

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARCELO EDUARDO JOSÉ MÜLLER

**ESTABILIDADE MORFO-SEDIMENTAR DO MAR DO ARARAPIRA E
CONSEQÜÊNCIAS DA ABERTURA DE UMA NOVA BARRA**

**CURITIBA
2010**

MARCELO EDUARDO JOSÉ MÜLLER

**ESTABILIDADE MORFO-SEDIMENTAR DO MAR DO ARARAPIRA E
CONSEQÜÊNCIAS DA ABERTURA DE UMA NOVA BARRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia, área de concentração em Geologia Ambiental, setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geologia Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Rodolfo José Angulo

Co-orientadores:

Prof^a. Dr^a. Maria Cristina de Souza

Prof. Dr. Eduardo Marone

CURITIBA
2010

Müller, Marcelo Eduardo José

Estabilidade morfo-sedimentar do mar do Ararapira e
conseqüências da abertura de uma nova barra / Marcelo Eduardo
José Müller. – Curitiba, 2011.

66 f. : il.; tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de
Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geologia.

Orientador: Rodolfo José Angulo

Co-orientadora: Maria Cristina de Souza

Co-orientador: Eduardo Marone

1. Sedimentos (Geologia) - Ararapira, Mar do. I. Angulo, Rodolfo
José. II. Souza, Maria Cristina de. III. Marone, Eduardo. IV. Título.

CDD 551.4686

TERMO DE APROVAÇÃO

Marcelo Eduardo José Müller

*Estabilidade morfo-sedimentar do mar do Ararapira e
conseqüências da abertura de uma nova Barra*

Dissertação de Mestrado aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Geologia, área de concentração em Geologia Ambiental, da Universidade Federal do Paraná. A comissão julgadora foi formada por:


Prof. Dr. Moyses Gonzalez Tessler -USP


Prof. Dr. Mauricio Almeida Noernberg - UFPR


Prof. Dr. Rodolfo José Angulo - UFPR
Presidente

Curitiba, 27 de abril de 2010.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador dessa pesquisa Rodolfo José Angulo, pelas discussões, confiança, ajudas e conselhos;

Aos co-orientadores Maria Cristina de Souza e Eduardo Marone pelos incentivos, amizade e esclarecimento de dúvidas, sempre que foi necessário;

Aos membros da banca avaliadora, Moysés Gonzales Tessler e Maurício Almeida Noernberg;

Aos colegas do Laboratório de Estudos Costeiros (LECost), Maria Luiza, Maria Aline, Cassiano, Bruno, Clécio, Zé e Branco;

Aos colegas que me ajudaram nas coletas de dados na Barra do Ararapira: Clécio, Malu, Michele, Glauco, André, Pâmela, Ana, Melina, Raissa, Thaís e Diógenes;

Aos professores do Centro de Estudos do Mar que colaboraram de alguma forma com essa pesquisa, em especial a Maurício Noernberg e Fernando Veiga;

A todo grupo de Física Marinha que sempre auxiliaram nas saídas de campo e em tudo mais que foi necessário;

A Comunidade de Barra do Ararapira, Pontal do Leste e Enseada da Baleia pela amizade, cordialidade e contribuição nessa pesquisa;

Aos amigos da Barra do Ararapira, em especial a Rubens Muniz, João Pires, Santiro, Dico, Antônio Muniz, Flávio e Valderio;

Ao Sr. Antônio Cardoso (Malaquias), patriarca da comunidade de Enseada da Baleia, que passou os últimos anos da sua vida lutando contra a erosão na sua comunidade;

À Juliane Bazzo, pelas produtivas discussões interdisciplinares sobre a influência da dinâmica costeira na comunidade de Barra do Ararapira;

Ao Centro de Estudos do Mar e aos seus funcionários, principalmente aos barqueiros Josias, Roney, Abraão e Moisés;

Aos colegas do Programa de Pós Graduação em Geologia e do Programam de Pós Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos;

À Carol pela paciência, amor e carinho;

Aos meus pais, José e Elvira, e aos meus irmãos, Leandro e Vanessa, maiores incentivadores da minha jornada;

Ao CNPq pela bolsa de mestrado.

RESUMO

A restinga do Ararapira representa a porção extremo sul do estado de São Paulo. Tem aproximadamente 16 km de extensão e largura média de 400 m. A sobreposição da linha de costa obtida em Outubro de 2008 com a de Outubro de 2007 através de caminhamento com DGPS indica um crescimento no sentido SW superior a 130 m. O Canal que a separa do continente é conhecido como Mar do Ararapira, sendo este também o demarcador costeiro entre os estados de São Paulo e Paraná. O Mar do Ararapira, em seu curso levemente meandrante em direção à desembocadura, erode as margens côncavas e deposita nas convexas. A erosão provocou três estreitamentos com largura inferior a 100 m. O menor destes possui largura de aproximadamente 20 m e pode se romper ainda nesta década. Neste ponto foi monitorada através de nivelamento topográfico a largura do esporão entre Abril de 2008 e Outubro de 2009, indicando erosão contínua na porção interna de 2,3 m. Na margem oceânica houve tanto processos de erosão como de progradação da linha de costa, porém, no balanço geral, houve a progradação de 7,8 m. Outros quatro perfis posicionados 50 e 100 m a norte e a sul daquela porção mais estreita foram realizados nas mesmas datas para verificar a variação volumétrica, topográfica e de linha de costa da margem oceânica. Os dados obtidos evidenciam progradação da linha de costa, porém, com balanço sedimentar negativo em todos os perfis provocado pela erosão na pós praia e na face de praia. Outro objetivo do trabalho foi a caracterização do sedimento do fundo do Mar do Ararapira. Os resultados indicaram a predominância de areias finas, bem selecionadas e aproximadamente simétricas, havendo uma maior variabilidade entre a margem e o canal principal do que no sentido longitudinal (SO-NE). Algumas conseqüências físicas, ambientais e sócio-econômicas da abertura de uma nova desembocadura também foram avaliadas. Como conseqüência mais imediata espera-se o fechamento da atual desembocadura e o assoreamento do canal entre a antiga e a nova desembocadura, trazendo dúvidas entre os limites dos Estados do Paraná e São Paulo.

ABSTRACT

The Ararapira spit is a location at the south portion of São Paulo State. It has approximately 16 kilometers long and 400 meters wide. The overlay of the coastlines measured in October 2008 and October 2007 using dgps equipment indicates 130 meters migration to SW. The channel that separates spit from the continent is called Mar do Ararapira and separates the states of São Paulo (north) and Paraná (south). The mar do Ararapira have a slightly meandering course that erodes concave margins and deposits convex margins. The erosion results in three land narrow with less than 100 meters wide. One of them has 20 meters and could open a new mouth in the next decade. This portion of the spit is called Enseada da Baleia. At this point the width was monitored in April, August and December of 2008 and April and October of 2009 by beach profiles. The results show continuous erosion of 2,3 meters in the internal margin. At the external margin occurs erosion and accretion but the final result shows 7,8 meters of coastline progradation. Four other profiles 50 and 100 meters to south and to north of the 20 meter width point was monitored to estimate volumetric variations, topography and coastline variations at the oceanic margin of the Enseada da Baleia. The obtained data shows coastline progradation although the sediment budget is negative because the erosion of backshore and beach face. Another aim of this work was the characterization of bottom sediments of the Mar do Ararapira. The result shows predominance of well sorted symmetric skewness fine sands varying more from margins to the main channel that lengthwise the Mar do Ararapira (SO-NE) axis. Physical, environmental and socioeconomic consequences could become by a new mouth opening of Enseada da Baleia. The actual mouth could silt up causing state borders and national and state parks limits to change, affecting local communities such as artisanal fishers.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Localização dos perfis praias na Restinga do Ararapira	22
Tabela 2:	Volumes depositados e erodidos ao longo do perfil “Sul 2” considerando todos os períodos de monitoramento (valores em m ³)	30
Tabela 3:	Volumes depositados e erodidos ao longo do perfil “Sul 1” considerando todos os períodos de monitoramento (valores em m ³)	32
Tabela 4:	Volumes depositados e erodidos ao longo do perfil “Central” considerando todos os períodos de monitoramento (valores em m ³)	34
Tabela 5:	Erosão (-) ou progradação (+) da linha de costa na porção mais estreita da Restinga do Ararapira (em metros)	35
Tabela 6:	Volumes depositados e erodidos ao longo do perfil “Norte 1” considerando todos os períodos de monitoramento (valores em m ³)	37
Tabela 7:	Volumes depositados e erodidos ao longo do perfil “Norte 2” considerando todos os períodos de monitoramento (valores em m ³)	39
Tabela 8:	Diâmetro médio em fi (ϕ) das amostras coletadas no perfil “Central”	41
Tabela 9:	Desvio padrão das amostras coletadas no perfil “Central”	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Área de estudo	5
Figura 2:	Geologia e geomorfologia da área da Barra e da Restinga do Ararapira	9
Figura 3:	Mapa batimétrico do Mar do Ararapira a partir de dados processados por Nogueira (2010)	13
Figura 4:	Modelo proposto por Fitzgerald (1988) de migração da desembocadura e ruptura do esporão	19
Figura 5:	Localização dos perfis de praia na porção mais estreita da Restinga do Ararapira	23
Figura 6:	Perfil praiial hipotético com nomenclatura dos sub-ambientes praiiais	25
Figura 7:	Linha de costa na margem oceânica (A), na margem estuarina (B), e limites do monitoramento por caminhamento com DGPS (C)	26
Figura 8:	Localização das amostras de sedimento de fundo coletadas no Mar do Ararapira.....	28
Figura 9:	Perfil “Sul 2”	31
Figura 10:	Perfil “Sul 1”	33
Figura 11:	Evolução da duna frontal no istmo do Ararapira	35
Figura 12:	Perfil “Central”	36
Figura 13:	Perfil “Norte 1”	38
Figura 14:	Perfil “Norte 2”	40
Figura 15:	Diâmetro médio e desvio padrão das amostras de sedimento ao longo do perfil “Central” nas diferentes datas	42
Figura 16:	Diâmetro médio médio e desvio padrão médio das amostras de sedimento do perfil “Central” nas diferentes datas	42
Figura 17:	Variações da linha de costa no extremo SW da Restinga do Ararapira	43
Figura 18:	Diâmetro médio dos sedimentos de fundo do Mar do Ararapira	44
Figura 19:	Grau de seleção dos sedimentos de fundo do Mar do Ararapira	45
Figura 20:	Grau de assimetria das amostras dos sedimentos de fundo do Mar do Ararapira	46
Figura 21:	Porcentagem de carbonato de cálcio dos sedimentos de fundo do Mar do Ararapira	47

Figura 22: Porcentagem de matéria orgânica dos sedimentos de fundo do Mar do Ararapira	48
Figura 23: Localização das amostras de sedimento de fundo coletadas no Mar do Ararapira	49
Figura 24: Previsão das áreas a serem (1) erodidas, (2) acrescidas e (3) assoreadas, após a abertura da nova barra do Ararapira	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	JUSTIFICATIVA	3
3	OBJETIVOS	4
3.1	Objetivo Geral	4
3.2	Objetivos Específicos	4
4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO COM BASE EM TRABALHOS ANTERIORES	5
4.1	LOCALIZAÇÃO	5
4.2	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	6
4.3	CLIMA	6
4.4	GEOLOGIA	7
4.5	CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS	10
4.6	DISTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTO DE FUNDO DO CANAL DO ARARAPIRA	12
4.7	BATIMETRIA DO MAR DO ARARAPIRA	12
4.8	PREVISÕES DA ABERTURA DE UMA NOVA DESEMBOCADURA	13
4.9	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	14
4.10	OCUPAÇÃO	15
4.11	ECONOMIA	17
5	OUTROS CASOS DE MIGRAÇÃO DE DESEMBOCADURAS LAGUNARES	18
6	MATERIAIS E MÉTODOS	22
6.1	VARIAÇÃO MORFOLÓGICA, VOLUMÉTRICA E SEDIMENTAR NAS PRAIAS PRÓXIMO AO ISTMO DO ARARAPIRA	22
6.2	SUB-AMBIENTES PRAIAIS	24
6.3	VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA	25
6.4	CARACTERIZAÇÃO DO SEDIMENTO DE FUNDO DO MAR DO ARARAPIRA .	27
6.4.1	Procedimento de campo	27
6.4.2	Procedimento de laboratório	27
6.4.3	Parâmetros estatísticos e elaboração dos mapas	29
7	RESULTADOS	30
7.1	VARIAÇÕES MORFOLÓGICAS, VOLUMÉTRICAS E DE LINHA DE COSTA NOS PERFIS PRAIAIS	30
7.1.1	Perfil “Sul 2”	30
7.1.2	Perfil “Sul 1”	32
7.1.3	Perfil “Central”	34
7.1.4	Perfil “Norte 1”	37
7.1.5	Perfil “Norte 2”	39
7.2	CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DO PERFIL “CENTRAL”	41
7.3	VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA NO EXTREMO SUL DA RESTINGA DO ARARAPIRA	42
7.4	CARACTERIZAÇÃO DO SEDIMENTO DE FUNDO DO MAR DO ARARAPIRA .	43
7.4.1	Diâmetro médio	43
7.4.2	Grau de seleção	44
7.4.3	Assimetria	45
7.4.4	Carbonato	46

7.4.5	Matéria orgânica	47
8	DISCUSSÃO	50
8.1	ISTMO DO ARARAPIRA	50
8.2	LARGURA DO ISTMO	51
8.3	EXTREMO SUL DA RESTINGA DO ARARAPIRA	52
8.4	SEDIMENTO DE FUNDO DO MAR DO ARARAPIRA	53
8.5	POSSÍVEIS CONSEQÜÊNCIAS DA ABERTURA DE UMA NOVA DESEMBOCADURA	54
8.5.1	Novo cenário costeiro	55
8.5.2	Conseqüências sociais e políticas	56
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
10	REFERÊNCIAS	59
11	ANEXOS	65

*“E a Barra (do Ararapira) onde é?
Longe... muda tanto que nunca se sabe direito onde é”*

Wilson Rio Apa
O Povo do Mar e dos Ventos Antigos (1976)

1. INTRODUÇÃO

O litoral pode ser definido como uma zona de usos múltiplos, pois em sua extensão é possível encontrar variadas formas de ocupação do solo e a manifestação das mais diferentes atividades humanas, como a pesca, extrativismo, indústrias, turismo, transporte de mercadorias, preservação ambiental, moradia e outras (MMA 1996).

