



**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SOCIEDADE E DESENVOLVIMENTO**  
**REGIONAL. DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA.**  
**BACHARELADO EM GEOGRAFIA**

TAYNÁ BATISTA GOMES

CARACTERIZAÇÃO DA MORFOLOGIA COSTEIRA ENTRE A FOZ DOS RIOS  
ITABAPOANA E PARAÍBA DO SUL, NORTE DO ESTADO DO RIO DE  
JANEIRO.

Campos dos Goytacazes – RJ

2016

UFF – UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

TAYNÁ BATISTA GOMES

CARACTERIZAÇÃO DA MORFOLOGIA COSTEIRA ENTRE A FOZ DOS RIOS  
ITABAPOANA E PARAÍBA DO SUL, NORTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal  
Fluminense como requisito parcial  
para a obtenção do grau Bacharel  
em Geografia.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Eduardo Manuel Rosa Bulhões.

Campos dos Goytacazes – RJ

2016

TAYNÁ BATISTA GOMES

CARACTERIZAÇÃO DA MORFOLOGIA COSTEIRA ENTRE A FOZ DOS RIOS  
ITABAPOANA E PARAÍBA DO SUL, NORTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal  
Fluminense como requisito parcial  
para a obtenção do grau Bacharel  
em Geografia.

Aprovada em 16 de novembro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Eduardo Manuel Rosa Bulhões (orientador)  
UFF – Universidade Federal Fluminense

---

Prof. Dr. Maria Carla Barreto Santos  
UFF – Universidade Federal Fluminense

---

Prof. Dr. Thiago Pinto da Silva  
UFF – Universidade Federal Fluminense

A meu pai,  
De toda a minha alma;  
A minha mãe, de todo meu coração.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu Deus, que me sustentou quando pensei que não teria mais forças, me amparou em todos os momentos que pensei em desistir, e que me abriu os caminhos mais lindos que poderia ter.

A meu pai, que me deixou tão cedo e tão menina ainda, mas sempre sonhou as melhores coisas para mim, me deu uma criação admirável. Agradeço ao seu caráter que me fez querer ser alguém melhor todos os dias.

A minha mãe, que apesar do falecimento do meu pai, me deu todo suporte e amor que eu precisei, acreditou nos meus sonhos, me deu forças para seguir em frente, e me fez acreditar que eu era capaz.

Agradeço a Universidade Federal Fluminense, que me proporcionou crescimento intelectual e pessoal, pela oportunidade de fazer o curso e por abrir inúmeras possibilidades para minha carreira acadêmica.

A Universidad Nacional Del Sur, por me receber de braços abertos como aluna de intercâmbio, pelo carinho com o meu país, pela compreensão com a minha cultura, minha língua, por me fazer amar ainda mais a geografia e a oceanografia, e por ter me dado amigos e amigas que são verdadeiras “hermanas”.

A meu orientador, por ter abraçado o meu tema com tanto zelo, pela dedicação neste trabalho, paciência e compreensão com minhas limitações, carinho, companheirismo e apoio.

Aos professores da graduação, pela motivação e inspiração, pelo sentimento de dedicação criado em mim a cada semestre.

Ao Laboratório de Geografia Física (Lagef), que acabou se tornando uma verdadeira família dentro da universidade, me trouxe motivação, suporte e me presenteou verdadeiros companheiros.

Ao CIDAC, que me trouxe a oportunidade de estágio, me aproximando mais do geoprocessamento e trazendo pessoas de muita luz para minha vida.

Às minhas amigas, sobretudo as amigas de república, que vivenciaram minhas conquistas e derrotas, e estiveram do meu lado, amenizando os dias ruins e comemorando dias bons. Ao meu companheiro e sua família, pela força, pelo apoio, por todos os dias em que escutaram minhas lamentações e por me mostrar que tudo iria ficar bem, muito obrigada.

## RESUMO

Os ambientes costeiros são áreas de transição entre o domínio continental e o domínio marinho, essa interação origina formas de relevo, processos e feições características desses ambientes. A dinâmica costeira é responsável por esse contínuo processo de transformação, onde os condicionantes geomorfológicos são principais agentes modeladores, capazes de originar tais formas e feições, atuando no processo de evolução da paisagem. O segmento costeiro entre a foz do rio Itabapoana e a foz do rio Paraíba do Sul apresenta destacável transição entre ambientes costeiros deposicionais, a saber: depósitos terciários da formação Barreiras e planícies fluviomarinhas quaternárias. Por sua vez estes depósitos sedimentares estão sujeitos a processos evolutivos distintos. As falésias ativas e inativas esculpidas nos depósitos do Barreiras evidenciam o processo de retrogradação da linha de costa enquanto as cristas de praia das planícies quaternárias evoluem de forma progradante. A pesquisa tem como objetivo geral detalhar as características da morfologia costeira da porção norte da Bacia de Campos que compreende o segmento entre a foz do rio Itabapoana e a foz do rio Paraíba do Sul e especificamente destacar as características geológicas, geomorfológicas e evolutivas deste segmento do litoral que o tornam peculiar além de apresentar dados primários que contribuam para a caracterização detalhada deste segmento do litoral. A metodologia consistiu no mapeamento de informações geológicas, geomorfológicas, levantamento de 20 perfis de praia, além de coleta e análise granulométrica e estatística de 50 amostras representativas do sistema duna-praia-antepraia. Os resultados mostram uma possibilidade de setorização deste segmento do litoral em quatro subcompartimentos, representativos de características morfológicas e morfodinâmicas distintas. Perfis de praia côncavos e convexos mostram claramente áreas em erosão (ao norte) e áreas em acumulação (ao sul), já as análises granulométricas indicam a presença de areia muito fina, areia fina e areia média evidenciando áreas com menor e maior energia de ondas neste segmento além da característica global desta área que é de elevado transporte de sedimentos, notadamente para o sul.

**Palavras-chave:** Dinâmica Costeira, Norte Fluminense, São Francisco do Itabapoana.

## ABSTRACT

Coastal environments are transitional areas between continental and marine environments. Their interaction produces unique and forms, processes and distinctive features. The coastal dynamics is responsible for this continuous process of transformation where geomorphological conditions are major shapers agents, capable of generating such forms and features, working in landscape evolution process. The coastal segment between Itabapoana river and Paraíba do Sul river inlets has detachable transition between depositional coastal environments, namely: tertiary deposits of “Formação Barreiras” and Quaternary beach ridge plains. In turn these sedimentary deposits are subject to different evolutionary processes. The active and inactive cliffs carved in deposits of the “Barreiras” show the erosional process of the shoreline while the beach ridges of Quaternary plains evolve in a progradational way. The research has the general objective to detail the characteristics of the coastal morphology of the northern portion of the Campos Basin comprising the segment between these two inlets and the specific goal is to highlight geological, geomorphological and evolutionary characteristics of this segment of the coast that makes it unique. The other goal is to present primary data that contribute to the detailed characterization of this segment of the coast. The methodology consisted of geological and geomorphological mapping, beach profiles, and collecting and grading and statistical analysis of 50 representative samples of beach system. The results show a possibility of sectorize this coastal segment into four subcompartments representing the distinct morphologic characteristics and morphodynamic. Concave and convex beach profiles clearly show eroding areas (north), and areas accumulation (South), since the grain size analysis indicate the presence of very fine sand, fine sand and medium sand showing areas with lower and higher energy waves this segment and the overall feature of this area is high sediment transport, especially to the south.

**Keywords:** Coastal Dynamics, Norte Fluminense, São Francisco do Itabapoana

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Divisão do litoral brasileiro em macrocompartimentos, segundo Silveira (1964) extraído de Muehe (2003).....	3
<b>Figura 2.</b> Macrocompartimento do litoral Oriental, segundo Silveira (1964) extraído de Muehe (2003). .....	4
<b>Figura 3.</b> Mapa geológico da planície do rio Paraíba do Sul, extraído de Martin et al (1997). 5	
<b>Figura 4.</b> Localização e toponímia da Área de Estudo.....	8
<b>Figura 5.</b> Subdivisão do litoral brasileiro, baseada em critérios oceanográficos, climáticos e continentais, segundo Silveira (1964) extraído de Suguio (2003). .....	10
<b>Figura 6.</b> Exemplo de falésia ativa na área de estudo, localidade de Lagoa Doce. ....	13
<b>Figura 7.</b> Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltaicas da costa leste brasileira, extraído de Martin et al. (1984). .....	15
<b>Figura 8.</b> Fluxograma das etapas metodológicas.....	20
<b>Figura 9.</b> Pontos de Coleta e Levantamento Topográfico Em Campo. ....	21
<b>Figura 10.</b> Levantamento topográfico em campo utilizando nível óptico e régua topográfica. ....	22
<b>Figura 11.</b> Feições praias de interesse. ....	22
<b>Figura 12.</b> Materiais da Etapa de Análise Granulométrica por Peneiramento à Seco.....	23
<b>Figura 13.</b> Mapa Geológico da Área de Estudo. ....	27
<b>Figura 14.</b> Mapa Geomorfológico da Área de Estudo.....	28
<b>Figura 15.</b> Localização dos pontos de Monitoramento do Setor I - Da foz do rio Itabapoana até Praia de Lagoa Doce.....	29
<b>Figura 16.</b> Ponto de coleta SF01, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.....	30
<b>Figura 17.</b> Ponto de coleta SF02, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.....	31
<b>Figura 18.</b> Ponto de coleta SF03, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.....	32
<b>Figura 19.</b> Ponto de coleta SF04, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.....	33

<b>Figura 20.</b> Localização dos pontos de Monitoramento do Setor II–Da Praia de Lagoa Doce até Buena.....	34
<b>Figura 21.</b> Ponto de coleta SF05, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.....	35
<b>Figura 22.</b> Ponto de coleta SF06, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.....	36
<b>Figura 23.</b> Ponto de coleta SF07, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.....	37
<b>Figura 24.</b> Ponto de coleta SF08, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.....	38
<b>Figura 25.</b> Ponto de coleta SF09, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.....	39
<b>Figura 26.</b> Localização dos pontos de Monitoramento do Setor III – De Buena até Guaxindiba. ....	40
<b>Figura 27.</b> Ponto de coleta SF10, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.....	41
<b>Figura 28.</b> Ponto de coleta SF11, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.....	42
<b>Figura 29.</b> Ponto de coleta SF12, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.....	43
<b>Figura 30.</b> Ponto de coleta SF13, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.....	44
<b>Figura 31.</b> Ponto de coleta SF14, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.....	45
<b>Figura 32.</b> Localização dos pontos de Monitoramento do Setor IV–De Guaxindiba até Gargaú. ....	46
<b>Figura 33.</b> Ponto de coleta SF15, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.....	47
<b>Figura 34.</b> Ponto de coleta SF16, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.....	48
<b>Figura 35.</b> Ponto de coleta SF17, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.....	49
<b>Figura 36.</b> Ponto de coleta SF18, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.....	50

**Figura 37.** Ponto de coleta SF19, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos..... 51

**Figura 38.** Ponto de coleta SF20, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos..... 52

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Ortofotos Utilizadas para a caracterização de detalhe da área de estudo. ....	24
<b>Tabela 2.</b> Subdivisão da Área de Estudo em Setores.....	25
<b>Tabela 3.</b> Parâmetros estatísticos utilizados para as análises dos pontos de coleta e geração dos perfis e histogramas. ....	52

## Sumário

1 - Introdução:.....	1
1.1 - Aspectos Condicionantes do Litoral Brasileiro .....	1
1.2 - O Litoral Norte Fluminense na Compartimentação do Litoral Brasileiro .....	3
1.3 - Objetivos .....	6
1.4 - Justificativa .....	6
1.5 - Área de Estudo.....	7
2 - Referencial Teórico .....	10
2.1 - Grupo / Formação Barreiras.....	10
2.2 - Planície de Cristas de Praia .....	13
2.3 - Evolução da Planície Costeira do Rio Paraíba do Sul .....	14
3 - Materiais e Métodos .....	19
3.1 - Levantamento de Dados Primários.....	20
3.1.1 - Coleta de Dados em Campo.....	20
3.1.2 - Análise Granulométrica de Sedimentos.....	23
3.2 - Bases de Dados Secundários .....	24
3.3 - Composição dos Resultados.....	24
3.4 - Detalhamento Morfológico da Faixa de Praia .....	25
4 - Resultados e Discussões.....	26
4.1 - Setor I – Da foz do rio Itabapoana até Praia de Lagoa Doce.....	29
4.2 - Setor II - Da Praia de Lagoa Doce até Buena. ....	33
4.3 - Setor III - De Buena até Guaxindiba .....	39
4.4 - Setor IV - De Guaxindiba até Gargaú .....	45
5 - Conclusões .....	53
6 - Referências Bibliográficas .....	54

## **CARACTERIZAÇÃO DA MORFOLOGIA COSTEIRA ENTRE A FOZ DOS RIOS ITABAPOANA E PARAÍBA DO SUL, NORTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.**

### **1 - Introdução:**

Os ambientes costeiros são áreas de transição entre o domínio continental e o domínio marinho e essa interação origina processos e feições características desses ambientes. A dinâmica costeira é responsável por esse contínuo processo de transformação, onde os condicionantes geomorfológicos são principais agentes modeladores, capazes de originar tais formas e feições, atuando no processo de evolução da paisagem.

Esses sistemas dinâmicos tornam-se cada vez mais complexos à medida que os agentes modificadores naturais se combinam com intervenções humanas, podendo desestabilizar o equilíbrio desses ambientes, tornando-os mais vulneráveis. Processos como erosão costeira, assoreamento de estuários e lagunas, progradação e retrogradação da linha de costa, são exemplos de fenômenos que uma vez somados a intervenções humanas podem gerar riscos e degradação ambiental.

Nos últimos anos a preocupação com os ambientes costeiros vem crescendo, não só no meio acadêmico/científico, mas também por partes de instituições de gestão e planejamento de zonas costeiras. Os impactos socioeconômicos e socioambientais que essa interação pode causar, torna a gestão e os ambientes costeiros temas a serem cada vez mais difundidos na atualidade.

### **1.1 - Aspectos Condicionantes do Litoral Brasileiro**

Segundo Muehe (2003), discorrendo sobre os condicionantes geológicos e geomorfológicos da costa brasileira, a direção da linha de costa no Brasil foi condicionada pelos lineamentos estruturais como falhas e fraturas, resultantes de fases de dobramento de fundo e atividade de abertura do assoalho oceânico. O litoral brasileiro está orientado, de maneira geral, entre direções nordeste-sudoeste ou nor-nordeste-su-sudoeste, denominada direção brasiliana e a direção noroeste-sudeste denominada direção caraíba, ambas em conjunto, condicionaram os grandes alinhamentos da linha de costa, ora predominado por direção brasiliana, ora por direção caraíba. Vale ressaltar que as progradações sedimentares, construções vulcânicas e a influência das atividades tectônicas terciárias, resultam geralmente no afastamento significativo dessas principais direções.

No Brasil, apesar de discordâncias sobre o limite distal da plataforma continental interna, admite-se com base em cartas náuticas o valor de 50m (Muehe, 2003). Contudo, esta profundidade não se estabelece na região nordeste do país, onde as ondas se apresentam com menor altura e principalmente menor período que nas regiões Sudeste e Sul, que ultrapassam consideravelmente o limite externo da plataforma continental interna, que ali está entre 20 e 30m.

O clima de ondas é, segundo Muehe (2003), a principal variável indutora dos processos costeiros de curto e médio prazo, sendo responsável pelo transporte de sedimentos nos sentidos longitudinal e transversal à linha de costa. No Brasil, dados sobre ondas baseados em medições de altura e direção são escassos, restritos geralmente à localização de portos. Interligado ao clima de ondas, a alteração no volume de sedimentos transportados paralelamente à linha de costa constitui uma das causas mais frequentes da erosão ou progradação costeira. Silvéster (1968) apud Muehe (2003) infere que no litoral brasileiro, olhando da terra para o mar, o transporte litorâneo seria para esquerda do litoral do Amapá ao cabo Calcanhar, no Rio Grande do Norte e de São Paulo ao Rio Grande do Sul. E para a direita, no litoral de Alagoas até o norte do Estado do Rio de Janeiro, e que entre o cabo Frio e a ilha Marambaia, o transporte seria quase nulo.

A amplitude de maré se dá pela diferença de altura entre a preamar e a baixa-mar, e manifesta-se como um importante elemento no que diz respeito à definição da intensidade dos processos costeiros em função da velocidade das correntes de maré. Estas podem ter capacidade de moldar a morfologia da plataforma continental interna, promovendo a formação de bancos de grande mobilidade ou ainda condicionar a morfologia dos cordões litorâneos e a manutenção ou não de canais de maré (Muehe, 2003).

Neste aspecto, o litoral brasileiro, do estado de Alagoas ao Rio Grande do Sul, apresenta amplitudes de maré inferiores a 2m, definindo-se como de micromaré. Amplitudes superiores a 4 m, que se define como macromaré, ocorrem no estado do Maranhão, em parte do Pará e no litoral sul do cabo Norte, no Amapá. No restante do litoral ocorre o tipo mesomaré, com amplitude entre 2 e 4m.

Todos os processos morfodinâmicos atuam de forma expressiva e diferenciada em toda extensão do litoral brasileiro, que de uma forma geral, apresenta sucessão de planícies costeiras alternando-se com falésias e costões rochosos, variando assim a predominância de certos processos sobre determinados setores da costa.

## 1.2 - O Litoral Norte Fluminense na Compartimentação do Litoral Brasileiro

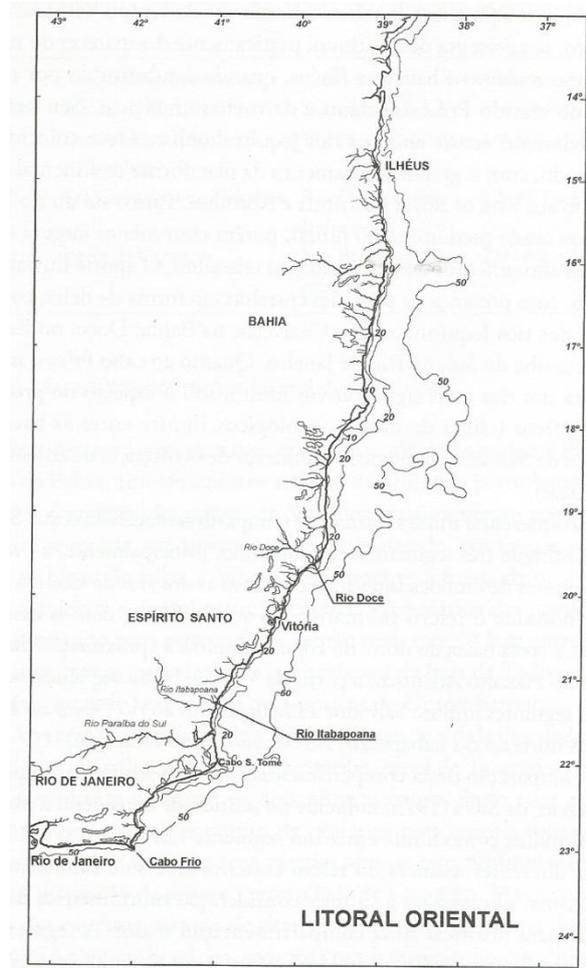
A compartimentação de áreas costeiras, permite melhor entendimento de como os processos litorâneos agem na formação e na evolução das feições costeiras, uma vez que a segmentação tende a estar de acordo com determinada homogeneidade apresentada por esses ambientes, permitindo sistematização na análise e possibilitando o detalhamento geomorfológico para setores específicos do litoral.

A compartimentação utilizada no presente trabalho baseia-se na elaboração de Silveira (1964) apud Muehe (2003), e complementada com informações atuais (Figura 1). Os macrocompartimentos são classificados de acordo com o método dedutivo, considerando as principais variáveis oceanográficas que vão dar origem as típicas feições e processos costeiros.



**Figura 1.** Divisão do litoral brasileiro em macrocompartimentos, segundo Silveira (1964) extraído de Muehe (2003).

A região Oriental ou leste do litoral brasileiro, segundo Silveira (1964) apud Muehe (2003), estende-se de Salvador à Cabo Frio, e está segmentada em macrocompartimentos, sendo eles o do Litoral de Estuários, do Banco Royal Charlotte e Abrolhos, Embaiamento de Tubarão e o da Bacia de Campos (Figura 2).



**Figura 2.** Macrocompartimento do litoral Oriental, segundo Silveira (1964) extraído de Muehe (2003).

O macrocompartimento da Bacia de Campos, segundo Muehe (2003) se estende da foz do rio Itabapoana ao cabo Frio, no estado do Rio de Janeiro. Tem como principal feição a planície costeira deltáica do rio Paraíba do Sul, associada a um novo alargamento da plataforma continental interna.

A formação (ou grupo) Barreiras, de grande expressividade no litoral do estado do Espírito Santo, retoma sua significância a partir do rio Itabapoana onde se apresenta na forma de falésias ativas. Em direção ao sul, o barreiras recua para o interior à medida que se amplia a

largura da planície de cristas de praia relacionadas ao rio Paraíba do Sul, e extingue-se a partir da extremidade sul desta planície, dando lugar a rochas do embasamento cristalino pré-cambriano.

A planície costeira desenvolvida pela sedimentação associada ao baixo curso do rio Paraíba do Sul, de acordo com o mapa geológico de Martin et al (1997) (Figura 3), é constituída na face oceânica por dois conjuntos de cristas de praia. O conjunto localizado ao norte é formado por uma sequência de cristas de praia de idade holocênica, associada à posição da atual desembocadura. Na parte sul, o conjunto de cristas de praia apresenta idade atribuída ao Pleistoceno, e se estende até as proximidades de Macaé, sendo precedido por um estreito cordão litorâneo de idade holocênica.



