutsoukos et al. (1993) *in* Manso (2006),

Com a abertura do Atlântico Sul, o mar transgressivo cobriu os depósitos da fase evaporítica protomarinha, desenvolvendo-se um mar moderadamente quente, hipersalino e epicontinental-marginal, representado por uma extensa plataforma carbonática, onde houve deposição sucessiva de carbonatos. (KOUTSOUKOS et al., 1993).

De acordo com Bertani et al. (1991), durante o estágio drifte ocorreu a deposição de duas sequências sedimentares. A primeira unidade é proveniente do período albio ao turoniano, composta por arenitos fluviais médios a grossos, sobrepostos por folhelhos transicionais a marinhos e carbonatos de plataforma. Estes estão inseridos nas formações Açú, Jandaíra, Ponta do Mel e Umuarana. A segunda unidade é composta por arenitos costeiros, carbonatos de plataforma e folhelhos marinhos rasos a profundos, presentes nas formações Tibau, Guamaré e Ubarana (FIGURA 4).

Figura 4 - Evolução tectono-sedimentar e estratigrafia da porção fluvial/marina da Bacia Potiguar.



Fonte: Manso (2006), modificado de Bertani et. al (1990).

Sob a ótica estrutural, a Bacia Potiguar, conforme Bertani et al. (1991) é formada por um gráben desenvolvido no Eocretáceo de direção SW-NE, cujo embasamento foi recoberto por sedimentos do Aptiano e do Cretáceo Superior na parte terrestre, e por sequências terciárias, na parte marinha. Em face disto, a planície costeira de Icapuí herdou formações provenientes da Bacia Potiguar, que são destacadas adiante.

4.1.2 PLANÍCIE COSTEIRA DO LITORAL OESTE DE ICAPUÍ

A planície costeira da área de estudo possui feições geomorfológicas que são características do litoral cearense, como as dunas e falésias. Além disso, identificou-se a presença de terraço marinho e barreira arenosa na praia de Ponta Grossa,

onde se encontra ainda a maior extensão de linha de falésias vivas, localizada no promontório.

Na praia da Redonda observa-se um recuo acentuado, formando uma enseada (FIGURA 5). Neste trecho da área de estudo ocorrem processos de uso e ocupação. A praia da Peroba também possui edificações na zona de pós praia, bem como linhas de falésias ativas.

Figura 5 - Enseada na praia da Redonda, Icapuí (2011).

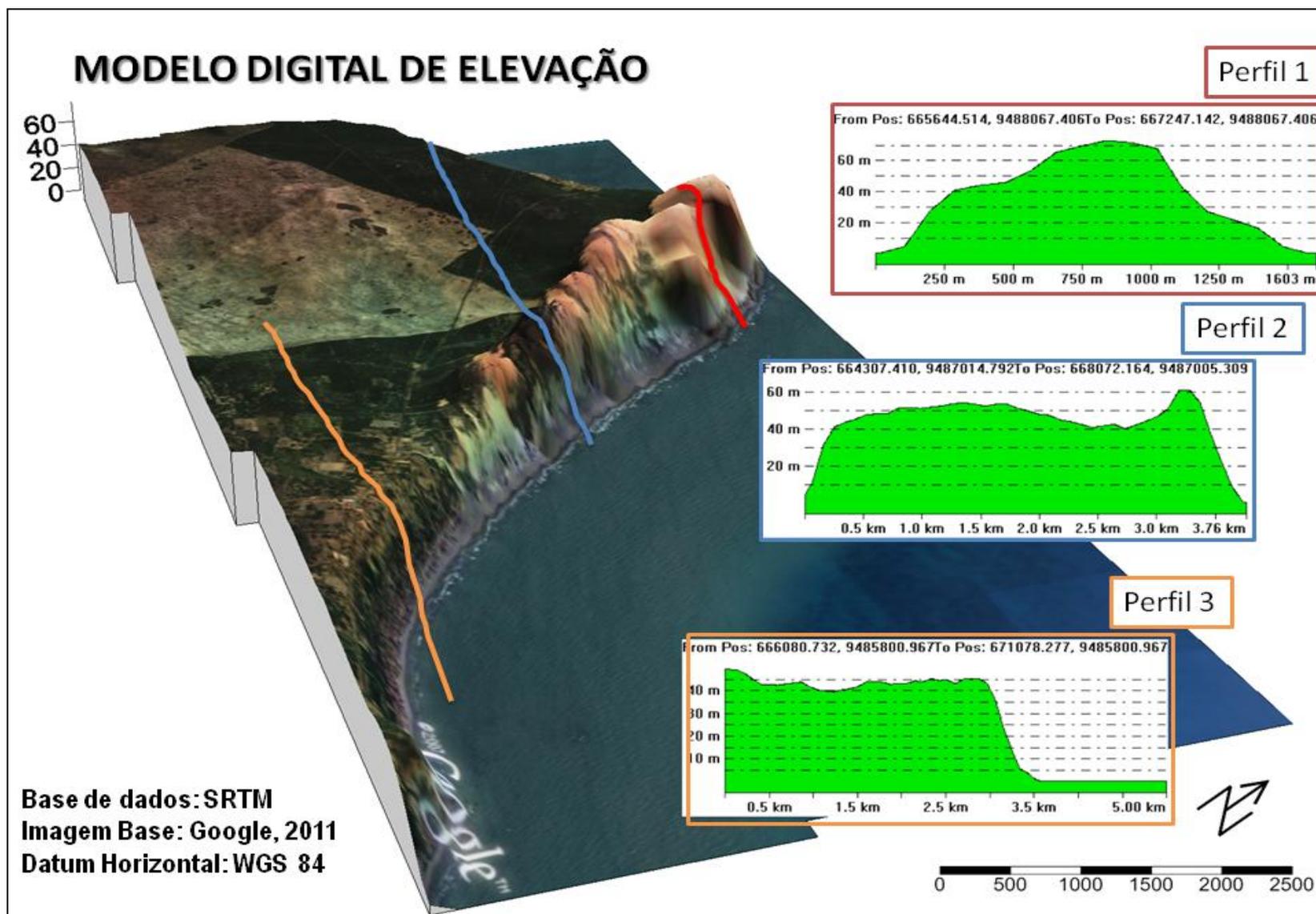


Fonte: Autor, agosto de 2011.

4.1.3 FALÉSIAS E SUAS FORMAÇÕES PRESENTES EM ICAPUÍ

O litoral oeste de Icapuí, caracterizado como costa erosiva, é composto por feições provenientes das forças erosivas que atuam neste tipo de ambiente litorâneo, como é o caso das falésias marinhas. Estas são constituídas por formações terciárias e quaternárias e possuem 60m de altura, de acordo com o modelo digital de elevação (MAPA 03).

Mapa 03: Modelo digital de elevação das falésias do litoral de Icapuí.



Ao longo do litoral oeste de Icapuí podem-se identificar uma extensa linha de falésias vivas recobertas por dunas fixas e móveis bordejando o promontório de Ponta Grossa (FIGURA 6A). Há presença de testemunhos de falésia em determinados pontos da praia (FIGURA 6B). Em Redonda e Peroba as falésias são inativas com variação de cores avermelhada e branca. Entretanto há um pequeno trecho de falésias vivas localizado na divisa entre estas praias.

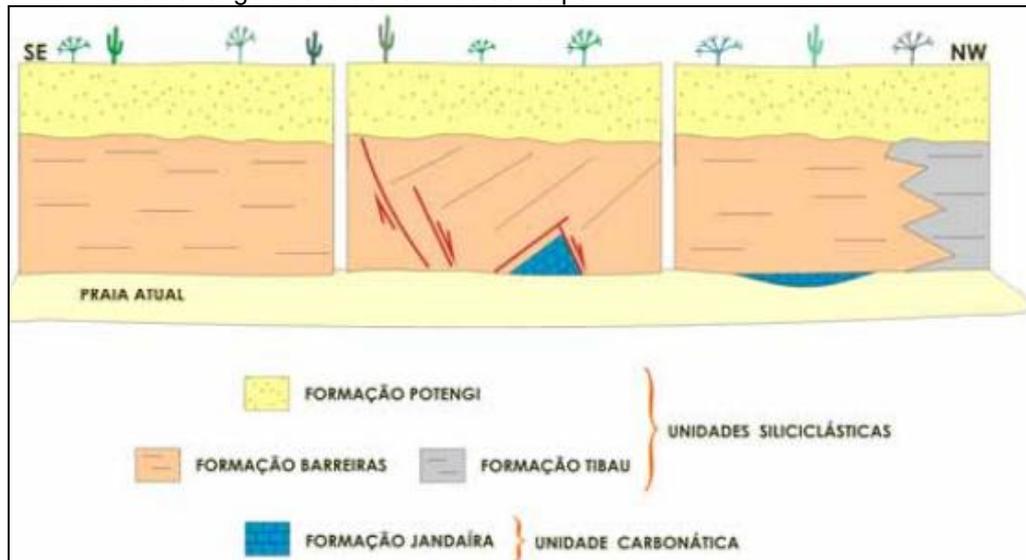
Figura 6 - (A) Dunas móveis e fixas; (B) testemunhos de falésia.



Fonte: Autor, agosto de 2011.

Contudo as falésias são compostas por deformações tectônicas cenozóicas sedimentadas junto às formações Tércio – Quaternárias. Estas são constituídas, de acordo com Sousa et al. (2008) pelas Formações Barreiras, Potengi, Tibau e Jandaíra. Estas, por sua vez, foram divididas em unidades siliciclásticas e carbonática, conforme demonstrado no perfil estratigráfico (FIGURA 7).

Figura 7 - Perfil esquemático de ocorrência das unidades carbonática e siliciclásticas encontradas ao longo das falésias vivas de Icapuí.



Fonte: SOUSA, 2003.

4.1.3.1 FORMAÇÃO BARREIRAS

Esta foi a primeira unidade estratigráfica documentada no Brasil (MENEZES et al., 2001). Está presente ao longo da faixa litorânea brasileira desde o Rio de Janeiro até o Amapá. No território cearense está distribuída na faixa pré-litorânea com terrenos dissecados em interflúvios tabulares, representando os tabuleiros pré-litorâneos. É constituída por sedimentos siliciclásticos de granulometria variada de fina a média com estratificação indistinta.

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. Nos trechos sem deformação, as falésias expõem o nível superior, o qual é composto por arenitos médios a grossos, com intercalações de níveis conglomeráticos de coloração avermelhada (FIGURA 8).

Figura 8 - Formação Barreiras nas falésias da praia da Redonda.



Fonte: Autor, agosto de 2011.

4.1.3.2 FORMAÇÃO TIBAU

Provêm do Campaniano a Mioceno é constituída por rochas siliciclásticas, no extremo oeste de Icapuí ocorre sob a forma de falésias vivas. É caracterizada por arenitos médios a grossos sem estrutura interna aparente, com coloração variando do amarelo ao verde.

Segundo Meireles (1991) participa diretamente dos processos litorâneos atuais, bem como foi submetida à erosão durante as oscilações relativas do nível do mar. Este fator é de suma importância, tendo em vista que os sedimentos dessa Formação atuaram na construção da planície costeira de Icapuí.

4.1.3.3 FORMAÇÃO POTENGI

Está localizada na parte superior das falésias de Icapuí (FIGURA 9), capeando de forma discordante as Formações Tibau e Barreiras. Os sedimentos que integram as paleodunas da área de estudo são correlacionados com esta Formação. Estes são caracterizados por areias de coloração vermelha, branca e amarela, relacionadas à sedimentação eólica (SOUSA et al., 2008).

Figura 9 - Formação Potengi nas falésias da praia da Peroba.



Fonte: Autor, agosto de 2011.

4.1.3.4 FORMAÇÃO JANDAÍRA

Esta unidade estratigráfica aflora na região Aracati-Icapuí, abrangendo uma área de 21.000 km de extensão. De acordo com Sousa et al. (2008) é composta por calcários com idade estimada entre 80 a 90 milhões de anos (Turoniano e Campaniano inferior), que contêm microfósseis (miliolídeos, gastrópodes, ostracodes e algas verdes). Afloram na base das falésias (Figura 10), sob a forma de pequenos lajedos ao nível de praia atual. No calcário Jandaíra estão contidas duas fácies classificadas por Dunham (1962), sendo os bioclásticos com bioturbações e bioclásticos maciços.

Figura 10 - Formação Jandaíra na base das falésias de Ponta Grossa.



Fonte: Autor, agosto de 2011.

4.1.4 TERRAÇO MARINHO E BARREIRA ARENOSA

Na praia de Ponta Grossa constatou-se a presença de terraço marinho (FIGURA 11), o qual é proveniente do período de transgressão marinha que ocorreu no local. Inserida no terraço marinho encontram-se as barreiras arenosas, as quais foram formadas paralelas à linha de costa com auxílio dos ventos, ondas e correntes litorâneas ao longo dos anos, bem como do afogamento das praias e dunas costeiras durante eventos de subida do nível do mar (SILVA et al. 2004). A formação da barreira arenosa proporcionou a existência de uma laguna que inunda em períodos das ondas de *swell*.

Figura 11 - Terraço marinho com barreira arenosa e laguna na praia de Ponta Grossa.



Fonte: Autor, janeiro de 2011.

4.2 ASPECTOS CLIMÁTICOS

O clima do nordeste brasileiro é controlado pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que é a elevação do ar quente e úmido, formando nuvens e chuvas convectivas. Dessa forma há um movimento extremo para o sul que enfraquece o centro de ação do Atlântico, ocasionando as chuvas do período de janeiro a abril (NIMER, 1989 *apud* SOUZA et al., 2002).

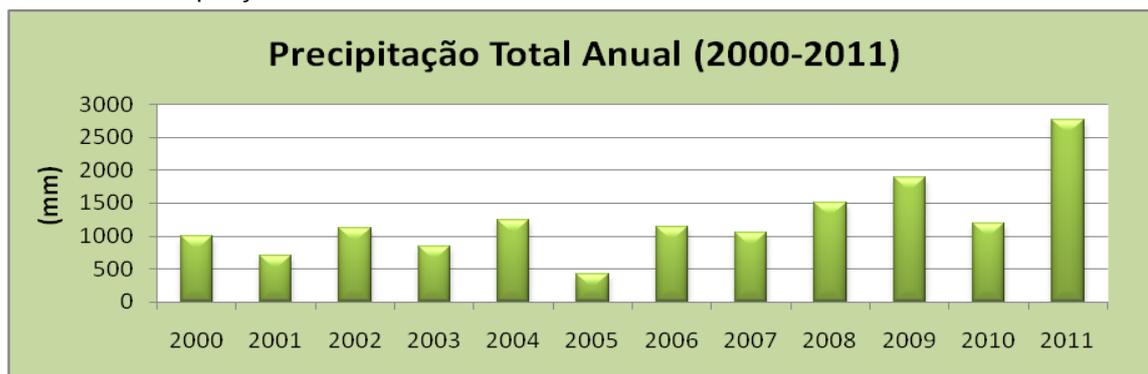
Diante disso, sob o ponto de vista climático, o litoral oeste de Icapuí está inserido no clima tropical quente, semi-árido, com temperatura variando de 26° a 28°. Conforme Souza et al. (2002), apresenta irregularidades pluviométricas temporoespaciais, as chuvas ocorrem geralmente de verão-inverno (janeiro a junho), o regime pluviométrico é do tipo tropical com um curto período chuvoso e um longo período de estiagem.

Com relação à pluviosidade, tendo em vista que este é um fator relevante nos estudos realizados em regiões litorâneas onde há falésias ativas, vale ressaltar o que afirma Oliveira (2005):

A precipitação por si só constitui um fator muito importante na evolução deste tipo de áreas costeiras, na medida em que pode atuar como o elemento desencadeador de movimentos de vertente ou contribuir para uma significativa erosão subaérea quer na face da falésia quer nas vertentes que constituem os terrenos mais ou menos pronunciados que dissecam a plataforma litoral (OLIVEIRA, 2005).

Para analisar o comportamento climático da área de estudo, foram utilizados dados de precipitação total anual entre os anos 2000 e 2011 (GRÁFICO 1) registrados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) do posto pluviométrico Icapuí.

Gráfico1 - Precipitação total anual entre 2000-2011.



Fonte: FUNCEME, 2012.

A média de precipitação total foi de 1.242,6 mm no intervalo de onze anos, com mínima de 430 mm no ano de 2005 e máxima de 2.767 mm em 2011. Sendo assim, o município de Icapuí apresenta um quadro de alta variação de precipitação total anual.

Vale destacar ainda os dados de precipitação acumulada por mês no ano de 2011 (GRÁFICO 2), período que foram realizadas as etapas de campo, sendo os meses de janeiro e agosto.

Gráfico 2 - Precipitação acumulada nos meses de janeiro a dezembro de 2011.



Fonte: FUNCEME, 2012.

Diante dos valores de precipitação é notório que no mês de junho obteve o total pluviométrico de 654 mm em 2011. Pode-se observar que o período chuvoso ocorre no primeiro semestre de janeiro a junho, contendo as máximas de pluviosidade. Este ano foi atípico no segundo semestre, devido aos índices de pluviosidade nos meses de agosto e setembro, sendo 333 mm e 169 mm respectivamente.

Com o intuito de analisar o tempo no período de monitoramento, janeiro/2011 e agosto/2011, pesquisaram-se os dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar (TABELA 1).

Tabela 1 - Máximas e Mínimas da temperatura e umidade do ar em janeiro e agosto, Icapuí, 2011.

Icapuí/2011			
janeiro		agosto	
Temperatura do ar	Umidade do ar	Temperatura do ar	Umidade do ar
Máx – 39,9 °C	Máx – 92,8 °C	Máx – 31,1 °C	Máx – 91,2 °C
Mín – 17,6 °C	Mín – 41,6 °C	Mín – 20,4 °C	Mín – 27,2 °C

Fonte: SINDA/INPE, 2011.

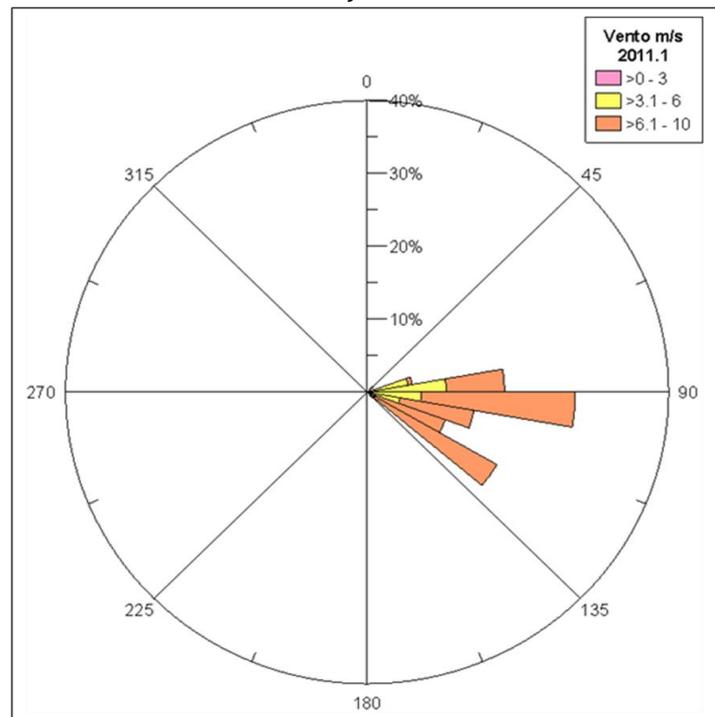
De acordo com os dados obtidos pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) verificou-se que entre os meses de janeiro e agosto a temperatura do ar variou oito graus a máxima e três graus a mínima. Com relação à umidade relativa do ar, os valores máximos obtiveram uma variação pouco significativa, entretanto as mínimas variaram quatorze por cento.

A pequena variação da máxima de umidade relativa do ar é devido aos altos valores de precipitação nos meses em que ocorreram as etapas de campo, considerando um ano atípico referindo-se ao mês de agosto.

Os ventos são agentes de transporte que atuam diretamente na dinâmica do clima e da praia. No primeiro influencia no deslocamento das nuvens que geram a precipitação pluviométrica, na temperatura e umidade do ar. No litoral oeste de Icapuí interferem na formação das ondas, no transporte sedimentar da praia, das dunas e falésias.

Os dados de velocidade e direção dos ventos foram coletados no banco de dados do CPTEC/INPE dos semestres de 2011.1 (GRÁFICO 3) e 2011.2 (GRÁFICO 4), período onde foram realizadas as atividades de campo.

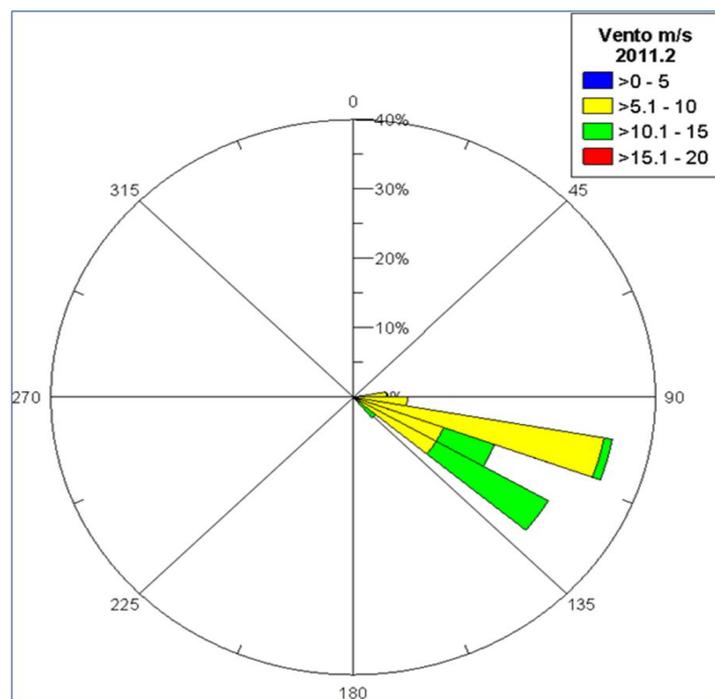
Gráfico 3 - Velocidade e direção dos ventos em 2011.1.



Fonte: INPE, 2011.

No primeiro semestre os ventos atingiram a velocidade máxima de 9,61 m/s e mínima de 2,99 m/s. Com direção sentido SE e NW.

Gráfico 4 - Velocidade e direção dos ventos em 2011.2.



Fonte: INPE, 2011.

Já no segundo semestre a máxima foi de 11,77 m/s e a mínima 6,02 m/s. Observou-se que no primeiro semestre de 2011 as velocidades máximas e mínimas são menores que os valores do segundo, coincidindo com o período chuvoso. No segundo semestre a velocidade é intensa, destacando-se os meses de julho, agosto e setembro com velocidade média de 9,73 m/s.

A predominância da direção dos ventos é de $101,20^\circ$ no início do ano, sendo N-ENE, N-ESSE e NE-NNW. E de $112,28^\circ$, ou seja, E-ESE do meio até o final do ano de 2011.

4.3 ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS

Para que haja uma melhor compreensão sobre a dinâmica da área de estudo, faz-se necessário verificar os processos físicos responsáveis pela modificação dos ambientes costeiros e marinhos (marés, correntes e ondas). Neste sentido, avaliaram-se os dados de ondas e marés cedidos pelo INPE e DHN.

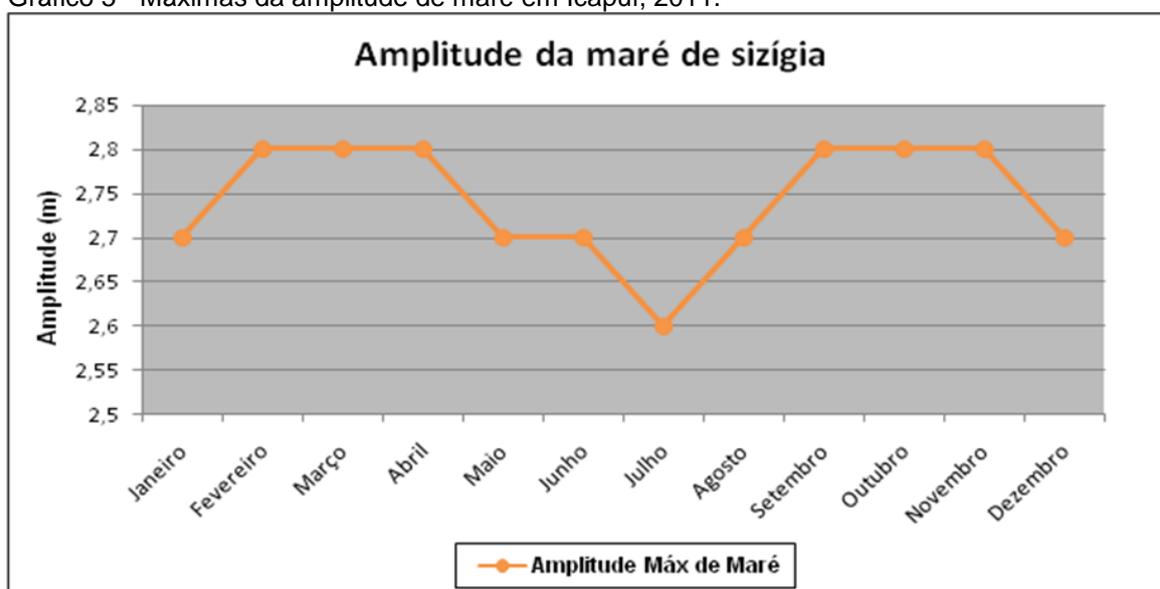
As marés do litoral oeste de Icapuí, obtidas pelo Porto de Macau, são semi-diurnas, sendo duas preamares e duas baixa-mares em 24 horas e 50 minutos. Estas, conforme Silva et al. (2004) são formadas pela ação combinada de forças de

atração gravitacional entre terra, lua e sol, e por forças centrífugas geradas pelos movimentos de rotação em torno do centro de massa do sistemas terra-lua-sol.