Além disso, do ponto de vista físico, os ambientes costeiros são extremamente dinâmicos, neles convergem processos terrestres, oceânicos e atmosféricos, que alteram constantemente suas características. Um dos principais desafios da geologia, oceanografia e engenharia costeira é compreender como e porque estas mudanças ocorrem (Angulo, 2004).

Segundo Pierri *et al.* (2006) o litoral paranaense se caracteriza por uma diversidade física e biológica que acabou condicionando a ocupação e seus usos, e analisando as inter-relações entre o ambiente natural e a ocupação é possível identificar e caracterizar conflitos e tendências.

Para o melhor entendimento destes processos, é necessário a realização de monitoramentos onde a evolução morfosedimentar das praias, regime de ondas processos atmosféricos, e fenômenos interanuais e interdecadais sejam analisados de forma sistemática e para o maior período de tempo possível.

No estado do Paraná alguns trabalhos já foram realizados envolvendo esta temática (Angulo 1992, 1993a, c; Angulo & Araújo, 1996; Bigarella *et al.*, 1978; Gobbi, 1997; Quadros, 2002; Quadros *et al.* 2002; Soares *et al.*, 1994; dentre outros), mas o ideal seria um monitoramento constante das praias, justamente devido à complexidade dos processos envolvidos.

O entendimento dos complexos processos de evolução morfosedimentológica de ambientes praias é de grande importância para o planejamento do uso e ocupação das áreas costeiras, assim como se devem entender as inter-relações com as dinâmicas biológicas, econômicas e sociais, políticas, legais e institucionais (Angulo, 2004).

No litoral sul do estado do Paraná a ocupação tem se caracterizado por ser muito próxima da linha de costa ou mesmo sobre a praia, pela destruição das dunas

frontais e por obras de canalização, dragagem e infra-estrutura urbana que não consideram de forma adequada a dinâmica natural.

A faixa norte do litoral do estado é caracterizada por baixas taxas de ocupação e está compreendida, na quase totalidade, por áreas de preservação ambiental de extrema relevância para o planeta, sendo considerada pela UNESCO como Patrimônio Mundial da Biodiversidade e Reserva da Biosfera.

O entendimento dos processos costeiros atuantes nessa região é importante tanto para o ordenamento do uso e ocupação que podem ocorrer nessas áreas por populações tradicionais, ou para o manejo das Unidades de Conservação (UC) ali presentes.

Além disso, o monitoramento da porção mais estreita da Restinga do Ararapira, com tendência ao rompimento nos próximos anos (Angulo *et al.* 2009), irá modificar radicalmente a dinâmica hidrológica da região, trazendo dúvidas entre os limites do estado do Paraná e São Paulo, que hoje são delimitados pelo Mar do Ararapira na sua faixa costeira.

Em outras situações de rompimento de esporão e abertura de uma nova desembocadura nos Estados Unidos (FitzGerald, 1988), Portugal (Vila-Concejo *et al.*, 2003) e Austrália (McCauley & Tomlinson, 2006), por exemplo, o monitoramento é feito desde muito antes do rompimento, sendo monitorado ainda após a abertura.

O monitoramento do crescimento da Restinga do Ararapira no sentido SW inicia-se ainda na década de 80, com o trabalho de Tessler (1988), logo depois com Tessler & Mahiques (1993), indicando as possíveis causas da migração da desembocadura. Em 1997 Mihály realiza o monitoramento na faixa mais estreita da Restinga e o seu crescimento no sentido SW. Em 2002, Mihály & Angulo fazem a primeira previsão da abertura da nova desembocadura, prevista para 2011.

Na última década o monitoramento se deu de maneira mais freqüente, com os trabalhos de Müller & Patchineelam (2005), Müller (2007) e Angulo *et al.* (2009), sendo neste último revista a previsão da abertura da nova desembocadura para os próximos anos (entre 2012 e 2017).

O monitoramento tem continuidade com essa dissertação e espera-se que novos trabalhos continuem a monitorar a evolução do istmo com tendência ao rompimento, o crescimento da Restinga e a migração da desembocadura para SW, e ainda que o monitoramento ocorra após a abertura da nova desembocadura.

2. JUSTIFICATIVA

As baixas taxas de ocupação e a existência de um grande mosaico de Unidades de Conservação no litoral Norte do Paraná e Sul de São Paulo permitem que os processos de dinâmica costeira ocorram quase que naturalmente, sem a intervenção de obras de engenharia costeira que comumente são aplicadas em áreas costeiras urbanizadas.

Nas margens do Mar do Ararapira estão presentes duas comunidades que atualmente sofrem com problemas relacionados à erosão costeira, são elas Barra do Ararapira no estado do Paraná e Enseada da Baleia no estado de São Paulo (Figura 1).

Rössler (2006), através de oficinas participativas com chefias do Parque Nacional do Superagüi e com lideranças da comunidade de Barra do Ararapira, verificou que os temas prioritários à comunidade de Barra do Ararapira são os impactos da erosão costeira e a situação irregular da comunidade perante o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

O Plano de Manejo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, no estado de São Paulo, considera como uma das atividades prioritárias a serem realizadas no âmbito de pesquisa científica as *“pesquisas relacionadas a processos erosivos que vêm atingindo a restinga do Marujá (Ararapira)”*, e considera ainda a erosão costeira como o principal problema enfrentado pela vila de Enseada da Baleia (São Paulo, 2002).

Além disso, o contínuo estreitamento da Restinga do Ararapira, com tendência ao rompimento nos próximos anos, irá modificar a dinâmica hidrológica da região.

Por essa razão, o sedimento de fundo do Mar do Ararapira foi também caracterizado, para que trabalhos futuros possam avaliar as possíveis e prováveis mudanças em sua classificação textural após as mudanças previstas.

Investigar os processos da dinâmica costeira que ocorrem nas margens do Mar do Ararapira é uma oportunidade de se analisar os processos de erosão e sedimentação de grandes proporções com pouca ou nenhuma interferência antrópica, o que é relativamente raro atualmente.

A avaliação das possíveis conseqüências sócio-econômicas do rompimento da Restinga do Ararapira e formação de uma nova desembocadura pretendem subsidiar a população local, os gestores das unidades de conservação e o poder público para que haja medidas que minimizem conseqüências negativas.

Uma conseqüência já identificada é a dúvida que a abertura de uma nova desembocadura trará quanto aos limites entre os estados do Paraná e São Paulo, já que não está prevista na Lei Estadual paranaense nº 02 de 10 de outubro de 1947 (cria o município de Guaraqueçaba no Paraná e determina os seus limites, entre eles com o município de Cananéia, no Estado de São Paulo) mudanças provocadas pela dinâmica costeira.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo principal deste trabalho foi monitorar a evolução morfológica da porção mais estreita da Restinga do Ararapira, litoral norte do Paraná e sul de São Paulo e o crescimento do esporão no sentido SW, e ainda caracterizar o sedimento de fundo do Mar do Ararapira.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Monitorar as variações topográficas da praia oceânica nas proximidades da porção mais estreita da Restinga do Ararapira
- Quantificar a variação volumétrica dos perfis praias;
- Verificar as variações da linha de costa;
- Avaliar as conseqüências sócio-ambientais da ruptura do esporão e conseqüentemente da abertura de uma nova desembocadura;

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO COM BASE EM TRABALHOS ANTERIORES

4.1 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo está compreendida no Complexo Estuarino Lagunar de Cananéia – Paranaguá, no extremo norte do litoral paranaense e extremo sul do litoral paulista, entre as latitudes de 25°12'20" e 25°19'12" Sul e as longitudes 47°59'33" e 48°06'34" Oeste. O acesso se dá por meio de embarcação, a partir das cidades de Paranaguá, Pontal do Paraná e Guaraqueçaba (Paraná), pela baía dos Pinheiros e Canal do Varadouro; e Cananéia (São Paulo) pela baía de Trapandé e Canal do Ararapira (Figura 1).

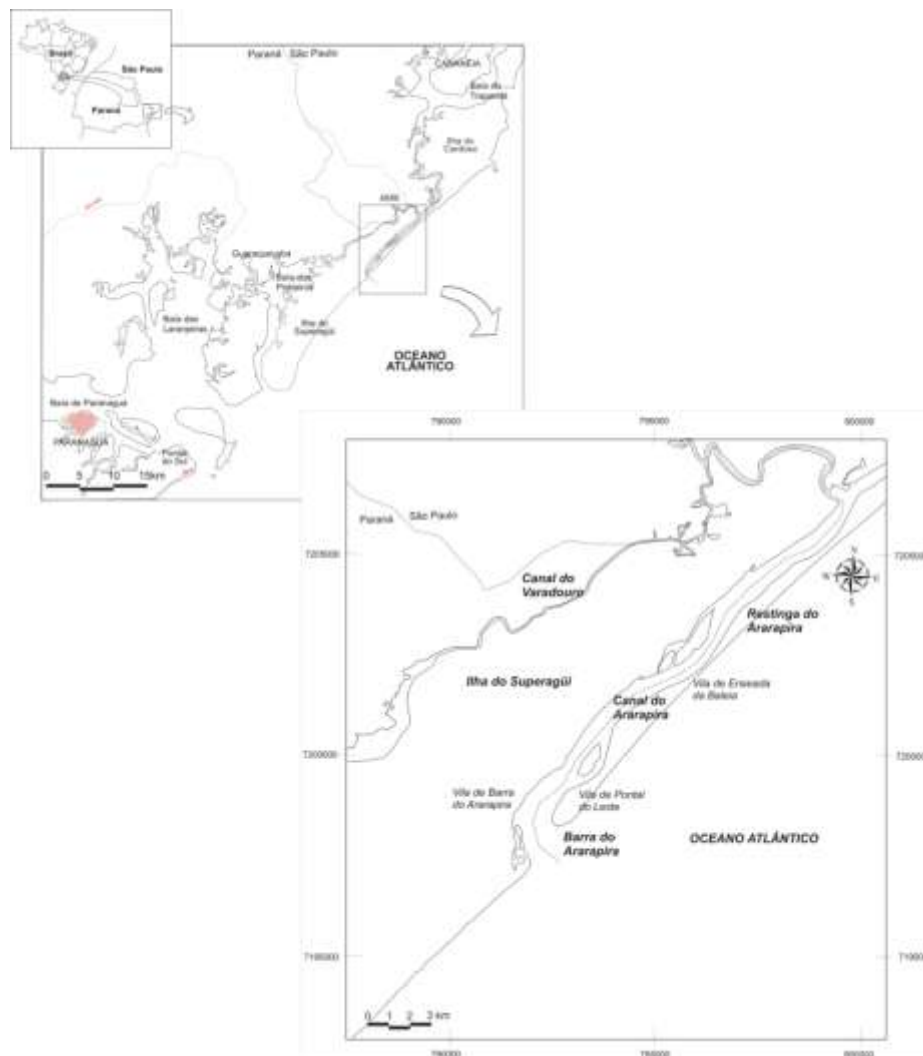


FIGURA 1- Área de Estudo

4.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

O Mar do Ararapira, que aqui será definido como a porção do canal homônimo localizado entre a confluência do canal do Varadouro à Barra do Ararapira, é um corpo de água alongado, meandrante, com orientação SSW-NNE, paralelo à costa, com largura média de 400 m e comprimento de aproximadamente 16 km. Em seu extremo norte, através do canal do Ararapira comunica-se com a Baía de Tapandré, no estado de São Paulo, e a sul, através do Canal do Varadouro, com a Baía dos Pinheiros, no estado do Paraná (Figura 1).