**Figura 3.** Mapa geológico da planície do rio Paraíba do Sul, extraído de Martin et al (1997).

Em relação ao vento na área de estudo, predomina os de direção nordeste (Barbiere, 1984 apud Muehe, 2003), associado aos períodos de tempo bom e os ventos do quadrante sul ocorrem em função de entradas de frentes frias.

O residual do transporte litorâneo no flanco sul da planície do rio Paraíba do Sul, é orientado para o norte (Gusmão, 1990; Cassar e Neves, 1993 apud Muehe, 2003), em adaptação às ondas de sudeste, geradas pelas frentes frias ou as que chegam em forma de marulho, provenientes das latitudes mais elevadas ao sul.

A plataforma continental interna apresenta largura em torno de 35 km, sendo o recobrimento sedimentar, de acordo com a compilação de Kowsmann e Costa (1979), com predomínio de areias de origem fluvial.

As características geológicas e geomorfológicas gerais da área de estudo e o aprofundamento teórico sobre seus atributos servem como ponto de partida para o detalhamento proposto neste trabalho. A definição dos objetivos, dos materiais e métodos e os resultados alcançados serão descritos a seguir.

### **1.3 - Objetivos**

O objetivo geral deste trabalho é de aumentar a resolução das características da morfologia costeira da porção norte da Bacia de Campos que compreende o segmento entre a foz do rio Itabapoana e a foz do rio Paraíba do Sul.

Os objetivos específicos são:

- a) Destacar as características geológicas, geomorfológicas e evolutivas deste segmento do litoral que o tornam peculiar;
- b) Apresentar dados primários que contribuam para a caracterização detalhada deste segmento do litoral.

### **1.4 - Justificativa**

O segmento costeiro entre a foz do rio Itabapoana e a foz do Rio Paraíba do Sul apresenta uma destacável transição entre ambientes costeiros deposicionais, a saber: depósitos terciários da formação Barreiras e planícies flúviomarinhas quaternárias. Por sua vez estes depósitos sedimentares estão sujeitos a processos evolutivos distintos. As falésias ativas e inativas esculpidas nos depósitos do Barreiras evidenciam o processo de retrogradação da linha de costa enquanto as cristas de praia das planícies quaternárias evoluem de forma progradante. Esta

peculiaridade evidente neste curto segmento do litoral norte fluminense, aliado a uma escassez de referências específicas feitas para esta área de estudo são as principais motivações para a análise aqui proposta.

### **1.5 - Área de Estudo**

O segmento entre a foz do rio Itabapoana e a foz deltaica do rio Paraíba do Sul (Figura 4), estende-se por aproximados 40 km onde verificam-se distintas feições geomorfológicas. A influência da sedimentação dos rios Paraíba do Sul e Itabapoana associada à deposição da formação Barreiras consolidam o ambiente deposicional.



**Figura 4.** Localização e toponímia da Área de Estudo.

A bacia hidrográfica do rio Itabapoana (ES/RJ e MG), compreende uma área de 4.875,46 km<sup>2</sup>, sendo que aproximadamente 2.955 km<sup>2</sup> estão localizados no Espírito Santo. A foz do rio Itabapoana localiza-se no setor que compreende o extremo norte da área de estudo, apresenta feições de planície flúviomarinha, com certos trechos de deposição sedimentar e pode ser caracterizada como zona de passagem da cheia do Itabapoana, compreendendo a planície intertidal, de idade quaternária, onde ocorrem os manguezais, sujeita aos movimentos de subida e descida das marés e aos regimes fluviométricos da bacia do Itabapoana (Coelho & Freire, 2014).

Ao sul do segmento, localiza-se a planície costeira de feição deltáica do rio Paraíba do Sul que apresenta uma área de cerca de 3.000 km<sup>2</sup> e suas dimensões máximas são de 120 km na direção N-S e de 60 km na direção E-W (Murillo, 2008).

Tal planície localiza-se em uma área de clima tropical úmido, com temperatura média de 22°C. Apresenta uma estação chuvosa no verão e uma estação seca no inverno, indicando uma média anual de 1.300 mm (Costa, 1994 in Bastos, 1997 apud Rocha, 2009). Segundo Souza (1988) apud Rocha (2009), ao longo do ano, a maior frequência da direção de incidência de ondas está associada a ventos locais dos quadrantes nordeste e leste, ocorrendo ainda ondas provenientes dos quadrantes SE, S e SW, associada a frentes frias.

Em relação aos ventos, Santos (2006) apud Vasconcelos (2010) caracteriza o padrão de ventos da região a partir de medições de direção e intensidade obtidas junto à Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), referentes à estação localizada no Farol de São Tomé. Utilizando dados de 1964 a 2000, identificou-se que os ventos mais frequentes são os do quadrante N-NE, tendo velocidades médias em torno de 25km/h. Embora os ventos do quadrante N-NE sejam dominantes, ventos de S-SE relacionados à chegada de frentes frias e de SW (de forma menos expressiva) acabam influenciando a região entre o outono e o inverno (Pinho, 2003 apud Vasconcelos, 2016).

Os dados de medição de maré são escassos para essa região, contudo observações de Silva (1987) apud Vasconcelos (2016), a partir de medições realizadas em Guaxindiba, ao norte da foz do rio Paraíba do Sul, indicam oscilações de até 2,25 metros, sendo o nível mais alto de 0,712 metro e o mínimo de -1,538 metros, sendo referenciados ao zero local, fornecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Frente aos dados, o autor caracteriza como maré do tipo mista, com duas preamares e duas baixa-mares desiguais, sendo a região considerada de micromaré (Moreira, 1998 apud Vasconcelos, 2016).

A Formação Barreiras de grande expressividade no litoral do Espírito Santo, manifesta-se também no segmento em destaque, ainda que de forma menos expressiva. Tal formação

apresenta idade atribuída entre o mioceno e o pleistoceno estende-se ao longo do litoral brasileiro desde o estado do Pará até o Estado do Rio de Janeiro. Constitui-se de depósitos arenosos e argilosos de origem fluvial e marinha, caracterizado pela quase contínua regularidade geomorfológica, no qual os sedimentos apresentam cores variegadas (Nunes & Silva, 2011).

## 2 - Referencial Teórico

### 2.1 - Grupo / Formação Barreiras

Os depósitos sedimentares que constituem o Barreiras são de grande expressividade no litoral brasileiro (Figura 5), uma vez que se distribui em quase toda sua extensão, desde o estado do Rio de Janeiro até o Pará, penetrando-se pelo vale Amazônico (Matoso & Robertson, 1959).

Ocorre que ao longo dos anos diversos autores tem colocado em discussão, principalmente sobre o uso da nomenclatura adequada a tal feição (série, formação ou grupo), a origem dos sedimentos e a estratificação, dificultando as análises e estudos mais específicos.



**Figura 5.** Subdivisão do litoral brasileiro, baseada em critérios oceanográficos, climáticos e continentais, segundo Silveira (1964) extraído de Suguio (2003).

A formação Barreiras depositou-se ao longo da costa brasileira em função das forças tectônicas continentais e pulsos climáticos terciários e quaternários, possuindo contribuições de materiais-fonte variados, depositados em diversas condições de relevo e em plataformas continentais com extensões distintas, o que facilitou a formação de diferentes rochas sedimentares e com maturidades mineralógicas e texturais distintas.

Segundo Moura-Fé (2015), Moraes em 1928, referiu-se aos sedimentos da costa setentrional de Recife como “Formação Barreiras”, possivelmente umas das primeiras denominações dessa forma, mas feita sem qualquer conotação litoestratigráfica formal. Já no ano de 1930, Moraes Rego, adotando um critério stratigráfico, denominou de “Série Barreiras”, os sedimentos que constituíam desde os baixos platôs amazônicos até os tabuleiros da costa brasileira que se estendiam até o sul do estado da Bahia (Alheiros et al.1988 apud Moura-Fé, 2015).

Bigarella e Andrade (1964) apud Moura-Fé (2015), colocam em questão o termo “Formação”, pois acreditam que este termo remete a camadas caracterizadas pela homogeneidade litológica, optando então pelo termo “Grupo Barreiras” por caracterizar-se de acentuada heterogeneidade litológica e faciológica.

O fato é que em torno a tantas lacunas referentes ao assunto, tais discussões se fundamentam principalmente no processo de origem desses depósitos, e relacionado aos processos de variações do nível do mar.

Atribui-se que a idade do Barreiras compreende o intervalo de tempo entre o Mioceno (23.03-5.33 Ma<sup>1</sup>) até o Plioceno-Pleistoceno (5.33–2.58 Ma), inferidas a partir de interpretações geomorfológicas e paleoclimáticas, porém, recentemente estudos palinológicos e radiométricos tendem para idade miocênica. Devido a sua distribuição espacial e consideráveis deformações tectônicas sofridas, é possível que outras idades sejam ainda obtidas (Bezerra, Mello & Suguio, 2006).

Arai (2006), relata sobre a evolução da feição associando as variações eustáticas do Mioceno, sugerindo uma discordância erosiva ocorrida no Tortoniano (11.63-7.24 Ma), provocada pela maior queda eustática do Neógeno (23.03-2.58 Ma), e decorrente a isso a existência de subunidades (superior e inferior) que estão compostas basicamente por depósitos sedimentares de diferentes idades, sendo a unidade Barreiras Inferior composta por sedimentos depositados durante a subida eustática ocorrida no intervalo Aquitaniano (23.03-20.44 Ma) –

---

1 Referências de tempo geológico em Milhões de Anos (Ma) extraídas da International Chronostratigraphic Chart, versão 2016/04.

Serravaliano (13.82-11.63 Ma) (Eomioceno a Mesomioceno), e a unidade Barreiras Superior formada por depósitos ocorridos no Plioceno, tendo a Discordância Tortoniana como separação entre as unidades. Ainda segundo o autor, a configuração topográfica atual do “grupo” Barreiras decorre do soerguimento epirogenético ocorrido subsequentemente à queda eustática.

Em relação à origem dos sedimentos que compõem o Barreiras discute-se a questão sobre uma gênese marinha, flúviomarina, continental, de ambientes lacustres ou ainda influência de um ou mais ambientes na sedimentação de determinadas áreas. Para o litoral do estado do Espírito Santo, autores como Amador e Dias (1978) apud Morais et al. (2005) e Tamara (1995) apud Morais et al. (2005), sugerem associações litológicas distintas, interpretadas como de ambientes fluviais. Já para o Rio de Janeiro, Morais et al. (2006) relaciona a ambiente fluvial entrelaçado, com depósitos de fluxos gravitacionais.

Exemplo de formas específicas desses ambientes são as falésias (Figura 6). No segmento do litoral em questão, os depósitos do Grupo Barreiras são afetados pelos processos erosivos, na maioria das vezes intensos, que segundo Christofolletti (1980) apud Da Silva e Silva (2012), quando em virtude de modificação do nível do mar ou da terra, o mar entra em contato com uma escarpa íngreme emersa, estabelecem-se condições para a esculturação de uma cadeia de formas. O ataque direto das ondas acarreta no solapamento da escarpa, que provoca o desmoronamento e elaboração da falésia. Esse processo de erosão aos poucos vai esculpindo e dando formas às falésias, estas podem ser ativas, inativas ou paleofalésias.

As ativas são feições de alta declividade e que sofrem com a ação marinha, constante processo de erosão, a qual é responsável pela modelagem da mesma, possuindo um equilíbrio morfodinâmico instável e suscetível a desmoronamento (Figura 6). As inativas são falésias que não sofrem mais com a ação marinha e estão moderadamente estáveis e cobertas pela vegetação. As inativas ainda podem ser erodidas por ação do vento e de agentes climáticos, não mais por ação direta das ondas. (Rosseti, 2008 apud Da Silva e Silva, 2012).



**Figura 6.** Exemplo de falésia ativa na área de estudo, localidade de Lagoa Doce.

## **2.2 - Planície de Cristas de Praia**

Segundo Curray (1969) apud Murillo et al. (2007), cristas ou cordões de praia são definidos como corpos arenosos alongados em forma de cristas que geralmente se dispõem paralelamente à linha de costa, sendo separadas entre si por cavas. Individualmente, as cristas representam sucessivas posições de linha de praia durante a história evolutiva da planície progradante.

A sequência dessa feição numa planície indica nitidamente um processo de progradação atuante, no qual cada crista ou cordão arenoso indica uma paleolinha de praia, ou seja, um antigo alinhamento de praia.

Apesar de alguns autores discordarem em relação aos processos evolutivos dessas áreas, é de consenso que, atualmente, o sistema de cristas de praia associadas à foz do rio Paraíba do

Sul teve sua formação a partir da regressão do nível relativo do mar, tornando-se um ambiente progradante.

De acordo com Fernandez et al. (2006) o modelo proposto por Dominguez et al. (1983) e Martin et al. (1984) para processo de formação das cristas de praia sugere uma forte inter-relação entre a hidrodinâmica fluvial e a costeira. Os autores afirmam que a foz do rio atuaria como um molhe hidráulico, que quando mais ativo, atuaria na retenção de sedimentos transportados por deriva litorânea com sentido sul-norte permitindo o crescimento da planície ao sul da foz.

Segundo Suguio et al.(1985), por efeito dessa dinâmica na desembocadura, a porção da planície a barlar da foz será formada de faixas de cristas de praias essencialmente marinhas enquanto a porção a sotamar será constituída por alternância de cristas arenosas fluviais e zonas baixas areno-argilosas com matéria orgânica.

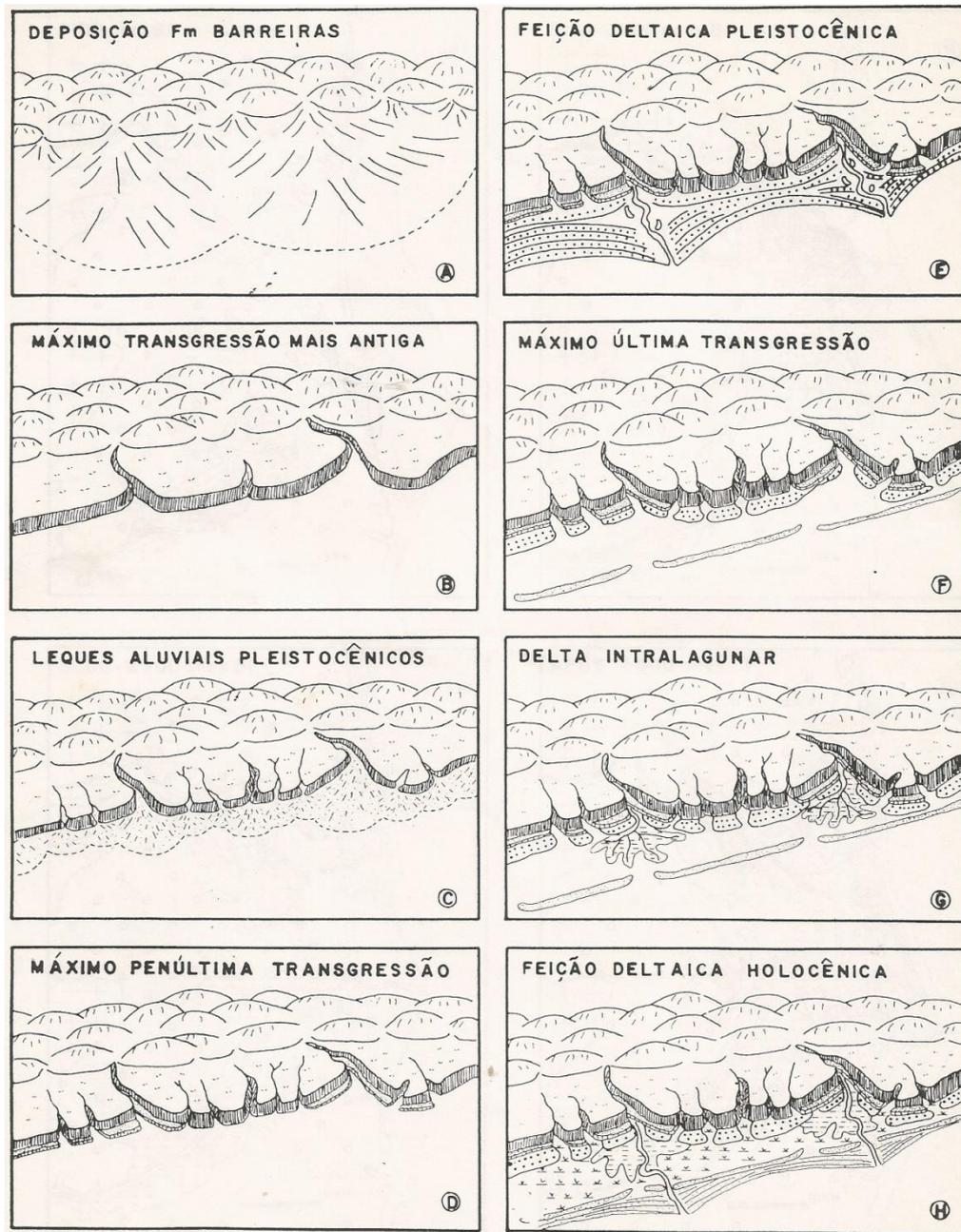
De acordo com Fernandez et al. (2006), a observação de discordâncias no alinhamento das cristas estaria relacionada a ciclos de cheia e estiagem no regime fluvial, que também seriam responsáveis pela formação de diversos degraus na margem do rio, com tendência a progradação na direção nordeste. Desta forma o processo atual erosivo verificado na foz seria um elemento que marcaria uma futura discordância no alinhamento de cristas, no contínuo processo progradante da planície.

Segundo Fernandez e Rocha (2015), em Gargaú, a morfologia de cristas de praia reflete a migração do ambiente praias sobre a antepraia, compondo uma planície costeira que evoluiu sob condições regressivas do nível do mar, associado ainda ao aporte fluvial do rio Paraíba do Sul. Foi estimada uma progradação de aproximadamente 12 m/ano.

### **2.3 - Evolução da Planície Costeira do Rio Paraíba do Sul**

De acordo com Martin et al. (1984) as mudanças no nível relativo do mar durante o Quaternário ocorreram de forma diferenciada no mundo (Figura 7). O litoral brasileiro, por exemplo, foi submetido à submersão até 5.100 anos A.P e, posteriormente, à emersão, diferentemente dos processos ocorridos nas costas orientais dos Estados Unidos.

Segundo Martin et al. (1983), uma das características deixadas por esse período, sobretudo na parte central do litoral do Brasil, são as vastas planícies quaternárias, nas quais se destacam as encontradas na desembocadura dos rios São Francisco, Jequitinhonha, Doce e Paraíba do Sul.



**Figura 7.** Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltaicas da costa leste brasileira, extraído de Martin et al. (1984).

Ainda citando Martin et al. (1984), as fases evolutivas da planície costeira do rio Paraíba do Sul são:

**- Primeira Fase:**

Há cerca de 120.000 anos A.P., correspondente ao máximo da penúltima transgressão (transgressão Cananéia de SUGUIO e MARTIN, 1978 apud Martin, 1984), o nível relativo do mar deveria situar-se a  $8,0 \pm 2\text{m}$  acima do atual (Figura 7b). Nesta fase, a planície costeira ainda não existia e todos os vales entalhados nos sedimentos da Formação Barreiras ou nas rochas do

Embasamento Cristalino pré-cambriano foram invadidos pelo mar, desenvolvendo-se numerosas lagunas. A ingressão máxima do mar, nesta fase, é demarcada por uma linha de falésias entalhadas nos sedimentos da Formação Barreiras.

**- Segunda Fase:**

Após 120.000 anos A.P., o nível do mar inicia a descida, quando foram construídos terraços arenosos recobertos por cordões litorâneos (Figura 7e). Ao norte e ao sul esses terraços estão diretamente encostados nos sedimentos da Formação Barreiras. À medida que ocorria o abaixamento do nível relativo do mar, instalava-se uma rede hidrográfica sobre a planície costeira, escavando vales talvez profundos.

**- Terceira Fase:**

A partir de 18.000 anos A.P., (máximo da última glaciação quaternária de maior amplitude que atingiu o hemisfério norte) o nível do mar iniciou uma subida muito rápida. No decorrer desta fase transgressiva (Figura 7f), a maior parte da planície costeira pleistocênica foi destruída.

A partir de 7.000 anos A.P., iniciou-se a formação da planície costeira holocênica, pelo assoreamento parcial de uma vasta paleolaguna separada do mar aberto por ilhas-barreiras, de maneira semelhante ao que ocorria na planície costeira do rio Doce. Evidentemente, as ilhas-barreiras daquela época deveriam localizar-se em posição mais externa, tendo atingido a sua posição final por volta de 5.000 anos A.P. As zonas baixas da Formação Barreiras e os vales escavados nos terraços pleistocênicos foram, nesta fase, invadidos pelo mar, formando-se numerosas lagunas alongadas.

**- Quarta Fase:**

A partir de 5.100 anos A.P., o abaixamento do nível relativo do mar foi acompanhado pela transferência de areias da plataforma continental interna para a praia (processo recíproco à lei de Brunn (Brunn, 1954). Essas areias foram retrabalhadas pelas correntes de deriva litorânea, tendo contribuído na construção de terraços arenosos holocênicos (Figura 7h).

A ressecção parcial da extensa laguna, cujo testemunho atual é representado pela Lagoa Feia, ocorreu não somente pelo abaixamento do nível relativo do mar, mas também, pelo aporte fluvial do rio Paraíba do Sul, que nesta época despejava totalmente os seus sedimentos na paleolaguna, construindo um grande delta. Entretanto, é possível que já antes de 4.400 anos A.P., um braço do rio Paraíba do Sul atingisse diretamente o mar aberto.