As amplitudes maiores foram registradas nos meses de fevereiro, março e abril no primeiro semestre com 2,8 m. No segundo semestre nos meses de setembro, outubro e novembro obtiveram essa mesma amplitude. Durante o ano de 2011 obteve-se a mínima de -0,1 m de amplitude nos meses mencionados.

O gráfico 5 apresenta as amplitudes das marés dos meses de 2011, registradas pelo porto de Macau.

Gráfico 5 - Máximas da amplitude de maré em Icapuí, 2011.

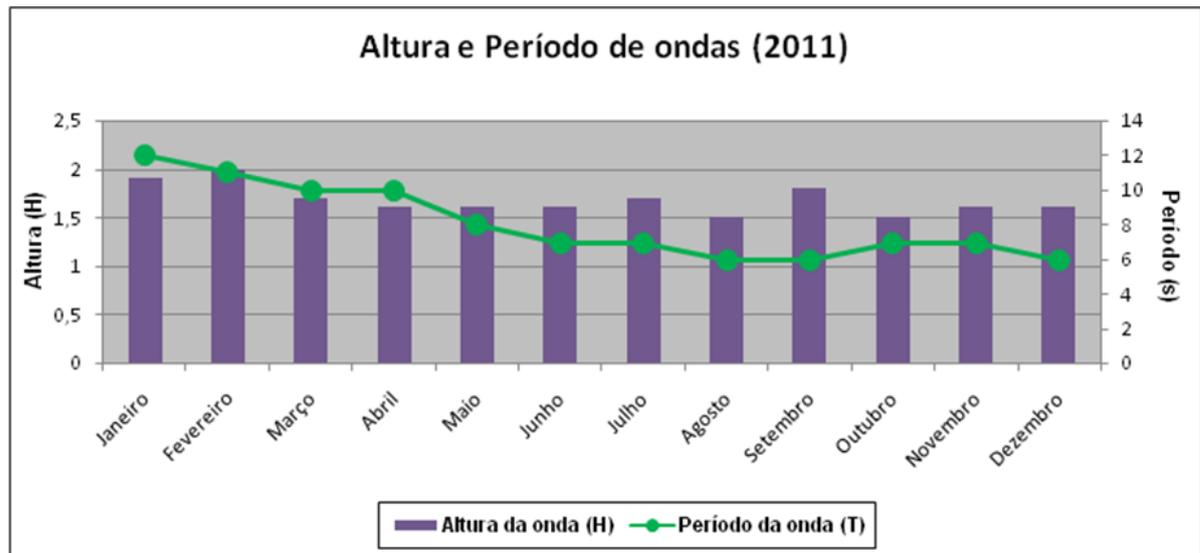


Fonte: Tábua de marés 2011 - DHN.

As correntes litorâneas atuam no ambiente praial e na plataforma interna, geradas por ondas que estabelecem o transporte de sedimentos paralelo à linha de costa, este é o chamado processo de deriva litorânea.

Para demonstrar as características das ondas da área em foco, obteve-se como fonte os dados de 2011 do INPE registrados em Icapuí. As ondas são relevantes nos processos marinhos, devido ao selecionamento e redistribuição dos sedimentos depositados nas regiões costeiras e plataforma continental. O gráfico 6 apresenta as alturas e períodos das ondas dos meses de 2011.

Gráfico 6 - Altura e período de ondas de Icapuí 2011.



Fonte: CPTEC/INPE, 2011.

As alturas das ondas registradas no primeiro semestre de 2011 atingiram a máxima de 2 m no mês de fevereiro com o período de 11 s. No segundo semestre obteve-se uma altura significativa no mês de setembro com 1,8m e período de 6s.

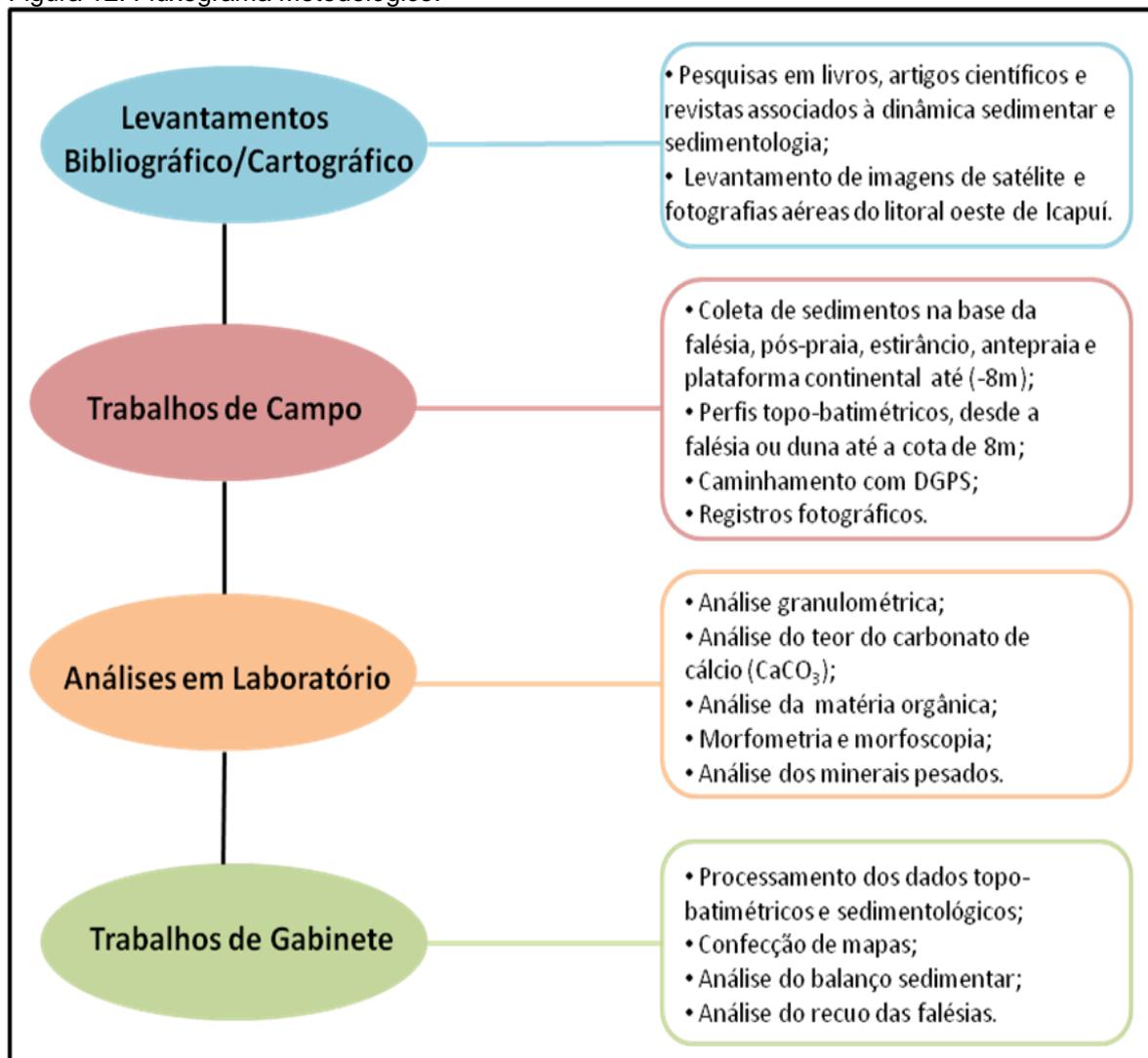
De maneira geral, as alturas variaram de 1,5 m a 2 m durante todo o ano de 2011, os períodos tiveram variação de 6 s a 12 s.

As ondas da área em foco estão direcionadas para NNW, NNE e N no primeiro semestre, de acordo com os dados fornecidos pelo INPE. No segundo semestre direciona-se para NE-E e ENE.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização da pesquisa sobre a dinâmica sedimentar entre o sistema das zonas emersa e submersa do litoral oeste de Icapuí, faz-se necessário o levantamento de referências bibliográficas e cartográficas, assim como a utilização de procedimentos metodológicos na coleta de dados em campo e o processamento realizado em laboratório (FIGURA 12). Dessa forma, pode-se avaliar e compreender os mecanismos de transporte e deposição que atuam nas zonas da área de estudo.

Figura 12: Fluxograma Metodológico.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Esta primeira etapa consiste na organização de um banco de dados referente aos estudos realizados na área, como também nos aspectos teórico-metodológicos que fundamentam esta pesquisa. Para isto, fez-se um minucioso levantamento bibliográfico junto às instituições tais como: Universidade Estadual do Ceará (UECE) - Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica (LGCO); Universidade Federal do Ceará (UFC) - Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR); Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE); Capitania dos Portos e Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM); Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS); Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

Utilizou-se também a biblioteca virtual do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE/CPTEC), com o intuito de adquirir dados de direção, altura de ondas, direção e velocidade dos ventos que atuam nas praias do litoral oeste de Icapuí.

5.2 LEVANTAMENTO CARTOGRÁFICO

As técnicas de geoprocessamento são utilizadas nos estudos das ciências marinhas e da terra, com o intuito de prever, mitigar e propor soluções para inúmeros eventos que ocorrem no ambiente seja de ordem natural ou antrópica. Nesse sentido, ocorreu nas últimas décadas o processo de evolução devido ao avanço tecnológico, bem como o acesso ao sistema de informações geográficas (SIG) e o uso de *softwares* ligados à cartografia digital.

Dessa forma, fez-se o levantamento cartográfico (TABELA 2) através da aquisição de imagens de satélite LANDSAT do ano de 2009, *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), adquirida através da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e duas imagens Quickbird com aproximação de 2,4 m MS, inclinação de 97,5 dos anos de 2004 e 2009, cedidas pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE).

Tabela 2: Dados das imagens de satélite, com data, aquisição e resolução.

TIPO DE AQUISIÇÃO	RESOLUÇÃO
Satélite LANDSAT	15 m
Satélite Quickbird	51 cm
Satélite Quickbird	51 cm
SRTM	90 m

Fonte: Elaborado pelo autor.

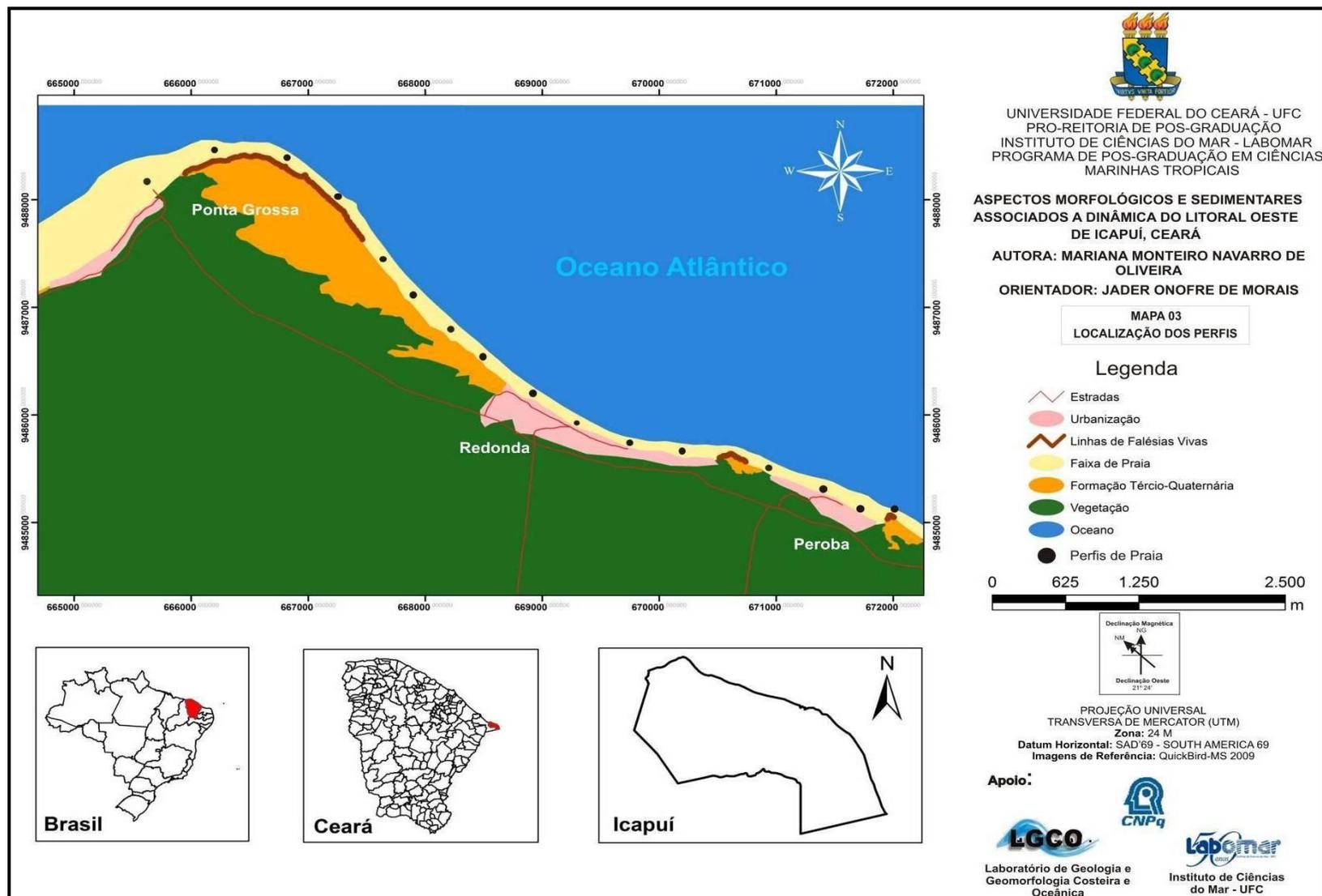
Na elaboração dos mapas de localização, pontos de monitoramento, compartimentação dos elementos geomorfológicos e na indicação de leques, utilizou-se os *softwares* ArcGIS 8.0 e Quantum GIS 1.7.3. Nos mapas de fácies sedimentológicas e no processamento de dados batimétricos foi utilizado o Surfer 10 (32-bit).

5.3 ETAPA DE CAMPO

Com o intuito de coletar dados na área de estudo, realizaram-se trabalhos de campo compartimentados em duas etapas, a primeira na zona de praia e a segunda na zona submarina no mês de janeiro/2011. No mês de agosto/2011 foram realizadas as atividades referentes à etapa na zona emersa, a fim de comparar os resultados entre as sazonalidades distintas (período chuvoso e estiagem), tendo em vista que a sazonalidade é uma variável que interfere na morfologia do perfil praial.

Ao longo do litoral oeste de Icapuí foram escolhidos dezesseis pontos distribuídos entre as praias de Ponta Grossa, Redonda e Peroba. Para tanto, considerou-se locais das praias onde há presença de falésias ativas que estão em intenso processo de erosão. Na plataforma continental interna, foram delimitados dez perfis batimétricos defronte os pontos monitorados nas praias (MAPA 04).

Mapa 04: Distribuição dos pontos de monitoramento no litoral de Icapuí.

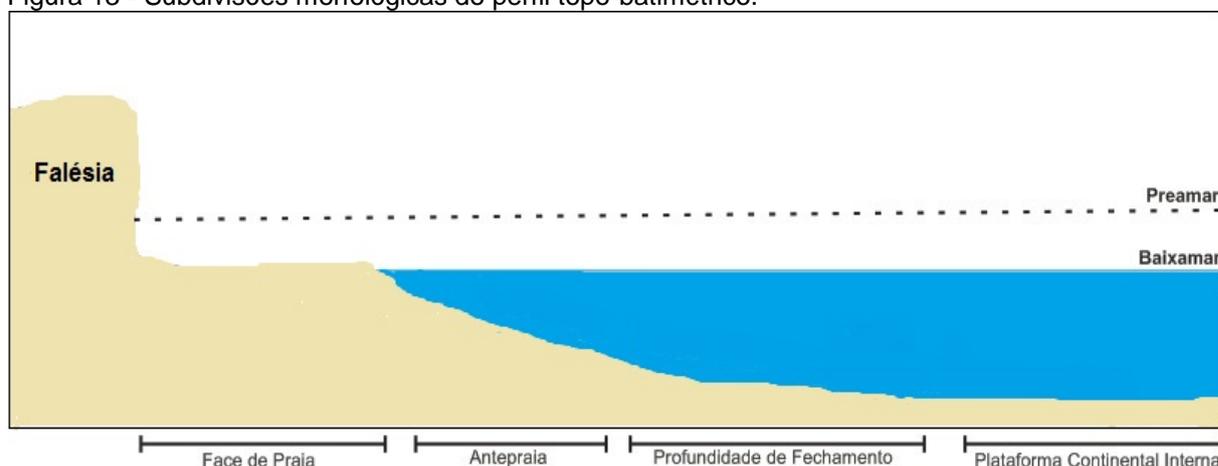


5.3.1 LEVANTAMENTO TOPO-BATIMÉTRICO

No levantamento de um perfil o ideal é estendê-lo até a zona submarina na profundidade que se situa em torno de 7 a 10 m (MUEHE, 1996). Sendo assim, na área de estudo os perfis topo-batimétricos estenderam-se até a isóbata de 10 m, conforme ilustrado na Figura 13.

Para tanto, fez-se necessário medir os perfis de praia e coletar os dados batimétricos, para em seguida elencá-los as respectivas coordenadas no *software* Surfer 10 (32-bit).

Figura 13 - Subdivisões morfológicas do perfil topo-batimétrico.



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1 MORFODINÂMICA COSTEIRA

A medição dos perfis de praia tem como objetivo conforme Muehe (1996) monitorar uma praia e, se possível, o fundo marinho adjacente, para verificar a manutenção de uma tendência erosiva ou progradacional.

No litoral oeste de Icapuí realizaram-se dezesseis perfis perpendiculares à linha de costa, utilizando a Estação Total TOPCON (FIGURA 14) do Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica (LGCO). Este, por sua vez, é um procedimento metodológico utilizado por pesquisadores que investigaram a zona costeira, como Morais (1996) e Emery (1961). Os perfis iniciaram desde a base das falésias na praia de Ponta Grossa e na berma em Redonda e Peroba e, a cada 10 metros fez-se uma medição, seguindo para a zona de antepraia.

Figura 14 - Levantamento do perfil de praia, Ponta Grossa, Icapuí

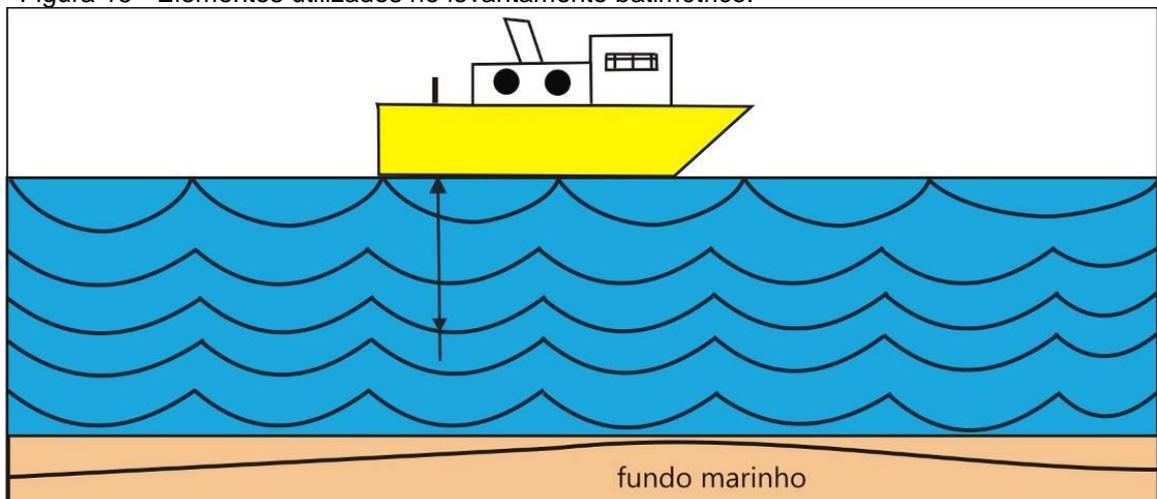


Fonte: Autor, 2011.

5.3.1.2 BATIMETRIA

A batimetria é um método indireto de investigação que consiste em medir a profundidade de rios, lagos e oceanos, sendo bastante utilizado nos estudos das ciências marinhas, especificamente nas áreas de geologia e geofísica marinha (FIGURA 15). Sua representação cartográfica dá-se por curvas batimétricas que unem pontos da mesma profundidade com equidistâncias verticais, à semelhança das curvas de nível topográfico (DNIT, 2011).

Figura 15 - Elementos utilizados no levantamento batimétrico.



Fonte: Adaptado de Ayres & Baptista Neto (2004).

Dessa forma, no levantamento batimétrico no litoral oeste de Icapuí foi montada uma estrutura para alocar o equipamento Ecobatímetro da Garmin (FIGURA 16) do Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica (LGCO) no barco de pesca tipo lagosteiro, alugado de um pescador da comunidade de Ponta Grossa. Sendo assim, foram medidos 10 perfis perpendiculares à costa até a cota de 10 metros.

Figura 16 - Ecobatímetro na coleta de dados batimétricos.



Fonte: Arquivos pessoais de Farrapeira Neto, 2011.

O ecobatímetro é um equipamento conforme Baptista Neto et al. (2004), que consiste em uma fonte emissora de sinais acústicos e um relógio interno que mede o intervalo entre o momento da emissão do sinal e o instante em que seu eco retorna ao sensor. Para determinar a profundidade deve-se utilizar a equação

$$P = \frac{V_{H_2O} \cdot \Delta t}{2}$$

Onde:

P é a profundidade calculada

V_{H_2O} é a velocidade do som na água (~1500 m/s)

Δt o tempo medido entre a emissão e a recepção do sinal.

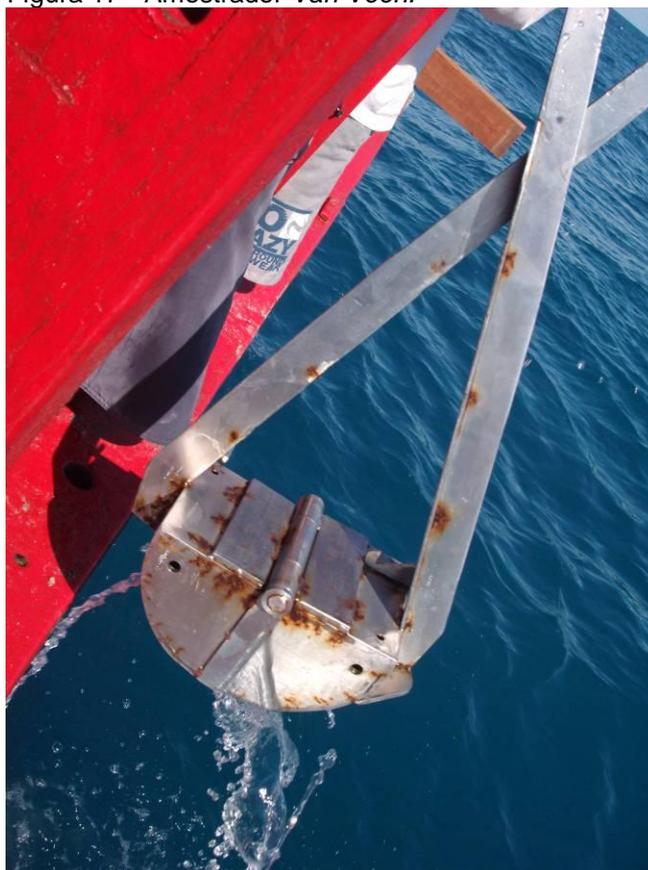
5.3.2 COLETA DE SEDIMENTOS

Na avaliação do transporte e da sedimentação dos sedimentos terrígenos na plataforma continental interna da parte oeste de Icapuí, coletaram-se no total cento e sessenta e seis amostras de sedimentos, sendo dezesseis nas zonas de antepraia e estirâncio, seis na base das falésias ativas, dez na feição berma, quinze na zona de estirâncio entre os perfis e quarenta na plataforma continental no mês de janeiro.

Na segunda etapa de campo, coletaram-se sessenta e três amostras divididas entre as zonas de berma, estirâncio, antepraia e no sopé das falésias.

Os sedimentos marinhos foram coletados com o auxílio do amostrador *Van Veen* do LGCO (FIGURA 17), sendo coletados de um em um quilômetro, seguindo os perfis batimétricos.

Figura 17 - Amostrador *Van Veen*.



Fonte: Arquivos pessoais de Farrapeira Neto, 2011.

5.4 ETAPA DE LABORATÓRIO

Nesta etapa foram realizados os procedimentos metodológicos na análise das amostras sedimentológicas coletadas nas zonas da praia e plataforma. Dessa forma, estas foram processadas utilizando o método da granulometria para verificar o tamanho e a textura do grão, bem como preparar os sedimentos para as análises morfométrica, morfoscópica e de minerais pesados.

Além disso, foram analisadas as amostras dos sedimentos finos pelo método indireto da pipeta, as concentrações dos teores de carbonato de cálcio (CaCO_3) dos sedimentados da praia e plataforma, assim como o teor de matéria orgânica dos sedimentos da plataforma continental.

5.4.1 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Esta metodologia tem como finalidade de acordo com Suguio (2003), fornecer as bases para uma descrição mais precisa dos sedimentos, bem como a informação sobre os processos físicos, por exemplo, hidrodinâmicos, atuantes durante a deposição. Assim sendo, a análise granulométrica é descrita da seguinte forma e demonstrada na Figura 18.