O esporão arenoso que o separa do Oceano Atlântico, conhecido como esporão do Ararapira, ou Restinga do Ararapira, apresenta comprimento em torno de 18 km, largura máxima de aproximadamente 800 m e mínima de aproximadamente 20 m.

A desembocadura do Mar e canal do Ararapira, localizada no extremo sudoeste, denominada Barra do Ararapira, tem largura em torno de um km, separa a Ilha do Superagüi da Ilha do Cardoso, e juntamente com o Mar do Ararapira, é o divisor político costeiro entre os estados do Paraná e São Paulo. Possui um delta de maré vazante associado, e que segundo o modelo de Oertel (1975), é dominado por ondas com transporte predominante numa direção (Angulo, 1999).

4.3 CLIMA

Segundo a classificação de Köeppen, o litoral paranaense e sul paulista apresenta o tipo climático Cfa, ou seja, subtropical úmido mesotérmico com verão quente. O mês mais frio apresenta temperatura média inferior a 18°C, e o mês mais quente apresenta temperatura média superior a 22°C (IPARDES, 1995; Vanhoni & Mendonça, 2008).

As chuvas são do tipo ciclônico, orográfico e de convecção (IPARDES, 1990), sendo a média pluviométrica anual do litoral do Paraná de 2435,8 mm. Ocorre uma maior precipitação no verão (de 800 a 1000 mm), diminuindo no outono (500 a 800

mm), chegando às menores médias no inverno (280 mm) e com aumento progressivo na primavera (500 e 600 mm) (Vanhoni & Mendonça, 2008).

O regime de ventos é controlado pelo centro de ação anticiclônico ou “centro de alta”, originando o Anticiclone do Atlântico, responsável pela origem da massa tropical marítima, e o Anticiclone Migratório Polar, responsável pela origem da Massa Polar. Entre essas duas massas de ar existe sempre uma zona de depressão, que se constitui numa descontinuidade variável para a qual convergem os ventos das duas massas de ar. Nessas descontinuidades, os ventos convergentes ou ciclônicos tornam o tempo instável e geralmente chuvoso, freqüentemente acompanhado de tempestades (IAPAR, 1978).

Predominam os ventos de ENE, E, ESSE e SE, com intensidade média de 4 m/s. O sistema de brisa na região também é bastante relevante, sendo detectadas amplitudes de até 2 m/s nos meses de novembro a março (Camargo & Marone, 1996).

A ação atmosférica é responsável pela formação de trens de ondas, e as ondas o principal agente modificador de ambientes praias (Calliari & Klein, 1993; Quadros *et al.*, 2007). Nos estuários, o empilhamento da água provocada pela ação dos ventos altera a amplitude das marés, e intensifica a ação das correntes de enchente e vazante (Camargo, 1998)

4.4 GEOLOGIA

A planície costeira no Paraná apresenta, aproximadamente, 90 km de comprimento e largura máxima de 55 km, sendo profundamente recortada pelos estuários de Paranaguá, Laranjeiras, Pinheiros, Guaratuba (Angulo *et al.*, 2006; Angulo & Souza, 1998) e Ararapira.

Na região, ocorrem também morros e colinas sustentados por rochas do embasamento pré-cambriano e, em alguns casos, por sedimentos cenozóicos (Angulo, 1993c).

O limite interno da planície costeira é determinado pelo sopé da Serra do Mar, onde predominam sedimentos de origem continental como leques e cones aluviais, tálus e colúvios com idades que vão do Mioceno Inferior ao Holoceno. Ocorrem

ainda sedimentos fluviais, de origem continental, dispersos na planície (Angulo, 1992).

No entanto, a maior parte da planície costeira paranaense e sul paulista é formada por sedimentos de origem marinha, com barreiras holocênicas progradantes anexadas às bem desenvolvidas barreiras pleistocênicas (Giannini *et al*, 2007). Os sedimentos de origem marinha foram divididos por Angulo (1992) em planície costeira com cordões litorâneos e sedimentos estuarinos.

Na planície costeira com cordões litorâneos ocorrem sedimentos arenosos finos e muito finos, com altitude em torno de 10 m acima do nível médio do mar. Apresenta na porção mais interna terraços aplainados e na mais externa, os cordões litorâneos paralelos a subparalelos dispostos em feixe (Angulo, 1992).

Associado a esta formação, ocorre uma série de ambientes de sedimentação atuais, como as praias, planícies de maré, depressões intercordões constituídas por áreas alagadas e vegetadas, e dunas frontais formando extensos cordões dunares (Figura 2).

Há também registros de sistemas paleoestuarinos lagunares, em vales fluviais afogados nos terraços pleistocênicos, fechado por areias das transgressões holocênicas (Giannini *et al*, 2007) e pleistocênicas (Figura 2).

No extremo NNE da restinga do Ararapira ocorre um maciço de rochas cristalinas, com altitudes superiores a 800 m que avançam a leste sobre o mar, formando uma costa bastante escarpada (Figura 2).

Na parte sul da Ilha ocorre numerosos cordões de dunas vegetadas ao longo da Restinga do Ararapira que foram interpretados como cordões de paleodunas frontais que acompanhavam antigas linhas de costa. A forma recurvada e o truncamento dos cordões permitem inferir o deslocamento da desembocadura do Mar do Ararapira e o alongamento da Restinga do Ararapira para sudoeste (Tessler, 1988; Tessler & Mahiques, 1993; Mihály & Angulo, 2002), ao menos em 70% do esporão (Angulo *et al.*, 2009)

Angulo (2009), com base no ambiente deposicional de uma carapaça de bivalve encontrada na margem interna da Restinga do Ararapira e datada em 275 a

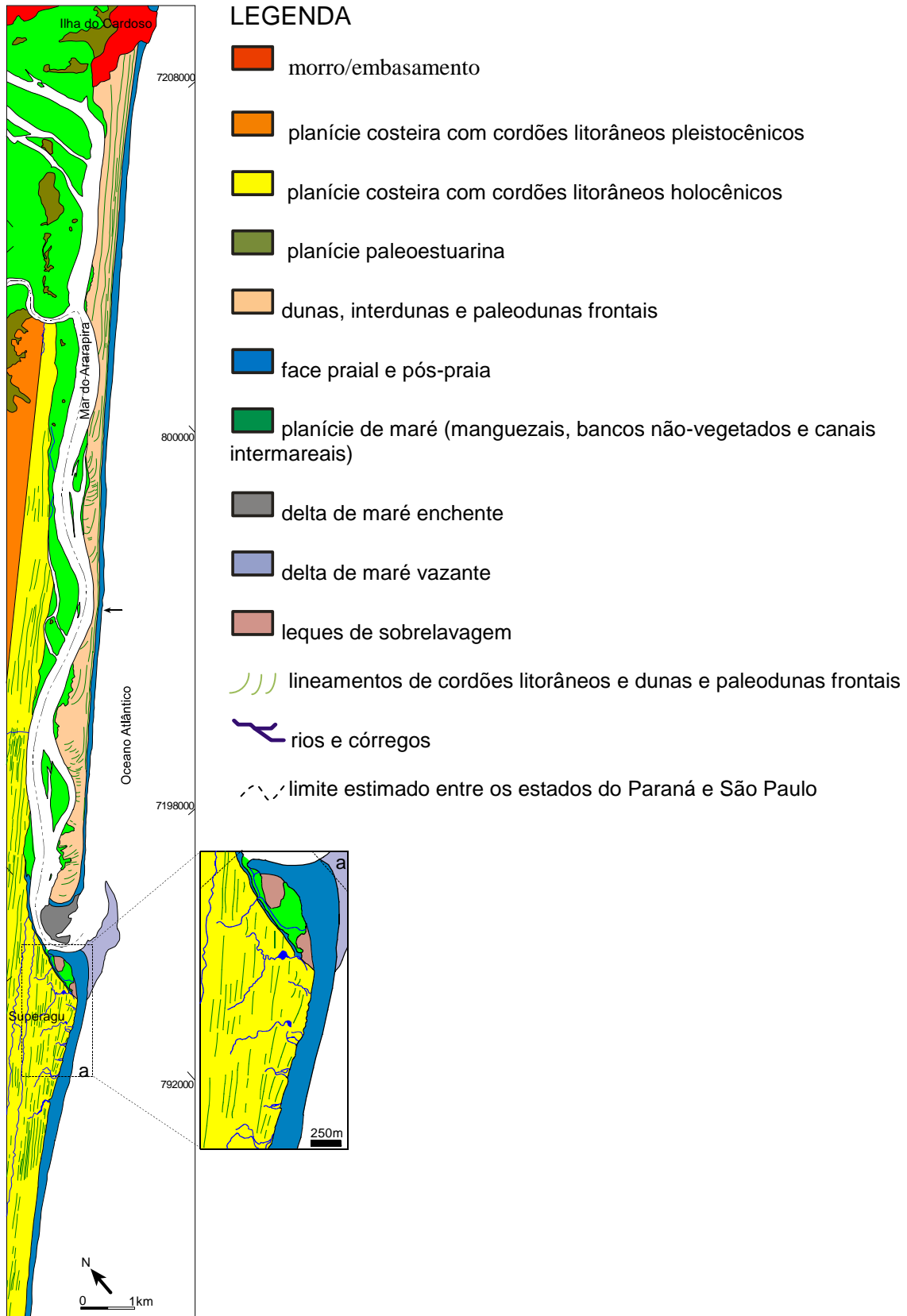


FIGURA 2 – Geologia e geomorfologia da área da Barra e da Restinga do Ararapira. Modificado de ANGULO *et al.* (2009)

76 anos A.P., estimou que a taxa de migração da desembocadura fosse superior a 12 m/ano, no caso da idade máxima da amostra, ou de 25 a 30 m/ano, no caso da idade média da amostra (175 anos A.P.). Neste caso, a Restinga do Ararapira teria se formado ao longo dos últimos 700 a 1.100 anos.

4.5 CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS

No litoral norte paranaense e sul paulista, a maré é semi-diurna, com duas preamares e duas baixamars diárias, com amplitudes sensivelmente diferentes. As amplitudes normais são do tipo micro-maré, ou seja, abaixo de 2 metros (Harari & Camargo 1994).

Segundo Tessler (1988), as correntes de maré vazante são mais pronunciadas que as de enchente, fato observado por esse autor na configuração das ilhas e baixios do Mar do Ararapira, que se deslocam para jusante por sedimentação nos ângulos protegidos e erosão nos locais expostos.

Ao longo do canal, as correntes de maré provocam erosão nas margens côncavas e deposição nas convexas, com o fluxo mudando de sentido conforme a maré. Segundo Tessler (1988), este efeito é intensificado com a passagem de frentes frias, que empilham água na costa. Quando ocorre a coincidência de uma vazante de sizígia e o fim dos ventos do quadrante Sul, o efeito é intensificado.

Medições sucessivas de correntes de maré têm sido realizadas desde outubro de 2007 no Mar do Ararapira pelo Grupo de Física Marinha do Centro de Estudos do Mar sendo identificado o predomínio das marés vazantes sobre as enchentes (Marone *et al*, 2009)

Segundo Portobrás (1983), em levantamento realizado na porção central do litoral paranaense, verificou-se frentes de onda com altura média de 1,8 m e período médio de 11 s, com direção predominante de Nordeste e Sudeste. O primeiro está relacionado ao anticiclone tropical do Atlântico Sul e o segundo, de maior intensidade, relacionado a sistemas meteorológicos que podem ocasionar ondas de tempestade.

Esses dois trens de ondas predominantes indicam duas direções opostas de corrente de deriva litorânea, sendo a predominante no sentido Nordeste, conforme

foi observado por diversos autores a partir da distribuição de sedimentos nas praias da Restinga do Ararapira e na Ilha Comprida (Mihály, 1997; Nascimento Jr, 2006), e nas feições das desembocaduras (Tessler, 1988; Tessler & Mahiques, 1993; Angulo, 1999; Angulo *et al.*, 2009).

Entretanto, Tessler (1998) sugere que em períodos prolongados com ausência de ventos do quadrante Sul a corrente de deriva passa a ser NNE-SSW, assim como Ponçano *et al.* (1999), que isso vem a ocorrer em períodos pós-frontais.

A partir destas duas direções opostas de corrente de deriva litorânea, Mihály & Angulo (2002) sugeriram dois modelos de circulação, que provocariam a migração da Restinga do Ararapira no sentido Sudoeste.