Os períodos de submersão acelerada ocorridos entre 3.800 e 3.600 e 2.700 e 2.500 anos A.P. devem ter provocado uma descontinuidade na construção dos terraços holocênicos. De fato, nota-se no terraço holocênico situado ao sul da desembocadura, a existência de uma zona

baixa paralela ao alinhamento dos cordões, que atravessa todo o terraço. Até o momento, não se dispõe de dados sobre a época da formação desta zona baixa, que se situa mais para o interior que as lagunas Salgada, das Ostras, da Flecha e Mololô, algumas das quais ainda contendo água, que foram datadas de cerca 3.000 anos A.P. Então, pode-se pensar que corresponda à fase de evolução rápida do nível relativo do mar produzida entre 3.800 e 3.600 anos A.P.

Na parte do terraço holocênico ao norte da desembocadura atual existe também uma zona baixa paralela ao alinhamento dos cordões litorâneos. As conchas dos sedimentos lagunares desta zona foram datados de  $2.530 \pm 170$  (Bah. 1098) e  $2.360 \pm 180$  anos A.P. (Bah.1097). Essas idades parecem indicar que esta laguna tenha se formado durante a submersão rápida que ocorreu entre 2.700 e 2.500 anos A.P.

Em uma perspectiva mais recente sobre a evolução da planície do rio Paraíba do Sul, Martin et al. (1983 e 1984) apud Vasconcelos (2010), utilizando informações obtidas com base no mapeamento geológico, datações ao radiocarbono e experiências prévias em outras partes do litoral brasileiro, apresentaram um quadro bastante abrangente onde foi possível reconstruir diferentes estágios evolutivos:

**Estágio 1:** corresponde a uma fase de clima semiárido sujeito a chuvas esporádicas e torrenciais (provavelmente durante o Plioceno (5.22-2.58 Ma), teria ocorrido a sedimentação da Formação Barreiras; o nível do mar estaria abaixo do atual, permitindo que os sedimentos desta formação cobrissem completamente parte da plataforma continental.

**Estágio 2:** o clima passa a ser mais úmido, em torno de 120.000 anos antes do presente, ocorre um avanço do nível do mar, erodindo a parte externa da Formação Barreiras e constituindo uma linha de falésias. Em muitos locais, essas falésias foram erodidas durante a penúltima e última grande transgressão.

**Estágio 3:** este estágio teria ocorrido durante rebaixamento do nível oceânico. Corresponde à formação da planície costeira pleistocênica, que avançava mar adentro.

**Estágio 4:** correspondente à fase final da última transgressão, quando o mar deve ter erodido, total ou parcialmente, os terraços marinhos pleistocênicos, com o afogamento da Formação Barreiras externa, formando-se sistemas lagunares. Associada ao afogamento da planície costeira pleistocênica houve a formação de uma ilha barreira que isolou de um contato direto com o mar o que restou dos terraços marinhos pleistocênicos. Surgem lagunas atrás do cordão

de ilhas-barreiras. Martin, et al. (1984) apud Vasconcelos (2010) dizem que o aspecto geológico da planície costeira do rio Paraíba do Sul nessa época, era muito semelhante ao apresentado atualmente por grandes trechos da costa leste dos Estados Unidos, onde existem terraços marinhos pleistocênicos com lagunas e ilhas-barreira. Essas ilhas constituíram um pontilhado próximo da linha de costa atual. No seu interior, formou-se uma laguna com algumas aberturas para o mar. Nela, passaria a desembocar o rio Paraíba do Sul.

**Estágio 5:** quando o rio desemboca nessa laguna, começa a desenvolver-se o delta intralagunar; ocorre um novo abaixamento do nível relativo do mar, subsequente à última subida, provocando a construção de terraços marinhos a partir das ilhas-barreiras originais nos locais onde elas existiam, ou diretamente a partir dos terraços pleistocênicos ou ainda das falésias esculpidas em sedimentos da Formação Barreiras. Verifica-se gradual transformação das lagunas em lagoas de água doce e, finalmente, em pântanos.

**Estágio 6:** corresponde à formação das cristas de praia holocênicas. A partir de aproximadamente 5.100 anos. O abaixamento do nível relativo do mar foi acompanhado pela transferência de material da plataforma continental para a praia. Essas areias foram retrabalhadas pelas correntes de deriva litorânea tendo contribuído na construção dos terraços arenosos holocênicos.

A planície do rio Paraíba do Sul apresenta evolução geológica associada a processos tipicamente fluviais e marinhos, que além de desenvolver feições topográficas que registram estas diferentes condições de nível do mar, atuam de forma acentuada no processo dinâmico da vasta planície.

Os terraços marinhos pleistocênicos estão desenvolvidos na parte sul da planície, e testemunhos destes também podem ser encontrados na parte central e norte. Segundo Martin et al. (1984) amostras de conchas e fragmentos de madeira existentes dentro de sedimentos lagunares das zonas intercordões foram datadas de  $6.000 \pm 200$  anos A.P e de  $6.590 \pm 200$  anos A.P. Os cordões litorâneos dessa área apresentam idade pleistocênica, enquanto as zonas intercordões foram ocupadas por lagunas ligadas ao último período de nível marinho mais alto de idade holocênica.

De acordo com o mesmo autor, os terraços marinhos holocênicos estão desenvolvidos na parte norte da planície, em ambos os lados da desembocadura do rio, e são mais recentes que 5.100 anos A.P. Na metade sul da planície, esses depósitos arenosos de idade holocênica se

apresentam restritos a uma barreira arenosa única, tal diferença atribui-se, parcialmente, a atividade tectônica recente.

Os sedimentos lagunares encontram-se na porção central da planície, nas áreas de São Tomé e de Lagoa Feia, onde ocorrem sedimentos argilo-orgânicos ricos em conchas. De acordo com Martin et al. (1984) datações ao radiocarbono mostram que as idades dessas conchas variam entre 7.000 e 5.000 anos A.P., que corresponde ao período de submersão caracterizada pela existência do complexo ilhas-barreiras e laguna, na área. Já conchas coletadas em uma zona baixa na porção norte da planície atribui-se a idades próximas de 2.500 anos A.P., e conchas de quatro pequenas paleolagunas situadas na extremidade sul do terraço holocênico forneceram idades em torno de 3.000 anos A.P.

Os sedimentos fluviais também se encontram na porção central da planície, repousando diretamente sobre sedimentos lagunares. Entre Campos e São Tomé, são encontradas “cicatrices” de numerosos paleocanais no meio de sedimentos fluviais. Esses sedimentos apresentam ainda, características de um antigo delta construído pelo rio Paraíba do Sul dentro de uma antiga laguna.

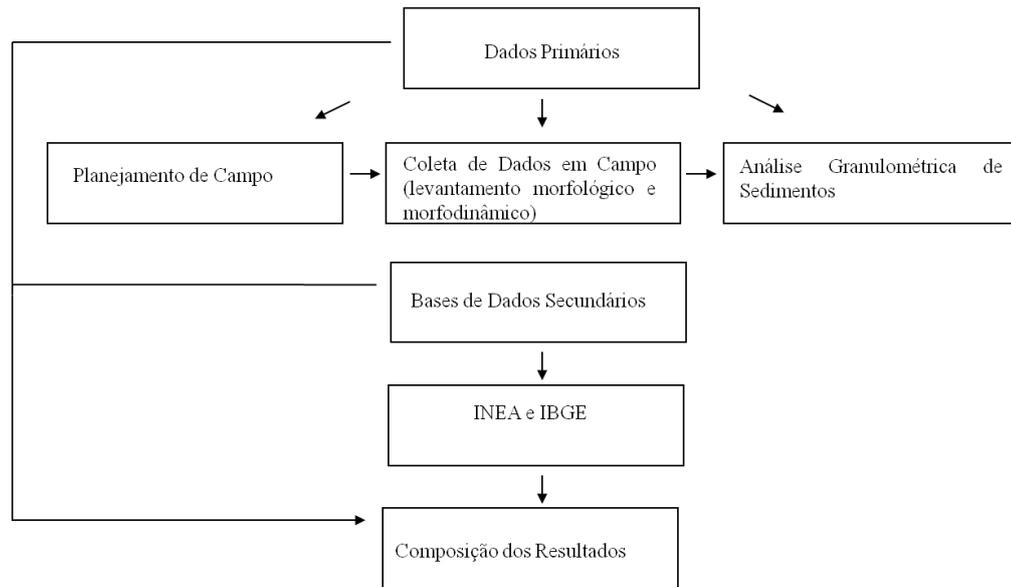
### **3 - Materiais e Métodos**

Considerando o objetivo principal do presente trabalho, de detalhar o segmento do litoral localizado entre a foz do rio Itabapoana e do rio Paraíba do Sul, a pesquisa ocorreu com base em dados primários e secundários, sendo elas: planejamento de campo, levantamento morfológico e morfodinâmico no campo, análises de material coletado em campo, mapeamento e processamento de dados e resultados. Adicionalmente foi compilado material cartográfico de fontes como o IBGE<sup>2</sup> e INEA<sup>3</sup> e utilizadas rotinas de geoprocessamento para a composição das características de detalhe do segmento costeiro selecionado. Estas etapas estão organizadas (Figura 8) e serão descritas, a seguir.

---

<sup>2</sup> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

<sup>3</sup> Instituto Estadual do Ambiente



**Figura 8.** Fluxograma das etapas metodológicas.

### 3.1 - Levantamento de Dados Primários

#### 3.1.1 - Coleta de Dados em Campo

O planejamento de campo iniciou-se a partir de uma visualização geral do segmento do litoral a ser analisado utilizando o programa Google Earth. Com este mesmo programa definiu-se 20 pontos de coleta e levantamento topográfico em campo (Figura 9), espaçados entre si a distância de 1 milha náutica (cerca de 1,8km). Para o segmento de aproximadamente 40km, foram estabelecidos 20 pontos de coleta.



**Figura 9.** Pontos de Coleta e Levantamento Topográfico Em Campo.

Para o levantamento morfológico foram realizados trabalhos de campo nos dias 22 de agosto, 26 de setembro e 2 de outubro do ano de 2014, que cobriu todo o segmento da área de estudo. Os pontos de coletas foram carregados em GPS e levados a campo, com auxílio deste equipamento os pontos eram localizados com certa precisão.

Para cada ponto, foi levantada a topografia de praia, através do método de nivelamento ótico com uso de nível e régua topográfica (Figura 10). As informações de distância e leitura, anotadas em uma planilha, posteriormente serviram para o estabelecimento das distâncias acumuladas e das cotas altimétricas. Estas informações foram processadas em planilha Msexcell para a representação dos perfis de praia sendo estes feitos utilizando o programa Grapher 8.0.



**Figura 10.** Levantamento topográfico em campo utilizando nível óptico e régua topográfica.

Ainda para cada ponto, foram coletadas amostras de sedimentos nas feições: duna frontal (quando havia), berma e face da praia (Figura 11). As amostras eram etiquetadas com informações como número do ponto de coleta, data, e ambiente praiial. Ao fim, estas amostras foram levadas ao Laboratório de Geologia e Análise de Sedimentos da UFF Campos.



**Figura 11.** Feições praiiais de interesse.

### 3.1.2 - Análise Granulométrica de Sedimentos

Na etapa de análise, os sedimentos coletados em campo foram analisados a partir do método de peneiramento à seco, conforme Folk & Ward (1957) descritos em Bulhões (2011). Este método consiste em lavagens sucessivas das amostras com água destilada para retirada dos sais, em seguida, a secagem é feita utilizando estufa à temperatura estimada em 100°C por 48 horas, já seca a amostra é quarteada, utilizando o quarteador de Jones. Com o uso de uma balança de precisão, é medido o peso inicial da amostra, após isso a porção é posta em um jogo de peneiras, cujos intervalos variam entre 4 e 0,062 milímetros distribuídos entre 13 peneiras. As peneiras são levadas ao agitador, onde ficam por cerca de 16 minutos (Figura 12).



**Figura 12.** Materiais da Etapa de Análise Granulométrica por Peneiramento à Seco.

As frações retidas em cada peneira são pesadas e descritas em uma planilha, e posteriormente digitalizadas. Utiliza-se o programa Gradistat v7, onde calcula-se os parâmetros de tendência central: média, mediana e moda, e os parâmetros de dispersão que são: desvio padrão, assimetria e curtose (Folk e Ward, 1957).

### 3.2 - Bases de Dados Secundários

A base de dados secundários foi composta de informações e dados extraídos da base vetorial do INEA – O Estado do Ambiente, ano base 2010; e do IBGE – Projeto Ortomosaico 1:25.000 para o estado do Rio de Janeiro, que auxiliaram na produção de mapas temáticos para a área de estudo.

Do IBGE, foram utilizados arquivos raster, mais especificamente os Ortomosaico RJ-25 descritos na Tabela I. Estes estão em escala de 1:25.000, e são formados por um mosaico de fotografias aéreas coloridas ortorretificadas, articulado por folhas segundo o recorte do mapeamento sistemático brasileiro. Abrange um quadrilátero geográfico de 07’30” de latitude por 07’30” de longitude, não existindo representação de curvas de nível e de pontos cotados. O sistema de referência é SIRGAS2000, elipsóide GRS\_1980, com sistema de projeção UTM – fusos 23 e 24.

**Tabela 1.** Ortofotos Utilizadas para a caracterização de detalhe da área de estudo.

Ortomosaico RJ-25
ofm_rj25_26504ne_v1
ofm_rj25_26504se_v1
ofm_rj25_26513no_v1
ofm_rj25_26513so_v1
ofm_rj25_26852ne_v1

Fonte: IBGE

### 3.3 - Composição dos Resultados

Para compor os resultados síntese neste trabalho, foram utilizados os dados primários e secundários já descritos e, através de rotinas de geoprocessamento no programa ArcMap 10.1, elaborados mapas síntese, subdividindo a área de estudo em 4 setores, no qual considerou-se como critério as características geomorfológicas de cada setor, visando melhor descrição e análise dos resultados (Tabela II).

**Tabela 2.** Subdivisão da Área de Estudo em Setores.

<b>Setor</b>	<b>Localização (UTMX; UTMY)</b>	<b>Comprimento (km)</b>	<b>Toponímia</b>	<b>Pontos de Monitoramento</b>
I	(296974,896; 7642374,027) até (296429,599; 7637232,276)	5,23km	Da foz do rio Itabaponana até Praia de Lagoa Doce	SF01; SF02;SF03 e SF04
II	(296036,802; 7635737,933) até (292087,285;7630450,873)	6,70km	Da Praia de Lagoa Doce até Buena	SF05; SF06; SF07; SF08 e SF09
III	(291267,001; 7628924,882) até (287012,564; 7623643,238)	6,84km	De Buena até Guaxindiba	SF10; SF11; SF12; SF13 e SF14
V	(286061,313; 7622187,639) até (286446,64; 7613826,972)	8,64km	De Guaxindiba até Gargaú	SF15; SF16; SF17; SF18; SF19 e SF20

Fonte: Resultado do Mapeamento de Campo.

### 3.4 - Detalhamento Morfológico da Faixa de Praia

Na descrição dos perfis de praia são analisados aspectos qualitativos que permitem a identificação de feições, padrões morfodinâmicos e aspectos de erosão / deposição.

Nas análises dos sedimentos, as medidas de tendência central são representadas pela média aritmética, mediana e moda. Enquanto as medidas de dispersão são definidas a partir do desvio médio, desvio padrão e curtose (Bulhões, 2011).

A média é obtida somando todos os valores disponíveis e dividindo o resultado pelo número ou quantidade de valores disponíveis somados, e em termos energéticos de um dado ambiente deposicional, o parâmetro descreve a energia cinética média do agente deposicional, mais especificamente, das ondas (Sahu, 1964 apud Bulhões, 2011).

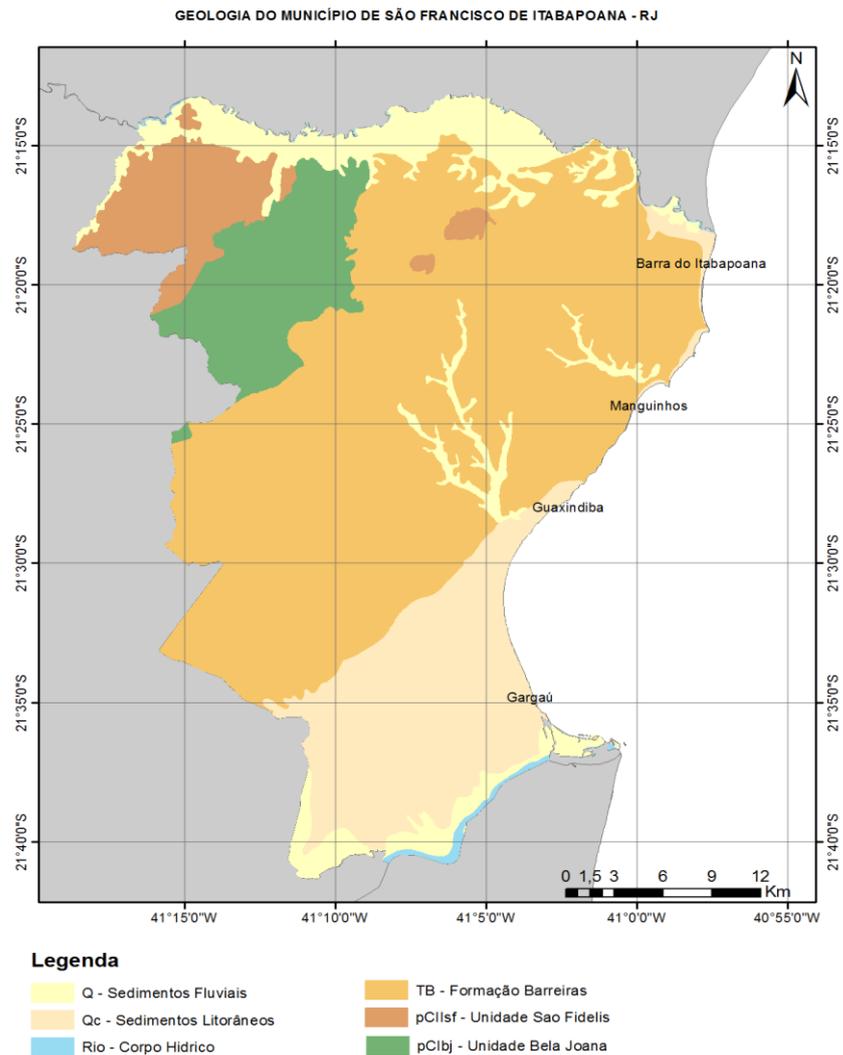
Ainda de acordo com o autor supracitado, o desvio padrão indica as variações na energia cinética média do agente deposicional. A curtose pode ser definida como o grau de achatamento

de uma curva em relação à curva representativa de uma distribuição normal, podendo ser leptocúrticas (quando apresenta um pico elevado), platicúrtica (curva achatada) e mesocúrtica (uma situação intermediária). No que se refere à análise de sedimentos, sugere algumas tendências deposicionais quando platicúrtica podendo indicar mistura de populações diferentes, tendências de transporte quando leptocúrticas podendo indicar remoção de alguma fração por meio de correntes de fundo ou outros forçantes deposicionais (Ponçano, 1976 apud Bulhões, 2011).

#### **4 - Resultados e Discussões**

A partir dos mapas das figuras 13 e 14, respectivamente gerados com informações sobre a geologia e a geomorfologia com base no mapeamento do INEA de 2010 foi possível identificar as características da área de estudo de acordo com os elementos relacionados.

A composição do mapa geológico (Figura 13) indica ao norte da área de estudo há ocorrência da litologia pCIbj – Unidade Bela Joana, que apresenta idade referente ao Pre-Cambriano I, e esta composta basicamente por migmatitos, biotita, quartzo e gnaisses. Ainda de grande expressividade está a formação litológica pCIIIsf – Unidade São Fidelis, de idade Pre-Cambriano II, e está representada por rochas paraderivadas como a sillimanita, cordierita, (muscovita), granada, biotita, ortoclásio, (microclina), plagioclásio gnaisses e migmatitos.