Logo após a coleta das amostras, estas são acondicionadas em laboratório devidamente armazenadas em sacos plásticos etiquetados. Em seguida, são depositadas em recipientes de vidro e colocadas na estufa de secagem à 60°C durante 24 horas. Após a secagem, as amostras são colocadas para esfriar na temperatura ambiente. Prosseguido, são separadas 100 gramas que vão passar pelo peneiramento úmido. Este procedimento é de suma importância, devido à presença de sais nas amostras que precisam ser retirados, pois interferem no peso e na forma do grão. Sendo assim, os sedimentos são lavados em água corrente, utilizando a peneira de malha 0,062 mm. Dessa forma, ocorre a retirada dos sais, a separação do material argiloso e siltoso que representa cerca de 5% do total das amostras coletadas em campo.

Seguido da lavagem, o material de análise é armazenado novamente na estufa à 60°C por 24 horas. Logo após, é realizado o processo de separação dos grãos por tamanho através do peneiramento mecânico, com o auxílio do conjunto de peneiras com malhas de 2,830 até 0,062 mm. Estas, por sua vez, são agitadas pelo

Rotap Sieve-Shaker, separando as frações granulométricas. Em seguida, as amostras são pesadas na balança analítica, e assim os pesos são anotados nas fichas de análise granulométrica confeccionadas em laboratório, utilizando a escala de Wentworth (1922) (QUADRO 1).

Quadro 1 - Classificação do tamanho das partículas

CLASSIFICAÇÃO	Phi	mm	
Areia muito grossa	-1 a 0	2	a 1
Areia grossa	0 a 1	1	a 0,5
Areia média	1 a 2	0,5	a 0,25
Areia Fina	2 a 3	0,25	a 0,125
Areia muito fina	3 a 4	0,125	a 0,0625
Silte	4 a 6	0,0625	a 0,0039
Argila	> 6		< 0,0039

Fonte: Wentworth (1922).

Os pesos de cada fração são plotados no *software* Sistema de Análise Granulométrica (SAG), desenvolvido pelo Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense (UFF). Este programa, baseando-se nos dados da granulometria e nos teores de carbonato de cálcio, classifica os sedimentos, de acordo com Freire et al. (1997) (QUADRO 2) através de parâmetros que são relevantes na composição do mapa das fácies sedimentológicas do litoral oeste de Icapuí.

Para a confecção do mapa faciológico foi utilizada a classificação de Larssonneur (1977), a qual possui as seguintes subdivisões principais:

- Sedimento Litoclástico
- Sedimento Litobioclástico
- Sedimento Biolitoclástico
- Sedimento Bioclásticos

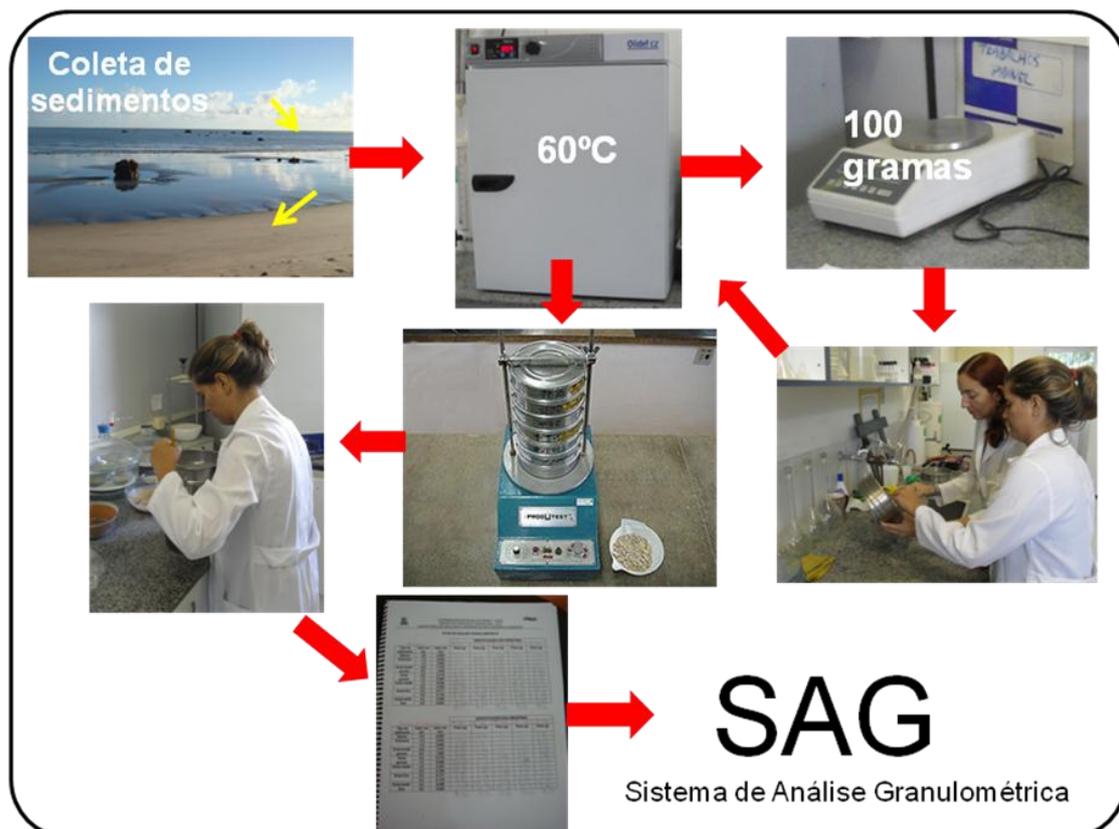
Quadro 2 - Classificação de sedimentos do fundo marinho.

SUBDIVISÕES PRINCIPAIS	SEIXOS, GRÂNULOS, COQUINAS 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 LITOCLASTÍCO carbonatos < 30%	CL 1 cascalho litoclástico	AL1a areia litoclástica com grânulos e cascalhos	AL1b areia litoclástica	LL1 lama terrígena
SEDIMENTO LITO-BIOCLÁSTICO carbonato = 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-LITOCLASTÍCO carbonatos = 50 a 70%	CB1 cascalho bio-litoclástico	AB1a areia bio-litoclástica com grânulos e cascalhos	AB1b areia bio-litoclástica	LB 1 marga calcária
SEDIMENTO BIOCLÁSTICO carbonato > 70%	CB2 cascalho bioclástico	AB2a areia bioclástica com grânulos e cascalhos	AB2b areia bioclástica	LB2 lama calcária

Abreviatura: L = lama; Md = mediana

Fonte: Freire et al. (1997).

Figura 18 - Etapas da Análise Granulométrica.



Fonte: Autor, 2011.

5.4.2 MORFOMETRIA E MORFOSCOPIA

Com o intuito de identificar a forma e a textura superficial dos grãos sedimentares da plataforma continental interna da parte oeste de Icapuí, utilizou-se o método da morfometria. Este, ao informar sobre os variados formatos dos sedimentos, indica o comportamento hidrodinâmico, pois varia de acordo com a forma das partículas.

Dessa forma, a análise morfométrica está embasada na esfericidade do grão, que é o grau em que a forma de uma partícula se aproxima da forma esférica (DIAS, 2004), como também no índice de rolamento. Este, por sua vez, se diferencia geometricamente da esfericidade e expressa a angulosidade do grão, e conforme Suguio (1973) reflete a distância e o rigor do transporte. E assim também, indica o tempo que os sedimentos encontram-se ativos no ciclo sedimentar. Diante disso, a morfometria pode ser descrita da seguinte forma:

Posterior a separação das frações através do peneiramento mecânico, realizado na análise granulométrica, separa-se as frações 1Φ (0,500 mm) e 2Φ (0,250 mm) em sacos plásticos separados, devidamente etiquetados com o número da amostra. Em seguida, são separados 100 grãos de cada fração, despejados aleatoriamente, uma por vez em uma placa de acrílico dividida por colunas verticais e horizontais confeccionada em laboratório. E assim, escolhe uma coluna vertical ou diagonal para analisar o formato dos grãos no microscópio (FIGURA 19).

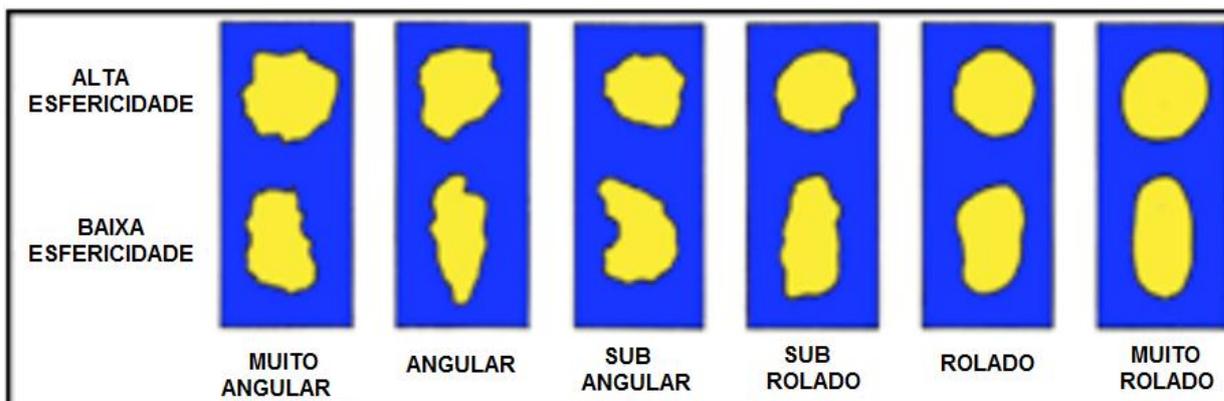
Figura 19 - Instrumentos utilizados na análise morfométrica.



Fonte: Autor, 2011.

No decorrer da análise morfométrica, são registradas as características dos grãos de quartzo conforme as 6 classes de rolamento de Powers (1953), ilustrada na figura 20. Os demais grãos são registradas características como a cor.

Figura 20 - Projeções da escala de Powers.



Fonte: Adaptado por Dias (2004).

Dias (2004) afirma que Vatan designou por morfoscopia o estudo da superfície dos grãos detríticos de areia, principalmente dos quartzos. Sendo assim, realizou-se esta análise nas amostras da área de estudo, junto à análise morfométrica, descrevendo-se da seguinte forma:

Após a separação das amostras pelas frações 1Φ e 2Φ , é realizada a lavagem destas com ácido clorídrico (HCl), a fim de retirar os carbonatos. Em seguida são analisados paralelamente à análise morfométrica com auxílio do microscópio, registrando as características da superfície dos grãos, e organizando os dados em planilha do *Microsoft Office Excel* 2010.

5.4.3 TEOR DE CARBONATO DE CÁLCIO

Como afirma Suguio (1973) os carbonatos são controlados tanto por fatores regionais como locais, podendo-se alterar a composição e a textura dos sedimentos. Em águas rasas, a área que abrange o objeto de estudo dessa pesquisa, ocorre o processo de litificação na gênese de calcários.

Diante do exposto, quantificou-se o teor de carbonato das amostras da plataforma e da faixa de praia. Para isto, utilizou-se o método Calcímetro de Bernard descrito posteriormente.

Inicia-se com a pesagem de 0,5 g da cada amostra e de 0,5 g de CaCO_3 utilizando a balança analítica do Laboratório de Oceanografia Geológica (LOG). Após acondiciona-se o carbonato de cálcio no Kitassato, um erlemeyer modificado, adaptado a um tubo de sistema de vasos comunicantes. Em seguida é adicionado 2 ml de HCl diluído em 10% no tubo de ensaio, o qual isola o Kitassato para que não ocorra a mistura. O carbonato presente nas amostras reage com o ácido que libera o gás carbônico, deslocando a água do tubo (FIGURA 20). Os valores obtidos são comparados com o deslocamento de 0,5 g do padrão de carbonatos (99%).

Logo após são realizados os cálculo com os valores obtidos no experimento, para identificar os valores do CaCO_3 em porcentagem. Sendo assim utilizou-se o cálculo descrito abaixo:

$$\text{carbonato(\%)} = \frac{\text{valor da amostra} \times 99 \text{ (constante)}}{\text{valor do carbonato de cálcio}}$$

5.4.4 MINERAIS PESADOS

Com o intuito de verificar a existência de minerais pesados na plataforma continental interna e no material constituinte das falésias no litoral de Icapuí, foram realizadas análises das amostras em laboratório utilizando o procedimento metodológico desenvolvido por Parfenoff (1973).

Esta metodologia consiste na lavagem de 10 gramas de cada amostra por ácido clorídrico (HCl) diluído a 10%, para que seja retirado o carbonato de cálcio da amostra. Em seguida, as amostras são acondicionadas na estufa a 60°C até secar. Logo após, os sedimentos são filtrados com auxílio de um papel filtro em funil de vidro. E assim, é despejado o bromofórmio, a fim de que sejam separados os minerais leves e os pesados. Depois da separação, conta-se 300 grãos dos minerais pesados para identificar na lupa os tipos de minerais existentes, e fazer os cálculos estatísticos.

No entanto, dentre as amostras da plataforma continental interna na parte oeste de Icapuí e nos sedimentos do sopé das falésias não foram encontrados minerais pesados.

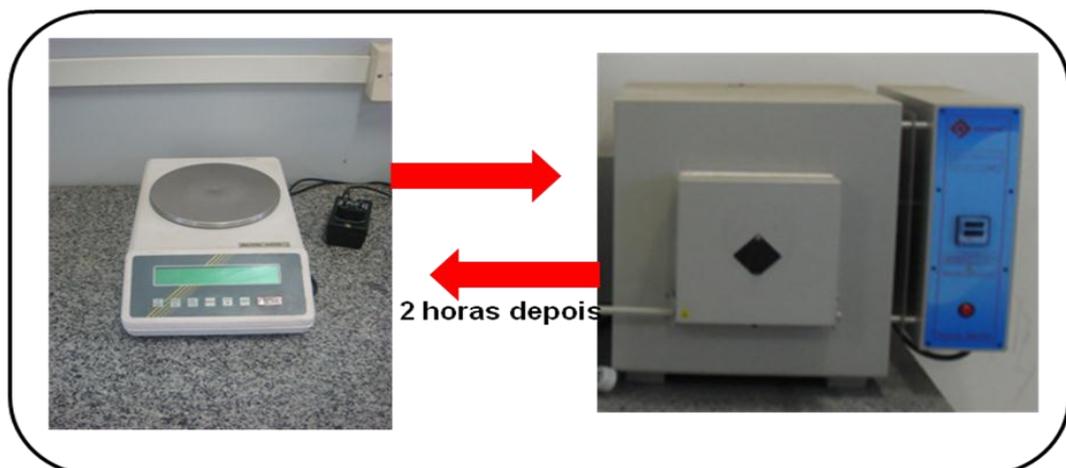
5.4.5 TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA

A matéria orgânica é um componente presente em pequena quantidade nos sedimentos marinhos, é importante, pois, regula a sorção e a biodisponibilidade de diversos contaminantes.

Dessa forma avaliou-se o teor de matéria orgânica das amostras da plataforma continental interna oeste de Icapuí, utilizando o método gravimétrico proposto por Loring e Rantala (1992), o qual se descreve da seguinte forma:

São utilizados cadinhos numerados de acordo com as amostras, logo após são pesados vazios em uma balança analítica. Posteriormente pesa-se novamente com 2g de sedimento de cada amostra, em seguida coloca-se na mufula à 250°C durante 2 horas (FIGURA 21).

Figura 21 - Instrumentos utilizados na análise da matéria orgânica.

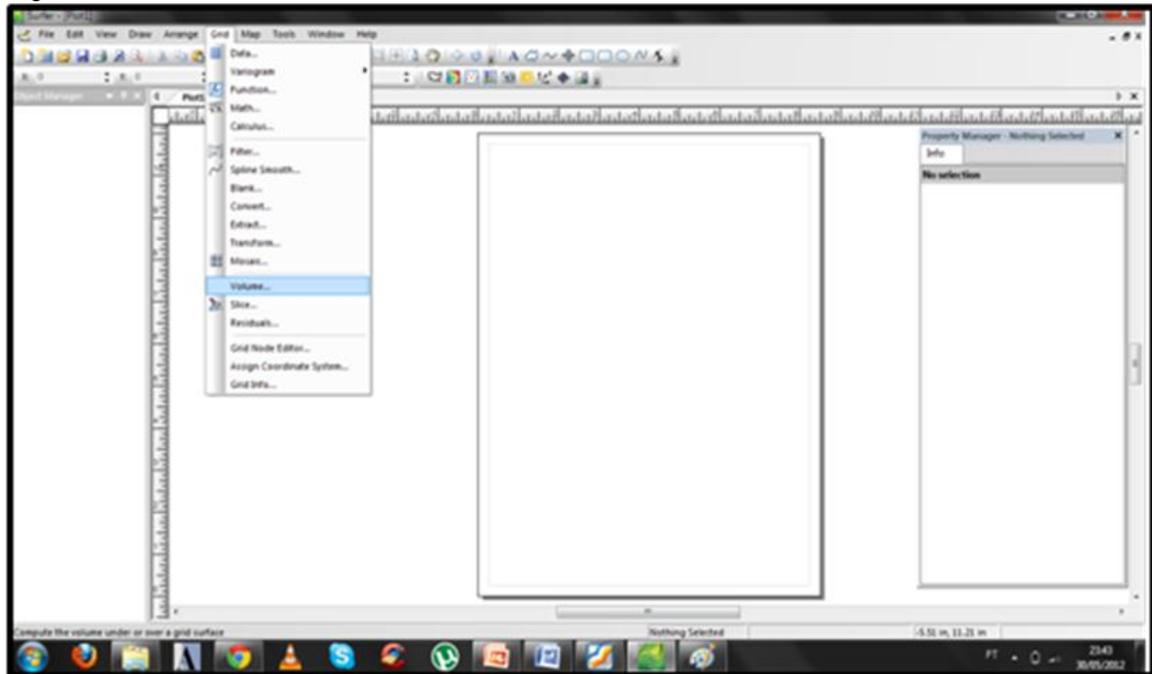


Fonte: Autor, 2011.

5.5 ANÁLISE DO BALANÇO SEDIMENTAR

Para identificar o balanço sedimentar das praias em questão, utilizou-se os dados da cota obtidos através dos perfis de praia. Sendo assim, foi realizado o processamento dos mesmos no *software* Surfer 10 (FIGURA 22), utilizando as ferramentas **DATA** para gerar o GRID, e logo após abre o arquivo em grid e utiliza **Volume** para obter o valor negativo e positivo. Depois é realizada a diferença entre os valores positivos de períodos distintos, obtendo-se o resultado.

Figura 22 - Software Surfer 10.



Fonte: Software Surfer 10.

5.6 ANÁLISE DO BY PASS DE SEDIMENTOS

Na análise da transferência de sedimentos provenientes da erosão do continente, realizou-se a vetorização dos leques (“saída” de sedimentos) utilizando o *software* ArcGIS 8.0. Em seguida as linhas dos vetores foram inseridas em uma imagem advinda da missão de mapeamento do relevo terrestre *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), que é um modelo digital do terreno. Também foi inserido o shape do oceano e os vetores indicando a direção das ondas, a fim de confeccionar o mapa.

6. ANÁLISE DOS ASPECTOS MORFOLÓGICOS

Através do levantamento topográfico dos perfis de praia e da batimetria defronte à praia da Ponta Grossa até a isóbata de 10 m, obteve-se as características morfológicas do ambiente praial, com também da plataforma continental interna da região oeste do litoral de Icapuí.

6.1 PERFIS TRANSVERSAIS DE PRAIA

As características da morfologia das zonas da praia dizem respeito à relação entre os processos atuantes na costa e as formas resultantes destes. E assim, o perfil praial modifica-se de acordo com a hidrodinâmica local, transportando e selecionando o material que compõe as fisiografias do ambiente.

Os perfis transversais de praia foram realizados nas praias da Ponta Grossa, Redonda e Peroba, totalizando uma área de 7 km de extensão, com 16 perfis. As medições foram realizadas nos meses de janeiro e agosto de 2011. O primeiro representa o período chuvoso e o segundo o período de estiagem, embora neste ano tenha ocorrido precipitação acima da média histórica em agosto.

Juntamente com os perfis de praia pôde-se estabelecer o balanço sedimentar de cada ponto, com o intuito de verificar se houve maior retirada ou deposição do material no ambiente praial.

Diante do levantamento dos perfis topográficos, foi observado que as praias do litoral oeste de Icapuí possuem perfis extensos e pequena declividade. Com relação às características granulométricas, predominam os grãos finos a muito finos com coloração escura e presença dos minerais mica e quartzo.

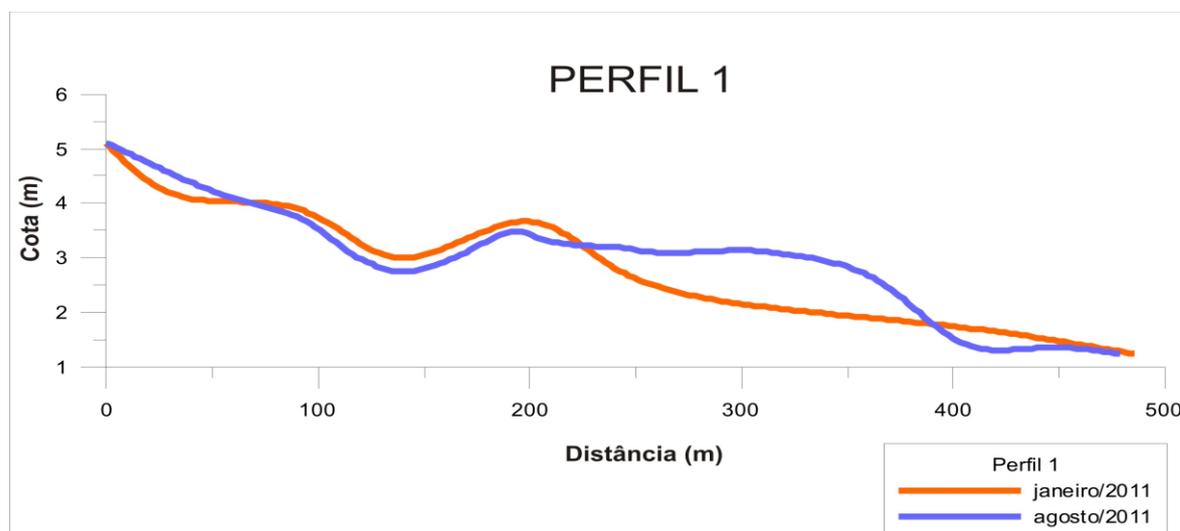
6.1.1 PRAIA DE PONTA GROSSA

O ponto 1 está localizado defronte à vila de Ponta Grossa, foi medido desde à estrada de acesso à praia até a zona de antepraia, correspondendo 500 m de distância, confirmando o que afirmou Silva (2005). Na zona de pós praia deste perfil encontra-se o terraço marinho com barreira arenosa e uma laguna que é inundada na maré alta e nos períodos de ressaca.

Neste perfil obteve-se a cota até 5 m, apresentando irregularidades na zona de estirâncio devido aos bancos de areia e a declividade da laguna. Na zona de pós-praia há equilíbrio, pois é plana até as proximidades da face de praia. Entretanto, entre o estirâncio e a antepraia há uma maior declividade.

Considerando que os perfis foram medidos nos períodos de chuva (janeiro) e estiagem (agosto), é notória a presença de pontos de acreção durante o estio, sobretudo na zona de estirâncio, onde ocorre o espraio da onda ao chegar à costa (GRÁFICO 7). Diante disso, vale ressaltar a altura das ondas nestes períodos no litoral de Icapuí, onde obtiveram máxima de 1,9m em janeiro e 1,5m em agosto. Ou seja, no mês que se obteve uma altura razoável foi onde houve maior acreção.

Gráfico 7 - Perfil 1 na praia de Ponta Grossa nos meses de janeiro e agosto de 2011.

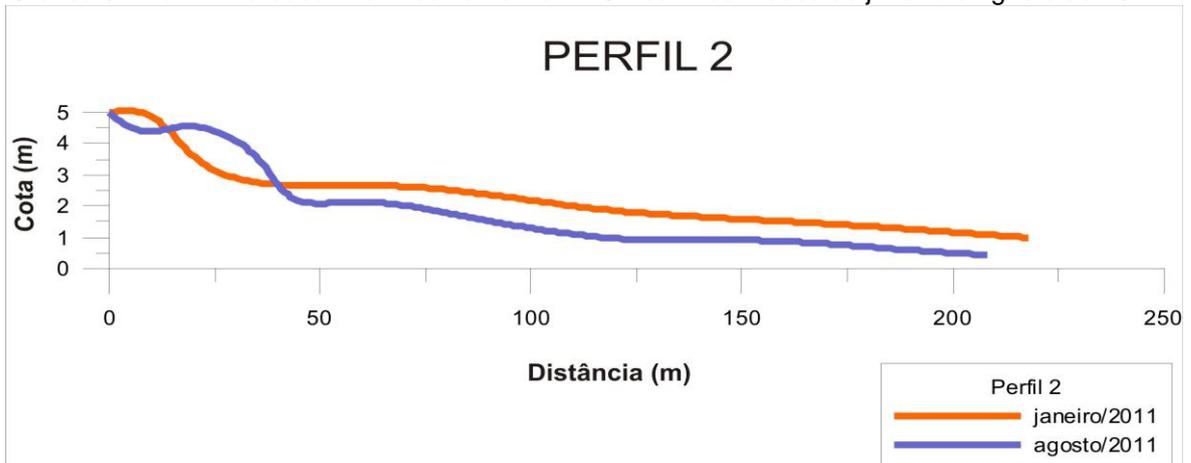


Fonte: Elaborado pelo autor.

O ponto 2 é o primeiro realizado a partir da base do costão rochoso em Ponta Grossa. Este perfil também apresentou morfologia plana, caracterizando a praia como dissipativa, de acordo com Silva (2005). Apresenta largura de 200 m e altura de 5 m. Nesta área não há zona de pós-praia, tendo em vista que há presença de falésias ativas. Entre as distâncias 0 a 50 m pode-se observar maior acúmulo de sedimentos em agosto, comparado ao período chuvoso, revelando que neste as ondas de sea retiram grande quantidade de sedimentos da face de praia, ocorrendo erosão neste ponto (GRÁFICO 8).