Quando a deriva tem sentido Sudoeste, o fluxo hídrico de vazante do interior do Canal com sentido SW-NE se inverte no delta de maré vazante. A morfologia do delta também favorece a inversão do fluxo para NE, fazendo com que o fluxo hídrico assumira uma posição preferencial num canal principal, junto à margem do Superagüi, o que resulta na erosão desta margem côncava da desembocadura com deposição no delta de vazante. Na margem da Ilha do Cardoso, a existência de bancos de areia semi-submersos propicia uma zona de calmaria com propensão a sedimentação nas correntes de enchente, resultando no crescimento do esporão no sentido SW (Mihály & Angulo, 2002).

Em períodos prolongados de ausência de ventos do quadrante Sul, ocorre à inversão no sentido da deriva, passando a ter temporariamente sentido Sudoeste (Mihály & Angulo, 2002). Os sedimentos transportados por ela são então bloqueados pela corrente de vazante do Mar do Ararapira, provocando a deposição à montante da desembocadura, na Restinga do Ararapira. No entanto, a maior parte dos sedimentos acrescidos à margem da Ilha do Cardoso provém do delta de deriva litorânea, que recebeu sedimentos da margem côncava do Superagüi em situação de corrente de deriva para Nordeste. Nesta situação, a margem paranaense continuaria com processo erosivo provocado pelo déficit de sedimentos bloqueados pelo efeito molhe hidráulico da corrente de vazante (Mihály & Angulo, 2002).

4.6 DISTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTO DE FUNDO DO CANAL DO ARARAPIRA

Kumpera (2007) analisou as características composicionais e granulométricas de 60 amostras de sedimento de fundo do Canal do Ararapira, da Baía de Trapandé até a Barra do Ararapira, coletadas em julho de 2004.

A classificação textural, segundo Shepard (1954), indicou predomínio de areias (86%), seguido por areia siltica (5%) e ainda areia argilosa, silte e argila siltica (9%), sendo que estes últimos encontrados em baixios (Kumpera, 2007).

O diâmetro médio (Folk & Ward, 1957) indicou o predomínio de areias finas em todo o canal, com exceção das áreas próximas a desembocadura e a baía de Tapandré onde predomina areia grossa. Na porção mais meandrante e confinada do canal ocorre silte grosso, e silte médio, silte fino e silte muito fino em três pontos isolados de baixios (Kumpera, 2007).

Quanto ao grau de seleção (Folk & Ward, 1957), houve o predomínio de sedimentos pobremente selecionados (40,7 %) encontrados em todo o canal, sedimentos muito bem selecionados (20,3 %) encontrados próximo a baía de Tapandré, moderadamente selecionados (18,6 %) nas proximidades da comunidade de Enseada da Baleia e da desembocadura, bem selecionados (11,9 %) e muito pobremente selecionados (8,5 %) associados aos baixios (Kumpera, 2007).

4.7 BATIMETRIA DO MAR DO ARARAPIRA

Nogueira (2010) realizou a batimetria no Mar do Ararapira e encontrou profundidades médias de 4,16 m. As maiores profundidades encontram-se no canal principal, em torno de 8 m, e as menores, entre 1 e 2 m nas áreas mais abrigadas e confinadas do canal. Em um ponto isolado no canal principal foi encontrado o valor máximo, de 16 m de profundidade (Figura 3).

Na desembocadura a profundidade máxima foi em torno de 8 m, sendo a profundidade predominante abaixo dos 4 m.

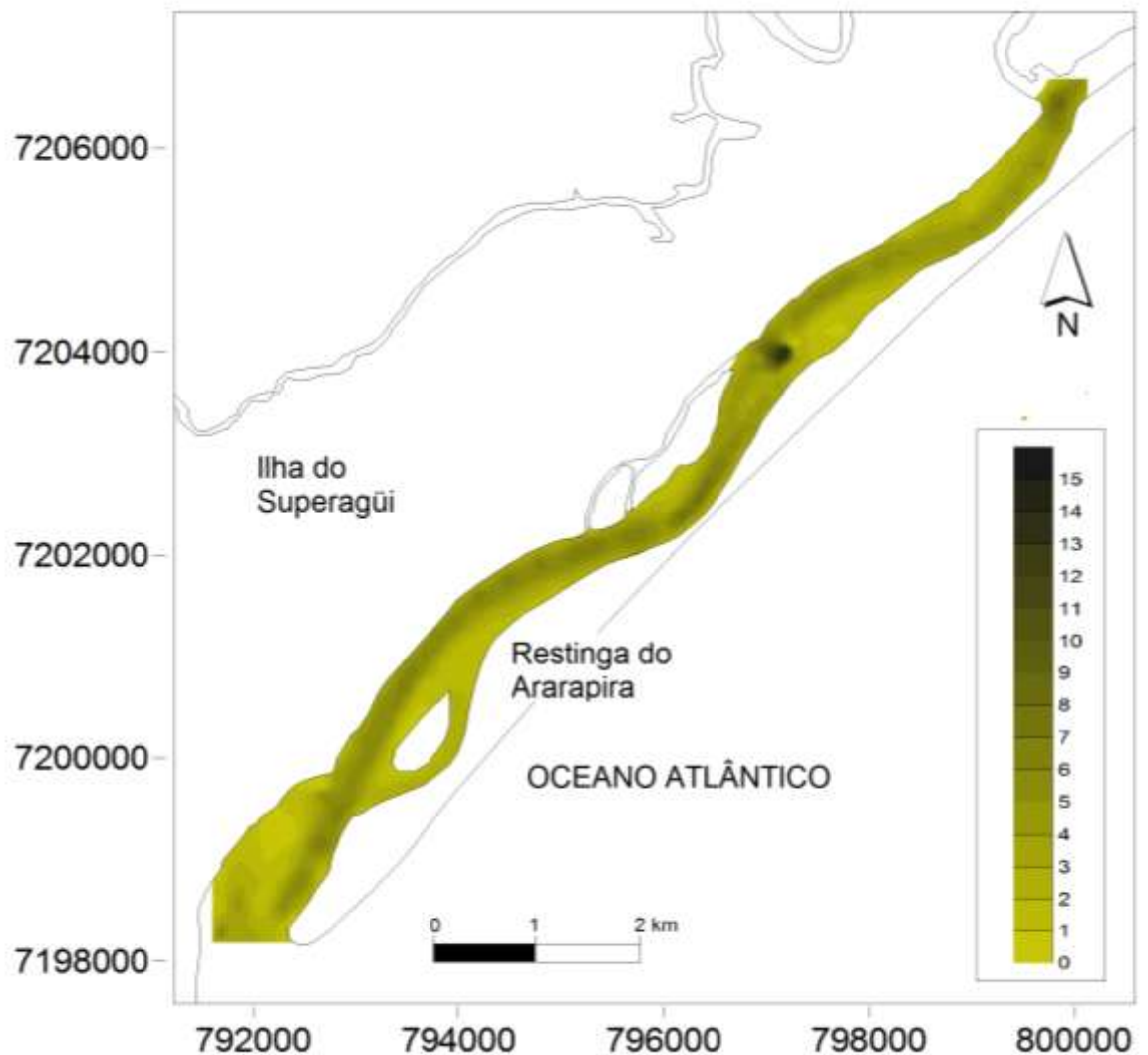


FIGURA 3 – Mapa batimétrico do Mar do Ararapira a partir de dados processados por Nogueira (2010)

4.8 PREVISÕES DA ABERTURA DE UMA NOVA DESEMBOCADURA

Na faixa mais estreita da Restinga do Ararapira, próximo a comunidade de Enseada da Baleia há um estreitamento de aproximadamente 20 m, que separa o Mar do Ararapira da praia oceânica. Este mesmo ponto, em 1980 possuía entre 90 e 100m (Mihály & Angulo, 2002; Müller, 2007; Angulo et al, 2009).

Segundo Mihály & Angulo (2002), a largura entre a falésia no lado estuarino e a linha de vegetação no lado oceânico era 44 m em 1993 e 36 m em 1996 (Mihály & Angulo, 2002). Com base nas taxas de erosão tanto na margem estuarina, como na

margem oceânica, Mihály & Angulo (2002), estimaram que a abertura da barra ocorresse em aproximadamente 15 anos, ou seja, em 2011.

Ao considerar ainda os levantamentos realizados entre 2001 e 2009 Angulo e colaboradores estimam que a abertura da nova desembocadura deva ocorrer entre 2012 e 2016, para um intervalo de confiança de 2σ . Porém, com base apenas nos levantamentos de campo do período de 1993-2009, a abertura ocorreria entre 2017 e 2033, para o mesmo intervalo de confiança.

Segundo os autores (Angulo *et al.*, 2009), esta divergência para a data da abertura estaria relacionada ao comportamento da margem oceânica da Restinga do Ararapira no período entre 2001 e 2009, em que houve a reconstrução da duna frontal, com acresção de 5,9 m, o que adia a previsão da abertura da nova desembocadura. Já no período de 1993 a 1996, monitorado por Mihály & Angulo (2002), corresponde a um período em que houve erosão na margem oceânica, o que definiu a previsão da data de abertura para 2011. Em todos os monitoramentos, no entanto, a margem estuarina sempre foi erodida.

Considerando que o crescimento da margem oceânica possa estar atribuída a efeitos de curto prazo associado ao clima de ondas, a data da previsão de ruptura a partir de 1980 é mais confiável. No entanto, se nos próximos anos houver erosão na margem oceânica a abertura da desembocadura poderá se antecipar, e se houver acresção, retardar (Angulo *et al.*, 2009)

4.9 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

A área de estudo está compreendida em um grande mosaico de Unidades de Conservação (UC), sendo toda essa área considerada pela UNESCO como “Reserva da Biosfera” e “Patrimônio Mundial da Humanidade”.

No lado paranaense as UC's são a Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaraqueçaba e o Parque Nacional do Superagüi. No lado paulista, as UC's são o Parque Estadual da Ilha do Cardoso e a APA de Cananéia, Iguape e Peruíbe.

Além destas UC's que estão compreendidas na área de estudo, existem diversas outras nas proximidades, como a Estação Ecológica de Guaraqueçaba, o

Parque Estadual do Jacupiranga e ainda quase uma dezena de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), como a da Fundação O Boticário.

Segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) os Parques Nacionais e Estaduais são classificados como de Proteção Integral, onde é vetada a ocupação e uso dos recursos naturais. Apesar desta restrição, a direção destas unidades permite o uso e ocupação, desde que seja por comunidades tradicionais e que estas não prejudiquem a preservação dos ecossistemas.

4.10 OCUPAÇÃO

Atualmente ocupam as margens do Canal do Ararapira comunidades de pescadores artesanais, denominados de Caiçaras¹.

As comunidades são Barra do Ararapira e São José do Ararapira na Ilha do Superagüi, estado do Paraná; e Pontal do Leste e Enseada da Baleia na Ilha do Cardoso, estado de São Paulo.

Em Pontal do Leste a ocupação ocorre junto à margem do Mar do Ararapira e para o interior da restinga, na direção da praia oceânica. A comunidade é composta por aproximadamente 70 moradores, todos nativos, e a infra-estrutura comunitária compõe-se de um posto telefônico, uma igreja católica, uma escola e uma cozinha comunitária. Além dos painéis solares, há também um gerador eólico que ajuda a abastecer com eletricidade a comunidade.

Os 50 moradores de Enseada da Baleia residem em dois núcleos: norte e sul, distantes a um km de distância. Ambos os núcleos possuem saída tanto para o Mar do Ararapira quanto para o mar aberto, mas há preferências pela ocupação ao longo da margem do corpo lagunar, mais protegido dos ventos e com melhor acesso das embarcações.

¹ Caiçaras são os habitantes nativos do litoral, entre os estados do Rio de Janeiro e Paraná (DIEGUES, 1988), e apresentam características comuns como a forma de vida baseada em atividades de agricultura itinerante, de pequena pesca, do extrativismo vegetal e do artesanato (DIEGUES, 2004).

A infra-estrutura comunitária é composta por uma mercearia conjugada com um restaurante, uma igreja, um centro comunitário e um posto telefônico. Um gerador a diesel e alguns painéis solares garantem a energia para a maioria das residências.

Em Barra do Ararapira vivem aproximadamente 300 moradores distribuídos em aproximadamente 70 casas. A infra-estrutura comunitária é composta de um posto de saúde, uma escola primária, uma igreja e um centro comunitário. Existe ainda uma pousada, um bar/mercearia e um restaurante que funciona conforme a demanda. Geradores a diesel e painéis solares garantem energia elétrica a quase toda a comunidade.

A ocupação é condicionada a uma estreita faixa, acompanhando as margens do Mar do Ararapira, e limitada aos fundos por brejos intercordões.