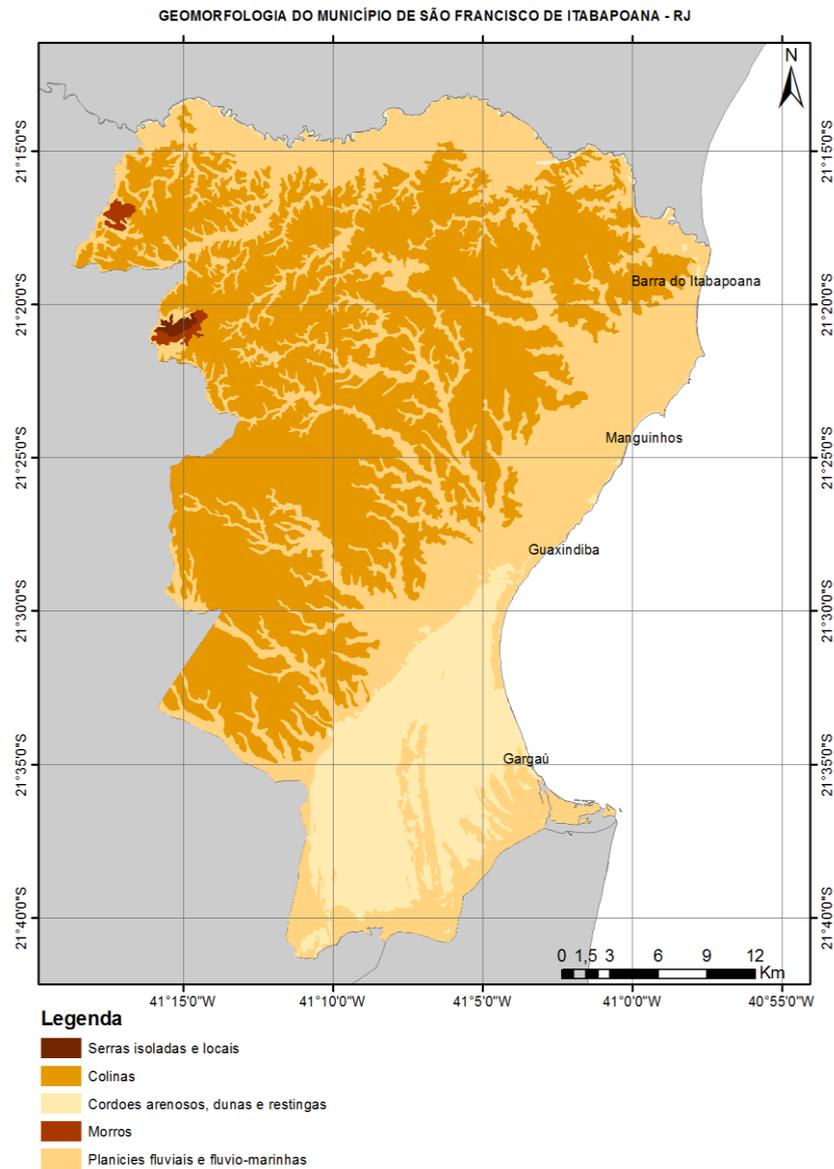


**Figura 13.** Mapa Geológico da Área de Estudo.

Ao extremo norte, no extremo sul e em uma faixa central, estão os sedimentos fluviais – Qa, de idade Cenozóica, estando na classificação de unidade quartenária. A parte nordeste e sul é composta por sedimentos litorâneos – Qc, de idade também Cenozóica e também pertence à unidade quartenária. Toda a região central e uma extensa área da parte nordeste, são constituídas pela formação barreiras – Tb, de período cenozóico composto por sedimentos terciários.

No que se refere à geomorfologia do município (Figura 14), também apresenta diversidade, desde morros, mesmo que com pouca expressividade, a planícies. A região noroeste apresenta pequenas áreas isoladas de morros, estão localizadas na divisa com o município de Campos dos Goytacazes. As colinas são as feições mais característica de grande

parte norte, e quase a totalidade da parte central, com exceção apenas do extremo norte e a faixa litorânea.

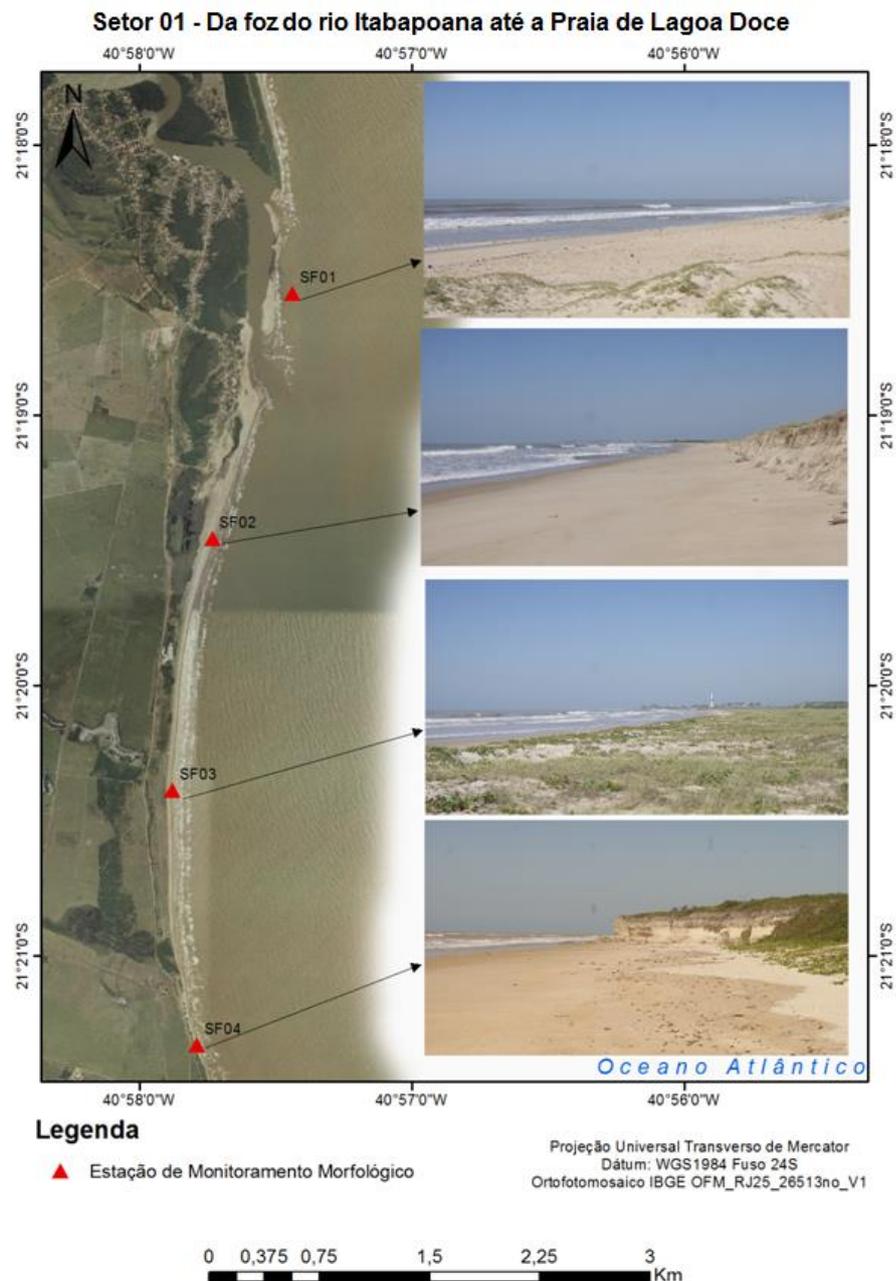


**Figura 14.** Mapa Geomorfológico da Área de Estudo.

Os cordões arenosos, dunas e restingas estão dispersos na faixa litorânea e se tornam característica principal da parte sul do município, onde estão evidenciados claramente pelas cristas de praia do setor norte a foz do rio Paraíba do sul. As planícies fluviais e flúvio-marinhas adentram desde o litoral a todo município, marcando a influência do rio Itabapoana e seus diversos canais.

#### 4.1 - Setor I – Da foz do rio Itabapoana até Praia de Lagoa Doce

Este setor representa a porção norte da área de estudo para seu detalhamento foram levantadas informações topográficas e granulométricas da faixa de praia em quatro posições, do SF01 ao SF04, sendo o perfil SF01 a foz do rio Itabapoana, conforme espacialização apresentada na Figura 15.

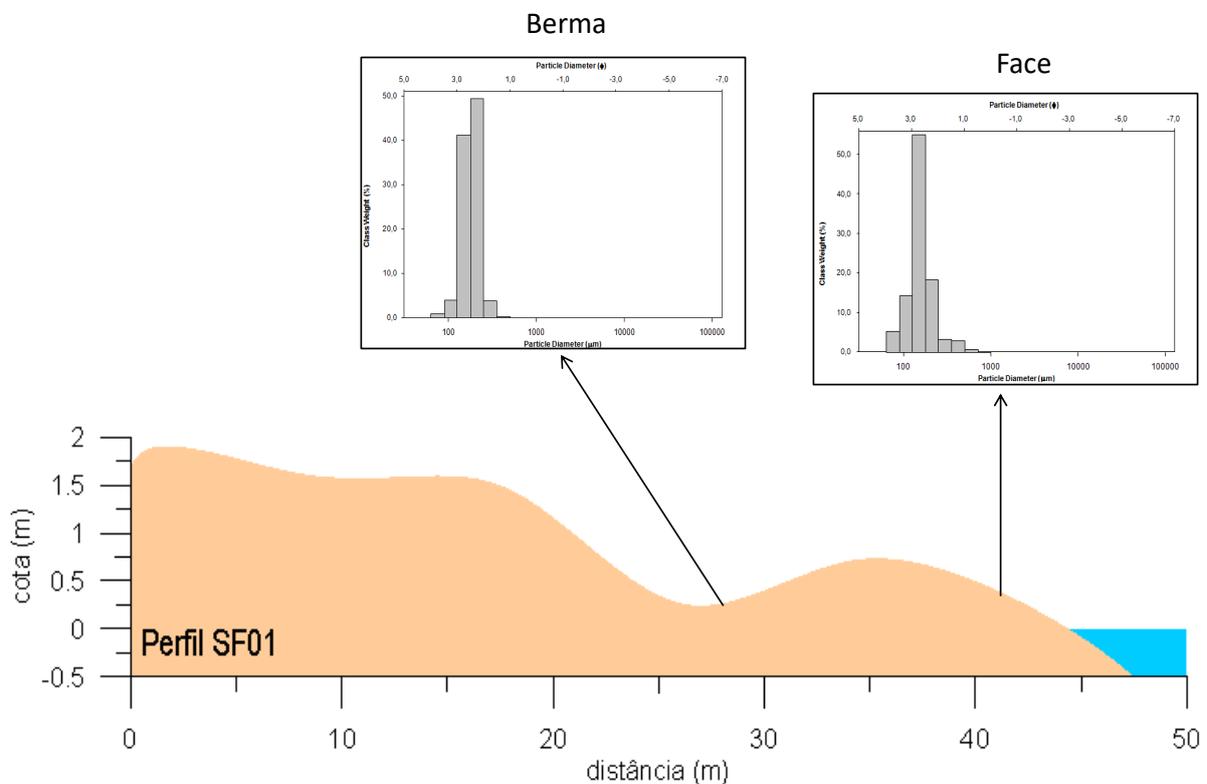


**Figura 15.** Localização dos pontos de Monitoramento do Setor I - Da foz do rio Itabapoana até Praia de Lagoa Doce.

O perfil do ponto de coleta SF01 (Figura 16) localiza-se junto à margem sul da foz do rio Itabapoana e indica a ocorrência de um terraço e escarpa de praia. As características observadas indicam um perfil de praia refletivo basicamente protegido das ondulações pela barra fluvial e possivelmente com características hidrodinâmicas influenciadas pela foz.

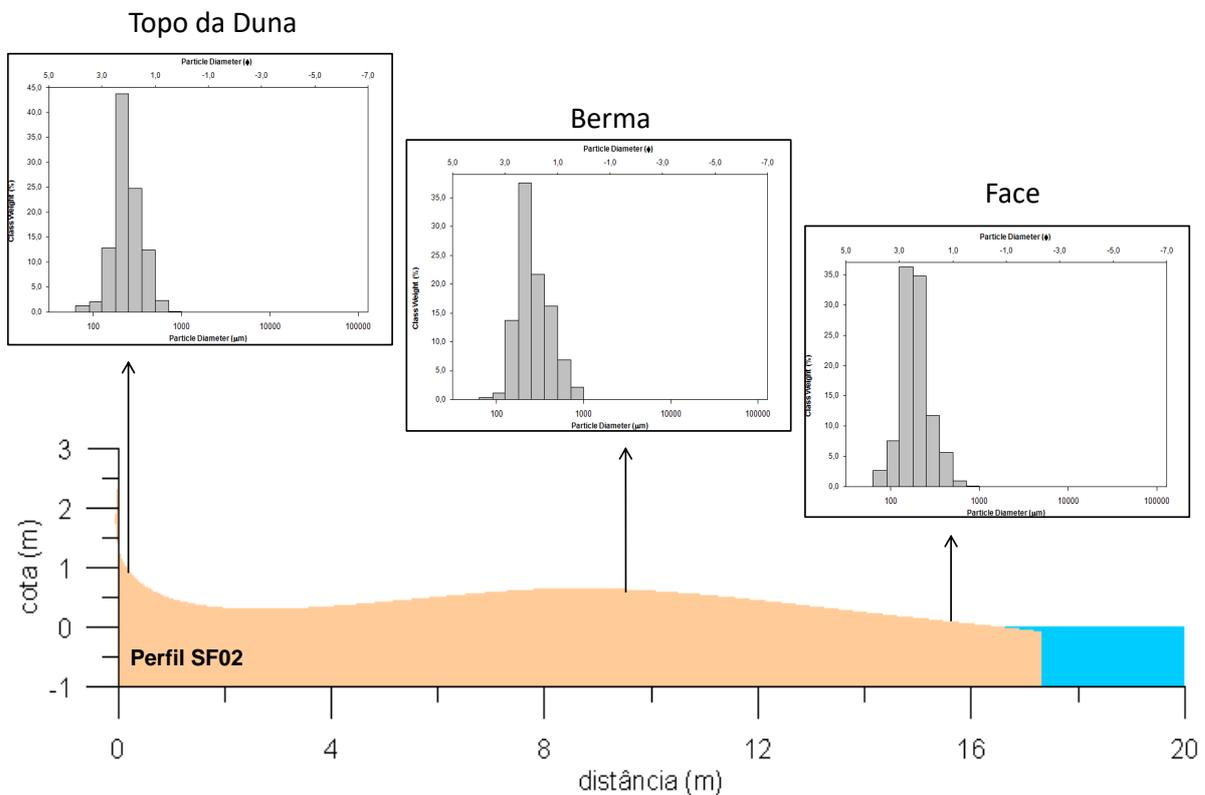
A composição granulométrica identificada indica que a amostra coletada na face da praia é predominantemente de areia fina (2,69 phi), que nesse caso representa a seleção promovida por ondas de baixa energia sobre a deposição de areias fluviais depositadas junto à foz. O desvio padrão (0,49 phi) indica sedimentos bem selecionados, infere-se pouca variação em relação ao tamanho dos sedimentos e pouca variação de energia cinética do agente deposicional. O parâmetro curtose (1,62 phi) indica uma amostra muito leptocúrtica, apresentando coerentemente tendências de transporte.

Os sedimentos coletados e analisados na feição berma apresentam média granulométrica de areia fina (2,48 phi), já o parâmetro desvio padrão (0,33 phi) indica areias muito bem selecionadas e o parâmetro curtose (0,74 phi) indica uma amostra platicúrtica, o que corrobora tendência deposicional podendo também haver mistura de populações diferentes.



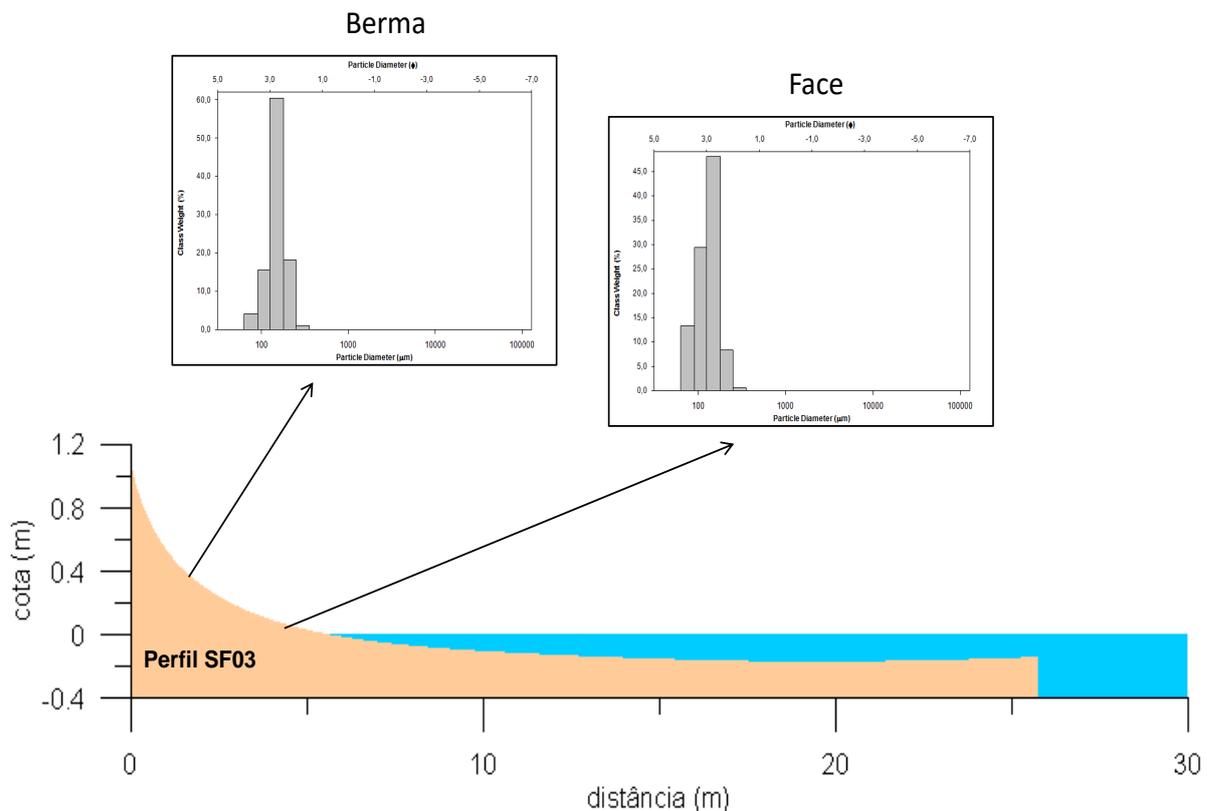
**Figura 16.** Ponto de coleta SF01, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

O ponto SF02, cujo perfil está ilustrado na Figura 17, encontra-se também localizado logo ao sul da foz do rio Itabapoana, podendo ter influências consideráveis ainda de hidrodinâmica e sedimentação fluvial. O formato do perfil apresenta um banco arenoso incorporado à praia na forma de terraço. Foi também identificada uma escarpa na duna frontal. Neste ponto foram coletadas amostras de sedimentos nas feições topo da duna, berma e face da praia. A face da praia apresenta sedimentos finos (2,41 phi), podendo estar relacionado aos sedimentos fluviais e à baixa energia dos agentes deposicionais, o desvio padrão (0,56 phi) indica sedimentos moderadamente bem selecionados, havendo pouca mistura de populações, e a curtose (1,16 phi) indica curva leptocúrtica, indicando transporte de sedimentos. A berma apresenta sedimentos de granulometria areia média (1,90 phi), moderadamente bem selecionados (0,64 phi), e com curva de curtose mesocúrtica (1,01 phi), ilustrando uma situação intermediária entre curvas platicúrticas e leptocúrticas. O topo da duna é composto por areias finas (2,04 phi), moderadamente bem selecionadas (0,53 phi), e curtose com curva mesocúrtica (1,08 phi).



**Figura 17.** Ponto de coleta SF02, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

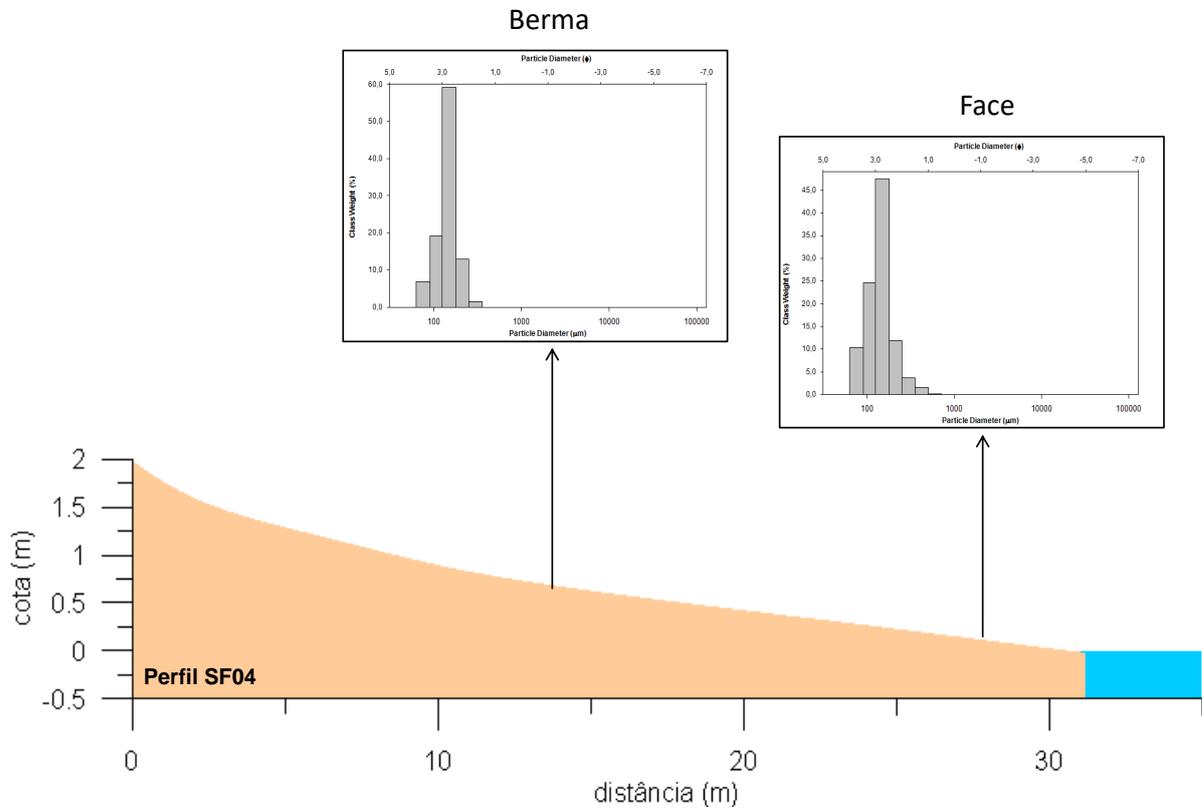
O ponto de coleta SF03 localiza-se na praia de Lagoa Doce, aproximadamente 4 quilômetros ao sul da foz do rio Itabapoana. A granulometria da face da praia é basicamente composta por areia fina (2,96 phi), com desvio padrão bem selecionado (0,45), e curtose mesocúrtica (1,00 phi), indicando estado intermédio entre o leptocúrtica e platicúrtica. A berma é composta por areia fina (2,75 phi), desvio padrão bem selecionado (0,37 phi), com curtose leptocúrtica (1,32 phi) indicando tendência de transporte. O formato do perfil (Figura 18) levantado apresenta escarpamento das dunas frontais na ordem de 1,2m, concavidade de perfil escavado pelas ondas e ainda um terraço plano e raso associado à baixa energia da antepraia.