Com relação ao volume, este foi de 3.733,10 m³ em janeiro e 2.800,72 m³ no mês de agosto. Dessa forma, resultou no balanço negativo, comprovando a erosão.

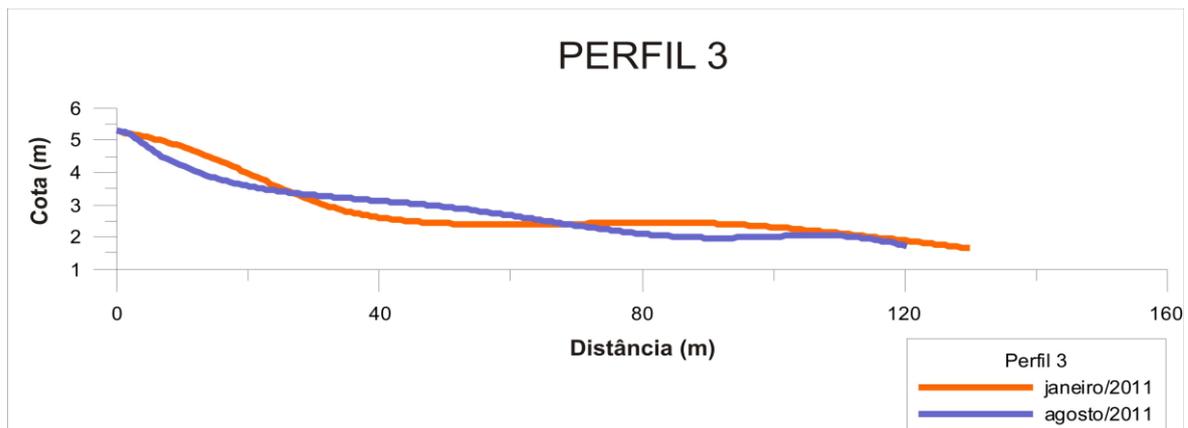
Gráfico 8 - Perfil 2 na base das falésias de Ponta Grossa nos meses de janeiro e agosto de 2011.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O terceiro perfil prossegue o costão rochoso sentido leste no litoral de Icapuí, localizando-se 500 m distante do perfil 2. Neste ponto é notório o processo erosivo, demonstrado por uma pequena declividade entre as distâncias 0 a 40 m, sendo entre a base da falésia e a zona de intermarés. Porém entre o estirâncio e a antepraia não houve mudança relevante entre janeiro e agosto (GRÁFICO 9). Os volumes obtidos foram de 1.738,93 m³ em janeiro e 1.380,76 m³, sendo o balanço de sedimentos negativo.

Gráfico 9 - Perfil 3 na base das falésias de Ponta Grossa nos meses de janeiro e agosto de 2011.

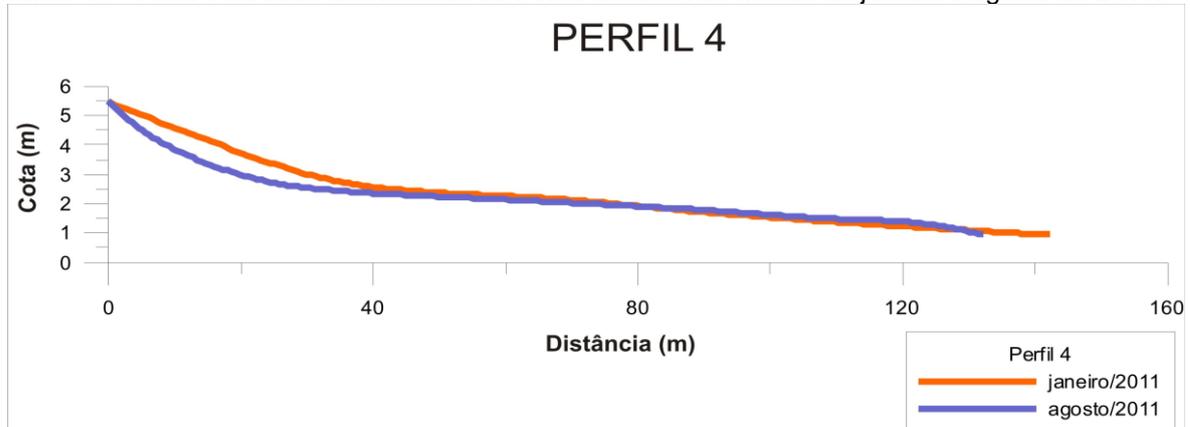


Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados do perfil 4 demonstram que no período chuvoso na base da falésia houve acúmulo de areia, e ocorreu erosão no mês de agosto. Nas demais zonas do sistema praiado deste ponto não houve mudanças. As características deste perfil são semelhantes aos anteriores que estão localizados no sopé do costão rochoso.

Dessa forma, apresenta um terreno plano suave e pouco íngreme em direção à antepraia (GRÁFICO 10). Neste ponto o balanço sedimentar é positivo, com volumes de 1.821,97 m³ em janeiro e 1.372,06 m³ no mês de agosto.

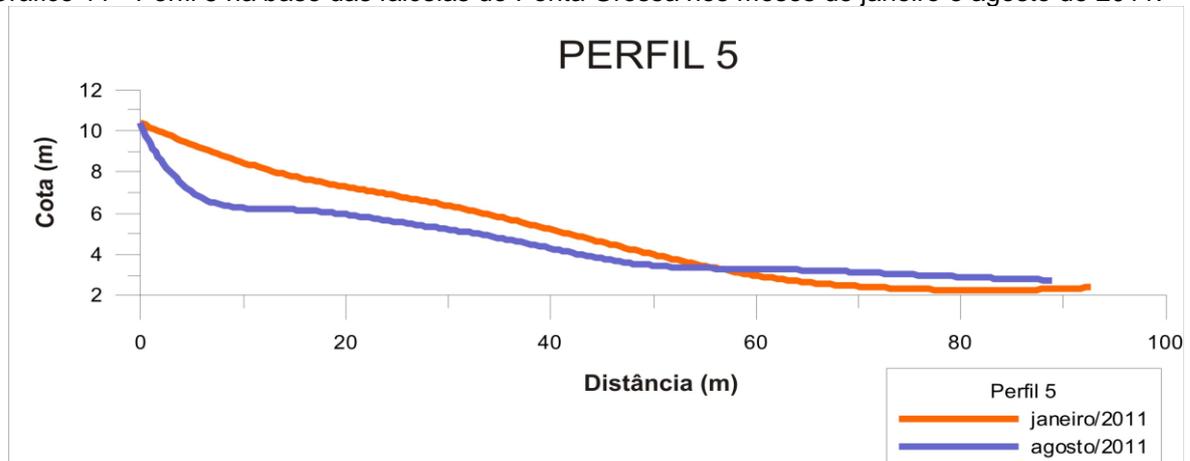
Gráfico 10 - Perfil 4 na base das falésias de Ponta Grossa nos meses de janeiro e agosto de 2011.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Este perfil é o último localizado na base do costão rochoso em Ponta Grossa. Apresentou apenas um ponto de erosão, sendo entre as distâncias 0 a 40 m. Este fato ocorreu no período de estiagem, onde predominam as ondas de sea. Entretanto no mês de janeiro, período onde ocorre a entrada das ondas de *swell* houve acumulação no mesmo local. Com relação à morfologia, vale salientar uma discreta declividade em direção à antepraia, sem cavas ou barras arenosas (GRÁFICO 11). Neste ponto obteve-se em janeiro o volume de 2.114,67 m³ e no mês de agosto 1.616,64 m³, com balanço sedimentar negativo.

Gráfico 11 - Perfil 5 na base das falésias de Ponta Grossa nos meses de janeiro e agosto de 2011.



Fonte: Elaborado pelo autor.

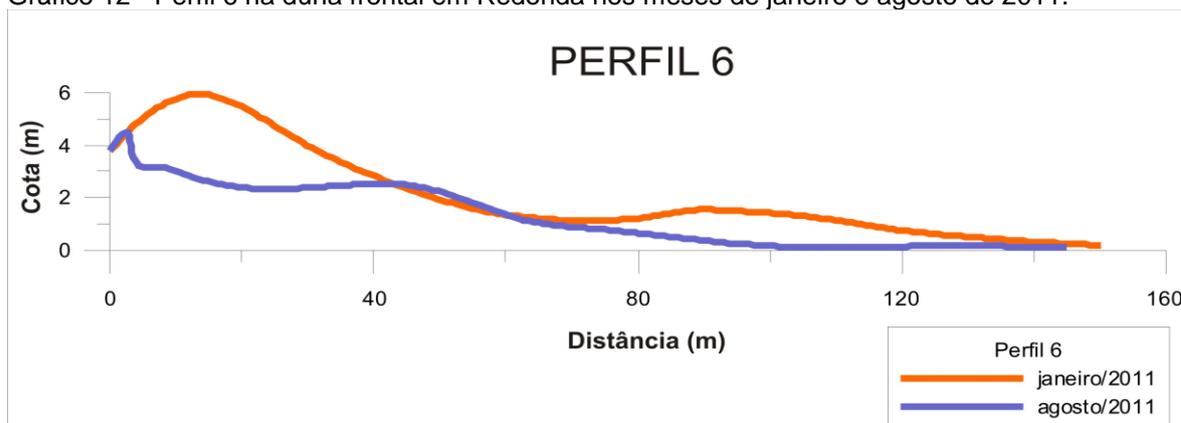
6.1.2 PRAIA DA REDONDA

O perfil 6 está localizado na praia da Redonda em um trecho onde predominam dunas frontais e falésias recuadas por trás. Neste ponto fez-se a medição desde a crista da duna frontal, coletando os dados na ré até o início da vegetação da duna e vante até antepraia. Sendo assim, obteve-se um perfil com dois pontos de acumulo de sedimentos no mês de janeiro. Um encontra-se no início da duna e outro na zona de estirâncio.

Nestes pontos há ocorrência de erosão no período da ocorrência das ondas de sea. Observa-se uma declividade entre a duna e a face de praia. Neste caso, a duna tem a função de barreira sedimentar, com exceção nos períodos de ressaca, onde ocorre maior acumulação notória em janeiro (GRÁFICO 12).

Entre os meses de janeiro e agosto o balanço sedimentar foi negativo neste ponto, com o volume de 1.962,68 m³ no mês de janeiro e 9.989,87 m³ em agosto, constatando que a retirada foi maior do que a engorda na praia. Além disso, no mês de agosto, constatou-se uma possível retirada de sedimentos através dos ventos do perfil, fornecendo para a duna. Vale salientar ainda que, neste local da praia encontram-se os leques coluviais de saída de sedimentos continente-oceano, localizados nas falésias inativas e dunas.

Gráfico 12 - Perfil 6 na duna frontal em Redonda nos meses de janeiro e agosto de 2011.



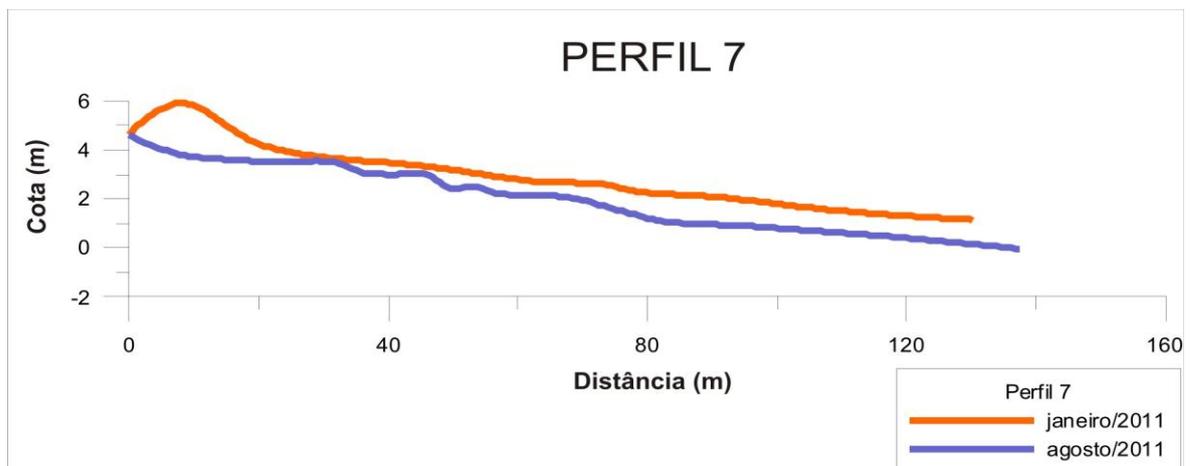
Fonte: Elaborado pelo autor.

O ponto 7 também está localizado no trecho das dunas frontais na praia da Redonda. Neste perfil houve pequeno acúmulo de sedimentos em cima da duna no mês de janeiro, quando ocorrem os eventos de ressaca, havendo uma maior intensidade de ganho de materiais. O perfil apresenta morfologia plana, com mínima

declividade, relacionada ao perfil anterior. Neste trecho das dunas frontais pode-se observar que largura é menor do que na praia de Ponta Grossa (GRÁFICO 13).

Houve retirada de material sedimentar do perfil, sendo fornecido para duna nesse ponto, obtendo o balanço negativo, com 2.773,38 m³ em janeiro e no mês de agosto 1.642,86 m³ de volume da área.

Gráfico 13 - Perfil 7 na duna frontal em Redonda nos meses de janeiro e agosto de 2011.

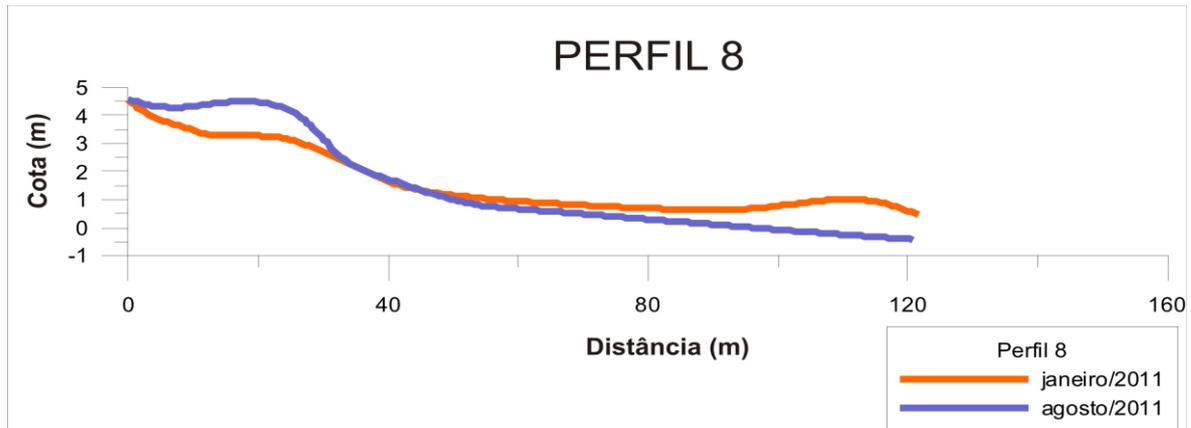


Fonte: Elaborado pelo autor.

O perfil 8 é o último localizado no trecho das dunas frontais na praia da Redonda. Conforme os demais perfis presentes neste trecho possuem largura até 160 m (GRÁFICO 14). Diferencia-se dos demais apresentando um ponto de acresção no período de ocorrência das ondas de sea na parte superior da duna, ou seja sedimentos do perfil sendo fornecidos para a zona de pós praia.

O balanço sedimentar verificado neste ponto foi negativo, correspondendo ao volume de 8.786,54 m³ em janeiro e 7.661,56 m³ em agosto.

Gráfico 14 - Perfil 8 na duna frontal em Redonda nos meses de janeiro e agosto de 2011.

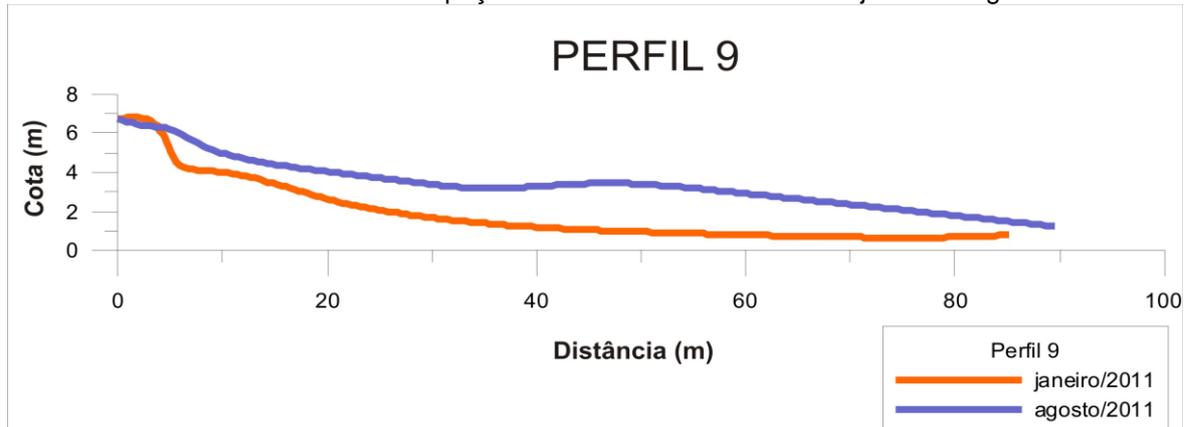


Fonte: Elaborado pelo autor.

O ponto 9 localiza-se no trecho onde forma-se uma enseada e há presença de ocupação em Redonda. Apresenta largura de 90 m e cota de 7 m, demonstrando-se estreito com relação aos anteriores. No mês de janeiro é notória a erosão e acresção em agosto ao longo do perfil de praia. Observa-se maior declividade, ocasionado pela presença de calçadão na zona de pós-praia (GRÁFICO 15). Neste caso, em períodos de maré alta, esta se estende até a estrutura física, colaborando com o acúmulo de sedimentos na zona de pós praia.

Este perfil possui um balanço negativo, apresentando um volume de 6.373,41 m³ no mês de janeiro e 9.557,28 m³ em agosto.

Gráfico 15 - Perfil 9 no trecho de ocupação em Redonda nos meses de janeiro e agosto de 2011.



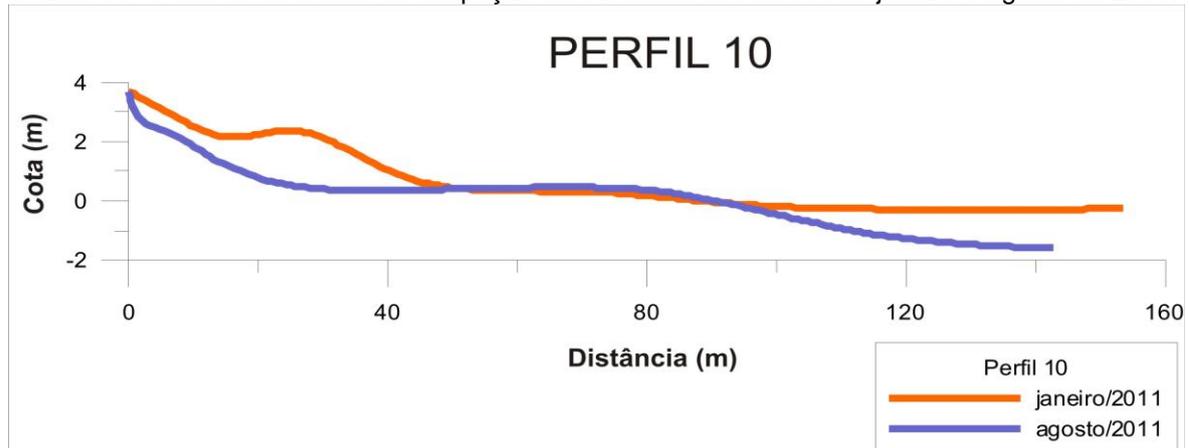
Fonte: Elaborado pelo autor.

No perfil 10 ocorreu o processo inverso ao perfil anterior, havendo perda de sedimentos em condições de ondas de sea próximo a zona de pós-praia, bem como

na antepraia. Apresenta 140 m de largura com cota de 4 m (GRÁFICO 16). Sendo assim, se revelou maior que o perfil anterior, localizado no mesmo trecho.

O volume estimado foi de 7.861,50 m³ em janeiro e 4.038,62 m³ em agosto, apresentando um balanço positivo.

Gráfico 16 - Perfil 10 no trecho de ocupação em Redonda nos meses de janeiro e agosto de 2011.

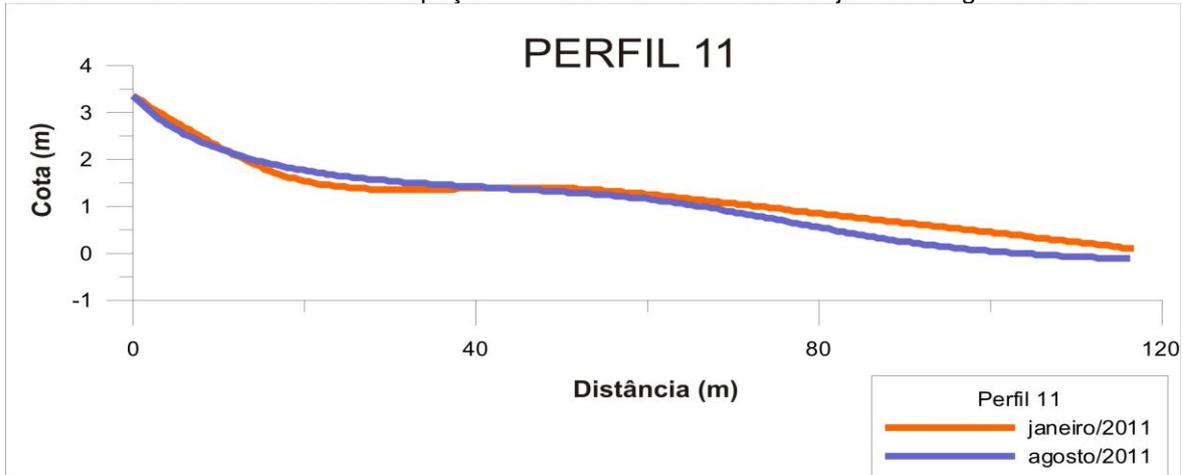


Fonte: Elaborado pelo autor.

No perfil 11 não houve mudança em relação ao período chuvoso e estiagem. Ao longo das zonas do sistema praial neste ponto, a morfologia é a mesma, caracterizando-se um perfil com declividade, atingindo a cota de 4 m e largura de 155 m em janeiro e 185 em agosto (GRÁFICO 17).

Obteve balanço negativo, apresentando volume em janeiro de 7.854,56 m³ e no mês de agosto 8.309,63 m³. Diante disso, é importante ressaltar que este perfil encontra-se defronte ao calçadão, o qual no período da coleta estava destruído pelas ondas. Estas, por sua vez, alcançavam a estrada de acesso à praia da Redonda, ocasionando transtornos à população local e turistas.

Gráfico 17 - Perfil 11 no trecho ocupação em Redonda nos meses de janeiro e agosto de 2011.

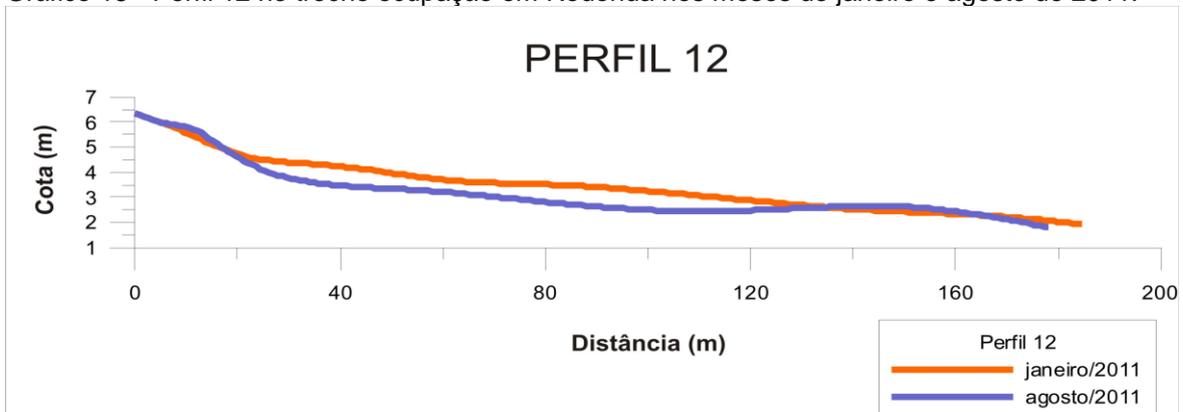


Fonte: Elaborado pelo autor.

Este é o último ponto do trecho ocupação na praia da Redonda. Apresentou semelhante quanto à morfologia em ambos os períodos. É caracterizado pela largura variando de 200 a 250 m e cota de 6 m (GRÁFICO 18).

Quanto ao volume, este foi estimado em janeiro por 4.993,61 m³ e agosto por 4.123,18 m³, obtendo um balanço positivo.

Gráfico 18 - Perfil 12 no trecho ocupação em Redonda nos meses de janeiro e agosto de 2011.



Fonte: Elaborado pelo autor.