A vila de São José do Ararapira, conhecida também com o nome de “Vila Fantasma” localiza-se na confluência do Canal do Varadouro com o Mar do Ararapira. Atualmente não possui nenhum morador, mas conserva uma igreja católica, aonde são celebradas as festas do Padroeiro, São José, algumas casas de antigos moradores, e o único cemitério da região. (Muniz, 2008).

Entre as causas do declínio da vila de Ararapira apontadas por Muniz (2008), está a abertura de estradas ligando Paranaguá a Cananéia, fazendo com que a vila perdesse a importância estratégica como entreposto comercial, o fim das plantações em virtude da legislação ambiental do Parque Nacional do Superagüi, e também o desmoronamento de parte da vila provocada pela erosão costeira.

Os moradores mais antigos da região acreditam que a erosão que atingiu a vila tenha sido influenciado pelo Canal do Varadouro, aberto na década de 50 para facilitar o comércio marítimo entre Cananéia-Iguape a Paranaguá (*historiador José Muniz, comunicação pessoal*).

Na década de 90, entretanto, habitavam também a região da Barra do Ararapira algumas poucas famílias da tribo indígena Guarani-mbyá, que historicamente ocuparam alguns trechos da Mata Atlântica (Ladeira, 1996).

Segundo Ladeira (1996), o conflito de usos dos indígenas Guarani-mbyá com os objetivos de preservação do recém criado Parque Nacional do Superagüi, seria o motivo da saída da comunidade indígena daquela região.

Nas décadas de 70 e 80 houve um grande estímulo por parte do governo federal nas atividades agro-florestais, sendo a Ilha do Superagüi contemplada com a

impactante criação de búfalos, administrados pela companhia Agropastoril S.A. (Raynault *et al*, 2002).

Segundo moradores da Barra do Ararapira, que comumente tinham seus roçados pisoteados pelos búfalos, destruindo-os, foram os próprios moradores que expulsaram a Agropastoril S.A. em um episódio envolvendo até mesmo luta armada entre os moradores da comunidade e funcionários da companhia (Rubens Muniz, morador local, comunicação pessoal).

Na primeira metade do século XX e fim do XIX, a região era uma próspera produtora de banana e arroz, sendo a vila de São Jorge do Ararapira um importante entreposto comercial entre Cananéia e Paranaguá (Raynault *et al*, 2002).

4.11 ECONOMIA

A principal atividade econômica das comunidades às margens do Mar do Ararapira é a pesca artesanal, dividida em pesca nas proximidades da praia e pesca dentro do estuário (Mendonça & Katsuragawa 2001).

A primeira é dirigida principalmente a peixes, nas proximidades da Ilha da Figueira, utilizando “bateiras” e canoas com redes de emalhar e espinhel. A segunda atividade é dirigida à captura de peixes, juvenis de camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis* e *F. brasiliensis*), utilizando-se embarcações motorizadas ou a remo (Mendonça & Katsuragawa 2001).

Dentro do estuário as artes de pesca utilizadas são redes de emalhar, espinhel (horizontal e vertical), gerival e cerco fixo, sendo que esta é permitida somente na margem paulista, já que a legislação de pesca paranaense não permite este tipo de atividade (Mendonça & Katsuragawa 2001).

A segunda atividade econômica mais importante na região é o turismo, com aumento considerável nos últimos anos (São Paulo, 2002). No entanto, por se tratar de Unidades de Conservação (UC) de Proteção Integral, esta atividade segue normas e restrições estabelecidas pela gerência da UC's, como controle do número de visitantes e hospedagem na casa dos próprios moradores.

5. OUTROS CASOS DE MIGRAÇÃO DE DESEMBOCADURAS LAGUNARES

Migração de desembocadura e crescimento de esporão arenoso não é, de fato, algo raro ou exclusividade da Barra e Restinga do Ararapira. Há muitos trabalhos na literatura sobre o assunto.

Na Ilha Comprida, no sul do Estado de São Paulo, a desembocadura do Icapara apresenta migração na direção Nordeste, (Tessler & Mahiques, 1993; Nascimento Jr, 2006), assim como a desembocadura do Rio Itapocú, localizado no Centro-Norte do Estado de Santa Catarina (Cassiano, 2008) e do Rio Saí Mirin, próximo a divisa dos Estados de Santa Catarina e Paraná (Souza,1999). Em todos estes exemplos a migração é no sentido da deriva litorânea predominante.

Com base em observações feitas em Price Inlet, costa Leste dos Estados Unidos, FitzGerald (1988) elaborou um modelo de migração de desembocadura lagunar e rompimento do esporão arenoso que se assemelha ao caso da Barra e Restinga do Ararapira, diferenciando porém, que neste caso, a desembocadura migra na direção da deriva litorânea predominante (Figura 4).

Segundo FitzGerald (1988), a migração da desembocadura resulta em uma alongação do corpo aquoso localizado atrás do esporão. Esta alongação produz, gradativamente, uma diminuição na eficiência do fluxo da maré entre o oceano e o corpo lagunar. Nestas condições, se o esporão a montante da desembocadura for rompido, durante um evento extremo, por exemplo, o novo canal formará um caminho mais curto de circulação de água e permanecerá aberto, enquanto o antigo tenderá a ser fechado.

No modelo de FitzGerald (1988), as areias transportadas pela corrente de deriva litorânea sofrem o aprisionamento a montante da desembocadura pelo efeito molhe hidráulico e então depositam, resultando no alongamento do esporão.

Em outro caso, na Península de Ancão, costa sul portuguesa, a desembocadura também migra na direção da deriva litorânea, ou seja na direção leste, a taxas variáveis de poucas dezenas de metro a até 170 metros em um único ano, até atingir uma distância limite, onde ocorre o seu fechamento e abertura em um novo local naturalmente. O tempo entre a abertura, migração até o limite a leste e fechamento varia entre 30 e 40 anos (Vila-Concejo *et al*, 2003).

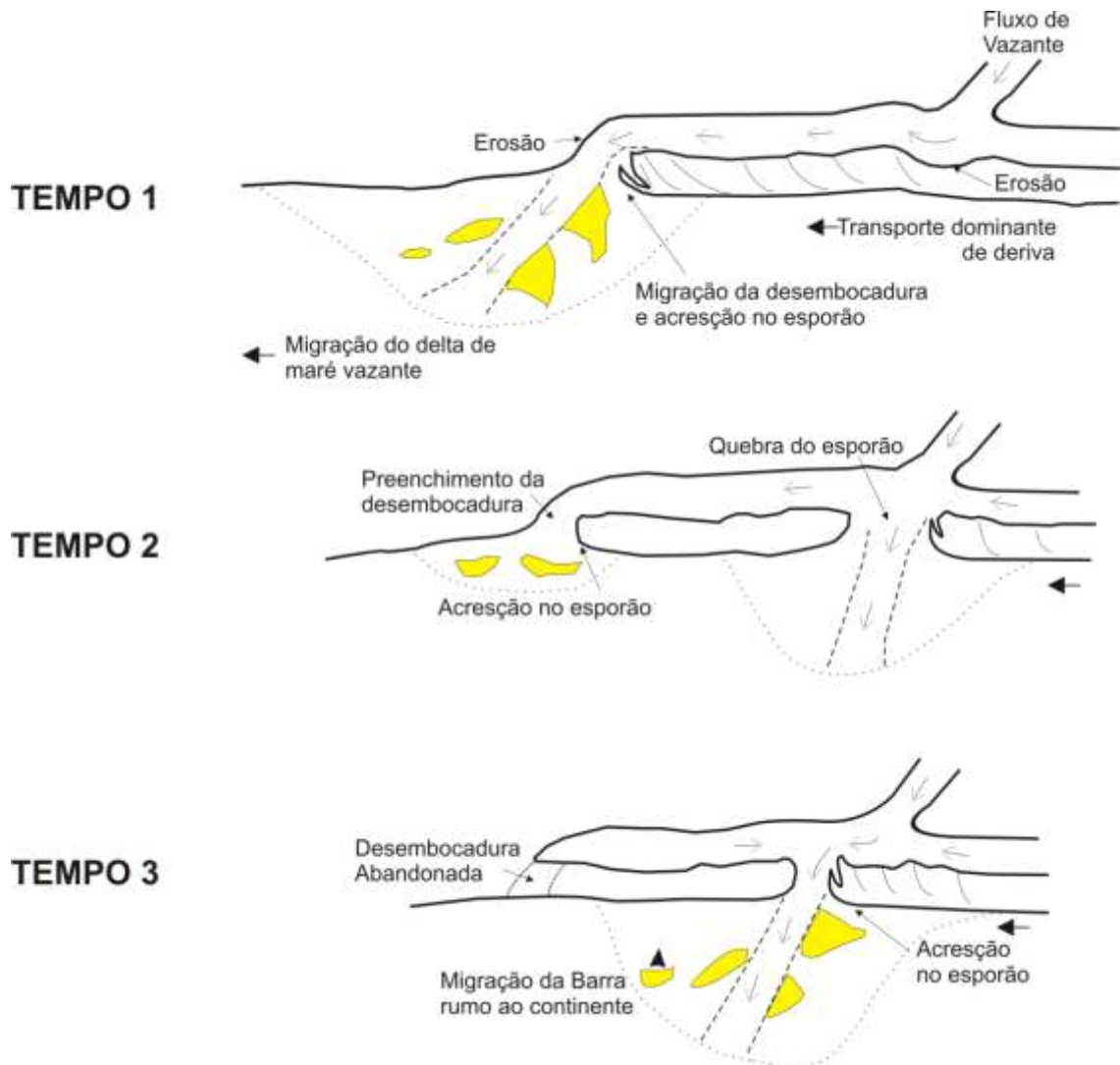


FIGURA 4 – Modelo proposto por FitzGerald (1988) de migração da desembocadura e ruptura do esporão. Modificado de FitzGerald (1988)

Após o último fechamento, a abertura da nova desembocadura foi antecipada e realizada artificialmente, com o auxílio de uma draga, já que a pouca circulação no interior do estuário prejudicava as atividades de pesca e aqüicultura. O local da abertura foi em um local a 3,5 km a oeste.

A partir desta abertura, que ocorreu em Julho de 1997, Vila-Concejo *et al.* (2003) através de fotografias oblíquas e levantamentos topo-batimétricos, monitoraram a evolução da nova desembocadura por dois anos e elaboraram um modelo conceitual de evolução, que, segundo os autores, pode ser aplicado a outros locais de rompimento de esporão e formação de uma nova desembocadura, seja esta abertura natural ou artificial.

Desde a abertura até outubro de 1998, o canal principal migrou aproximadamente 100 m na direção contrária da deriva predominante. A partir de

janeiro de 1999, ou seja, um ano e meio após a abertura foi identificada a migração do canal na direção prevista, da deriva litorânea. No final de dois anos, o canal principal encontrava-se 50 m a oeste da posição em que estava no momento da abertura.

No delta de maré enchente, ao longo de dois anos, foi identificado a deposição entre 45 mil e 120 mil m^3 de sedimento, sendo que no primeiro ano o acúmulo foi em torno de 125 mil a 200 mil m^3 , e no segundo ano a erosão foi de 80 mil m^3 .

As duas margens da desembocadura erodiram cerca de 320 mil m^3 no primeiro ano, principalmente por conta do alargamento do canal. No segundo ano a erosão foi cerca de 40 mil m^3 .

No delta de maré vazante, o total de sedimentos acumulados, nos dois anos, foi de 651800 m^3 . Porém, cerca de 95% foi depositado no primeiro ano.

A partir destas observações da evolução de uma nova desembocadura, os autores sugeriram quatro estágios de evolução:

O estágio um ocorre no momento da abertura, com um canal principal ainda pequeno e estreito, com um prisma de maré também pequeno e sem a existência de deltas de maré enchente ou vazante. No caso da desembocadura de Ancão, o Estágio um demorou mais de dois meses.

No estágio dois as ondas e correntes de maré começam a alargar o canal, e o equilíbrio na sua largura é alcançado. A desembocadura age como uma armadilha de sedimentos, fornecendo material para a formação de esporões em ambas as margens, e ainda o desenvolvimento dos deltas de enchente e vazante, que acabam por marcar o fim do estágio.