**Figura 18.** Ponto de coleta SF03, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

O ponto SF04 está localizado na praia de Lagoa Doce, na qual durante verão há movimentação intensa de banhistas. Os sedimentos da face de praia nesse ponto são compostos por areia fina (2,88 phi), com desvio padrão indicando sedimentos moderadamente bem selecionados (0,50 phi), infere-se que pode haver algum grau de mistura de populações, e curtose leptocúrtica (1,20 phi), indicando a tendência de transporte. A berma apresenta areia fina (2,84 phi), bem selecionada (0,42 phi) e de curtose leptocúrtica (1,42 phi). O perfil (Figura

19) é ligeiramente inclinado já associado aos depósitos praias num ambiente de recuo de falésias ativas.



**Figura 19.** Ponto de coleta SF04, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

#### 4.2 - Setor II - Da Praia de Lagoa Doce até Buena.

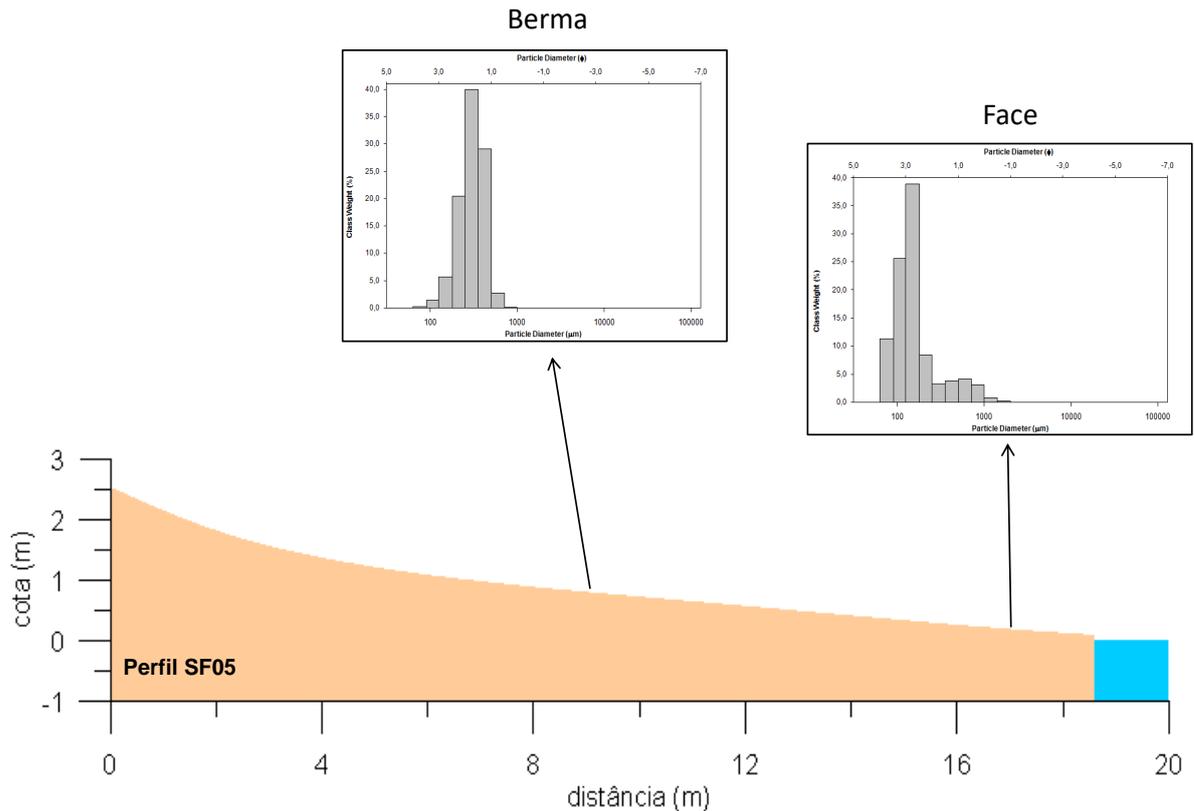
Este setor representa a porção centro norte da área de estudo e para o detalhamento foram levantadas informações topográficas e granulométricas da faixa de praia em cinco posições, do SF05 ao SF09, conforme espacializadas na Figura 20.

**SETOR 02 - DA PRAIA DE LAGOA DOCE ATÉ BUENA.  
MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE ITABAPOANA - RJ**



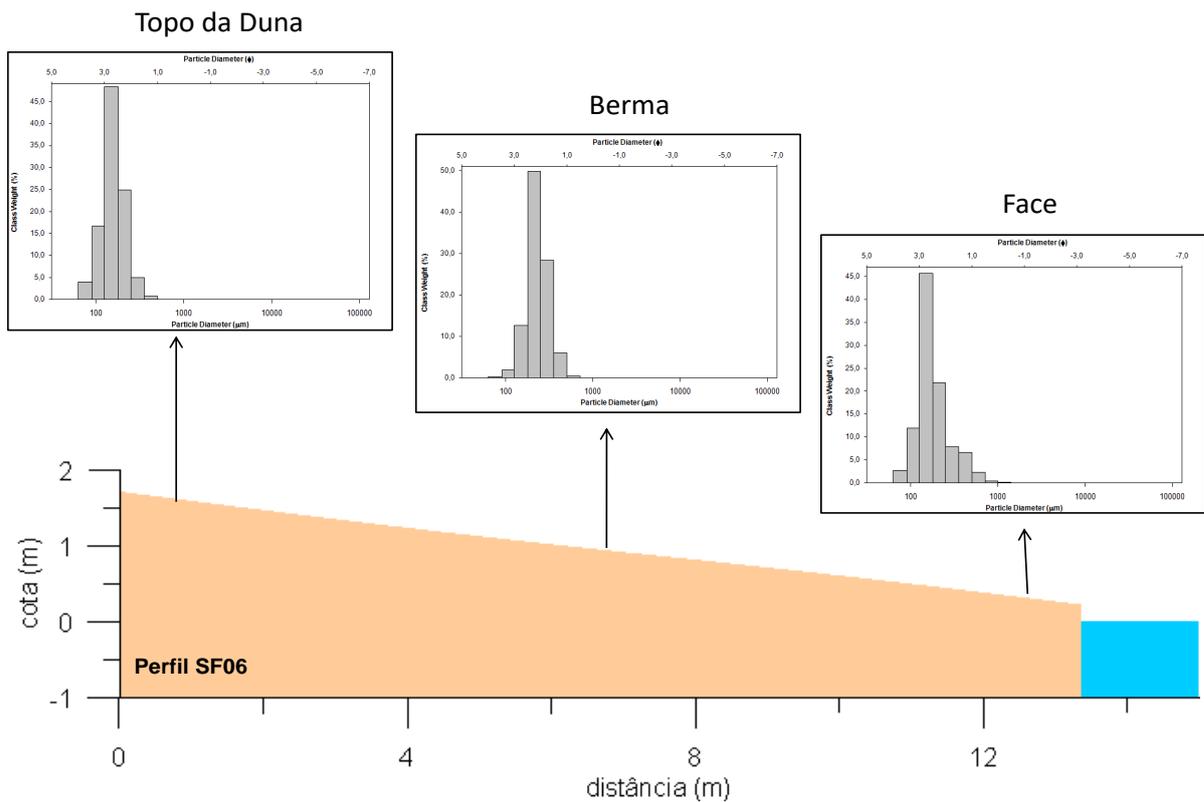
**Figura 20.** Localização dos pontos de Monitoramento do Setor II–Da Praia de Lagoa Doce até Buena.

O ponto SF05 localiza-se na praia de Guriri e seu perfil está representado pela Figura 21. As areias que compõem a face de praia são classificadas como areia fina (2,74 phi), o desvio padrão indica areias moderadamente selecionadas (0,82 phi), e o parâmetro curtose indica uma distribuição muito leptocúrtica (1,80 phi). Já a composição granulométrica da berma indica características diferentes como areia média (1,73 phi), com desvio padrão moderadamente bem selecionado (0,51 phi), e a curva de curtose mesocúrtica (1,01 phi).



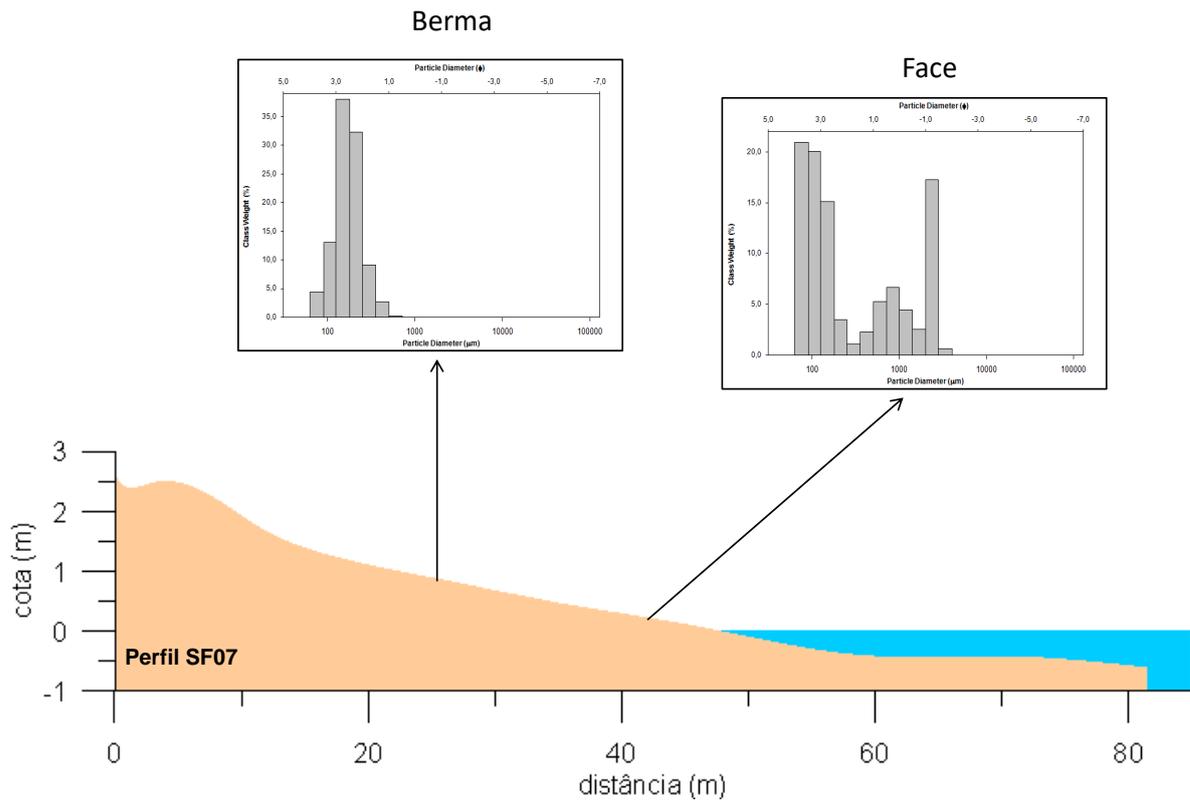
**Figura 21.** Ponto de coleta SF05, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

No ponto SF06, localizado na praia de Tatagiba, foram coletadas amostras na face da praia, na berma e também no topo da duna, conforme a figura 22. A face é composta por areias finas (2,49 phi), desvio padrão moderadamente bem selecionado (0,60 phi), e de curtose leptocúrtica (1,29 phi). A berma é composta por areias finas (2,08 phi), bem selecionadas (0,43 phi) e curtose mesocúrtica (1,09 phi). E o topo da duna apresenta areias finas (2,67 phi), bem selecionadas (0,46 phi) e de curtose leptocúrtica (1,12 phi), indicando tendência de transporte. O perfil apresenta um declive suave e retilíneo.



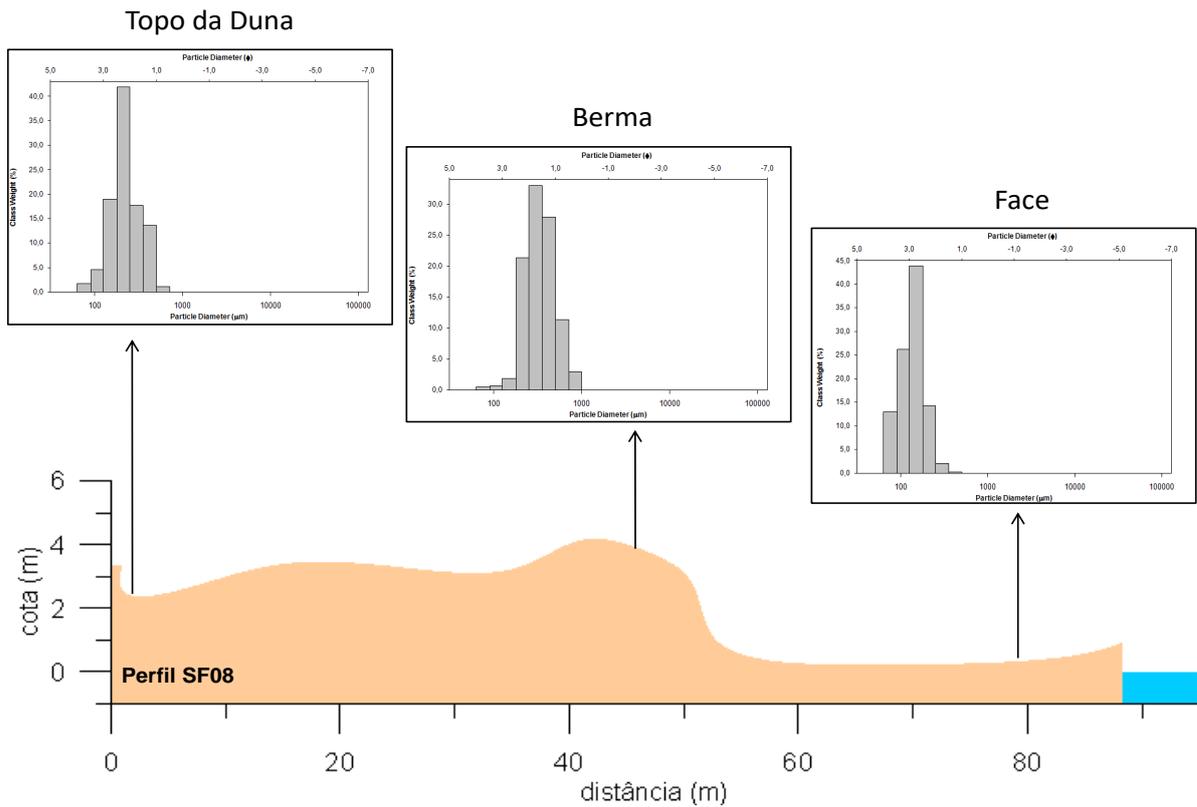
**Figura 22.** Ponto de coleta SF06, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

O ponto SF07 também está localizado na praia de Tatagiba. Nesse ponto a face apresenta areia média (1,76 phi), desvio padrão mal selecionado (1,96 phi), indicando que há mistura de populações e grãos de diversos tamanhos, e curtose muito platicúrtica (0,64 phi), indicando tendência de acumulação. A berma possui areia fina (2,56 phi), moderadamente bem selecionada (0,53 phi) e curtose mesocúrtica (1,09 phi). O perfil (Figura 23) apresenta um banco de areia acentuado e de modo geral evidencia área de acumulação de sedimentos.



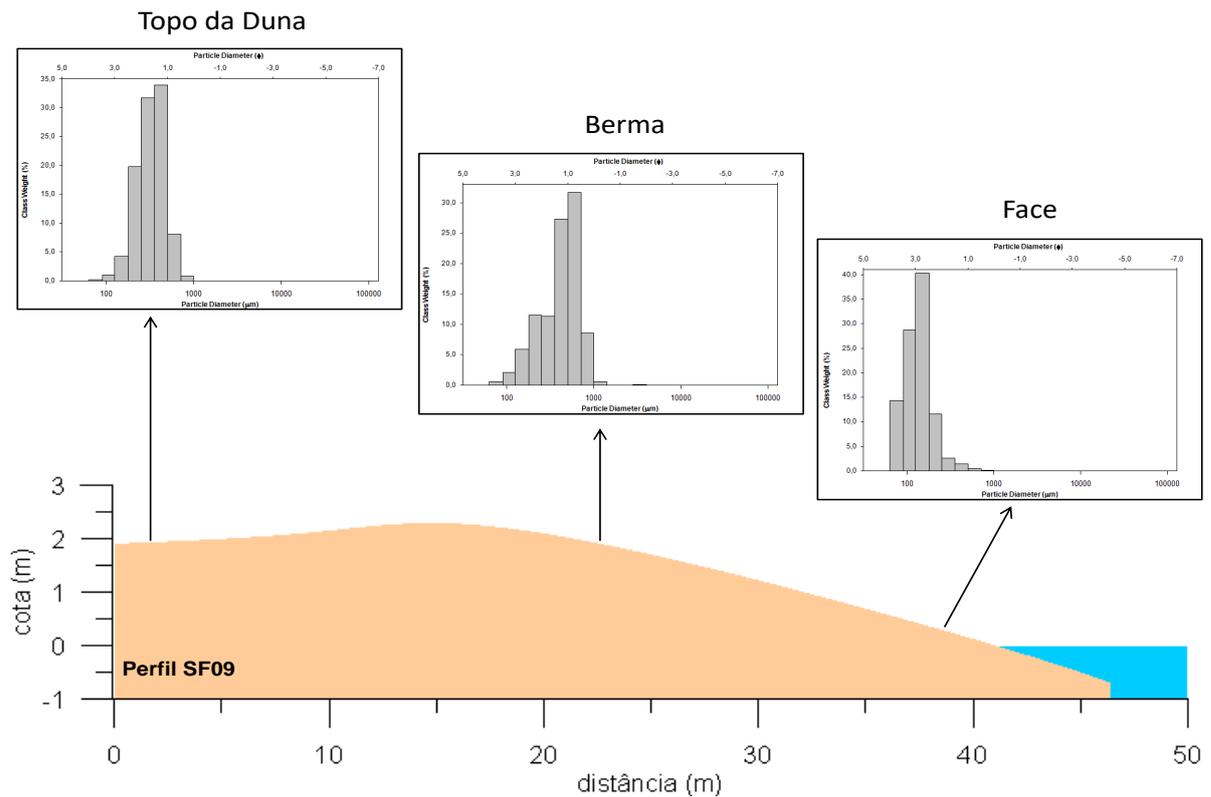
**Figura 23.** Ponto de coleta SF07, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

O ponto SF08 (Figura 24) está localizado em Buena (nome local). A face de praia é composta por areias finas (2,92 phi), com desvio padrão indicando sedimentos bem selecionados (0,49 phi), e curtose mesocúrtica (1,03 phi), estágio intermediário entre platicúrtica e leptocúrtica. Os sedimentos da berma são compostos por areias médias (1,60 phi), moderadamente bem selecionados (0,57 phi) e de curtose também mesocúrtica (0,95 phi). O topo da duna é composto por areias finas (2,15 phi), desvio padrão moderadamente bem selecionado (0,61 phi) e curtose mesocúrtica (1,10 phi). O formato do perfil mostra frente de duna escarpada (desnível aproximado de 2m) indicando processo erosivo pela ação de ondas esculpindo a base da duna frontal, descrito por Sallenger (2000) como regime colisional, bastante comum para o litoral fluminense (Fernandez et al. 2015). A berma e a face da praia apresentam formato suavemente côncavo o que pode indicar também a supressão de sedimentos por ação de ondas.



**Figura 24.** Ponto de coleta SF08, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

O ponto SF09 (Figura 25) também localizado em Buena, apresenta sedimentos de granulometria areia fina na face de praia (2,94 phi), com desvio padrão moderadamente bem selecionado (0,51 phi) e curtose mesocúrtica (1,04 phi). A berma apresenta areia média (1,30 phi), de desvio padrão moderadamente selecionado (0,78 phi) e curtose mesocúrtica (1,01 phi). O topo da duna possui areia média (0,73 phi), desvio padrão moderadamente bem selecionado (0,48 phi) e de curtose mesocúrtica (1,13 phi). O perfil apresenta formato ligeiramente convexo e declividade acentuada da face de praia o que indica características refletivas e perfil de acumulação.