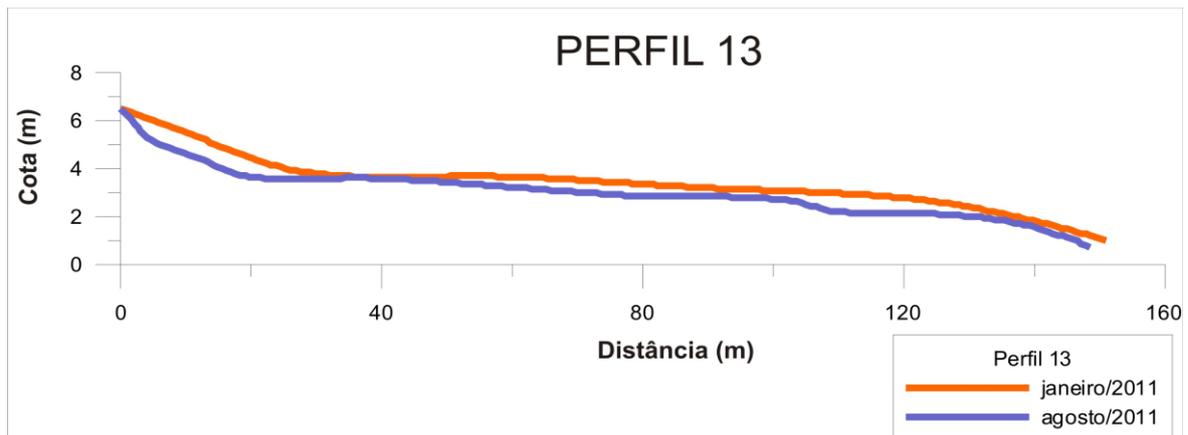
6.1.3 PRAIA DA PEROBA

O perfil 13 está localizado na base do costão rochoso na praia da Peroba. Neste trecho não ocorre erosão das falésias, portanto não há contribuição na alimentação do sistema praial. Possui largura de 150 m e cota de 6 m. A declividade é mínima, ocorrendo erosão com auxílio das ondas de sea, próxima à base da falésia e acresção na mesma em janeiro. Ao longo do perfil, mostra-se semelhante

em ambos os períodos (GRÁFICO 19). É importante ressaltar a presença de arenitos de praia expostos nos respectivos meses.

Quanto ao volume estimado, este foi de 2.568,40 m³ em janeiro e 2.170,98 m³ em agosto, havendo o balanço negativo.

Gráfico 19 - Perfil 13 na base da falésia em Peroba nos meses de janeiro e agosto de 2011.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O perfil 14 localiza-se no trecho onde há ocupação na praia da Peroba. Observa-se o início do processo erosivo diante à observação da zona de pós-praia, conforme ilustrado na figura 23. Este fato é notório no valor obtido pelo volume estimado de 3.362,05 m³ em janeiro e 3.401,63 m³ no mês de agosto, obtendo o balanço negativo.

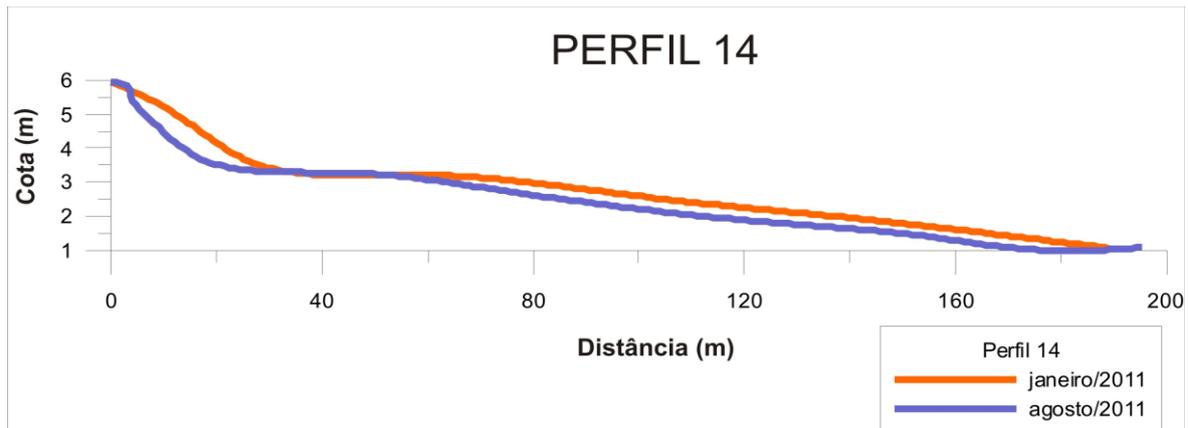
Figura 23 - Processo erosivo na praia da Peroba, Icapuí.



Fonte: Autor, janeiro de 2011.

De acordo com o perfil 14, observa-se uma largura de aproximadamente 200 m com cota de 6 m. Há um ponto de engorda da praia em janeiro e erosão em agosto localizado na escarpa entre a zona de pós-praia e o estirâncio (GRÁFICO 20).

Gráfico 20 - Perfil 14 no trecho ocupação na praia da Peroba em janeiro e agosto de 2011.

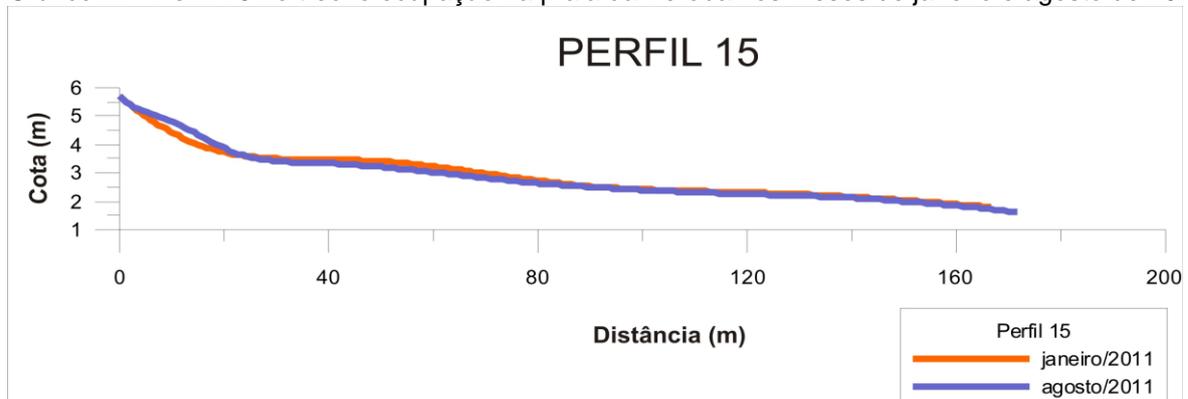


Fonte: Elaborado pelo autor.

O ponto 15 está distante do perfil anterior por 500 m, localizado no trecho de ocupação na praia da Peroba. É um perfil largo, com aproximadamente 250 m de distância e cota de 6 m. Comparando as sazonalidades distintas, neste ponto houve erosão (GRÁFICO 21).

No que se refere ao balanço, este é negativo, com a taxa de volume em janeiro de 4.680,13 m³ e no mês de agosto 4.199,34 m³.

Gráfico 21 - Perfil 15 no trecho ocupação na praia da Peroba nos meses de janeiro e agosto de 2011.

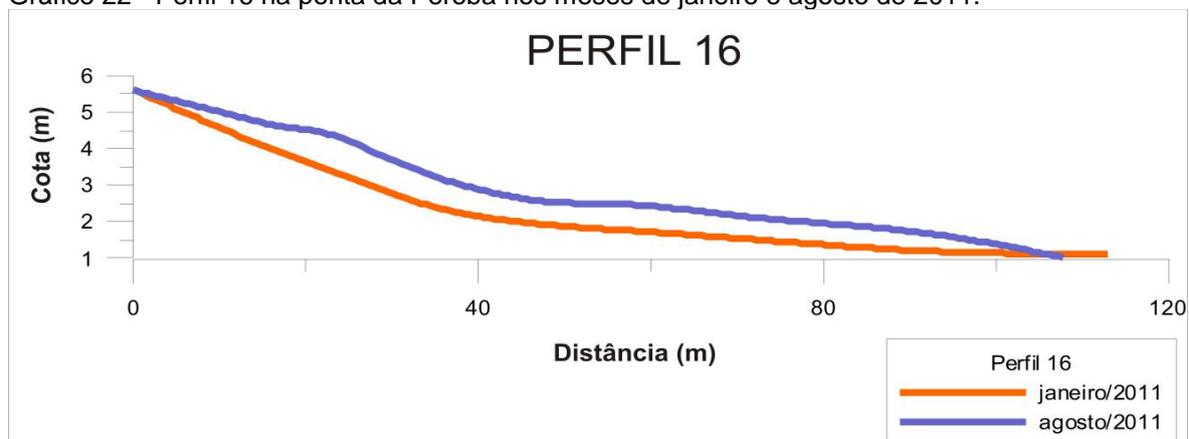


Fonte: Elaborado pelo autor.

O ponto 16 é caracterizado por 100 m de largura, com cota de 5 m. Ao longo deste, é observado no período de estio acresção e no chuvoso, erosão (GRÁFICO 22). Vale ressaltar que este perfil está localizado defronte a ponta da Peroba, onde possui uma plataforma de abrasão marinha.

Quanto ao volume, este obteve em janeiro 1.046,48 m³ e no mês de agosto 1.085,79 m³, ocorrendo um déficit de sedimentos.

Gráfico 22 - Perfil 16 na ponta da Peroba nos meses de janeiro e agosto de 2011.



Fonte: Elaborado pelo autor.

De modo geral, o sistema praial do litoral oeste de Icapuí, apresentou nove perfis erosivos, cinco perfis de deposição e dois perfil de equilíbrio. Vale ressaltar que os processos erosivos dos perfis do litoral oeste de Icapuí ocorreram em períodos de *sea*. Nos períodos de ondas de *swell* obtive-se engorda das praias.

Dessa forma, pode-se avaliar a mínima contribuição dos sedimentos de praia para as zonas submersas até onde ocorre o retrabalhamento das areias.

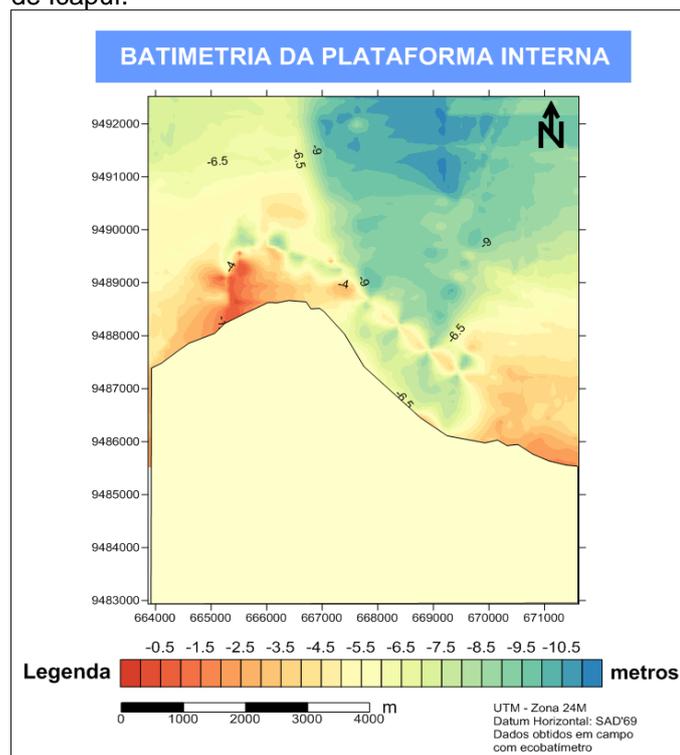
6.2 MORFOLOGIA DA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA

Para analisar a morfologia da Plataforma Continental Interna realizou-se o levantamento batimétrico defronte as praias de Ponta Grossa e Redonda até a isóbata de -10 m.

Através do modelo digital batimétrico, observou-se as irregularidades do fundo marinho, como a presença de afloramento rochoso. Esta mesma feição foi identificada nas profundidades de 30 e 45 m por Oliveira (2009), sendo caracterizada por rochas sedimentares associadas à antiga linha de costa.

Diante disso, o fundo rochoso identificado está localizado próximo à costa, pode está indicando uma antiga linha de costa ou uma antiga linha de falésias ativas. Assim sendo, em períodos de transgressão marinha ficaram submersas. Esta hipótese poderá ser compreendida através da datação do material rochoso. Ao longo desta área submersa, é notória, ainda, a presença de elevações próxima das rochas. Em direção à plataforma continental externa observa-se rebaixamento do terreno com pequenas elevações, correspondendo à pequenas dunas, tendo em vista que Oliveira (2009) identificou a presença das mesmas na profundidade de 14 m (MAPA 05).

MAPA 05: Batimetria da Plataforma Continental Interna de Icapuí.



6.3 AVALIAÇÃO DO TRANSPORTE SEDIMENTAR CONTINENTE-OCEANO

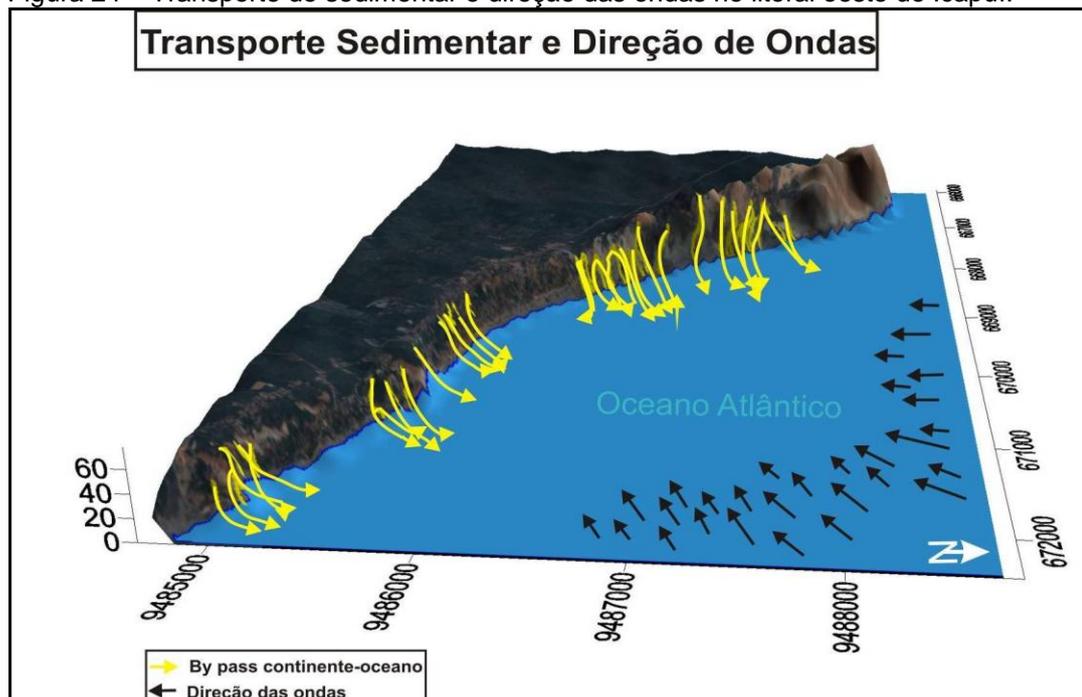
Através da análise e vetorização das imagens de satélite foram identificados diversos leques, indicando as saídas de sedimentos em direção ao oceano. Esta área localiza-se no trecho onde há dunas e falésias recuadas na praia da Redonda.

Os leques estão localizados nas falésias inativas em direção ao mar. Sendo assim, o material transportado é proveniente das formações constituintes das falésias (FIGURA 24). Através do mapeamento não é possível identificar o ambiente de sedimentação do material, no entanto os sedimentos vão para a deriva litorânea.

Diante disso, é notório que os sedimentos terrígenos provenientes das formações terciárias e quaternárias são transportados em direção à praia podendo ser carreados pelas ondas de direção NNW-N, N e NNE-N. Outro agente atuante na dinâmica costeira é o vento. Este, por sua vez, possui direção E-ESSE, NE-SE e NE-ESSE no litoral oeste de Icapuí.

Assim sendo, é importante ressaltar que as ondas não conseguem transportar os sedimentos para a plataforma rasa com a mesma intensidade que chegam à costa, tendo em vista que o retrabalhamento de sedimentos ocorre até a profundidade de fechamento. Dessa forma, é preciso auxílio dos dados de corrente para verificar, através da direção, o trajeto percorrido pelos sedimentos.

Figura 24 – Transporte de sedimentar e direção das ondas no litoral oeste de Icapuí.



Fonte: Elaborado pelo autor.

7. AVALIAÇÃO DA SEDIMENTAÇÃO DAS ZONAS EMERSA E SUBMERSA

As amostras coletadas na face de praia e plataforma continental interna foram sujeitas às análises sob perspectiva granulométrica, a fim de verificar o tamanho dos grãos, estatísticos para identificar o grau de selecionamento, assimetria e diâmetro médio. A morfometria e morfoscopia foram realizadas com o intuito de averiguar a área fonte dos sedimentos, bem como identificar o tempo que os grãos foram sedimentados.

As análises de carbonato de cálcio foram feitas nos sedimentos marinhos e costeiros para avaliar a porcentagem contida em cada ambiente. A matéria orgânica foi analisada nos sedimentos da plataforma.

7.1 GRANULOMETRIA DA FACE DE PRAIA E PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA

A granulometria das amostras da face de praia e plataforma continental interna está representada nos mapas sedimentológicos distribuídos por tamanho, de acordo com Wentworth (1922).

Na face de praia obteve-se a comparação por tamanho dos grãos entre os meses de janeiro (chuvoso) e agosto (estiagem).

7.1.1 FACE DE PRAIA

De acordo com o mapa de distribuição dos sedimentos, pode-se afirmar que ao longo da face de praia da área de estudo há ocorrência mínima de cascalho. Houve diferença entre os meses de janeiro e agosto, no primeiro ocorre uma pequena porção no sopé da linha de falésias vivas na Ponta Grossa, ou seja, sedimentos fragmentados oriundos destas feições. No segundo há presença de cascalhos defronte o trecho dunas frontais e falésias recuadas na praia da Redonda, onde estão presentes os leques sedimentares, também ocorre próximo à ponta da Peroba. (FIGURAS 25A e 25B). Portanto, a presença de cascalho na praia está associada à erosão dos costões rochosos, através das ondas.

Figura 25A - Distribuição de cascalho em janeiro de 2011, no litoral oeste de Icapuí.

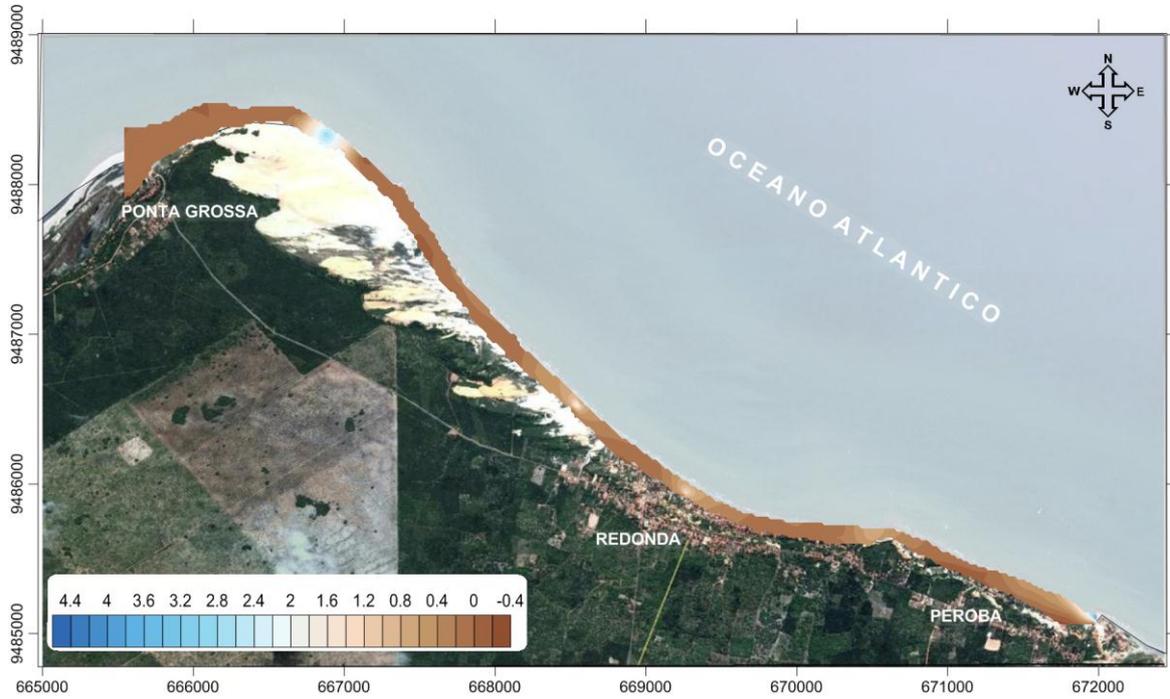
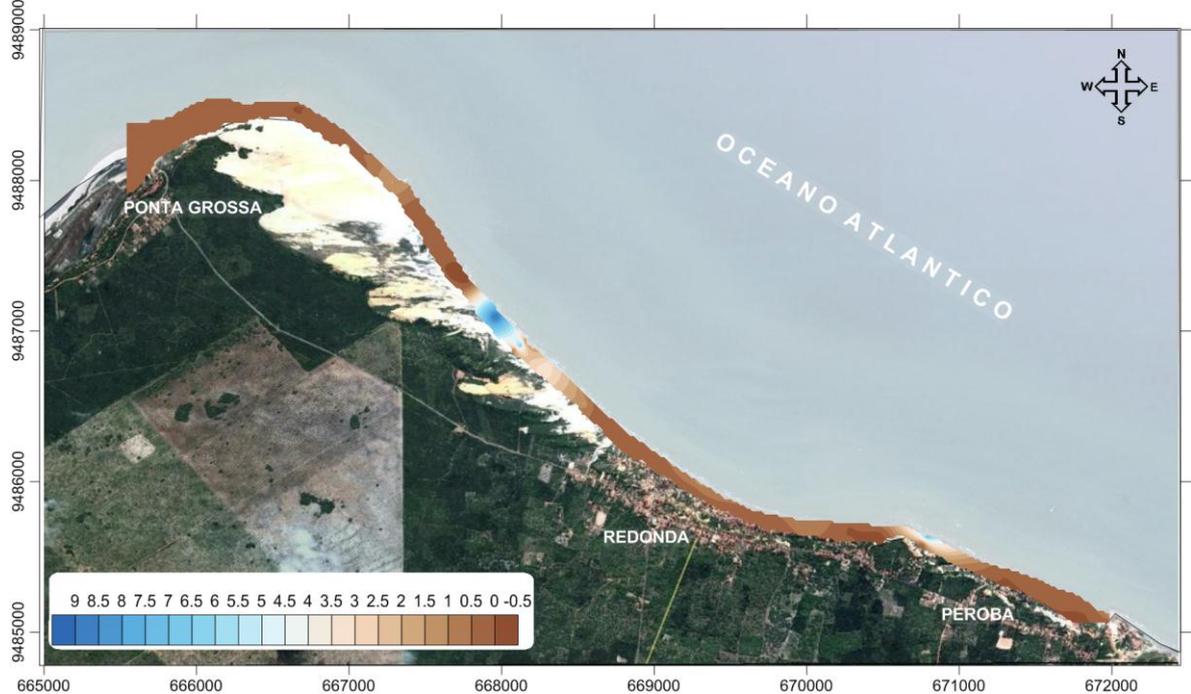


Figura 25B - Distribuição de cascalho em agosto de 2011, no litoral oeste de Icapuí.



A maior porção de areia grossa foi identificada nas áreas onde se encontram cascalho, próximo do sopé das falésias ativas em Ponta Grossa no mês de janeiro e defronte as falésias recuadas na praia da Redonda em agosto. É interessante

destacar que os períodos e as áreas de deposição são os mesmos dos sedimentos cascalhosos (FIGURAS 26A e 26B).

Pode-se explicar pelo fato de estarem próximos aos costões rochosos, e estes ao erodir formam sedimentos grosseiros. Em janeiro, ocorre o período dos eventos de ressaca, predominando ondas com alta energia, erodindo as falésias ativas. Já no mês de agosto a intensidade dos ventos no litoral cearense é maior em relação ao restante do ano, portanto, predomina a erosão das falésias inativas, transportando os grãos para o sistema praial.

Figura 26A - Distribuição de areia muito grossa em janeiro de 2011, no litoral oeste de Icapuí.