O estágio três é marcado pela migração “madura” da nova desembocadura. Neste estágio os deltas já estão bem formados e migram conjuntamente, assim como o esporão arenoso da margem leste. A desembocadura não funciona mais como armadilha de sedimento, ocorrendo o *bypass*. Este estágio ocorreu entre o 21º e o 23º mês de monitoramento

Em situação de energia extrema, o delta de maré vazante normalmente é erodido, o que o remete novamente a uma posição intermediária entre o estágio dois e três. Neste último estágio, chamado como pós-tempestade, é possível verificar de que maneira as feições reagem a situações de alta energia. Após o restabelecimento do delta, os autores sugerem que a nova desembocadura está

completamente formada, o que, no caso, ocorreu no final do segundo ano de monitoramento.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 VARIAÇÃO MORFOLÓGICA, VOLUMÉTRICA E SEDIMENTAR NAS PRAIAS PRÓXIMO AO ISTMO DO ARARAPIRA

O levantamento planialtimétrico de praia foi realizado sazonalmente utilizando nível de precisão, trena e mira graduada de cinco metros, nas seguintes datas: 10 e 11 de abril de 2008, 16 e 17 de agosto de 2008, 13 e 14 de dezembro de 2008, 08 e 09 de abril de 2009 e 28 e 29 de outubro de 2009, totalizando cinco perfis na porção mais estreita da Restinga do Ararapira, com espaçamento de 50 m (Figura 5). Os marcos iniciais de referência do perfil, “ré”, foram alocados no alto da duna, com suas respectivas latitudes e longitudes descritas na tabela 1.

Os perfis foram realizados perpendicularmente à linha de costa, a partir de um nível de referência, que, por ausência de estruturas notáveis (muro, poste, calçada, árvore, etc.), optou-se por estacas de madeira de aproximadamente um metro, com 2/3 de seu tamanho enterrado na areia, sobre a duna frontal. A distância do levantamento, em direção ao oceano, dependia da profundidade que o operador da mira conseguisse chegar dentro da água.

TABELA 1 – Localização dos perfis praias na Restinga do Ararapira

Perfil	Latitude	Longitude
Sul 2	7202129	796221
Sul 1	7202084	796251
Central	7202105	796281
Norte 1	7202138	796322
Norte 2	7202181	796354

Ao longo do perfil “Central” (Figura 5) foram coletadas amostras de sedimento na duna, pós-praia, face da praia e linha da água em todas as cinco campanhas. Optou-se pela coleta de sedimentos apenas neste perfil, porque se acredita que não há variação significativa no sedimento nos perfis adjacentes por estes estarem a no máximo 100 m. As amostras foram devidamente etiquetadas e encaminhadas ao

Laboratório de Estudos Sedimentológicos (LabESed) do Departamento de Geologia da UFPR para análises granulométricas.

Em laboratório, separou-se aproximadamente 100 gramas de cada material coletado e adicionou-se um grama do elutriante Pirofosfato de Sódio ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) e aproximadamente 100 ml de água deionizada. A solução foi então elutriada em água corrente para a retirada do sobrenadante pelítico e colocadas para secar em estufa a 60 °C. Como visualmente não foi identificado silte e argila nas amostras, não foi realizado a pipetagem para análise de sedimentos finos (menor que 0,062 mm).



FIGURA 5 - Localização dos perfis de praia na porção mais estreita da Restinga do Ararapira

Após a secagem as amostra foram peneiradas em vibrador mecânico durante 15 minutos. Foram utilizadas peneiras com intervalo de meio ϕ (ϕ), desde 4 ϕ até - 0,5 ϕ (0,062 a 2 mm), seguindo a escala de Wentworth (1922), e as frações retidas em cada peneira foram pesadas em balança de precisão até a terceira casa decimal.

O diâmetro médio e o desvio padrão foram obtidos pela técnica dos momentos, através do software *Momento.WK1*, desenvolvido por Paulo C. F. Giannini, do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

Os dados topográficos obtidos em campo foram plotados no programa *Microsoft Office Excel 2007*, aonde foi elaborado os gráficos dos perfis praiais, sendo os levantamentos sobrepostos para o acompanhamento das variações morfológicas.

Para o cálculo dos volumes erodidos e depositados, utilizou-se o *software Surfer 8*, sendo considerados para tal fim, o perfil com um metro de largura e padronizada como a menor distância horizontal a linha de corte entre eles, para assim haver uma uniformidade na comparação.

Como os perfis levantados em abril de 2008 foram muito curtos, optou-se pela exclusão destes dados no cálculo de volume, sendo analisados a variação volumétrica de Agosto de 2008 a Outubro de 2009.

6.2 SUB AMBIENTES PRAIAIS

Existem inúmeras definições na literatura brasileira e estrangeira para se referir aos sub-ambientes praiais. Buscando uma padronização para se referir aos ambientes presentes neste trabalho, adotou-se como base os conceitos de Angulo (1996), que serão descritos a seguir e ilustrado na figura 6.

LINHA DE COSTA: hidrodinamicamente, a linha de costa marca o alcance máximo das ondas. Como este limite é variável em curto prazo, oscilando tanto em marés muito altas ou em eventos de alta energia (Angulo, 1996), adotou-se para uma maior precisão, a base da duna, que também é coincidente, neste caso, com o início da vegetação colonizadora de dunas e em alguns casos, com a linha de detritos deixada pelas ondas.

PÓS PRAIA: limita-se, em direção ao continente com a linha de costa, e em direção ao mar com a face de praia. Do ponto de vista hidrodinâmico, a pós praia situa-se entre o limite de espraiamento das ondas de preamar médio e o alcance máximo das ondas durante as marés de tempestade ou sizíguas. Podem ocorrer uma ou mais

bermas neste local, separadas por escarpas de praia, indicando a ação de diferentes níveis de ação de energia (Angulo, 1996).

FACE DE PRAIA: é o local em que ocorre o espraiamento das ondas de preamar médio. Em condições de maré meteorológica de sizígia, pode coincidir com o limite continental da *pós praia*, nesse caso a *pós praia* é inexistente (ANGULO, 1996).

FACE LITORÂNEA SUPERIOR: representa o ambiente logo abaixo da maré baixa, dominado por correntes geradas por ondas (SUGUIO, 2003), resultando em uma morfologia complexa com barras e canais.

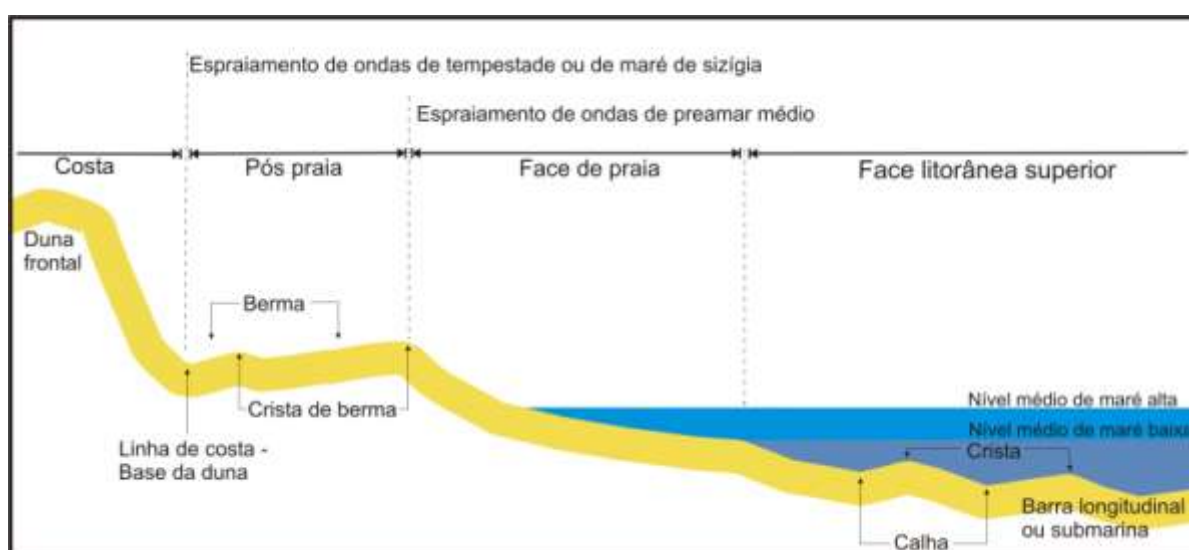


FIGURA 6 – Perfil praias hipotético com nomenclatura dos sub-ambientes praias

FONTE: Modificado de Angulo, 1996

6.3 VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA

O monitoramento das variações de linha de costa priorizou duas áreas principais, o local com tendência de rompimento na Restinga do Ararapira e o extremo Sul da Restinga do Ararapira.

Na primeira área foi utilizado os próprios perfis praias (Figura 5), sendo possível verificar as possíveis variações atribuídas à sazonalidade. Foram calculadas as mudanças da linha de costa na margem oceânica (Figura 7-A) em todos os perfis, e na margem estuarina (do Mar do Ararapira) no perfil “Central”, por

se tratar da menor distância entre as duas margens. No caso da margem estuarina, foi considerado como linha de costa o topo da falésia (Figura 7-B).

No extremo Sul da Restinga do Ararapira a técnica utilizada foi o caminhamento pelo limite entre a vegetação e a praia, da margem estuarina da desembocadura do Ararapira até 10 km a Nordeste (Figura 7-C), utilizando-se do GPS diferencial portadora L1 (modelo Leica SR 20) e de uma antena mono frequência (modelo AT501), adotando-se a marcação cinemática e o código suavizado. O Datum utilizado foi o WGS-84.

O processamento destes dados foram realizados no software *Leica GeoOffice 5*, da própria Leica, utilizando-se a base da UFPR, no Centro Politécnico, em Curitiba, para a correção dos dados. O erro da amostragem foi inferior a 1 m.

O levantamento foi realizado em Outubro de 2009 para poder compará-lo com o levantamento de outubro de 2007 realizado por Müller (2007), na região da desembocadura, reduzindo ao máximo as possíveis variações atribuídas à sazonalidade.

O caminhamento realizado em Outubro de 2009 não se restringiu apenas à região da desembocadura para que trabalhos futuros possam aproveitar estes dados para outras áreas da Restinga do Ararapira.



FIGURA 7 – Linha de costa na margem oceânica (A), na margem estuarina (B), e limites do monitoramento por caminhamento com DGPS (C).

Limite entre a vegetação e a praia na margem oceânica (a); falésia na margem estuarina (b); início (c) e fim (d) do caminhamento pela linha costa com DGPS; e monitoramento da linha de costa com perfis praias (e)

6.4 CARACTERIZAÇÃO DO SEDIMENTO DE FUNDO DO MAR DO ARARAPIRA

Para a classificação textural do sedimento de fundo do Mar do Ararapira, foram coletadas 63 amostras de sedimento de fundo em uma malha amostral compreendendo desde a confluência do Canal do Varadouro com o Mar do Ararapira até a Barra do Ararapira (Figura 8). No delineamento amostral optou-se por um maior detalhamento nas proximidades da desembocadura (Figura 8 – A) e também nas proximidades da faixa mais estreita da Restinga do Ararapira (Figura 8 – B), por se tratar dos locais onde se espera uma maior mudança na hidrodinâmica após a abertura de uma nova desembocadura e fechamento da atua

6.4.1 Procedimento de campo

As amostras foram coletadas através de “busca fundo” tipo mandíbula (*petit ponar*). Todos os pontos amostrados foram referenciados no sistema UTM (Universal Transversal de Mercator) no datum WGS-84, através de GPS (*Global Position System*) de navegação Garmin eTREX, e as amostras devidamente identificadas (anexo 1) e armazenadas em embalagens plásticas. As coletas foram feitas a bordo de embarcação de pequeno porte permitindo acesso aos locais de pouca profundidade do Canal.

6.4.2 Procedimento de laboratório

As análises sedimentológicas foram realizadas no Laboratório de Estudos Sedimentológicos (LabESed) do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná, com sede no Centro Politécnico em Curitiba.

Para as amostras que visualmente apresentavam características de areia (mais grossas que 0,062 mm), separou-se aproximadamente 100 gramas de cada material coletado e adicionou-se um grama do elutriante Pirofosfato de Sódio ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) e aproximadamente 100 ml de água deionizada. A solução foi então elutriada em água corrente para a retirada do sobrenadante pelítico e colocadas para secar em estufa a 60 °C.