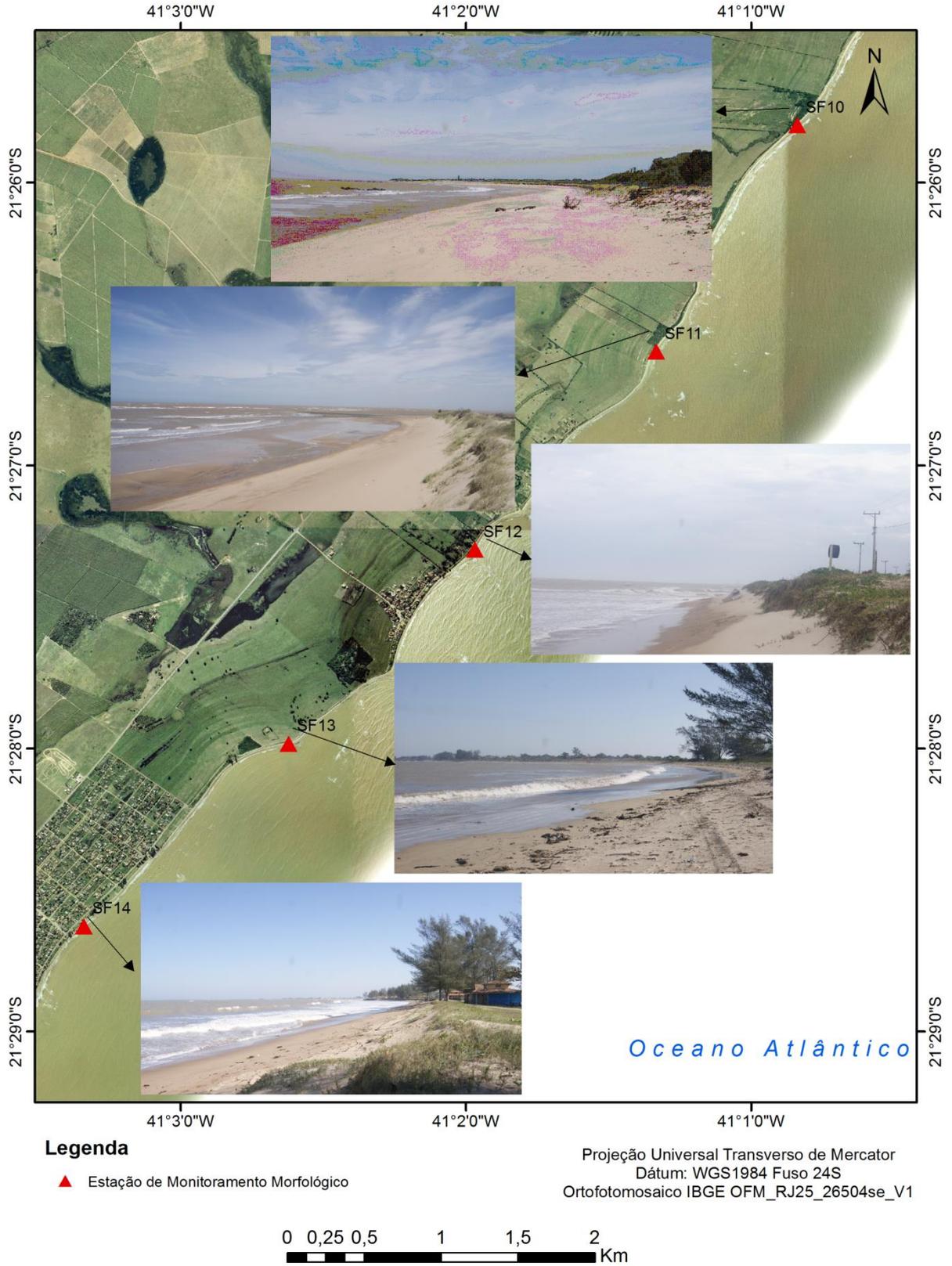


**Figura 25.** Ponto de coleta SF09, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

### 4.3 - Setor III - De Buena até Guaxindiba

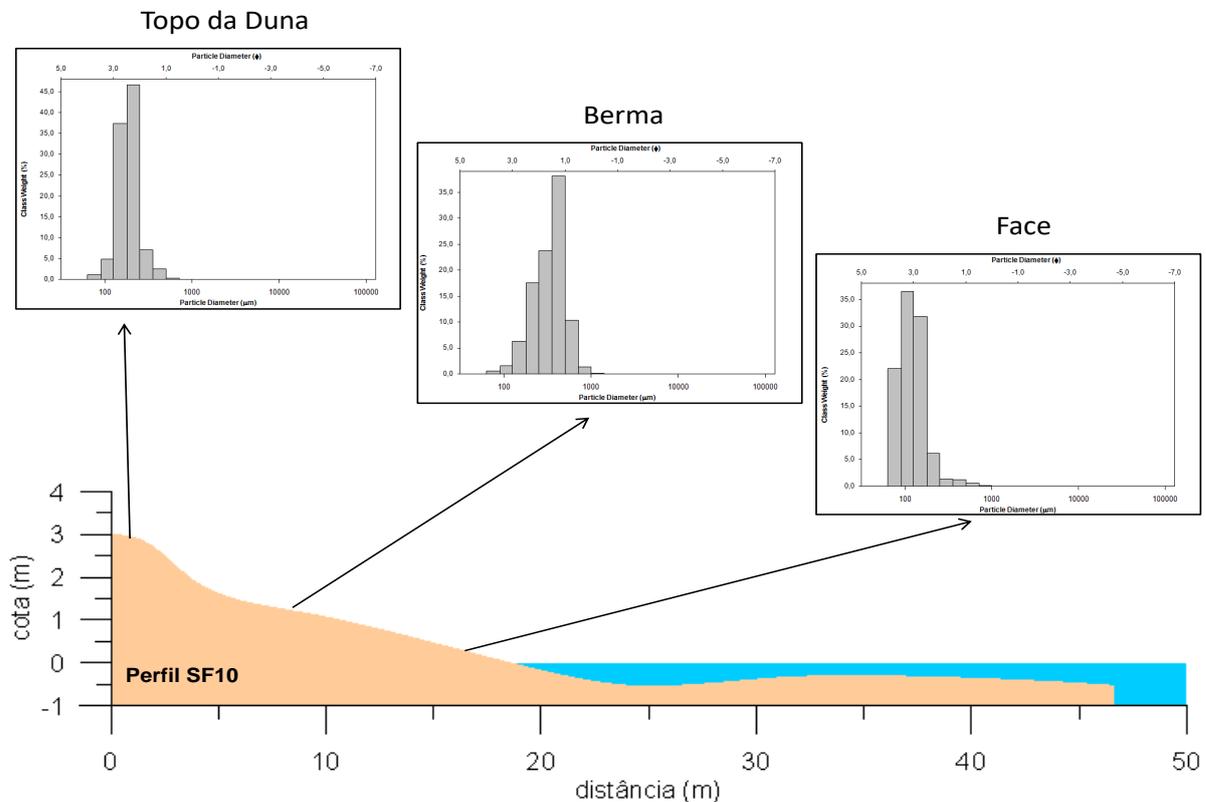
Este setor representa a porção centro sul da área de estudo e para o detalhamento foram levantadas informações topográficas e granulométricas da faixa de praia em cinco posições, do SF10 ao SF14, conforme espacializadas na Figura 26.

SETOR 03 - DE BUENA ATÉ GUAXINDIBA. MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE ITABAPOANA - RJ



**Figura 26.** Localização dos pontos de Monitoramento do Setor III – De Buena até Guaxindiba.

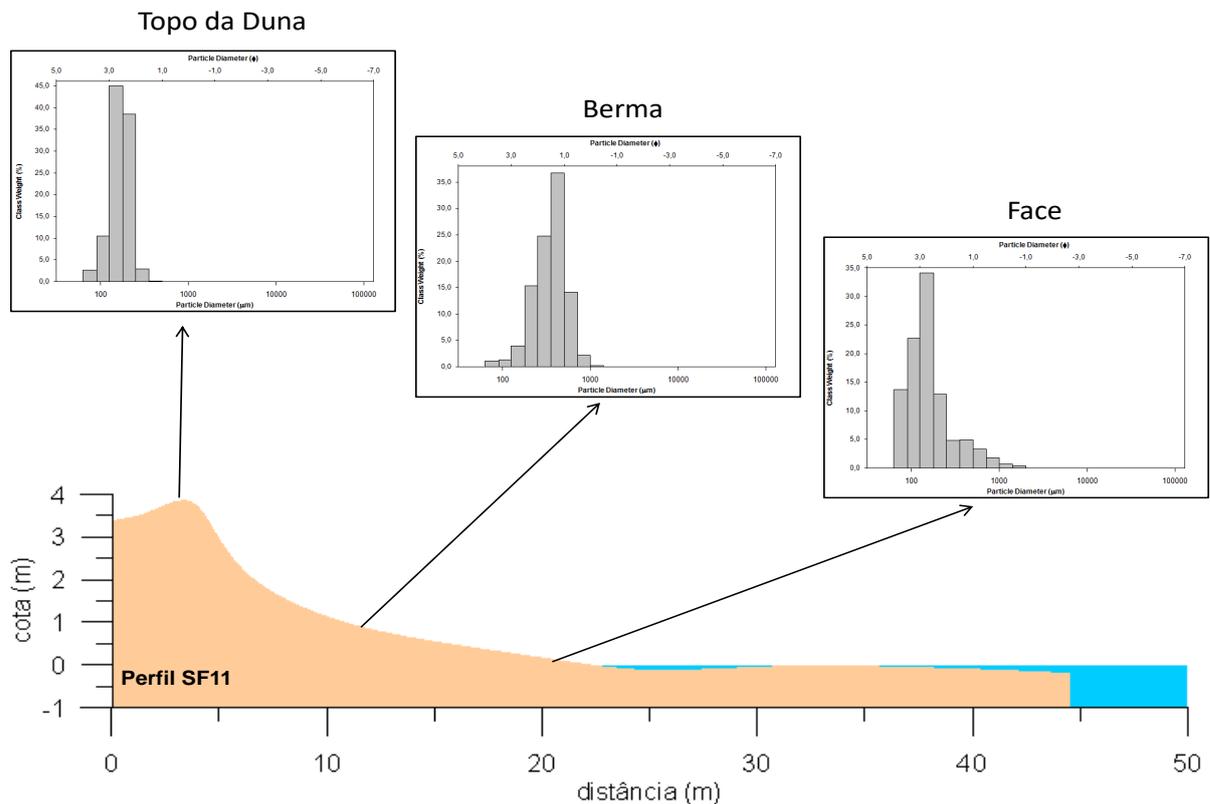
No ponto SF10 foram coletadas e analisadas amostras de sedimentos na face da praia, na berma e no topo da duna (Figura 27). A face de praia é composta por areia muito fina (3,10 phi) o que indica baixa energia de ondas, desvio padrão moderadamente bem selecionado (0,52 phi) e curtose mesocúrtica (0,99 phi), o que indica pouca oscilação em relação à condição de baixa energia hidrodinâmica. Em relação à berma, a areia é média (1,60 phi), com desvio padrão moderadamente bem selecionado (0,62 phi) e curtose mesocúrtica (1,02 phi). E o topo da duna, a areia é fina (2,45 phi), bem selecionada (0,41 phi) e curtose também mesocúrtica (1,00 phi). Esta tipologia de perfil apresenta uma característica típica de praia dissipativa de baixa energia com a porção submarina aplainada, areias finas e presença de dunas frontais.



**Figura 27.** Ponto de coleta SF10, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

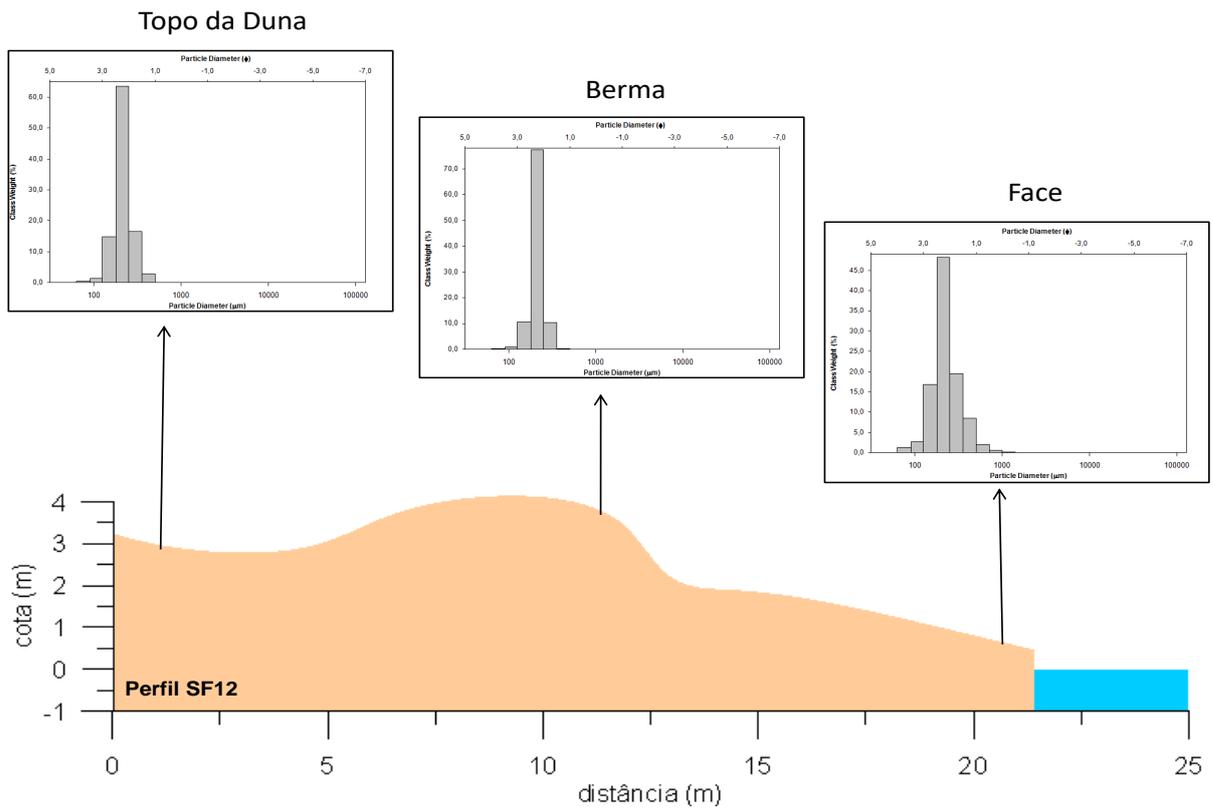
O ponto SF11 localiza-se em Manguinhos (Figura 28) e tem características semelhantes ao ponto anterior. A face de praia é composta por areias finas (2,73 phi), moderadamente selecionadas (0,83 phi) e curtose leptocúrtica (1,37 phi). A berma apresenta areias médias (1,52 phi), desvio padrão moderadamente bem selecionado (0,61 phi) e curtose mesocúrtica (1,05 phi). E o topo da duna por sedimentos finos (2,57 phi), bem selecionados (0,40 phi) e também

de curtose mesocúrtica (0,94 phi). O perfil de praia apresenta um banco de areia terraciforme seguindo de declive côncavo, no qual a medida que se aproxima da face ganha um caráter mais retilíneo. A duna frontal encontra-se ligeiramente escarpada e projeta-se para a cotas próximas a 4 metros.



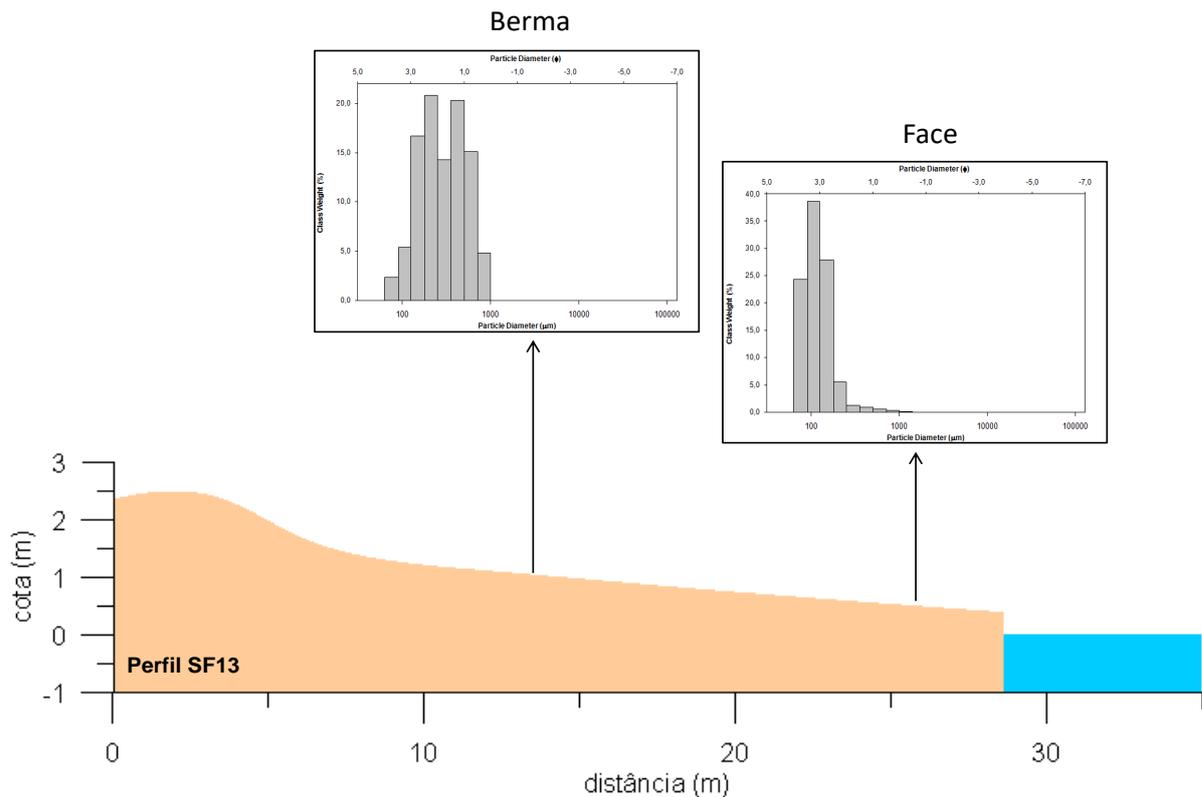
**Figura 28.** Ponto de coleta SF11, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

O ponto de coleta SF12 (Figura 29) está localizado na localidade de Manguinhos, entre a praia do Sonho e a de Manguinhos. A face nesse ponto apresenta areia fina (2,15 phi), com desvio padrão moderadamente bem selecionado (0,54 phi) e curtose leptocúrtica (1,24 phi). A berma também tem areia fina (2,24 phi), com desvio padrão muito bem selecionado (0,27 phi), e de curtose leptocúrtica (1,46 phi). E o topo da duna possui sedimentos finos (2,21 phi), bem selecionados (0,37 phi) e de curtose leptocúrtica (1,43 phi). O perfil evidencia área de acumulação, com elevado banco de areia na parte central do perfil, que corresponde a berma da praia.



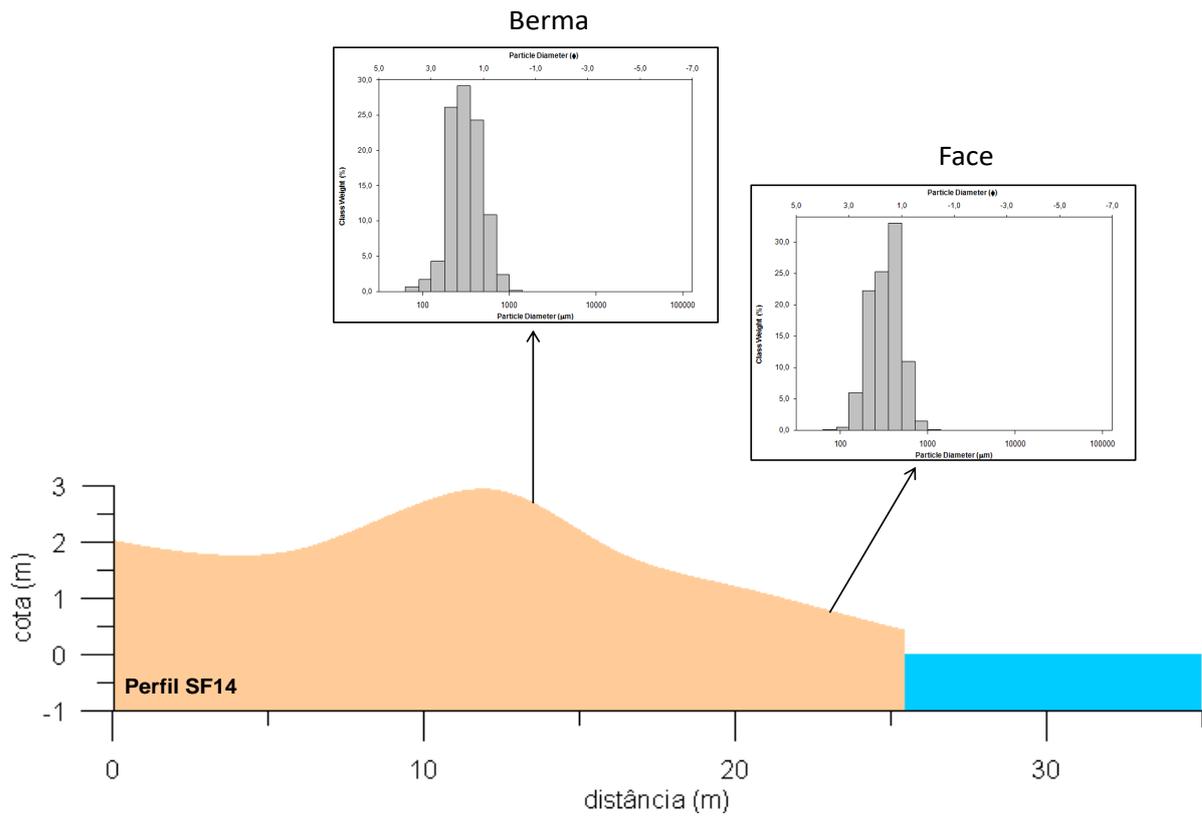
**Figura 29.** Ponto de coleta SF12, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

O ponto SF13 está na localidade de Guaxindiba (Figura 30). Nesse ponto foram coletadas amostras da face de praia e na berma. A primeira apresenta areias muito finas (3,14 phi), com desvio padrão moderadamente bem selecionado (0,53 phi) e curtose mesocúrtica (1,00 phi). A berma possui areia média (1,81 phi), moderadamente selecionada (0,88 phi) e de curtose platicúrtica (0,82 phi). O perfil apresenta inclinação suave e características de baixa energia hidrodinâmica.