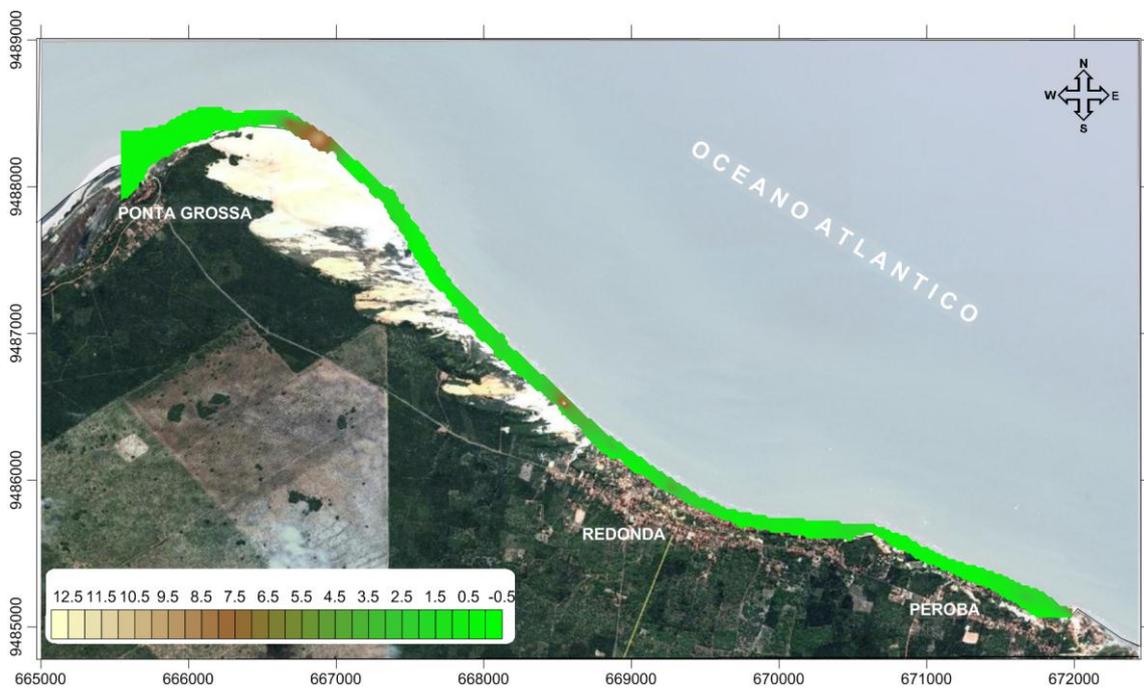
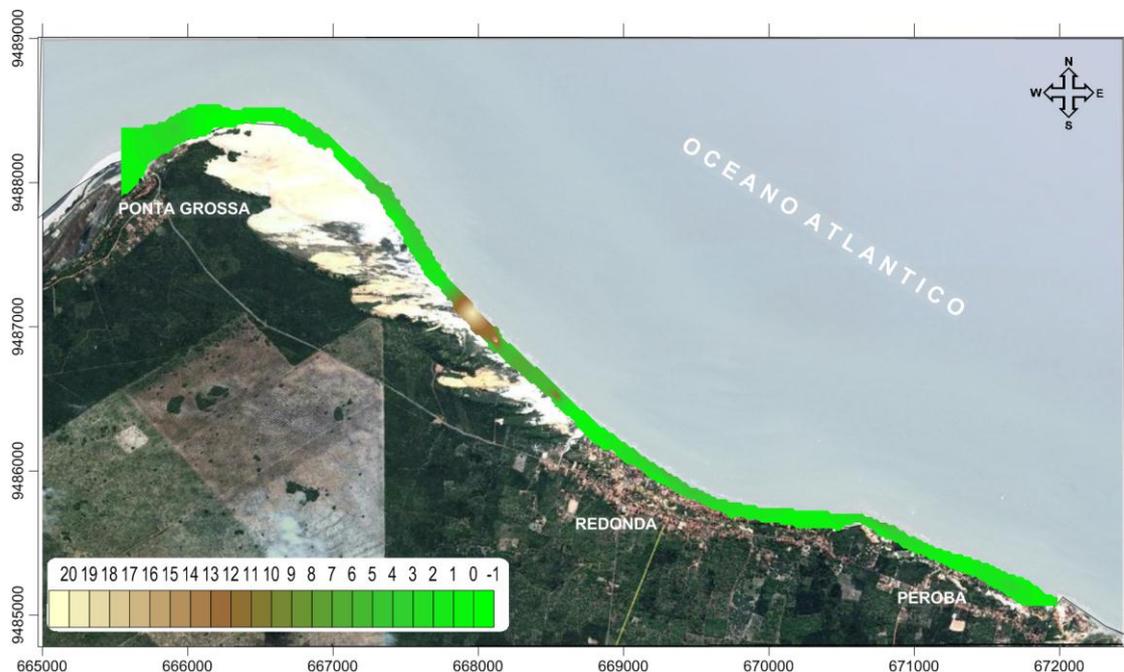


Figura 26B - Distribuição de areia muito grossa em agosto de 2011, no litoral oeste de Icapuí.



Os sedimentos grossos foram identificados nas proximidades da linha do costão rochoso de Ponta Grossa e defronte as dunas de Redonda. A maior ocorrência verificada foi no mês de agosto. Este fato é devido à grande incidência da ação eólica neste período e o pequeno índice de pluviosidade, a qual contribui com a fragmentação dos grãos (FIGURAS 27A e 27B).

Figura 27A - Distribuição de areia grossa em janeiro de 2011, no litoral oeste de Icapuí.

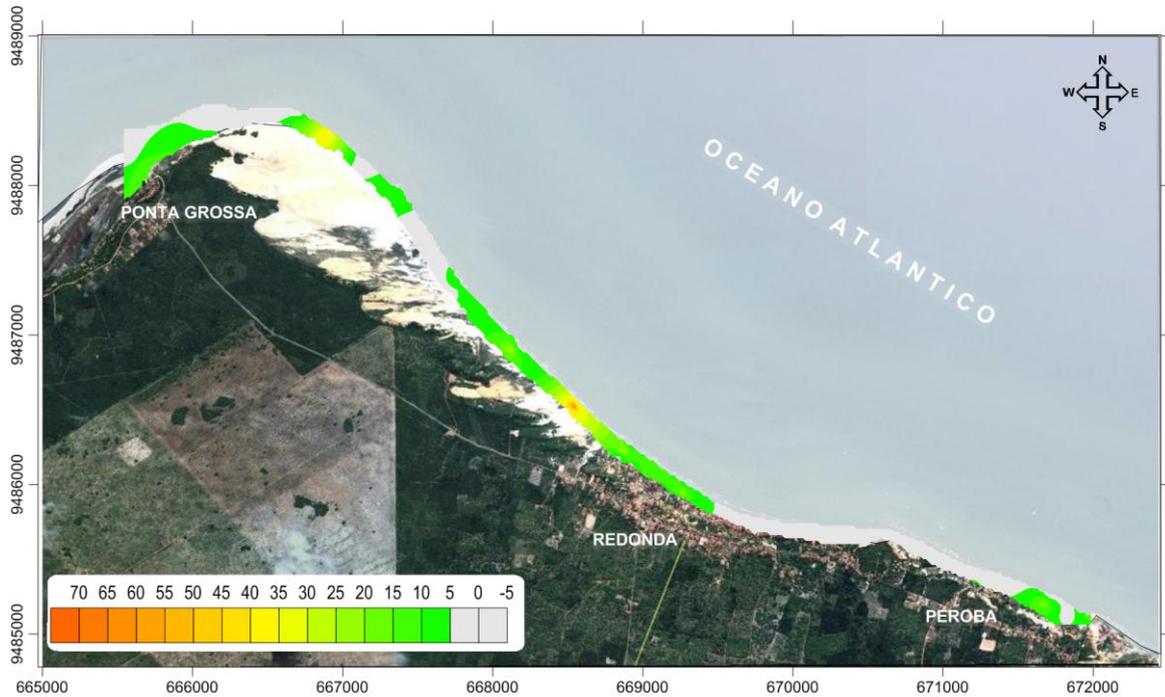
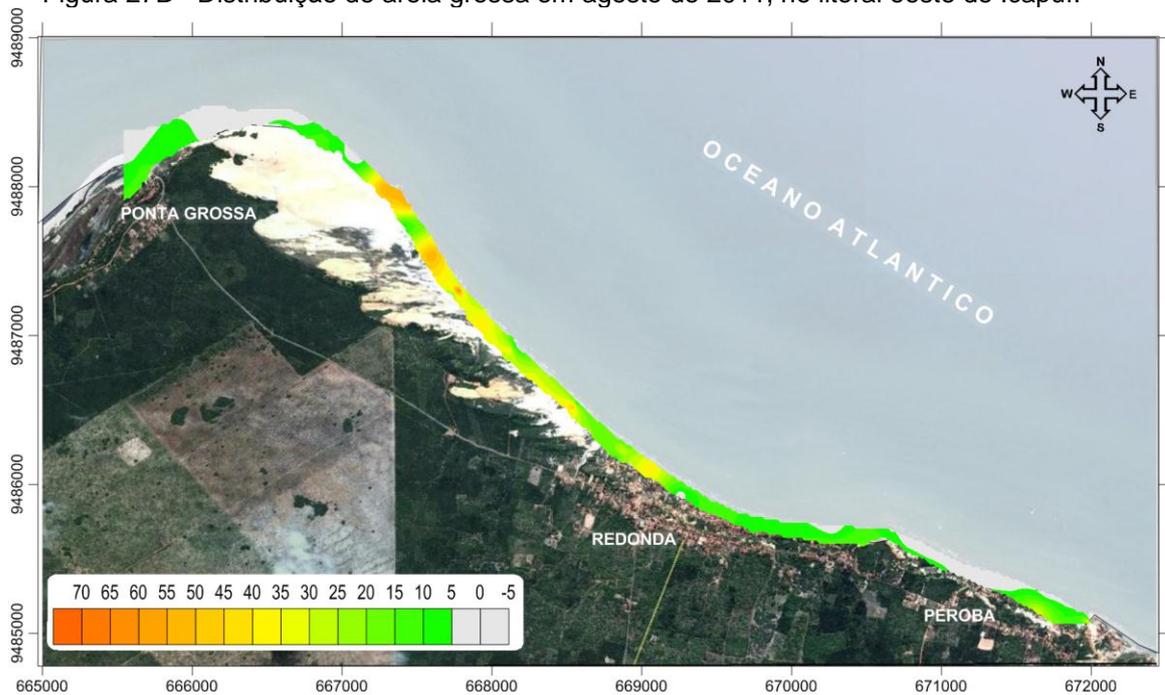


Figura 27B - Distribuição de areia grossa em agosto de 2011, no litoral oeste de Icapuí.



As areias médias foram encontradas ao longo da face de praia do litoral em estudo. Pode-se identificar que a maior incidência está na zona de pós-praia ou na base das falésias ativas, e à medida que se direciona para a antepraia diminui a quantidade de grãos médios (FIGURAS 28A e 28B).

No mês de agosto houve a maior concentração de areia média, principalmente, na pós-praia, abrangendo as três praias, com maior porção defronte as dunas de Redonda. Em janeiro foi identificado em menor porção, estendendo-se em maior quantidade em Ponta Grossa.

Figura 28A - Distribuição de areia média em janeiro de 2011, no litoral oeste de Icapuí.

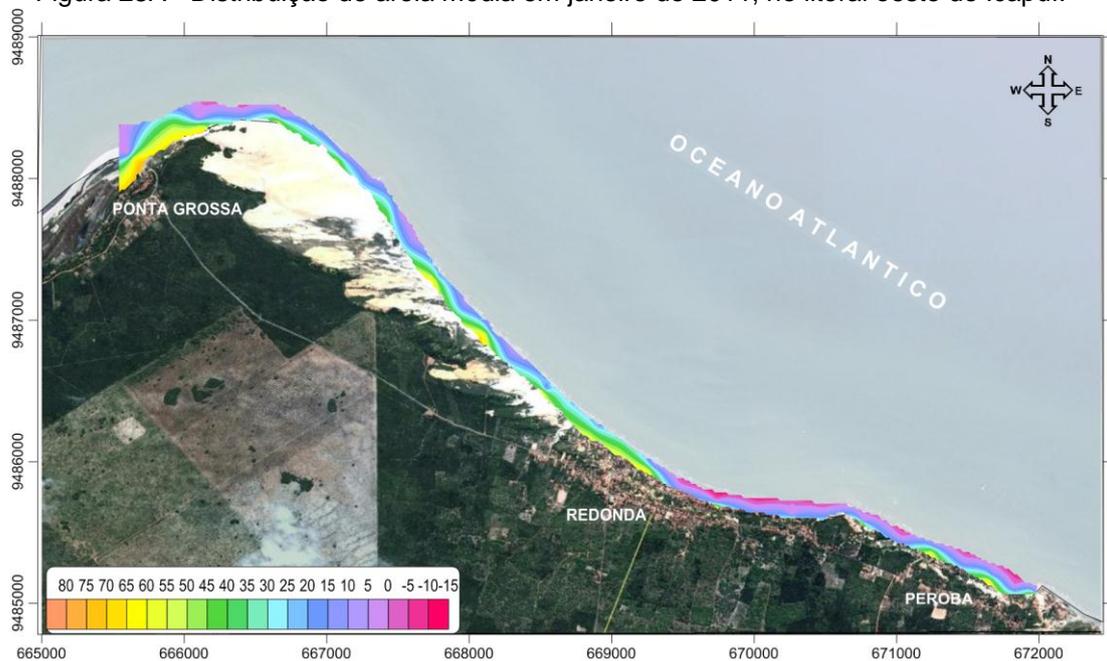
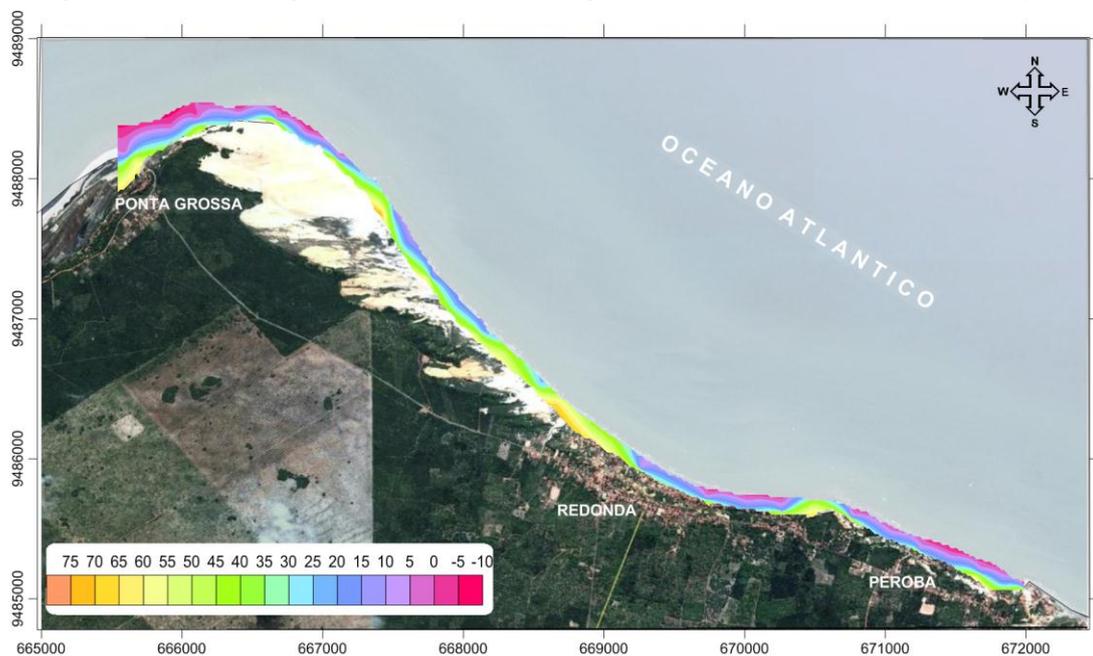


Figura 28B - Distribuição de areia média em agosto de 2011, no litoral oeste de Icapuí.



Os sedimentos finos estão localizados em maior concentração nas praias de Ponta Grossa e Redonda no período de chuva, no estio ocorre em menor frequência, localizada em Peroba e defronte à vila de Ponta Grossa (FIGURAS 29A e 29B).

Em janeiro, é notória uma maior diversificação da quantidade distribuída ao longo das praias, a partir daí verifica-se a ação das ondas de alta energia que transporta e distribui os sedimentos finos.

Figura 29A: Distribuição de areia fina em janeiro de 2011, no litoral oeste de Icapuí.

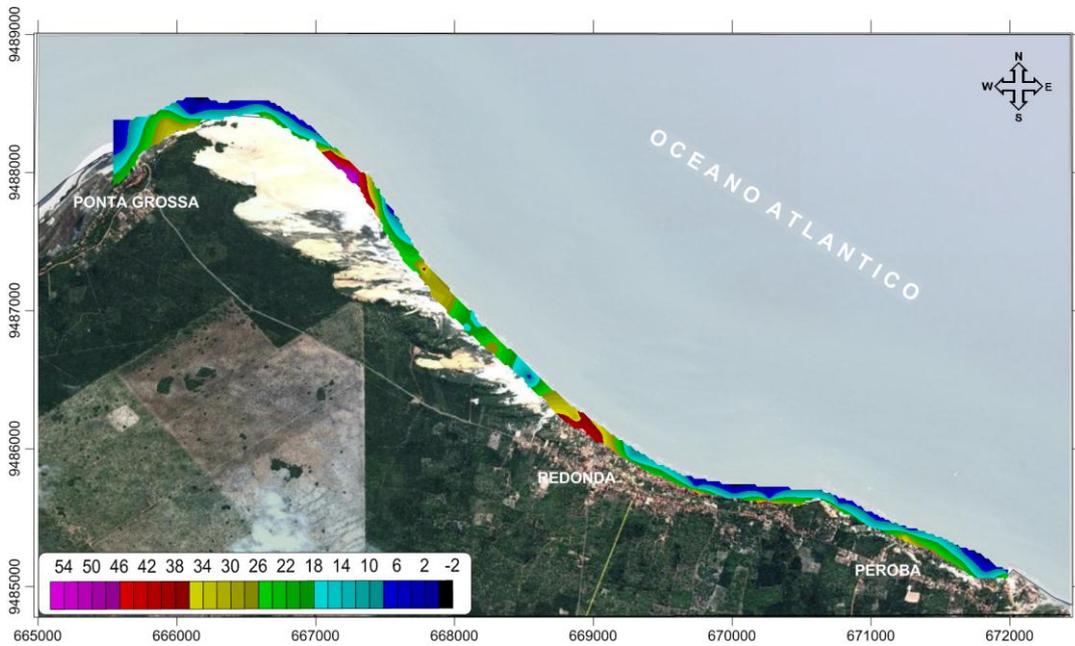
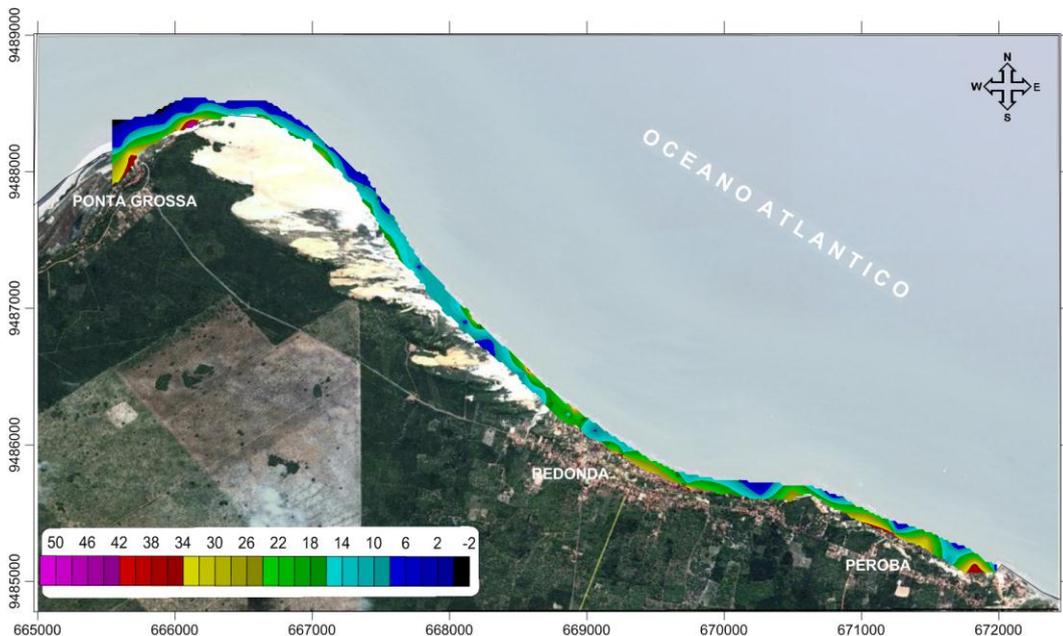


Figura 29B - Distribuição de areia fina em agosto de 2011, no litoral oeste de Icapuí.



Este é o tamanho de grão predominante no litoral oeste de Icapuí, tendo em vista que ocorre em todo o litoral em menor e maior peso. Em janeiro houve maior quantidade na praia da Peroba e na metade da face de praia de Redonda. Encontra-se também defronte o pontal rochoso de Ponta Grossa e a oeste do pontal. No mês de agosto a maior incidência foi verificada em Ponta Grossa, bem como em Peroba (FIGURAS 30A e 30B).

Figura 30A - Distribuição de areia muito fina em janeiro de 2011, no litoral oeste de Icapuí.

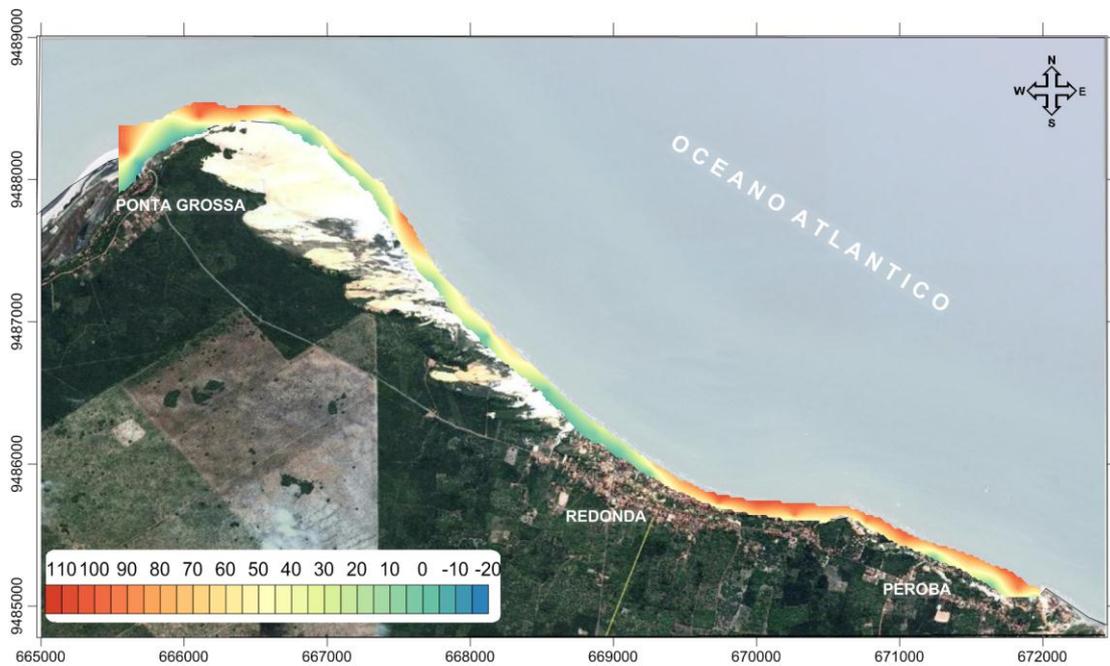
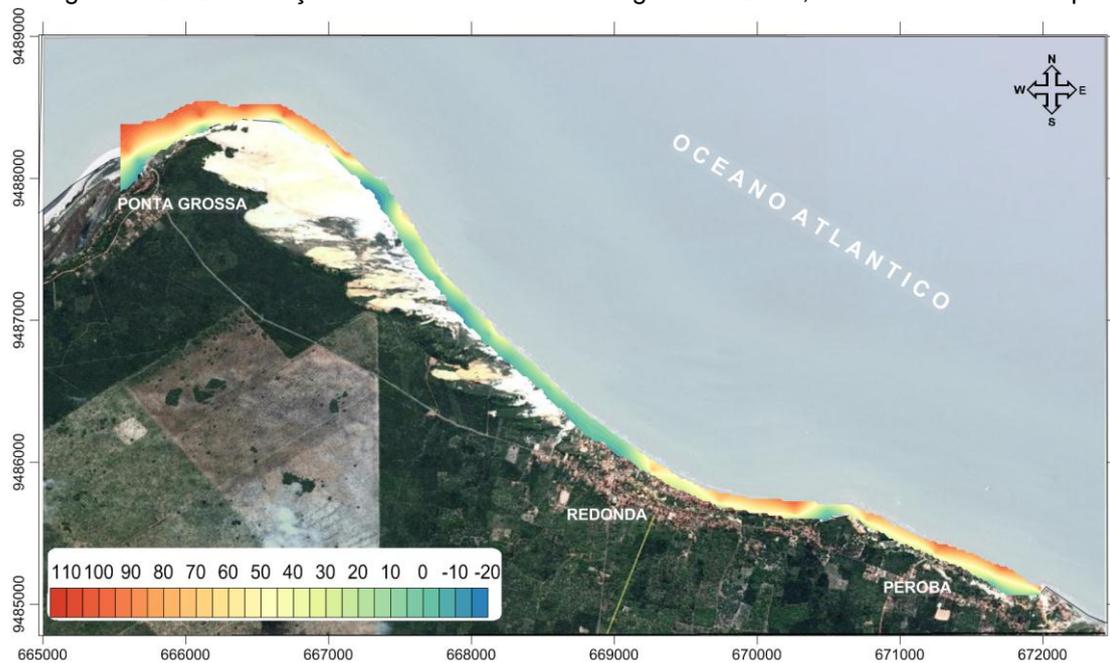
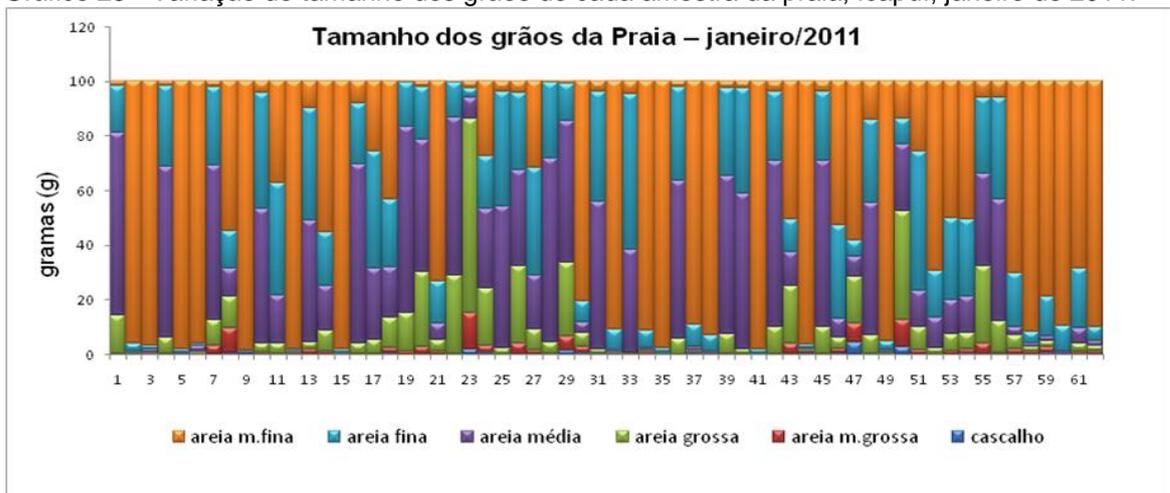


Figura 30B - Distribuição de areia muito fina em agosto de 2011, no litoral oeste de Icapuí.