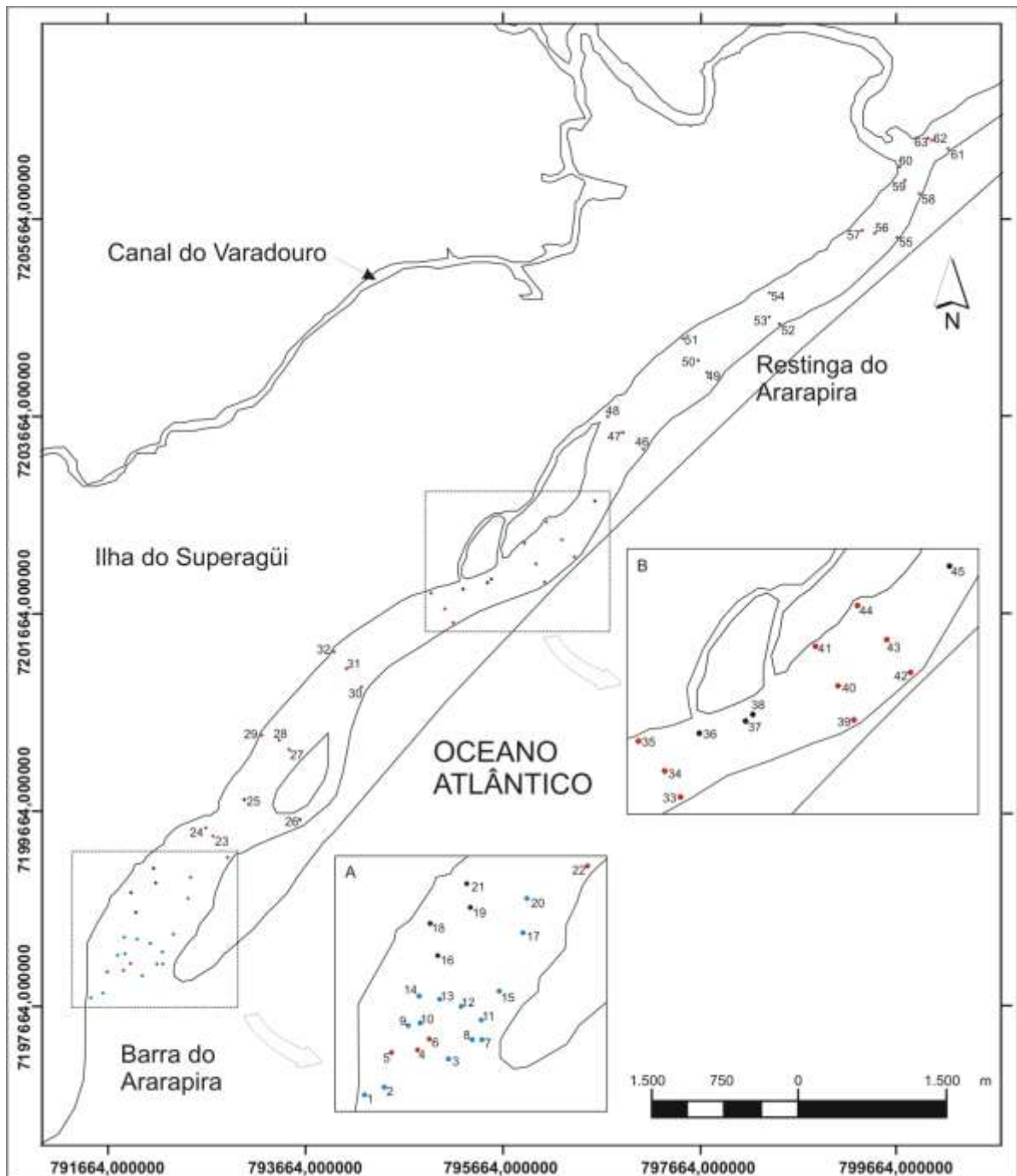


FIGURA 8 – Localização das amostras de sedimento de fundo coletadas no Mar do Ararapira. Em destaque os pontos coletados próximo à barra do Ararapira (A) e nas proximidades do istmo do Ararapira (B). Os pontos vermelhos indicam amostras coletadas no mês de Agosto de 2008; azul em Dezembro de 2008; e preto em Abril de 2009.

Após a secagem as amostras foram peneiradas em vibrador mecânico durante 15 minutos. Foram utilizadas peneiras com intervalo de meio ϕ (ϕ), desde 4ϕ até $0,5 \phi$ (0,062 a 2 mm), seguindo a escala de Wentworth (1922), e as frações retidas em cada peneira pesadas em balança de precisão até a terceira casa decimal.

Foi realizado a pipetagem das amostras em que era visível a presença de material fino (silte e argila) baseando-se na lei de Stokes, em que a velocidade de descida dos grãos está diretamente relacionada com seu diâmetro.

O processo consistiu na adição um grama de Pirofosfato de Sódio ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) a 50 g de material e homogeneizado com água deionizada. A solução é então colocada em uma proveta, completando com água deionizada até 500 ml. Os intervalos de pipetagem foram calculados pela lei de Stokes (Suguio 1973, Giannini 1987). A solução pipetada foi seca em estufa a 60 °C, sendo pesado depois de seco.

Após a pipetagem a solução contida na proveta foi elutriada, e em seguida secada em estufa. O material seco foi peneirado seguindo a metodologia já descrita acima.

Os teores de matéria orgânica presente nos sedimentos foram calculados a partir de cinco gramas de sedimento queimados em mufla por 60 minutos a 550°C. Os carbonatos totais foram obtidos a partir da reação de 10 gramas de sedimento com ácido clorídrico (HCl) a 10% de volume até o cessamento da reação. Nas duas situações foi descontado o peso final do peso inicial e obtido assim a porcentagem de matéria orgânica e de carbonato de cálcio (Suguio 1973, Giannini 1987).

6.4.3 Parâmetros estatísticos e elaboração dos mapas

Para a determinação da média granulométrica e grau de seleção, foi utilizado o *software Momentos*, desenvolvido por Paulo C. F Giannini, do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, e para a assimetria foi utilizado o *software SysGran*, versão 3.1, desenvolvido por Maurício G. Camargo, do Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná.

A partir dos resultados obtidos foi elaborado mapas de isolinhas utilizando o *software Surfer 8.0* da *Golden Software Corporation*. Utilizou-se para esse fim a “mínima curvatura” como método de interpolação gráfica, visto que a distribuição das amostras (que obedece ao próprio contorno do canal), ocorre de maneira estreita e alongada, sendo que este método de interpolação subdivide a série de dados em subconjuntos e utiliza polinômios de pequenas ordens para cada subconjunto (Mazzini & Schettini, 2009).

7 RESULTADOS

7.1 VARIAÇÕES MORFOLÓGICAS, VOLUMÉTRICAS E DE LINHA DE COSTA NOS PERFIS PRAIAIS

7.1.1 Perfil Sul 2

Em abril de 2008 era visível uma pequena berma, já ausente no levantamento de Agosto de 2008. Nos dois levantamentos a duna frontal apresentava-se bastante escarpada. Já em Dezembro de 2008 o nível da pós praia e da face de praia estavam mais rebaixados em relação ao levantamento anterior. Nota-se um pequeno acréscimo de sedimentos no sopé da duna, persistindo nos levantamentos seguintes. Em abril de 2009 há um incremento na face de praia, porém no levantamento de Outubro de 2009 tanto a face como a pós praia estão em um nível mais baixo que o levantamento anterior (Figura 9).

Nos períodos de Agosto a Dezembro de 2008 houve um déficit sedimentar de aproximadamente 31,48 m³, bem como no período de Abril a Outubro de 2009 com um déficit de 42,47 m³, porém, entre Dezembro de 2008 a Abril de 2009 o balanço sedimentar foi positivo, de 23,78 m³ (Tabela 2).

TABELA 2 – Volumes depositados e erodidos ao longo do perfil “Sul 2” considerando todos os períodos de monitoramento (valores em m³)

Período	17/08/2008 a 13/12/2008	13/12/2008 a 08/04/2009	08/04/2009 a 28/10/2009	Total
Erosão	42,04	4,36	46,40	92,8
Deposição	10,56	28,14	3,93	42,63
Saldo	-31,48	23,78	-42,47	-50,17

Com relação a variação da linha de costa no período monitorado, o saldo total, entre Abril de 2008 a Outubro de 2009 foi de 7,3 m em direção à praia, ou seja prevaleceu a progradação. O recuo da linha de costa ocorreu somente entre Dezembro de 2008 e Abril de 2009, de aproximadamente 2 m (Tabela 5, Figura 9).

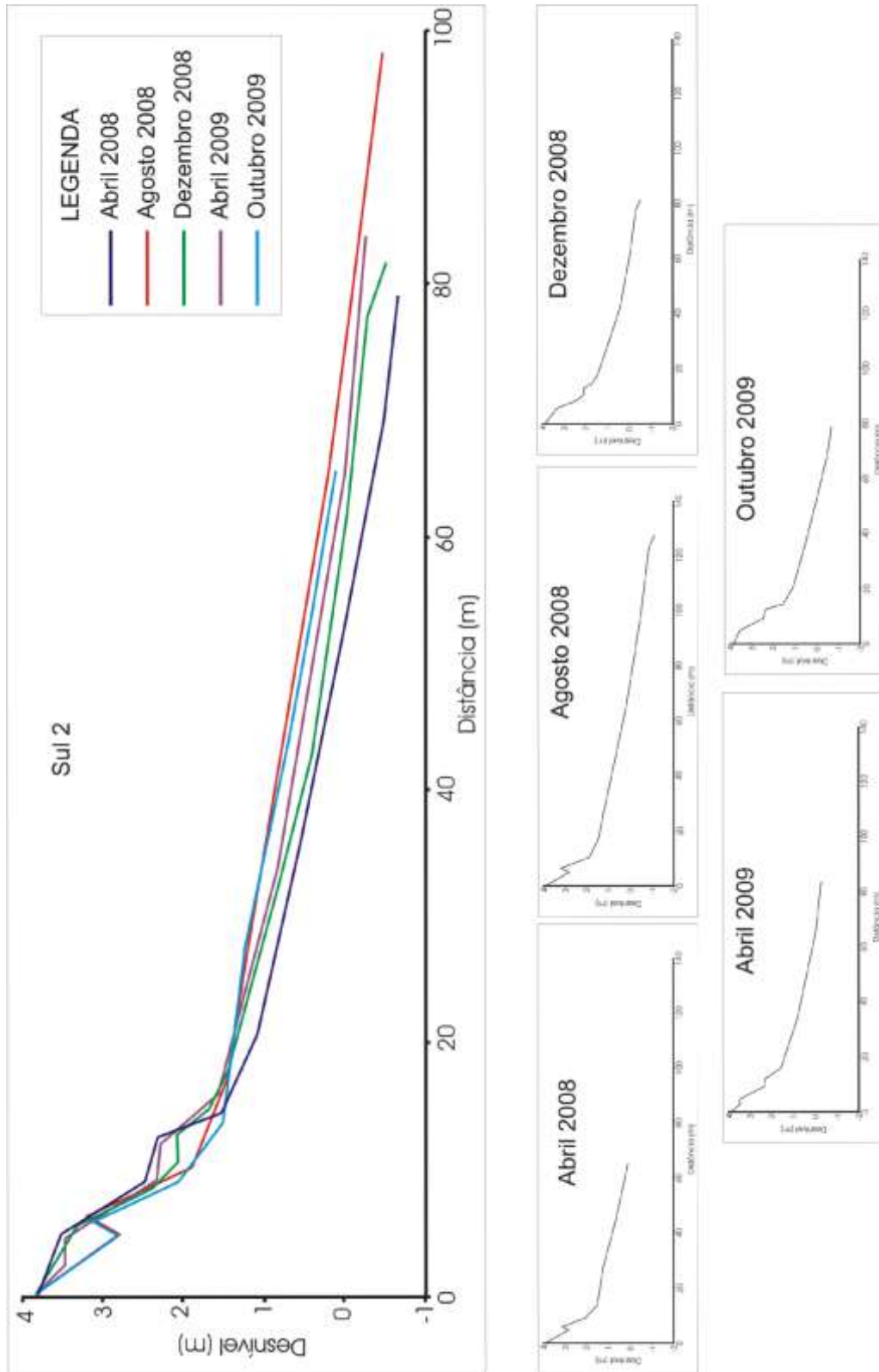


FIGURA 9 – Perfil "Sul 2". Para melhor ilustrar as variações na duna e na pós praia, o perfil com os monitoramentos sobrepostos foi cortado na cota de -1 m, e na distância horizontal de 100 m. Os monitoramentos individuais estão representados conforme medido em campo

7.1.2 Perfil “Sul 1”

O nível da praia estava mais alto em abril de 2008, principalmente na pós praia. Em agosto, todo o perfil emerso apresentava um nível mais baixo do que no levantamento anterior, porém a face litorânea superior tinha uma inclinação bastante suave ($0,8^\circ$). Os dados disponíveis não permitem uma comparação da face litorânea superior entre os dois perfis porque o primeiro é apenas emerso. Em dezembro nota-se o preenchimento da interduna e uma maior declividade da face de praia ($2,6^\circ$ em dezembro e $1,9^\circ$ em agosto). Em Abril de 2009 nota-se um acréscimo tanto na base da duna quanto na face de praia. No levantamento seguinte, em Outubro de 2009, a pós praia e a face de praia estavam em um nível abaixo do levantamento anterior, porém, houve um pequeno aumento da base da duna (Figura 10).

A variação volumétrica foi positiva no perfil “Sul 1” no período monitorado, de $1,69 \text{ m}^3$, porém graças ao grande ganho de sedimentos no período de Dezembro de 2008 a Abril de 2009, de $14,44 \text{ m}^3$. Os outros períodos, Agosto a Dezembro de 2008 e Abril a Outubro de 2009 o déficit sedimentar foi, respectivamente, de $4,03 \text{ m}^3$ e $8,72 \text{ m}^3$ (Tabela 3).