**Figura 30.** Ponto de coleta SF13, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

No ponto SF14 também em Guaxindiba (Figura 31), a face apresenta areia média (1,63 phi), com desvio padrão moderadamente bem selecionado (0,60 phi) e curtose mesocúrtica (0,91 phi). A berma possui areia média (1,68 phi), com desvio padrão moderadamente bem selecionado (0,63 phi) e curtose mesocúrtica (0,95 phi). O perfil evidencia características de sedimentação na porção subaérea. As características da zona de surfe indicam praia do tipo intermediária com variação na energia de ondas durante o ano.



**Figura 31.** Ponto de coleta SF14, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

#### 4.4 - Setor IV - De Guaxindiba até Gargaú

Este setor representa a porção sul da área de estudo e para o detalhamento foram levantadas informações topográficas e granulométricas da faixa de praia em seis posições, do SF15 ao SF20, conforme espacializadas na Figura 32.

SETOR 04 - DE GUAXINDIBA ATÉ GARGAÚ. MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE ITABAPOANA - RJ

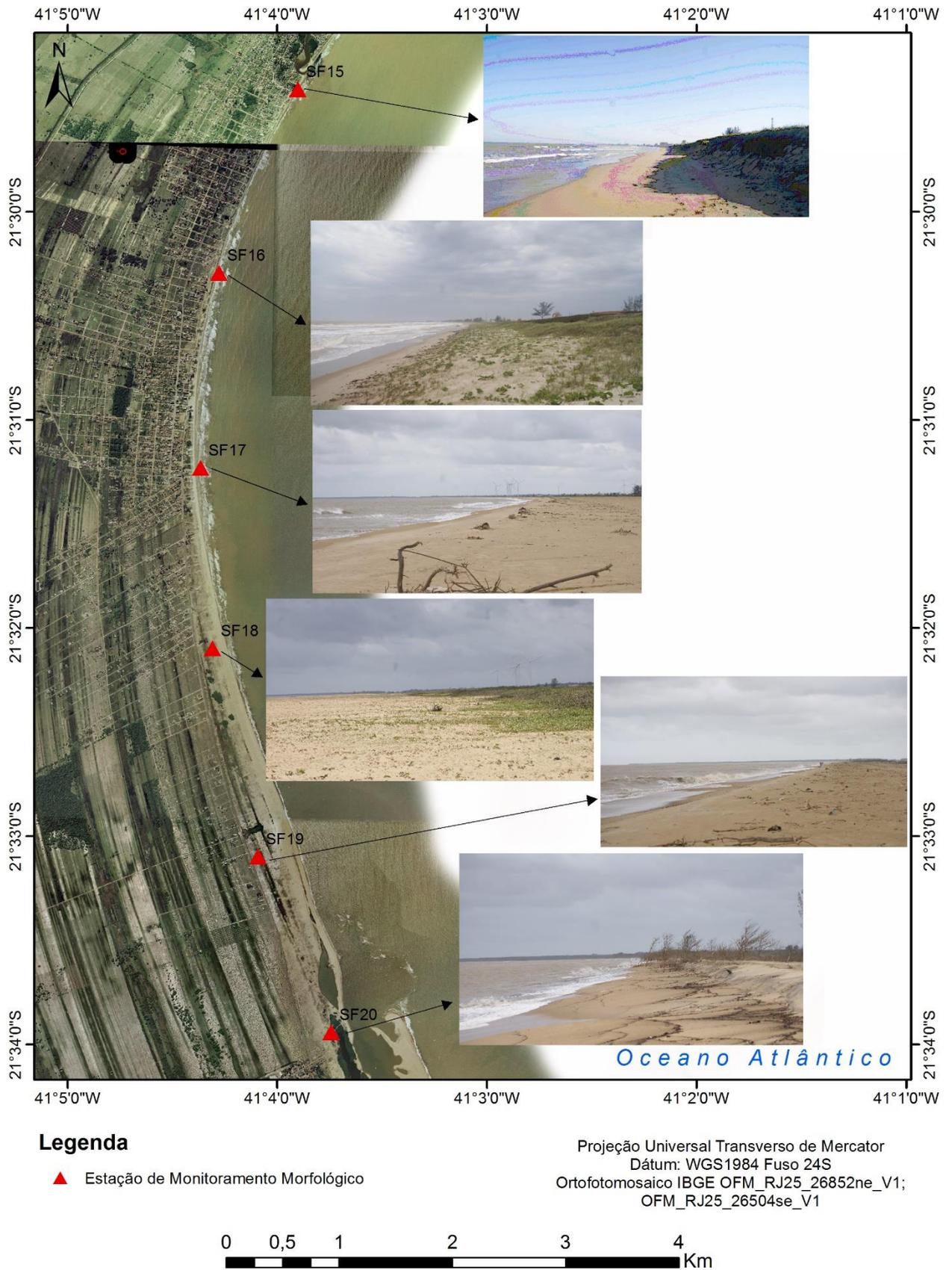
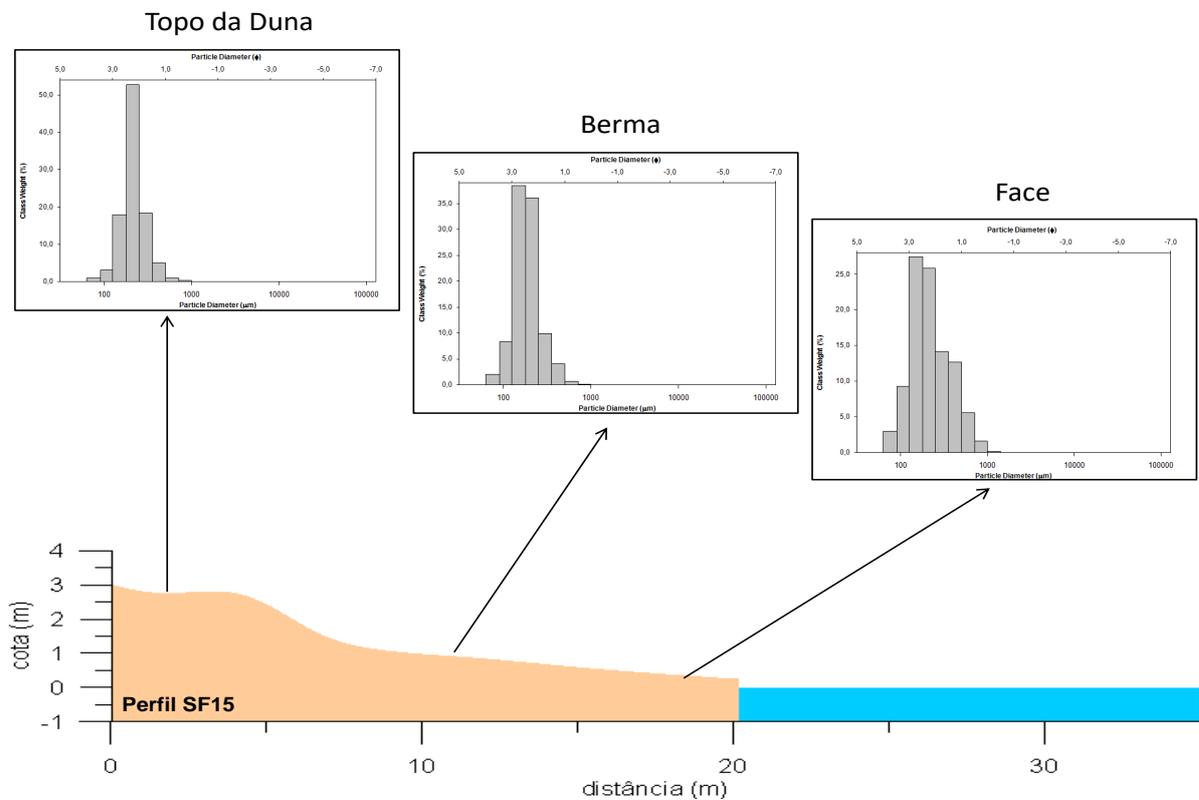


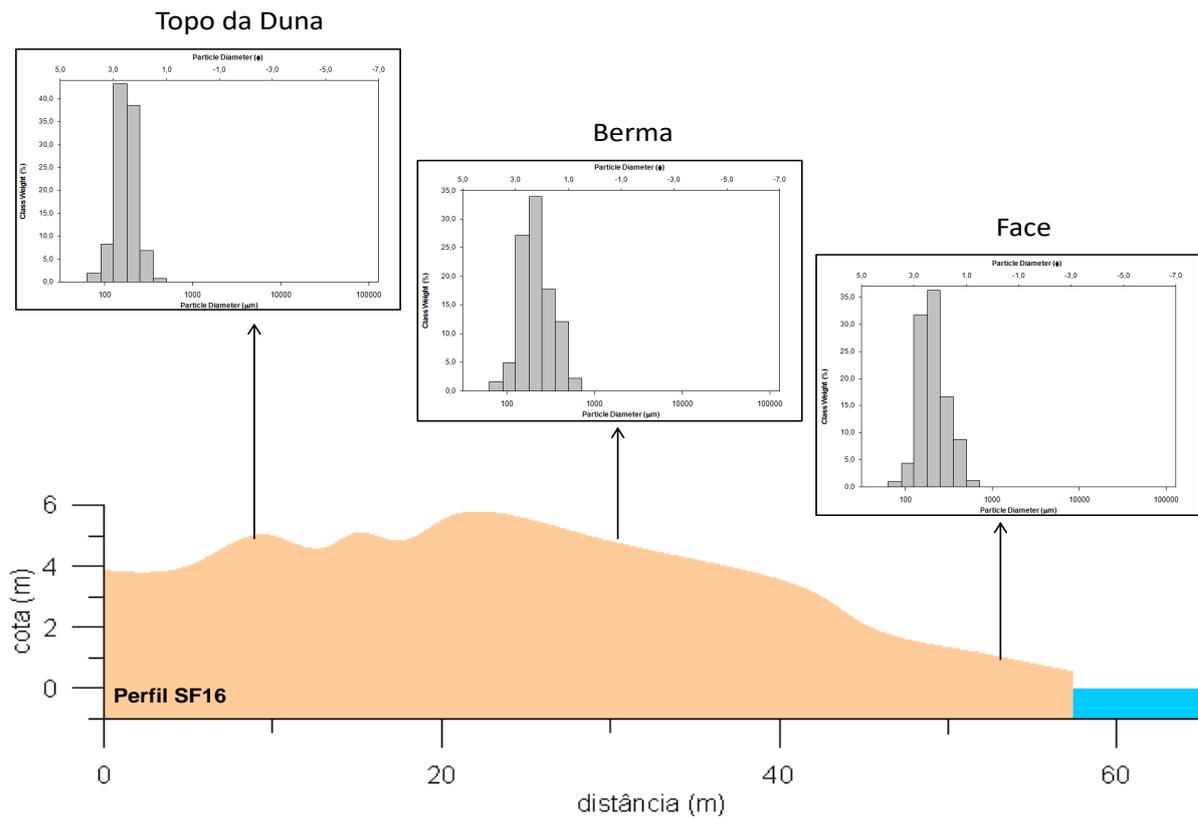
Figura 32. Localização dos pontos de Monitoramento do Setor IV–De Guaxindiba até Gargaú.

O ponto SF15 localiza-se próximo a um canal utilizado pelos pescadores na localidade de Guaxindiba (Figura 33). A face de praia nesse ponto possui areia fina (2,18 phi), desvio padrão moderadamente selecionado (0,79 phi) e curtose mesocúrtica (0,97 phi). A berma também apresenta areia fina (2,47 phi), moderadamente bem selecionada (0,50 phi) e de curtose mesocúrtica (1,10 phi). No topo da duna a areia é fina (2,21 phi), bem selecionada (0,48 phi) e de curtose leptocúrtica (1,41 phi), características típicas de um depósito eólico costeiro. O perfil ilustra a presença da duna frontal levemente escarpada e erodida por ação de ondas em períodos de maré cheia.



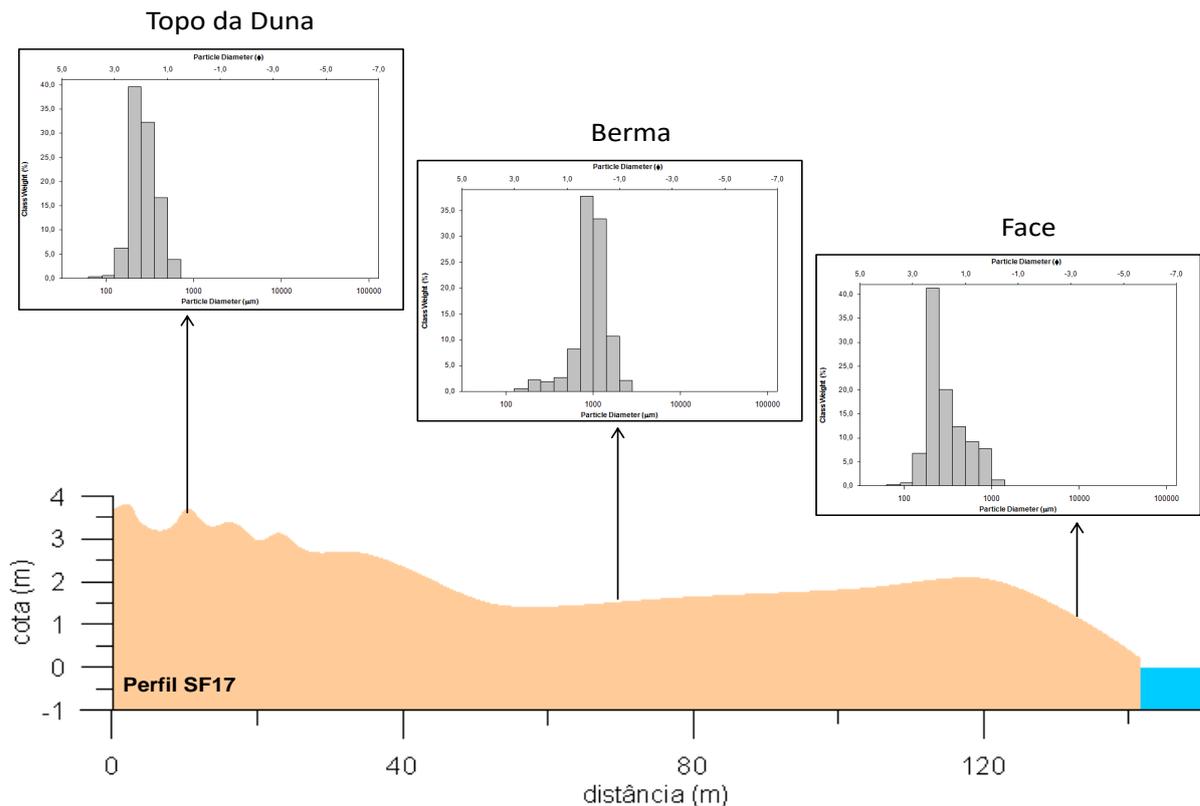
**Figura 33.** Ponto de coleta SF15, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

O ponto SF16 está localizado em Santa Clara (Figura 34). Na face de praia e na berma a areia é fina (2,27 e 2,20 phi), de desvio padrão moderadamente bem selecionado (0,56 e 0,62 phi) e curtose mesocúrtica (0,99 e 0,95). O topo da duna possui areia fina (2,52 phi), de desvio padrão bem selecionado (0,43 phi) e de curtose mesocúrtica (1,01 phi). O perfil de praia em sua porção ativa evidencia maior volume de acumulação. As dunas frontais se projetam acima de 4 metros o que mostra o início de uma tendência de áreas de progradação do litoral.



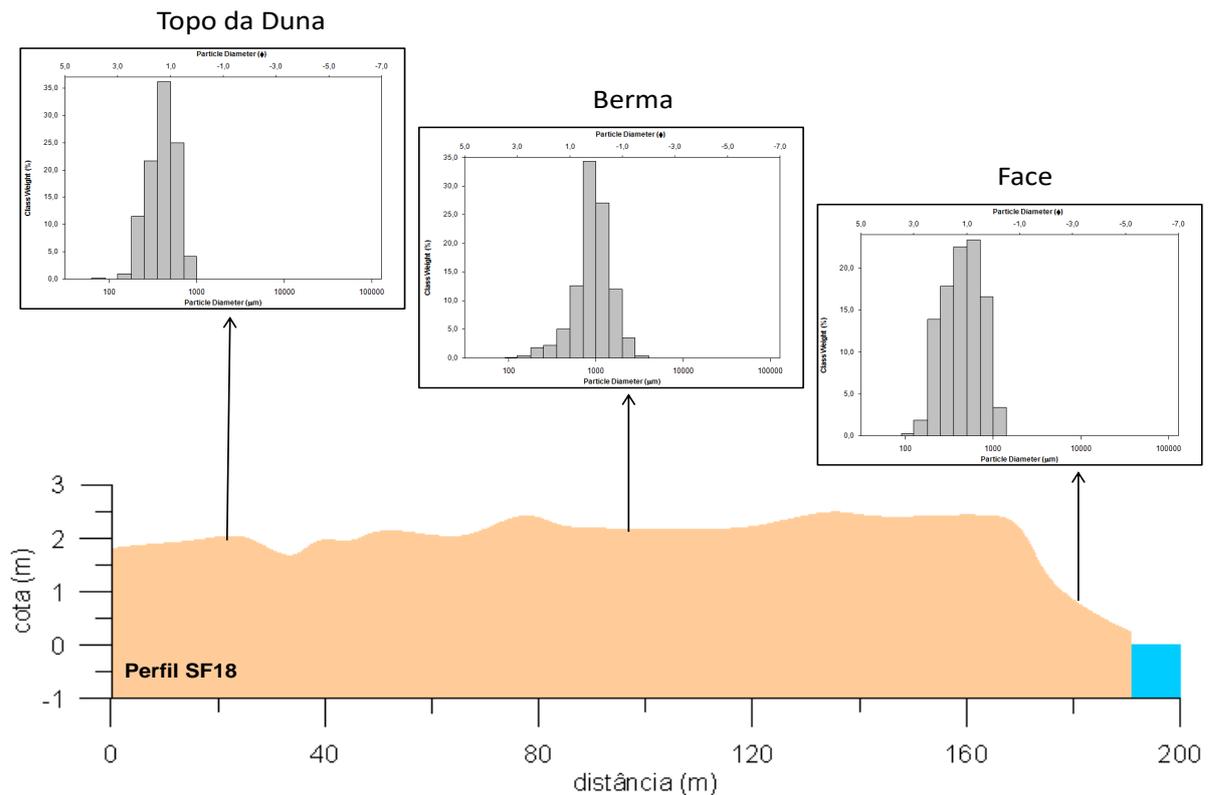
**Figura 34.** Ponto de coleta SF16, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

O ponto de coleta SF17 localiza-se em Santa Clara (Figura 35). A face de praia apresenta areia média (1,73 phi), moderadamente selecionada (0,75 phi) e de curtose mesocúrtica (0,99 phi). A berma apresenta areias grossas (0,03 phi), de desvio padrão moderadamente bem selecionado (0,58 phi) e curtose leptocúrtica (1,38 phi). E o topo da duna apresenta areia média (1,88 phi), de desvio padrão moderadamente bem selecionado (0,50 phi) e curtose mesocúrtica (0,97). Os perfis ativos da praia neste setor mostram-se bastante extensos (>100m) indicando acumulação ou progradação. Existem dunas frontais vegetadas elevadas à cota de 4 metros o que mostra estabilidade do perfil.



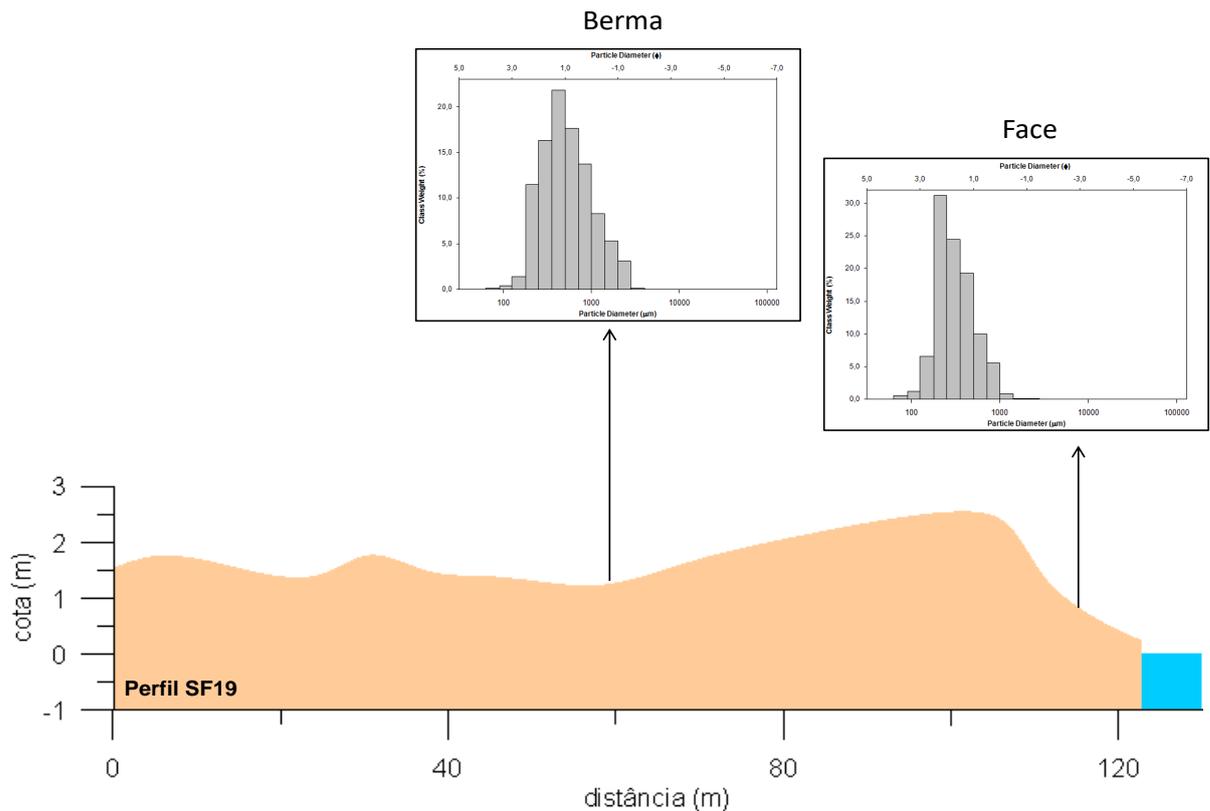
**Figura 35.** Ponto de coleta SF17, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

O ponto SF18 (Figura 36) está localizado em Santa Clara e apresenta face de praia composta por areia média (1,16 phi), desvio padrão moderadamente selecionado (0,75 phi) e curtose platicúrtica (0,84 phi). A berma possui areia média (0,11 phi), moderadamente bem selecionado (0,68 phi) e curtose leptocúrtica (1,25 phi). E o topo da duna areia média (1,30 phi), moderadamente bem selecionada (0,57 phi) e curtose mesocúrtica (0,92 phi). O perfil de praia apresenta elevado estoque de sedimentos e características típicas de acumulação e progradação costeira. Este setor encontra-se na borda da planície de cristas de praia o que justifica esta tipologia de perfil de praia. A acumulação sucessiva de bancos arenosos submersos que se projetam em direção à praia emersa, descrito por Vasconcelos (2010), como característica do processo evolutivo deste segmento do litoral explica as características deste perfil.