Nesse contexto, vale ressaltar a distribuição total do tamanho dos sedimentos da praia nos meses de janeiro e agosto (GRÁFICO 23). Sendo assim, é observada a grande quantidade de areia muito fina ao longo da costa, é notório também as porções das areias médias e finas. A amostra 23 destaca-se pela grande quantidade de areia grossa, devido à proximidade do costão rochoso.

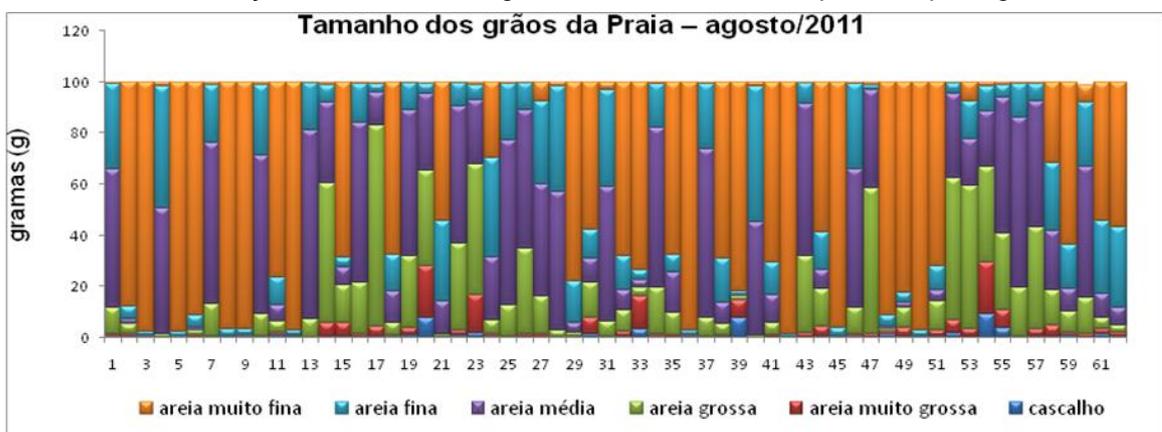
Gráfico 23 - Variação do tamanho dos grãos de cada amostra da praia, Icapuí, janeiro de 2011.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O gráfico 24 demonstra as amostras coletadas em agosto, com maior quantidade de areia muito fina. Apresenta ainda, a presença de material grosso em pontos onde não houve no mês de janeiro.

Gráfico 24 - Variação do tamanho dos grãos de cada amostra da praia, Icapuí, agosto de 2011.



Fonte: Elaborado pelo autor.

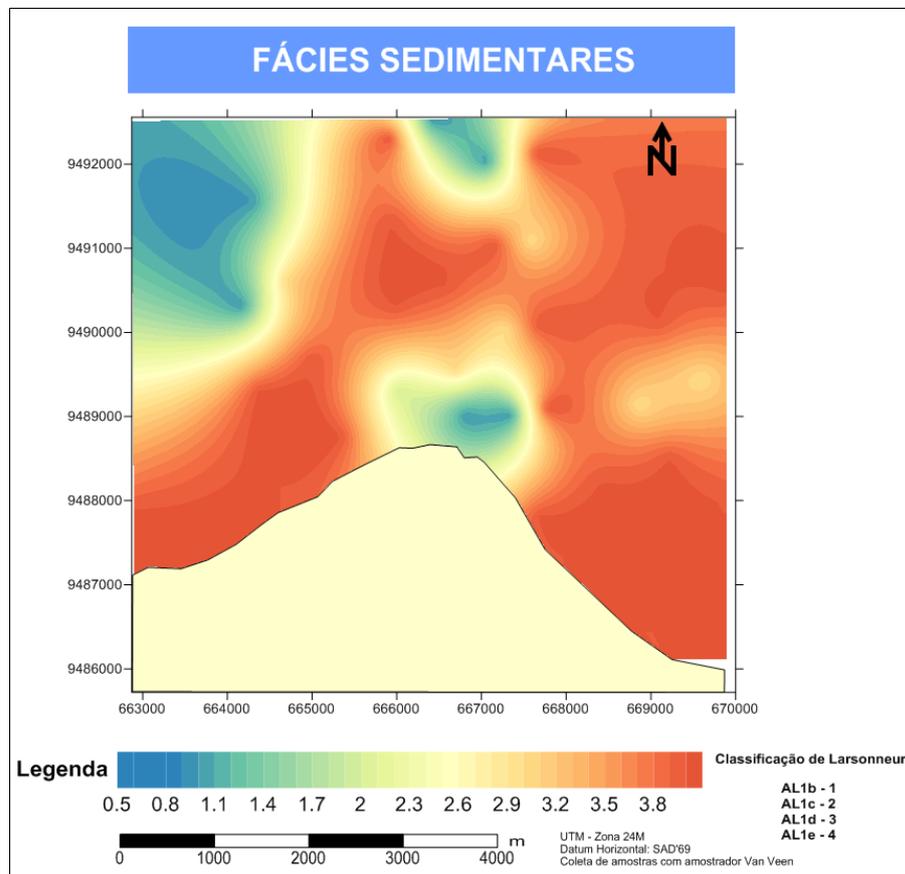
7.1.2 SEDIMENTOLOGIA DA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA

Na plataforma há pequena ocorrência de cascalhos, sendo identificados nas áreas de afloramento rochoso, portanto os cascalhos desta área são resquícios das rochas submersas. No entanto, as areias muito grossas foram identificadas no entorno do afloramento rochoso em menor quantidade que os cascalhos.

Com relação à presença de sedimentos grossos, estes encontram-se em maior quantidade no centro da área de coleta próximo as rochas. Todavia, as areias médias estão sedimentadas, em maior porção junto ao material grosseiro, e em menor nas proximidades da costa. Os sedimentos finos estão localizados na parte nordeste do transecto de coleta, distante da praia.

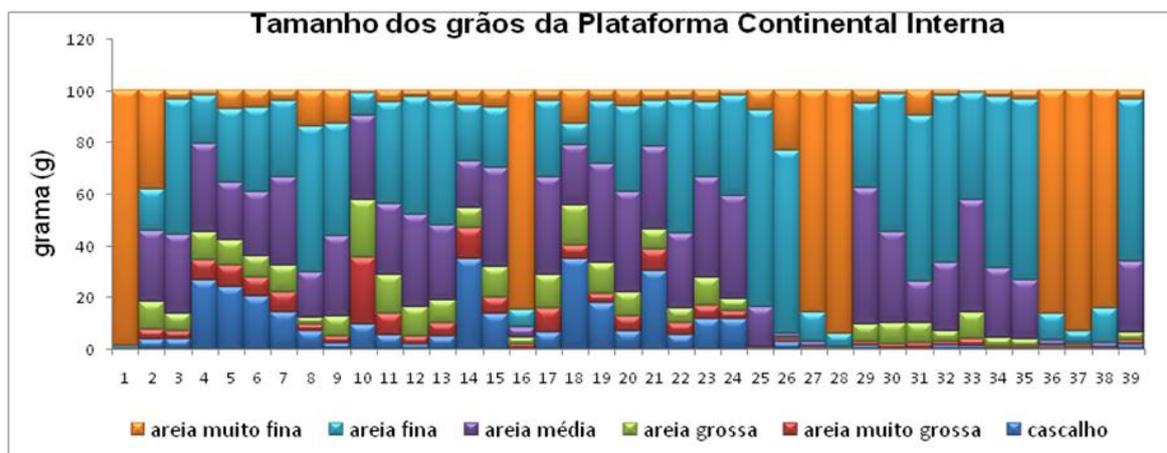
Os materiais sedimentares da plataforma interna foram classificados como sedimentos litoclásticos, litobioclásticos, com maior porção e biolitoclásticos que possuem de 50% a 70% de carbonato de cálcio. Dessa forma, supõe-se que os sedimentos costeiros são os mesmos encontrados na parte sul do transecto (MAPA 06).

Mapa 06: Fácies sedimentares da plataforma interna de Icapuí.



Diante disso, a plataforma continental interna adjacente ao litoral oeste de Icapuí é caracterizada por maior diversidade de tamanho, comparada à praia. Predomina a granulometria média a muito fina, distribuídas entre as direções nordeste e sul da área de coleta (GRÁFICO 25).

Gráfico 25 - Variação do tamanho dos grãos das amostras da plataforma continental, Icapuí 2011.



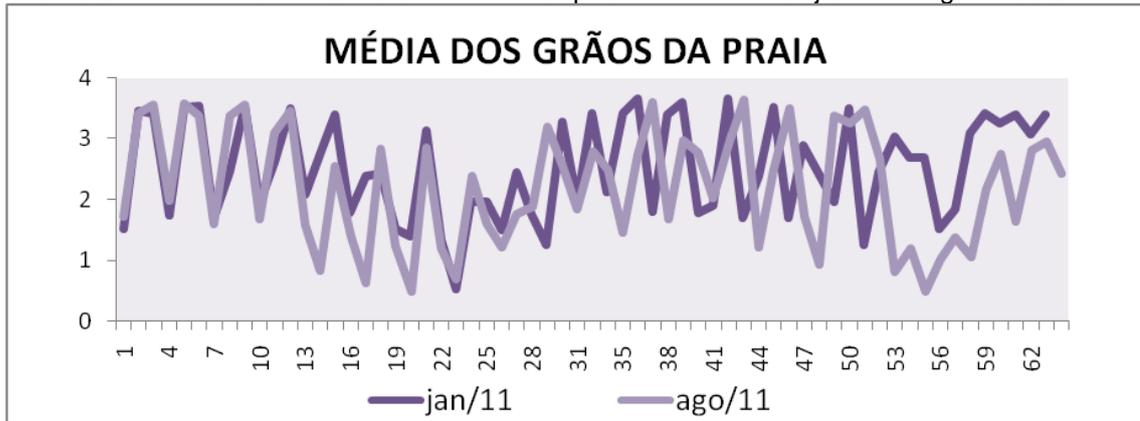
Fonte: Elaborado pelo autor.

7.2 OS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DOS SEDIMENTOS

De maneira geral, os parâmetros estatísticos caracterizam a classe granulométrica mais freqüente. De acordo com Suguio (1973) incluem o diâmetro médio, mediana, diâmetro modal e diâmetro médio geométrico. Sendo assim, foram analisadas as amostras de sedimentos da face de praia e plataforma interna do litoral oeste de Icapuí.

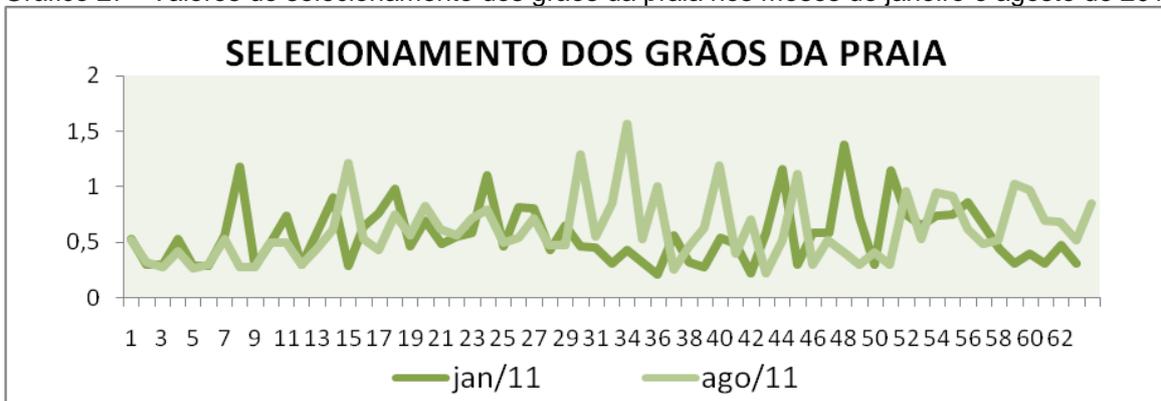
Os sedimentos da face de praia apresentaram média variando de 0,5 a 3,5, com modificações relevantes no mês de agosto nas amostras 13 a 20 e 48 a 63 (GRÁFICO 26). O primeiro intervalo localizado na praia de Ponta Grossa e o segundo na Peroba. Portanto, informando que nestas praias houve maior dinâmica dos grãos entre as sazonalidades distintas.

Gráfico 26 - Valores da média das amostras da praia nos meses de janeiro e agosto de 2011.



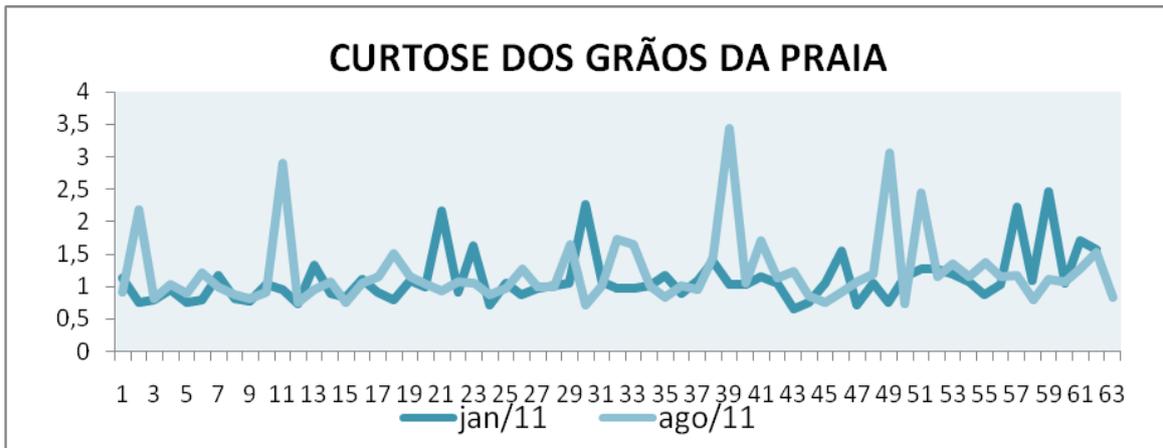
Com relação ao selecionamento das partículas da face de praia houve variações de bem selecionado a pobremente selecionado. Verificou-se variações em todas as amostras, com modificações relevantes entre os pontos 29 ao 36, localizados entre as praia da Redonda e Peroba. Do ponto 1 ao 5, é notória a não variação sedimentar (GRÁFICO 27), tendo em vista que encontram-se nos ambientes que possuem pouca energia, ocasionando o mínimo de retrabalhamento dos grãos.

Gráfico 27 - Valores do selecionamento dos grãos da praia nos meses de janeiro e agosto de 2011.



Quanto à curtose, são notórias no gráfico 28 as variações de leptocúrtica a muito leptocúrtica nos meses de janeiro e agosto, com picos elevados nas amostras 39 e 49, classificadas como extremamente leptocúrticas (agosto). Os maiores valores foram registrados em agosto, portanto neste período houve o maior grau de seleção dos grãos, pois a classificação leptocúrtica refere-se ao selecionamento das partículas.

Gráfico 28 - Valores da curtose dos grãos da praia nos meses de janeiro e agosto de 2011.



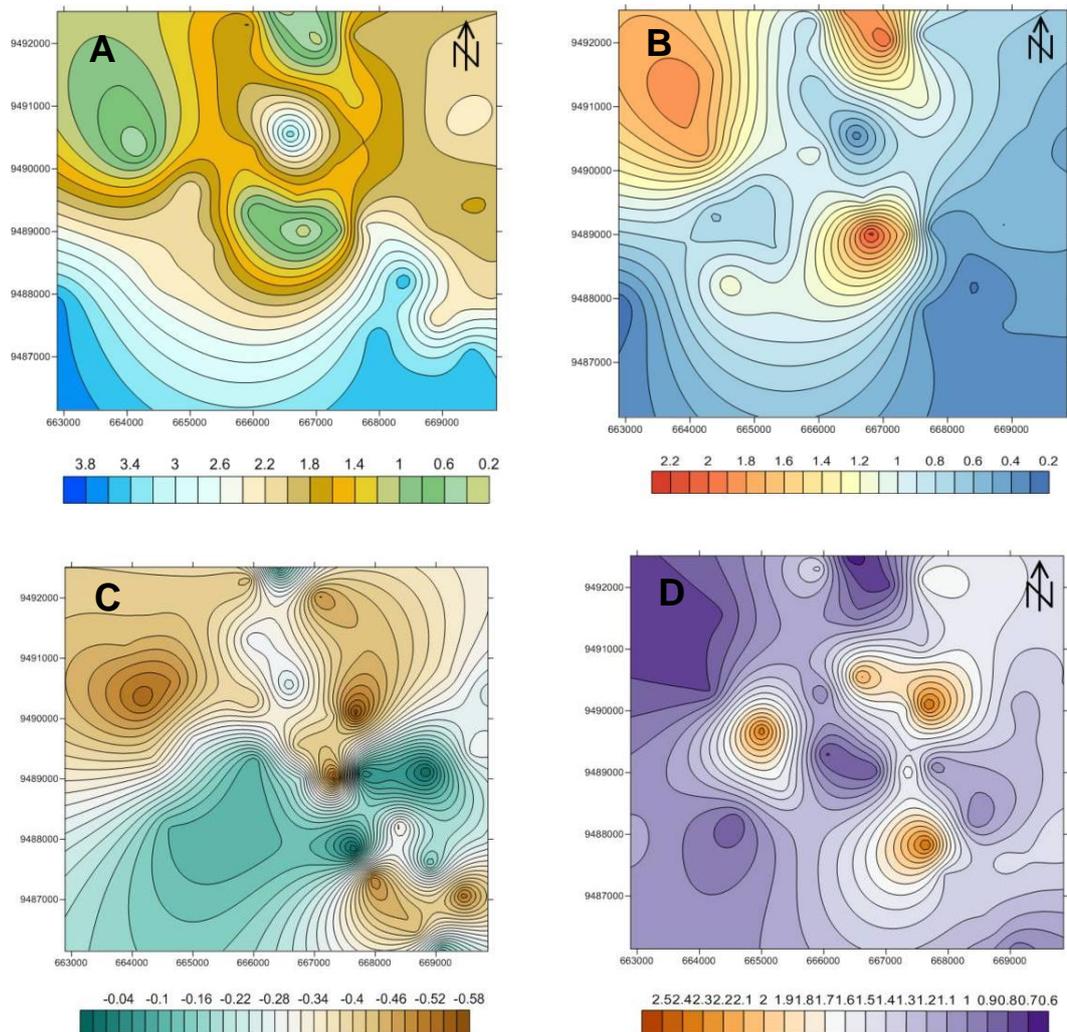
Quanto à média dos grãos, verificou-se uma variação de 0,2 a 3,8 e na medida em que as partículas chegam à plataforma sentido S-N, ou seja, praia-plataforma ocorre à diminuição da média dos grãos, tendo em vista que na parte sul há grande quantidade de sedimentos muito fino (FIGURA 31A).

Com relação ao grau de seleção dos sedimentos na plataforma interna, houve uma variação de muito bem selecionado (0,2) a pobremente selecionado (2,2), conforme a escala qualitativa de Folk & Ward (1957). Esta variação segue no sentido na deriva litorânea, em virtude do aumento da seleção pelo transporte dos sedimentos. São verificados três pontos onde há concentração de grãos pobremente selecionados, localizados próximo do afloramento rochoso (FIGURA 31B).

A assimetria variou de -0,58 a -0,04, considerada assimetria negativa na escala de Folk & Ward (1957). Na figura é notória a dispersão assimétrica dos grãos, sendo maior nas áreas de influência da deriva e menor em três áreas. Dessa forma pode-se deduzir que nas áreas onde não possuem influência da deriva litorânea (SE-NW) a assimetria é menor (FIGURA. 31C).

A variação da curtose dos sedimentos variou de 0,6 a 2,4, com maiores valores de muito platicúrtica nas áreas da porção norte e nordeste do transecto da área de estudo. De acordo com a escala de Folk & Ward (1957) a variação foi de muito platicúrtica a muito leptocúrtica (FIGURA 31D), onde a primeira corresponde a sedimentos mal selecionados e a segunda refere-se aos grãos bem selecionados. Portanto, variando semelhante ao grau de seleção.

Figuras 30A-B-C-D- Distribuição dos parâmetros sedimentares na plataforma interna de Icapuí, 2011.



7.3 MORFOMETRIA E MORFOSCOPIA DOS SEDIMENTOS MARINHOS

Com o intuito de verificar a forma, o arredondamento, bem como a textura superficial das partículas da plataforma interna, foi realizado a morfometria e morfoscopia dos sedimentos. Com isso é possível identificar as informações sobre o transporte e deposição dos grãos.

Diante disso as amostras foram analisadas de acordo com a tabela de Powers, e divididas em dois grupos. O primeiro com vinte amostras (1 a 20) e o segundo com dezenove (22 a 40). E assim, identificou-se nos sedimentos das amostras 1 a 20 que 55% foram classificados como sub rolado, 25% como sub angular, 15% rolado e 5% angular. Quanto à esfericidade 55% obtém alta

esfericidade e o restante 45% baixa esfericidade. Com relação à textural superficial, 19 amostras possuem textural brilhosa e uma opaca (TABELA 3).

Tabela 3 - Dados de morfometria e morfoscopia dos sedimentos da plataforma interna de Icapuí.

	ARREDONDAMENTO	ESFERICIDADE	TEXTURA SUPERFICIAL
Plat 1	C	1	Brilhoso
Plat 2	B	1	Brilhoso
Plat 3	C	1	Brilhoso
Plat 4	D	1	Brilhoso
Plat 5	E	1	Brilhoso
Plat 6	D	1	Brilhoso
Plat 7	D	2	Fosco
Plat 8	D	1	Brilhoso
Plat 9	D	2	Brilhoso
Plat 10	D	2	Brilhoso
Plat 12	C	1	Brilhoso
Plat 13	D	2	Brilhoso
Plat 14	D	2	Brilhoso
Plat 15	E	1	Brilhoso
Plat 16	D	2	Brilhoso
Plat 17	C	1	Brilhoso
Plat 18	D	2	Brilhoso
Plat 19	D	2	Brilhoso
Plat 20	C	1	Brilhoso

Legenda
A – muito angular D – sub rolado 1 – alta esfericidade
B – angular E – rolado 2 – baixa esfericidade
C – sub angular F – muito rolado

De acordo com os dados é notório que o transporte predominante é realizado pelos agentes hidrodinâmicos (correntes, marés e ondas), uma vez que a superfície brilhosa indica o transporte através da água. Tendo em vista o arredondamento dos grãos, pode-se afirmar que a maior parte obteve retrabalhamento considerável, com os cantos bem arredondados e a área das faces originais é bem reduzida, porém a

forma original do grão permanece distinta. Uma pequena parcela são partículas angulares sem sinais de retrabalhamento.

As demais amostras 22 a 40, identificou 74% são sub rolados, 21% são sub angular e 5% muito angular. Quanto à superfície 38 são brilhosos, contudo predomina o transporte hidrodinâmico. Sendo assim, mais de cinquenta por cento do total de 39 amostras, foram classificadas como sub rolado, portanto obtiveram considerável retrabalhamento, e então estão localizados distantes da área fonte (TABELA 4).

Tabela 4 - Dados de morfometria e morfoscopia dos sedimentos da plataforma interna de Icapuí.

	ARREDONDAMENTO	ESFERICIDADE	TEXTURA SUPERFICIAL
Plat 22	D	2	Brilhoso
Plat 23	D	2	Brilhoso
Plat 24	D	2	Brilhoso
Plat 25	D	2	Brilhoso
Plat 26	C	2	Brilhoso
Plat 27	D	2	Brilhoso
Plat 28	D	2	Brilhoso
Plat 29	C	2	Fosco
Plat 30	D	2	Brilhoso
Plat 31	C	2	Brilhoso
Plat 32	D	2	Brilhoso
Plat 33	D	2	Brilhoso
Plat 34	D	2	Brilhoso
Plat 35	D	2	Brilhoso
Plat 36	D	2	Brilhoso
Plat 37	A	2	Brilhoso
Plat 38	C	2	Brilhoso
Plat 39	D	2	Brilhoso
Plat 40	D	2	Brilhoso

Legenda

A – muito angular	D – sub rolado	1 – alta esfericidade
B – angular	E – rolado	2 – baixa esfericidade
C – sub angular	F – muito rolado	

7.4 TEOR DO CARBONATO DE CÁLCIO DOS SEDIMENTOS COSTEIROS E MARINHOS

O teor de carbonato de cálcio variou de 3% a 80% nos sedimentos da face de praia em janeiro (período chuvoso) e 17% a 72% no período de estiagem (agosto). Dessa forma, são observados altos valores de carbonato na costa, principalmente em agosto, tendo em vista a menor variação, comparada com o mês de janeiro. Este fato deve-se, sobretudo, a dinâmica sedimentar que ocorre no período de ondas de *sea*, onde ocasiona erosão. No mês de janeiro, período de ondas de *swell*, o intervalo é maior, devido à deposição de material carbonático pelas ondas. Na praia da Redonda encontra-se a maior concentração de rodolitos e conchas transportados para a costa (FIGURA 32). Observaram-se também concentrações defronte à vila de Ponta Grossa e nas proximidades da ponta da Peroba (FIGURAS 33A e 33B).

Vale ressaltar que a formação do sopé das falésias é o calcário Jandaíra, que possivelmente pode contribuir com os fragmentos de carbonato nos sedimentos.

Figura 32 - Rodolitos e conchas na face de praia, Redonda, Icapuí 2011.



Fonte: Autor, janeiro de 2011.

No mês de agosto as concentrações de sedimentos bioclásticos na praia da Redonda ocorrem nas três zonas do ambiente praial, predominando na pós praia, prolongando-se até as proximidades da linha de falésias ativas de Ponta Grossa. Ocorrem também, distribuídas pela praia da Peroba em pequenas quantidades

próximo do continente. Sendo assim, é notório que no período onde ocorre erosão dos perfis de praia as concentrações de CaCO_3 aumentam.

Figura 33A - Distribuição de carbonato de cálcio na face de praia em janeiro de 2011, no litoral oeste de Icapuí.

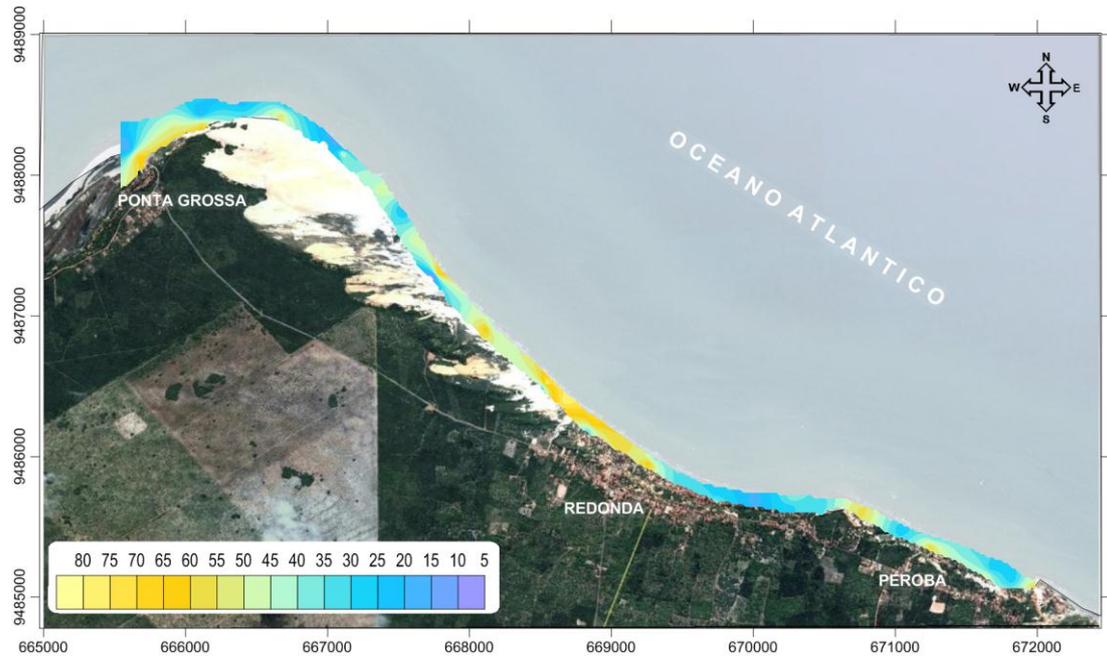
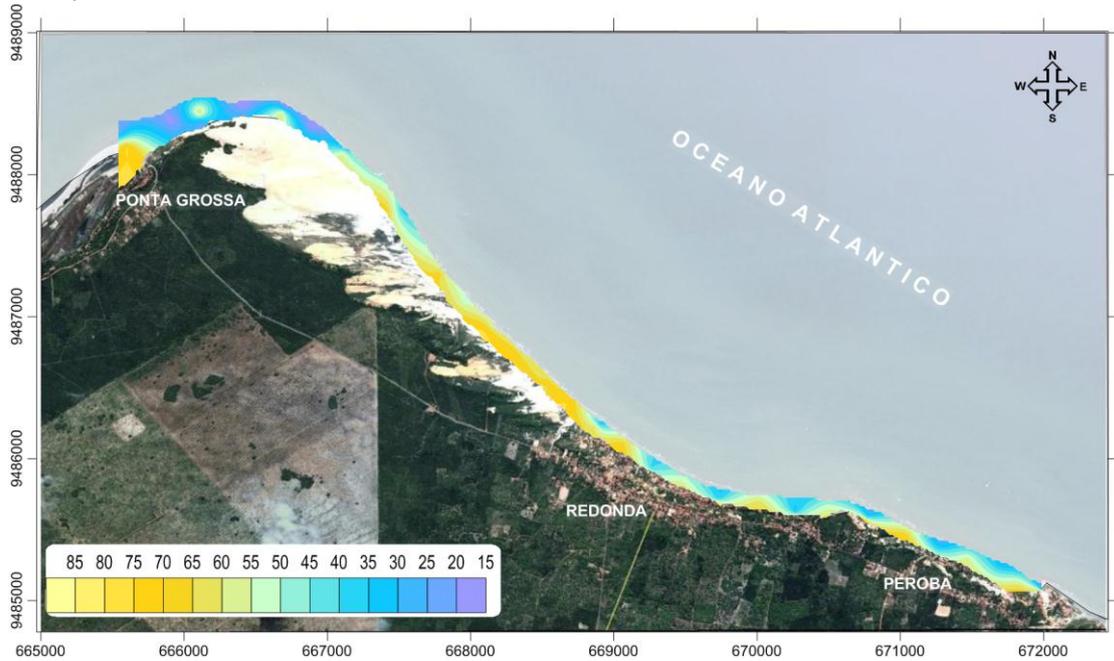


Figura 33B - Distribuição de carbonato de cálcio na face de praia em agosto de 2011, no litoral oeste de Icapuí.

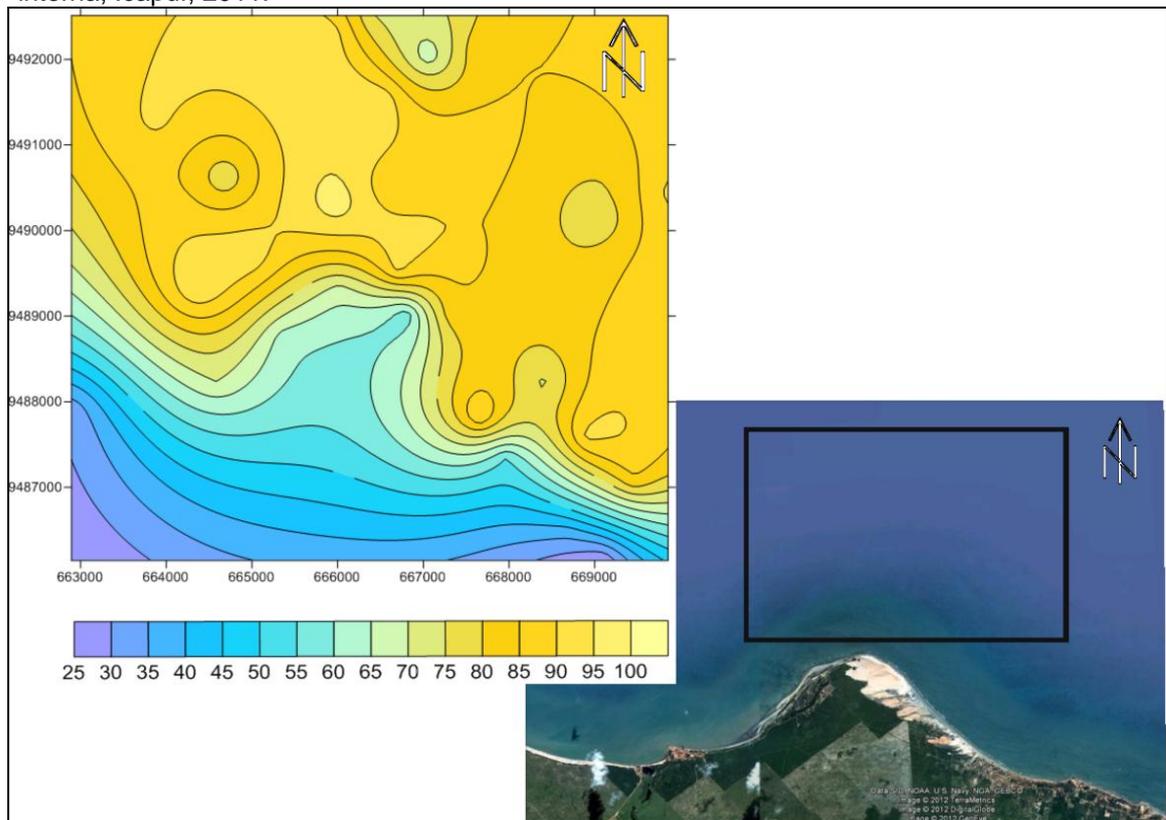


Os sedimentos marinhos apresentaram variação das concentrações de carbonato de cálcio entre 25% a 95%, com 30 amostras contendo acima de 50% de CaCO_3 , portanto foram classificadas conforme Larsonneur (1973) bioclásticas, e as demais como biolitoclástica, litobioclástica e litoclástica.

As partículas carbonáticas estão distribuídas a partir da profundidade de 6 m em direção a norte do transecto de coleta na plataforma interna. Na medida em que aumenta a profundidade as concentrações de carbonato são maiores (FIGURA 34).

Este fato é interessante, tendo em vista que não há ocorrência de lagosta nesta área. Os habitats de lagosta compostos por algas calcárias estão localizados a partir da profundidade de 20m, de acordo com Almeida (2010).

Figura 34 - Distribuição dos teores de carbonato de cálcio nos sedimentos da plataforma interna, Icapuí, 2011.



FONTE: ELABORADO PELO AUTOR.

7.5 TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA NA PLATAFORMA INTERNA

Nos sedimentos da plataforma continental interna na parte oeste de Icapuí foram encontradas variações de 0% a 18% do teor de matéria orgânica (GRÁFICO 29). No total de 39 amostras, apenas quatro não possuem matéria orgânica. A amostra 38 apresentou teor de 18%, e as demais variaram de 1,5% a 6,5%.

Assim sendo, a plataforma interna da área de estudo caracteriza-se também pela presença de compostos orgânicos, como carapaças de organismos marinhos.

Gráfico 29 - Valores do teor de matéria orgânica dos sedimentos da plataforma interna, Icapuí.



8. CONCLUSÕES

Esta pesquisa procurou analisar e identificar as possíveis relações entre a região costeira e a plataforma continental interna. Para isso, foram realizadas análises sedimentológicas, a fim de comparar os sedimentos costeiros e marinhos, bem como levantamentos batimétrico e topográfico. Dessa forma, os procedimentos metodológicos utilizados foram eficazes na aquisição e integração dos dados obtidos.

Quanto à morfologia do sistema praiial, esta obteve perfis com variação de 90 m a 500 m, ocorrendo em dois trechos no litoral oeste de Icapuí. Verificaram-se que em nove pontos os perfis são erosivos, sendo três na praia de Ponta Grossa, três em Redonda e dois em Peroba. Os perfis de deposição e equilíbrio foram cinco e dois, respectivamente. O ambiente praiial do litoral oeste de Icapuí é caracterizado pela erosão em períodos de ocorrência das ondas de *sea*, e pela deposição no período de ondas de *swell*. Dentre as praias analisadas, em Redonda e Peroba está ocorrendo processo intenso de erosão.

Com relação ao fundo marinho da plataforma interna, foram identificadas elevações, supostamente afloramentos rochosos, podem-se considerar resquícios de antiga linha de costa, uma vez que o nível do mar desceu 107 m abaixo do atual, de acordo com Peltier (1998), ou testemunho das formações cenozóicas e constituintes das falésias. Identificaram-se pequenas elevações arenosas, como as dunas.

Os sedimentos costeiros obtiveram selecionamento moderado e composição textural significativa fina a muito fina, em alguns pontos predominando areia média, tanto nos mês de janeiro, quanto em agosto. Os teores de carbonato de cálcio tiveram maior variação em janeiro variando de 3% a 82%, tendo em vista que neste período ocorrem as ondas de alta energia (*swell*), as quais depositam os rodolitos na costa. Em agosto os valores foram mais elevados com mínima de 17% a 80%. As maiores concentrações foram encontradas na praia da Redonda, uma vez que ocorre a presença de rodolitos e sedimentos bioclásticos na face de praia.

O material sedimentado na plataforma são quartzos e mica com tamanho predominante areia fina, com valores intermediários de areia muito fina e média. Quanto ao selecionamento, este varia de muito selecionado a pobremente selecionado, assemelhando-se com a curtose. A assimetria dos grãos é negativa em

todas as amostras. As quantidades de carbonato de cálcio foram elevadas, variando de 25% a 95%, aumentando em direção oposta à costa. Portanto, os sedimentos marinhos caracterizam-se como bioclásticos, biolitolásticos e litobioclásticos, conforme o percentual de carbonato. Vale ressaltar a ausência de minerais pesados na área da plataforma continental interna até a cota de 10 metros, tendo em vista as grandes concentrações de carbonato de cálcio.

No que se refere ao arredondamento e esfericidade das partículas marinhas, estas possuem considerável transporte, pois a maior parte são sub arredondadas com baixa esfericidade. Dessa forma, supõe-se que os sedimentos estão no ciclo a um determinado tempo, sendo retrabalhados por ondas e correntes.

A dinâmica sedimentar entre o sistema praiar e a plataforma continental interna foi identificada através do mapeamento dos leques, indicando as saídas de sedimentos em direção à praia e ao mar. Com isso, é possível analisar a fonte dos grãos, entretanto para verificar se ocorre a sedimentação destes na plataforma, é preciso uma análise minuciosa da direção das correntes, bem como do mapeamento do fundo marinho.

No entanto, conclui-se que o sistema praiar não contribui de modo relevante na sedimentação da plataforma interna, tendo em vista o grande percentual de carbonato, ou seja, precipitação *in loco* dos sedimentos marinhos. Diante disso, sob a perspectiva da exploração destes recursos faz-se necessário a preservação desta área da plataforma.

REFERÊNCIAS

ANP. Agência Nacional do Petróleo. Acesso novembro de 2011.

BAPTISTA NETO, J. A. **Introdução à Geologia Marinha**. Ed. Interciência. Rio de Janeiro. 279 p. 2004.

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.

BUDETTA, P. **Stability of an undercut sea-clif along a Cilento coastal stretch (Campania, Southern Italy)**. Nat Hazards, 2010.

CAINELLI, C. & MOHRIAK, W. U. **Some Remarks on the Evolution of Sedimentary Basins along the Eastern Brazilian Continental Margin**. Episodes, v. 22, nº3, p. 206-216, 1999.

CLAUDINO-SALES, V. **Notas de sala de aula**. Novembro de 2010.

COLARES, M. C. S. **Áreas de pesca de lagosta: Uma caracterização utilizando geoprocessamento e Veículo de Operação Remota (R.O.V)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará, 2009.

COLLINS. **Sediment transport in the Bristol Channel: A review** v. 98, Issue 4, p. 367–383, 1987.

COUTINHO, P. N. & MORAIS, J. O. **Distribution de los sedimentos em la plataforma continental norte y nordeste del Brasil**. In: Symposium On Investigation And Resources Of The Caribbean Sea And Adjavent Regions, 1968, Curaçao: UNESCO, p. 313-315, 1968.

DIAS, J. M. A. **A Análise Sedimentar e o Conhecimento dos Sistemas Marinhos - Uma Introdução à Oceanografia Geológica**. Universidade de Algarve, 2004. E-book disponível em: <http://w3.ualg.pt/~jddias/JAD/e_b_Sedim.html> Acesso em: 10 ago. 2011.

DIAS, J. M. A. **Notas de sala de aula**. Agosto de 2010.

DUARTE, R. X. **Caracterização do ambiente praias: Morfologia, aspectos hidrodinâmicos e sedimentologia**. 120p. Exame de qualificação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1997.

DIAS, G. T. M; FIGUEIREDO JR, A. G. **Aspectos históricos da exploração científica dos oceanos**. In: Baptista Neto, J.A., Ponzi, V.R.A., Sichel, S.E. **Introdução à Geologia Marinha**. Ed. Interciência. Rio de Janeiro. p. 1-10. 2004.

DIAS, F. F; CASTRO, J. W. A; SEOANE, J. C. S. **Dinâmica sedimentar da praia do Però – Cabo Frio – RJ nos últimos 7000 anos: análise pretérita e atual.** Rev. Bras. Cartografia, v. 62, p. 145-154, 2002.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes. <http://www.dnit.gov.br/>. Acesso em setembro de 2011.

DUNHAM, R. J. **Classification of carbonate rocks according to depositional texture.** In: Ham, W. E. ed. Classification de carbonate rocks, Tulsa, p. 108-121, 1962.

EMERY K. O; KUHN G. G. **Sea cliffs: Their processes, profiles, and classification.** Geological Society of America Bulletin, july, v. 93, p. 644-654, 1982.

FREIRE, G. S. S. **Notas de sala de aula.** Novembro de 2010.

FREIRE, G. S. S. **Geologia marinha da plataforma continental do Ceará.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia, Departamento de Geologia, 132p, 1985.

FREIRE, G. S. S.; COUTINHO, P. N.; MORAIS, J. O. **Sedimentos superficiais da plataforma continental do Estado do Ceará.** In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 11, Natal. Atas, Natal: SBG. p. 228-240, 1984.

FREIRE GSS, CAVALCANTI VMM, MAIA LP & LIMA SF. **Classificação dos Sedimentos da Plataforma Continental do Estado do Ceará.** In: Simpósio de Geologia do Nordeste; Fortaleza. Anais... Fortaleza, 1997, p. 209–211, 1997.

GARRISON, T.; **Fundamentos de Oceanografia.** Cengage Learning, São Paulo, 2010.

HAPKE, C; PLANT, N. **Predicting coastal Cliff erosion using a Bayesian probabilistic model.** Marine Geology, Ed Elsevier, 2010.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Acesso em julho de 2011.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - **Perfil Básico Municipal: Icapuí,** 2011.

KENNET, J. **Marine Geology.** Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1982.

KOMAR P.D. **Beach process and sedimentation.** Prentice Hall, New Jersey, 429p, 1976.

KUMAR, A., SERALATHAN, P., JAYAPPA, K. S. **Distribution of coastal cliffs in Kerala, India: their mechanisms of failure and related human engineering response.** Environmental Geology, v. 58, p. 815-832, 2008.

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

LEE, E. M. **Coastal Cliff behaviour: observations on the relationship between beach levels and recession rates.** Geomorphology, v. 101, p. 558-571, 2008.

LORING, D.H. & RANTALA, R.T.T. **Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter.** Earth-Science Reviews, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam: 32, p. 235-283, 1992.

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, v. 30, p. 17-25, 2003.

MANSO, C. L. C. **Primeiro registro de goniasteridae (echinodermata, asteroidea) no cretáceo do Brasil: Turoniano da baía potiguar.** Geociências, v. 25, p. 255-260, 2006.

MARTINS, L. R; MARTINS, I. R; URIEN, C. M. **Sand bodies of the Santa Catarina inner continental shelf, Brazil.** Gravel, p. 103-108, 2005.

MATIAS, A; VILA-CONCEJO, A; FERREIRA, O; MORRIS, B; DIAS, J. M. A. **Sediment dynamics of barriers with frequent overwash.** Journal of Coastal Research, v. 253, p. 768-780, 2009.

MEIRELES, A. J. A. **Mapeamento Geológico - Geomorfológico do Quaternário Costeiro de Icapuí – Extremo Leste do Estado do Ceará.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 133 p. 1991.

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

MORAIS, J. O. **Aspectos correlativos de geologia do litoral e submarina no nordeste do Brasil.** Arq. Ciên. do Mar, v. 9, p. 127-131, 1969.

MORAIS, J. O. **Processos e Impactos Ambientais em Zonas Costeiras.** In: Revista de Geologia, v. 9, p. 191 – 242, Fortaleza, 1996.

MORAIS, J. O. **Aspectos do Transporte de Sedimentos no Litoral de no Município de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil.** Arq. Ciên. Mar, v. 20, p. 71-100, Fortaleza-CE, 1980.

MUEHE, D. **Critérios morfodinâmicos para o estabelecimento de limites da orla costeira para fins de gerenciamento.** Revista Brasileira de Geomorfologia, Brasília, 2010.

MUEHE, D. **Geomorfologia Costeira.** In: Guerra, A. J. T; Cunha, S. B. Org.

Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações. 2a edição, p. 191-238, Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1996.

MUEHE, D; CARVALHO. V. G. **Geomorfologia, cobertura sedimentar e transporte de sedimentos na plataforma continental interna entre a Ponta de Saquarema e Cabo Frio.** Boletim Inst. Oceanogr, São Paulo, v. 41, p. 1-12, 1993.

MUEHE, D. **Estado morfodinâmico praias no instante da observação: uma alternativa de identificação.** Rev. Bras. Oceanogr, v. 46, p. 157-169, 1998.

MUEHE, D. **O litoral brasileiro e sua compartimentação.** In: **Geomorfologia do Brasil.** Ed. Bertrand Brasil. 2ª Edição. Rio de Janeiro. p. 273-349, 2001.

OGSTON, A. S; STERNBERG, R.W. **Sediment-transport events on the northern California continental shelf.** Marine Geology, v. 154, p. 69-82, 1998.

OLIVEIRA, S. M. C. **Evolução recente da linha de costa no trecho costeiro Forte Novo – Garrão (Algarve).** Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa. Lisboa, 2005

PARFENOFF, A; POMEROL, C; TOURENQ, J. **Les Minéraux en Grains: méthodes d'étude et détermination.** Masson et Cie, éditeurs, Paris, 1970.

PINHEIRO, L. S. **Compatibilização dos Processos Morfodinâmicos e Hidrodinâmicos com o uso e ocupação da praia da Caponga-Cascavel-CE.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2000.

POWERS, M. C. **Size analysis of sands by a sedimentation technique.** Journal of Sedimentary Petrology, v. 27, p. 460-468, 1953.

SALLENGER JR, A. H; KRABILL, W; BROCK, J; SWIFT, R; MANIZADE. S; STOCKDON, H. **Sea-cliff erosion as a function of beach changes and extreme wave runup during the 1997-1998 El Niño.** Marine Geology, v. 187, p. 279-297, 2002.

SILVA, M. V. N. **Impactos ambientais relacionados a derrames de hidrocarbonetos no ambiente – Icapuí – Ce.** 144p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2005.

SILVA, C. G; PATCHINEELAM, S. M; BAPTISTA NETO, J. A; PONZI, V. R. **Ambientes de sedimentação costeira e processos morfodinâmicos atuantes na linha de costa.** In: Baptista Neto, J.A., Ponzi, V.R.A., Sichel, S.E. Introdução à Geologia Marinha. Ed. Interciência. Rio de Janeiro. p. 175-218. 2004.

SHEPARD, F. P. **Submarine valleys.** American Geographical Society, v. 23, p. 77-89, 1933.

SHIN, S. M; KOMAR, P. D. **Sediments, beach morphology and sea-cliff erosion within an Oregon Coast Littoral Cell.** Coastal Research, v. 10, p. 144-187, 1994.

SHORT, A. D. **Handbook of beach and shoreface morphodynamics**. Chichester, England; New York: John Wiley, 379 p.1999.

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, 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. J. N; MARTINS, M. L. R.; GRANJEIRO, C. M. M.; SOARES, M. Z. **Esboço do Zoneamento Geoambiental do Ceará. In: Projeto Áridas do Ceará. Grupo I – Recursos Naturais e Meio Ambiente, v. 2 SEPLAN/FUNCEME**. Fortaleza. p. 186-203, 1994.

SOUZA, M. J. N. **Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. In: Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará**. Lima, L. C.; MORAIS, J. O; SOUZA, M. J. N. Ed. FUNECE. Fortaleza, p. 6 – 98. 2000.

SOUZA, C. R. G; SOUZA FILHO, P. W. M; ESTEVES, L. S; VITAL, H; DILLENBURG, S. R; PATCHINEELAM, S. M; ADDAD, J. E. **Praias arenosas e erosão costeira. In: Quaternário do Brasil**. Ed. Holos. Ribeirão Preto. p. 130-148. 2005.

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

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

SUNAMURA, T. **Geomorphology of rocky coasts**. Chichester, John Wiley, 1992.

SUNAMURA, T. **Rocky control in coastal geomorphic processes**. Japanese Geomorphological Union, v. 15, p. 253-272, 1994.

TEIXEIRA, S. B. **Slope mass movements on rocky sea-cliffs: A power-law distributed natural hazard on the Barlavento Coast, Algarve, Portugal**. Continental Shelf Research, v. 26, p. 1077-1091, 2006.

TEIXEIRA, S. B. **Slop mass movements on rocky sea-cliffs: a power-law distributed natural hazard on the Barlavento Coast, Algarve, Portugal**. Continental Shelf Research. 26, p.1077-1091, 2006.

TESSLER, M. G; GOYA, S. C. **Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro**. Rev. Do Departamento de Geografia, v. 17, p. 11-23, 2005.

TESSLER, M. G; SOUZA, L. A. P. **Dinâmica sedimentar e feições sedimentares identificadas na superfície de fundo do sistema Cananéia-Iguape, SP.** Rev. Bras. Oceanogr, v. 46, p. 69-83, 1998.

TOLDO JR, E. E; DILLENBURG, S. R; ALMEIDA, L; TABAJARA, L. L. **Parâmetros morfodinâmicos da praia de Imbé, RS.** Pesquisas, Porto Alegre, v. 20, p. 27-32, 1993.

VEIGA, F. A; ANGULO, R. J; MARONE, E; BRANDINI, F. P. **Características sedimentológicas da plataforma continental interna rasa na porção central do litoral paranaense.** Boletim paranense de geociências, 2005.

WANGENSTEEN. B; EIKEN. T; ODEGARD. R. S; SOLLID, J. L. **Measuring coastal cliff retreat in the Kongsfjorden area, Svalbard, using terrestrial photogrammetry.** Polar Research, v. 26, p. 14-21, 2007.