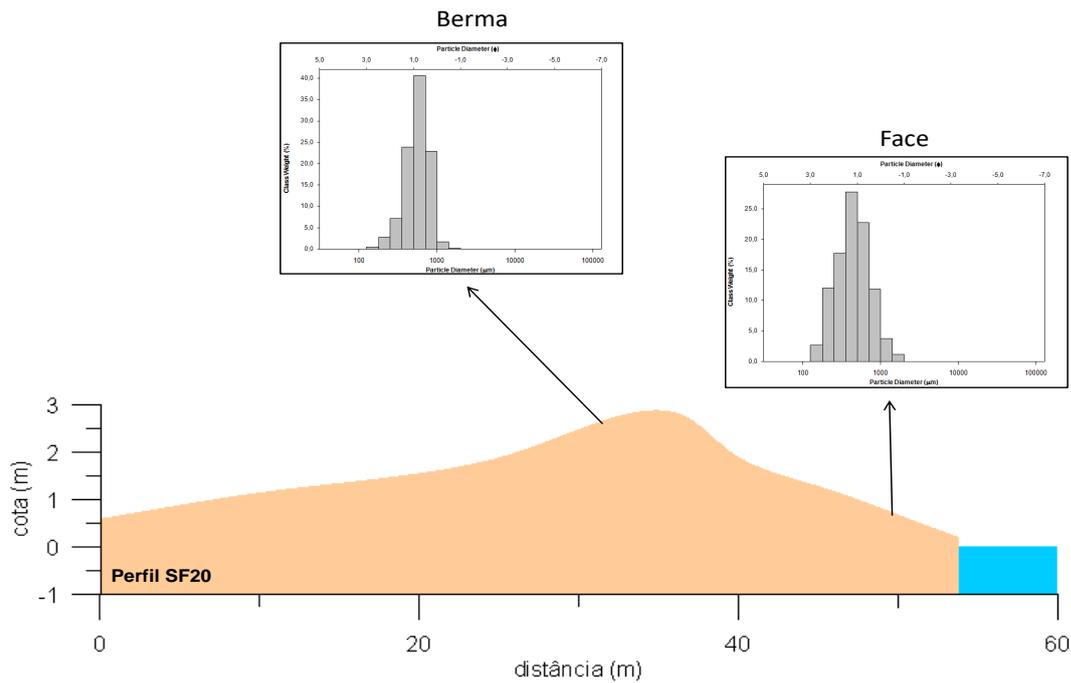
**Figura 36.** Ponto de coleta SF18, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

O ponto SF19 está localizado em Gargaú, próximo ao Parque Eólico (Figura 37). Tanto a face de praia quanto a berma possuem areia média (1,69 e 0,93 phi), desvio padrão moderadamente selecionado (0,71 e 0,97 phi) e curtose mesocúrtica (0,97 e 0,97 phi). O perfil apresenta berma elevada em função da ação das ondas dispensarem sua energia diretamente na face da praia, formando uma rampa e facilitando a acumulação. As características de declividade da face da praia corroboram o perfil de características refletivas.



**Figura 37.** Ponto de coleta SF19, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

O ponto SF20 está localizado em Gargaú, próximo a um dos canais do rio Paraíba do Sul (Figura 38). A face de praia possui areia média (1,19 phi), com desvio padrão moderadamente selecionado (0,73 phi) e curtose mesocúrtica (0,95 phi). Na berma, a areia é média (0,83 phi), moderadamente bem selecionada (0,54 phi) e de curtose mesocúrtica (1,06 phi). O perfil representa um depósito arenoso em forma de pontal (spit) que evoluiu a partir de barras submersas. Este se conecta ao continente e isola lagunas à retaguarda. Este processo identificado por Vasconcelos (2010 e 2016) pode passar por outras fases assumindo formas de ilhas barreiras (quando rompidos por ação de ondas) ou evolui como barreira-laguna. O processo de transposição de ondas (overwash) promove a migração desta feição em direção ao continente até que esta promova a colmatação das lagunas à retaguarda e se deposite finalmente na forma de crista de praia.



**Figura 38.** Ponto de coleta SF20, apresentando perfil de praia, e histogramas gerados a partir de análise de sedimentos.

Para melhor visualização dos resultados e a fim de detalhar todos os pontos de coleta, a figura abaixo ilustra os valores dos parâmetros estatísticos utilizados para as análises.

**Tabela 3.** Parâmetros estatísticos utilizados para as análises dos pontos de coleta e geração dos perfis e histogramas.

Nome	Face			Berma			Topo Duna		
	Média	Desvio Padrão	Curtose	Média	Desvio Padrão	Curtose	Média	Desvio Padrão	Curtose
SF01	2,69	0,491	1,623	2,48	0,337	0,74			
SF02	2,418	0,56	1,162	1,905	0,649	1,015	2,045	0,532	1,087
SF03	2,963	0,455	1,002	2,752	0,378	1,322			
SF04	2,882	0,509	1,209	2,848	0,427	1,428			
SF05	2,747	0,824	1,809	1,739	0,517	1,012			
SF06	2,497	0,607	1,297	2,089	0,436	1,094	2,671	0,465	1,126
SF07	1,766	1,962	0,642	2,56	0,53	1,092			
SF08	2,92	0,496	1,039	1,602	0,57	0,952	2,156	0,61	1,108
SF09	2,943	0,517	1,046	1,308	0,78	1,012	0,733	0,488	1,138
SF10	3,105	0,528	0,992	1,605	0,626	1,021	2,451	0,417	1,001
SF11	2,732	0,821	1,375	1,529	0,618	1,052	2,573	0,404	0,949
SF12	2,15	0,541	1,248	2,243	0,275	1,469	2,213	0,37	1,438
SF13	3,144	0,532	1,001	1,814	0,887	0,822			
SF14	1,632	0,608	0,915	1,682	0,635	0,954			
SF15	2,186	0,793	0,971	2,473	0,502	1,108	2,218	0,481	1,411
SF16	2,276	0,562	0,997	2,207	0,629	0,958	2,524	0,433	1,016
SF17	1,736	0,753	0,993	0,034	0,587	1,383	1,888	0,508	0,972
SF18	1,167	0,755	0,84	0,119	0,683	1,257	1,308	0,57	0,923
SF19	1,698	0,715	0,977	0,932	0,973	0,97			
SF20	1,197	0,734	0,951	0,83	0,543	1,069			

Fonte: Análises em Laboratório.

## 5 - Conclusões

A questão central que norteou este trabalho, foi a de caracterizar de forma detalhada a faixa de praia da área de estudo para suprir a ausência de pesquisas para este segmento do litoral. Sobretudo no que diz respeito à morfologia costeira. Neste aspecto a principal interlocução foi com os trabalhos de Vasconcelos (2010 e 2016) que estudou a evolução da planície de cristas de praia na margem norte do rio Paraíba do Sul. Ainda assim, para as áreas ao norte da localidade de Santa Clara, não existem estudos específicos para discussão.

A partir da identificação das características geológicas e geomorfológicas e da análise de dados primários como perfis topográficos e composição granulométrica do sistema praia duna foi possível compreender alguns aspectos peculiares presentes nesse pequeno trecho do litoral norte fluminense.

Tal peculiaridade se dá basicamente pela transição entre depósitos de idades geológicas distintas que compõem a linha de costa. Os depósitos associados à formação Barreiras, localizada ao norte do segmento, evidencia depósitos terciários sendo esculpidos. A ocorrência de falésias ativas comprova que este trecho da linha de costa está em processo de retrogradação. Já ao Sul, as cristas de praia que continuam a se depositar fazem parte dos depósitos quaternários na forma de planície fluviomarinha e evidenciam um trecho da linha de costa em pleno processo de progradação, associado diretamente à sedimentação da foz do rio Paraíba do Sul.

Foi possível perceber que os resultados indicados pelos dados primários coletados para este trabalho são diagnósticos desta transição entre áreas de erosão e acumulação (ou progradação e retrogradação) uma vez que os perfis de praia que apresentam curvas côncavas e ainda as áreas aonde há escarpamento das dunas frontais, se concentram ao norte, evidenciando essa área de retrogradação e conseqüente erosão. Já os perfis dos pontos de coleta ao sul, apresentam características usualmente convexas, perfis ativos mais extensos e praias íngremes o que indica acumulação sucessiva de sedimentos, semelhantes aos modelos de formação de barras arenosas que se acumulam e migram em direção ao continente para a formação das cristas de praia.

## 6 - Referências Bibliográficas

- ALHEIROS, M. M. et al. **Sistemas Depositionais na Formação Barreiras no Nordeste Oriental**. Anais XXXV Congresso Brasileiro de Geologia, Vol. 2, p.753-760. 1988.
- AMADOR, E. S e DIAS, G. T. M. **Considerações preliminares sobre depósitos do Terciário Superior do norte do Espírito Santo**. An. Acad. bras. Ci., 50(1):121. 1978.
- ARAI, Mitsuru. **A grande elevação eustática do Mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras**. Geologia USP. Série Científica, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006.
- BARBIÉRE, E. B. **Cabo Frio e Iguaba Grande, dois microclimas distintos a um curto intervalo espacial**. In: Restingas: Origem, Estrutura, Processos. (org.) LACERDA, L.D. de; CERQUEIRA, R. & TURCO, B CEUFF, Niterói. P. 3-12. 1984.
- BEZERRA, Francisco Hilário Rego; MELLO, Claudio Limeira; SUGUIO, Kenitiro. **A Formação Barreiras: recentes avanços e antigas questões**. Geologia USP. Série Científica, v. 6, n. 2, p. III-VI, 2006.
- BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. **Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras)**. UR – ICT. Arquivos, 2. Recife. 1964.
- BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.
- BRUNN, P. **Coast Erosion and the Development of Beach Profiles**. U.S. Army Corps of Engineers, Beach Erosion Board, Tech. Memo. No. 44, 1954
- BULHÕES, Eduardo Manuel Rosa. **Exposição de Praias, Clima de Ondas e Processos Litorâneos em Praias de Enseada: Exemplos e Aplicações em Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil**. Niterói: UFF / Instituto de Geociências, 2010.
- CASSAR, J. C. M. & NEVES, C. F. **Aplicação das rosas de transporte no litorâneo à costa norte fluminense**. Caderno de Recursos Hídricos. RBE 11(1):81-106. 1993.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgar blücher, 2ª edição,1980.
- COELHO, A. L. N; FREIRE, A. L. O. **Geomorfologia e planejamento socioambiental na planície do rio itabapoana rj/es**. Revista Geonorte, Edição Especial 4, V.10, N.1, p.438-443,

2014. (ISSN 2237-1419). Disponível em: <<http://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1738/1625>>. Acesso em: 20 set. 2015.

COSTA, G. **Caracterização Histórica, Geomorfológica e Hidráulica do Estuário do Rio Paraíba do Sul**. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro. 107p. 1994.

CURRAY, J. R.; EMMEL, F. J.; CAMPOS, P. J. S. **Holocene history of a strand plain, lagoonal coast, Nayarit, México**. In: A. Ayala-Casteñares and Phleger, F.B (Ed.), *Lagunas Costeras*, UN Simposio; UNAMUNESCO, México, D.F., pp 63-100. 1969.

DA SILVA, Carlos Henrique Santos; SILVA, Quesia Dutra. **Análise de Falésias no Litoral Ocidental da Ilha do Maranhão**. REVISTA GEONORTE. Edição Especial, V.1, N.4, p. 388-398, 2012.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. e MARTIN, L. **O papel da deriva litorânea de sedimentos arenosos na construção das planícies costeiras associadas as desembocaduras dos rios São Francisco, Jequitinhonha, Doce e Paraíba do Sul**. Rev. Bras. Geociênc. 13 (2): 98-105, Sao Paulo. 1963.

FERNANDEZ, G. B., et al. **Morfologia e dinâmica de praia entre Atafona e Grussaí, litoral norte do estado do Rio de Janeiro**. VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 2006.

FERNANDEZ, Guilherme Borges; ROCHA, Thaís Baptista da. **Barreiras costeiras holocênicas: geomorfologia e arquitetura deposicional no litoral do Rio de Janeiro**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 16, n. 2, 2015.

FERNANDEZ, G. B.; MALUF, F.; BULHOES, E.; ROCHA, T. B.; PEREIRA, T. G.; OLIVEIRA FILHO, S. R. **Impactos Morfológicos e Resiliência das Praias do Litoral do Rio de Janeiro: Referência Especial à Morfodinâmica Praial**. In: PAULA, D.P e DIAS, J.A. (orgs) *Ressacas do Mar/Temporais e Gestão Costeira*. 1a Edição. Fortaleza: Editora Premium. 448p. 2015.

GUSMÃO, L. A. B. **Transpasse de sedimentos na praia da Barra do Furado**. Monografia de graduação. Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 210p. 1990

FOLK, R. L.; WARD, W. C. **Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters.** *Journal of Sedimentary Petrology*, 27 (3-26), 1957.

KOWSMANN, R. O. & COSTA, M. A. **Sedimentação Quaternária da Margem Continental Brasileira e das Áreas Oceânicas Adjacentes.** Rio de Janeiro, PETROBRAS, CENPES. DINTEP. 55p. Série Projeto REMAC (8). 1979.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M.; DOMINGUEZ, J. M. L. **Evolução da Planície Costeira do Rio Paraíba do Sul (RJ) durante o Quaternário: Influência das Flutuações do Nível do Mar.** In: Congresso Brasileiro de Geologia, 33, Rio de Janeiro. Anais. p. 84-97. 1984.

MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, Abílio Carlos S. P. **O papel da deriva litorânea de sedimentos arenosos na construção das planícies costeiras associadas às desembocaduras dos rios São Francisco (SE-AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ).** *Revista Brasileira de Geociências - São Paulo*, 1983.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FLEXOR, J. M. **Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo.** Publicado em condição pela CPRM e FAPESP. Belo Horizonte, 1997.

MATOSO, Silvio de Queiros; ROBERTSON, Forbes S. **Uso geológico do termo “Barreira”.** *Bol. Tecn. Petrobrás*, Vol2(nº3): 37-43 , 1959.

MORAIS, Rute Maria. Oliveira de, et al. **Estudo faciológico de depósitos terciários (formações Barreiras e Rio Doce) aflorantes na porção emersa da Bacia do Espírito Santo e na região emersa adjacente à porção norte da Bacia de Campos.** *Congresso Abequa*. Vol. 10. 2005.

MORAIS, Rute Maria Oliveira de, et al. **Fácies sedimentares e ambientes deposicionais associados aos depósitos da Formação Barreiras no Estado do Rio de Janeiro.** *Geologia USP. Série Científica* 6.2: 19-30. 2006.

MOREIRA, P. S. C. **Estudo do processo de progradação da planície costeira ao norte da foz do rio Paraíba do Sul, RJ.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha (LAGEMAR), Universidade Federal Fluminense, 81p. 1998.

MOURA-FÉ, Marcelo Martins de. **Barreiras: Série, Grupo ou Formação?**. Revista Brasileira de Geografia Física 7.6: 1055-1061. 2015.

MURILLO, V. C.; SILVA, C. G.; FERNANDEZ, G. B. **Discussão sobre a contribuição dos sedimentos da plataforma continental interna para formação da planície de cristas de praia do delta do Rio Paraíba do Sul**. Associação Brasileira do Quaternário - Abequa 2007.

MURILLO, Victor Cruz. **Distribuição sedimentar na plataforma continental interna e suas implicações para o desenvolvimento das cristas de praia na desembocadura do rio paraíba do sul**. 2008. 97 f. Dissertação de pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha. Universidade Federal Fluminense, Niterói 2008.

MUEHE, Dieter. **O litoral brasileiro e sua compartimentação**. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, José Teixeira (Org.). Geomorfologia do Brasil. 3ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 274-349, 2003.

NUNES, Fabio Carvalho; SILVA, Enio Fraga da. **Grupo Barreiras: características, gênese e evidências de neotectonismo — Dados eletrônicos**. — Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 31 p. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892;194), 2011.

PINHO, U. F. **Caracterização do estado do mar na Bacia de Campos**. 145 f. Dissertação de Mestrado. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

PONÇANO, W. L.; GIMENEZ, A. F.; FULFARO, V. J. **Sedimentação Atual na Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro: Contribuição à Avaliação de Viabilidade Geotécnica da Implantação de um Porto**. Anais do 1o. Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, Volume 2. Rio de Janeiro (111-139). 1976.

Rio de Janeiro (Estado). Secretaria Estadual do Ambiente. **O estado do ambiente: indicadores ambientais do Rio de Janeiro** / Organizadoras: Júlia Bastos e Patrícia Napoleão. – Rio de Janeiro: SEA; INEA, 160 p. 2010.

ROCHA, Thaís Baptista da. **Morfodinâmica costeira e gestão de orla marítima em costa sob influência fluvial: borda meridional do atual delta do Rio Paraíba do Sul (RJ)** / Thaís Baptista da Rocha. – Niterói : [s.n.], 2009. 141 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, 2009.

ROSSETI, D. De F. in Florenzano, T. G. (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: oficina de textos, 2008.

SALLENDER, A. H. **Storm Impact Scale for Barrier Islands**. **Journal of Coastal Research**. Vol. 16, p. 890-895, 1964.

SALLENDER, A. H. **Storm Impact Scale for Barrier Islands**. **Journal of Coastal Research**. Vol. 16 (3). pp. 890–895. 2000.

SAHU, B. K. **Depositional Mechanisms From the Size Analysis of Clastic Sediments**. **Journal of Sedimentary Petrology**. Vol. 34 (1). pp. 73-83. 1964.

SANTOS, R. A. **Processos de Erosão e Progradação entre as praias de Atafona e Grussaí – RJ**. Monografia de Graduação apresentada ao Curso de graduação em Geografia da UFF. 48p. UFF, Niterói, 2006.

SILVA, C. G. **Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul (Roteiro de Excursão Geológica)**. In: I Simpósio de Geologia Regional RJ-ES, 1987, Rio de Janeiro. Anais do I Simpósio de Geologia Regional RJ-ES. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo RJ/ES, p. 299-346. 1987.

SILVEIRA, J. D. **Morfologia do litoral**. In: Brasil, a terra e o homem. (Ed.) A. de Azevedo, São Paulo, pp. 253-305. 1964.

SILVESTER, R. **Sediment transport – long-term net movement**. In: The Encyclopedia of Geomorphology (Ed.) R. W. Fairbridge. Reinhold Book Corp. p. 985-989. 1968.

SOUZA, M. H. S. **Clima de ondas ao norte do estado do Rio de Janeiro**. Tese de mestrado. COPPE – UFRJ, Rio de Janeiro, 181 pp. 1988.

SUGUIO, L. e MARTIN, L. **Mapas das formações quaternárias do litoral paulista e sul fluminense**. Governo do Estado de Sao Paulo, Secretaria de Obras e do Meio Ambiente, DAEE: 8 folhas coloridas em escala 1:100.000, são Paulo. 1978b.

SUGUIO, Kenitiro; MARTIN, Louis; BITTENCOURT, Abílio Carlos da Silva Pinto. **Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira** - 1985.

SUGUIO, Kenitiro. **Tópicos de Geociências para o Desenvolvimento Sustentável: As Regiões Litorâneas**. Revista do Instituto de Geociências - USP. Série Didática, 2003.

TAMARA, G. **Contribuição ao Estudo do Grupo Barreiras na Região Metropolitana de Vitória (ES)**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, 73p. 1995.

VASCONCELOS, Sérgio Cadena de. **Evolução morfológica das barreiras arenosas ao norte da desembocadura do rio Paraíba do Sul, RJ** – Niterói: [s.n.], 2010. 180 f.

VASCONCELOS, Sérgio Cadena de. **Morfoestratigrafia da planície costeira ao norte do rio Paraíba do Sul (RJ)** / Sérgio Cadena de Vasconcelos. Niterói : [s.n.], 2016. 186 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016.