TABELA 3 – Volumes depositados e erodidos ao longo do perfil “Sul 1” considerando todos os períodos de monitoramento (valores em m^3)

Período	17/08/2008 a 13/12/2008	13/12/2008 a 08/04/2009	08/04/2009 a 28/10/2009	Total
Erosão	13,48	2,65	16,67	32,8
Deposição	9,45	17,08	7,95	34,48
Saldo	-4,03	14,43	-8,72	1,68

Assim como no perfil “Sul 2” prevalece a progradação da linha de costa no período monitorado de 2,75 m, porém a progradação só foi observada no período de Dezembro de 2008 a Abril de 2009, com 7,6 m. Nos outros períodos, apesar de pequena, houve o recuo da linha de costa (Tabela 5, Figura 10).

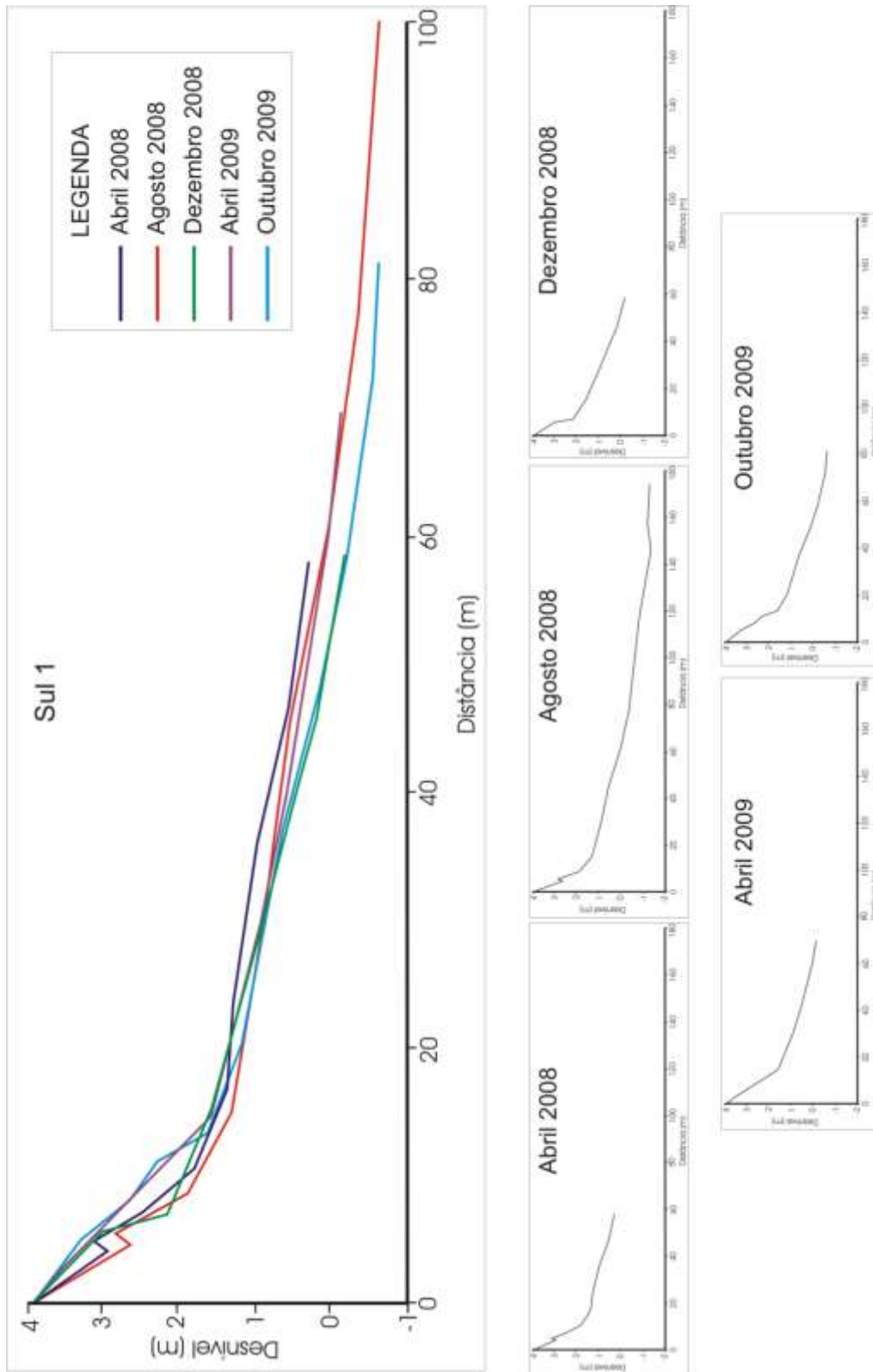


FIGURA 10 – Perfil "Sul 1"

Para melhor ilustrar as variações na duna e na pós praia, o perfil com os monitoramentos sobrepostos foi cortado na cota de -1 m, e na distância horizontal de 100 m. Os monitoramentos individuais estão representados conforme medido em campo.

7.1.3 Perfil “Central”

No perfil Central, após um recuo inicial verificado no levantamento de agosto, a duna frontal incorpora sedimentos a cada levantamento (Figura 12). Por outro lado, percebe-se um rebaixamento do perfil da praia, tendo a sua cota mais baixa em Outubro de 2009. A duna frontal em dezembro 2008 se reconstrói e assemelha-se a do levantamento de abril de 2008, porém apresenta o nível da face de praia mais baixo que os dois primeiros levantamentos. Em Abril de 2009 todo o perfil praial incorpora sedimentos, o que só ocorre na duna frontal no levantamento de Outubro de 2009. (Figura 11).

O balanço sedimentar foi positivo entre Agosto de 2008 a Outubro de 2009, com o incremento de 3,19 m³ de sedimentos. Este saldo positivo se deve ao grande ganho de sedimentos no período de Dezembro de 2008 a Abril de 2009. Os outros períodos apresentaram perda, porém com valores mais baixos, sendo um déficit de 2,61 m³ entre Agosto e Dezembro de 2008 e 4,9 m³ entre Abril e Outubro de 2009 (Tabela 4).

TABELA 4 – Volumes depositados e erodidos ao longo do perfil “Central” considerando todos os períodos de monitoramento (valores em m³)

Período	17/08/2008 a 13/12/2008	13/12/2008 a 08/04/2009	08/04/2009 a 28/10/2009	Total
Erosão	16,59	4,35	11,51	32,45
Deposição	13,98	15,05	6,61	35,64
Saldo	-2,61	10,70	-4,90	3,19

No perfil “Central”, além da variação da linha de costa na margem oceânica, também foi monitorado esta variação na margem estuarina. Na margem oceânica houve a progradação de aproximadamente 8 m no período de Abril de 2008 a Outubro de 2009, havendo o recuo somente entre Agosto e Dezembro de 2008, de aproximadamente 2,4 m. Já na margem estuarina, com exceção do período de Dezembro de 2008 a Abril de 2009, onde não houve alteração detectada, a linha de costa recuou em todos os períodos monitorados, num total de 2,25 m (Tabela 5, Figura 11).

A figura 12 ilustra a evolução da duna frontal no período de Novembro de 2006 a Outubro de 2009 na área mais estreita da Restinga do Ararapira.



FIGURA 11 – Evolução da duna frontal no istmo do Ararapira

Nota-se o crescimento da duna frontal em Dezembro de 2008 (a); o preenchimento da região interduna em Abril de 2009 (b); e a cobertura por vegetação fixadora de dunas em Outubro de 2009 (c).

TABELA 5 - Erosão (-) ou progradação (+) da linha de costa na porção mais estreita da Restinga do Ararapira (em metros)

Perfil	Abril/08 a Agosto/08	Agosto/08 a Dezembro/08	Dezembro/08 a Abril/09	Abril/09 a Outubro/09	Abril/08 a Outubro/09
Sul 2	+ 3,52	+ 0,77	- 2,00	+ 5,03	+ 7,3
Sul 1	- 2,08	- 1,44	+ 7,61	- 1,34	+ 2,75
Central	+ 1,36	- 2,37	+ 4,99	+ 3,84	+ 7,82
Norte 1	+ 4,05	- 2,96	+ 6,22	- 3,82	+ 3,49
Norte 2	+ 0,76	+ 0,24	+ 3,59	+ 0,95	+ 5,54

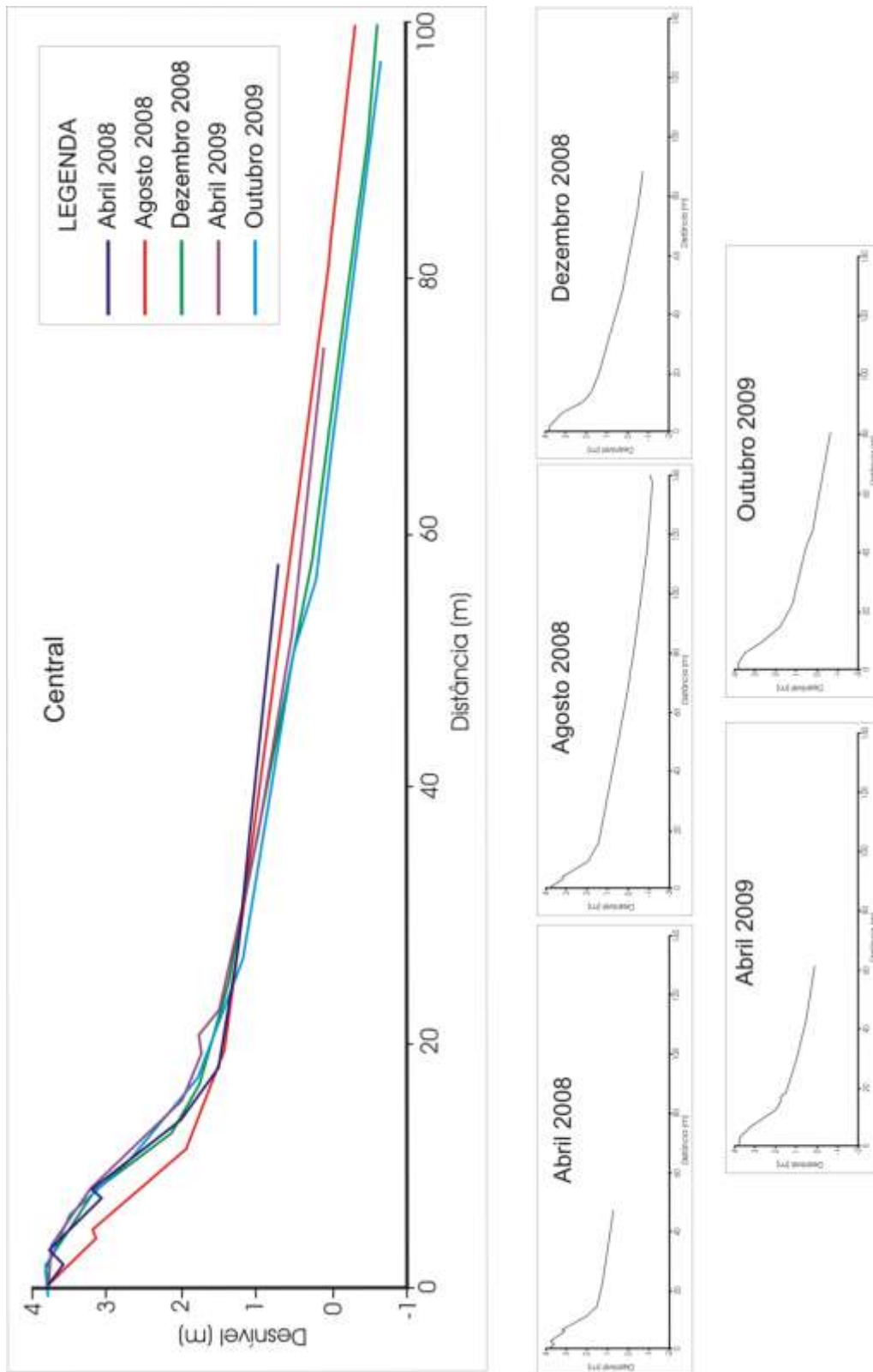


FIGURA 12 – PERFIL “CENTRAL”
 Para melhor ilustrar as variações na duna e na pós praia, o perfil com os monitoramentos sobrepostos foi cortado na cota de -1 m, e na distância horizontal de 100 m. Os monitoramentos individuais estão representados conforme medido em campo.

7.1.4 Perfil “Norte 1”

No levantamento realizado em abril de 2008, há o registro de uma berma na pós praia e a face de praia encontra-se com uma suave inclinação de 1°. Em agosto de 2008, ao contrário dos outros perfis amostrados, a duna frontal sofre um avanço em direção à praia, e apresenta ainda a face de praia e a face litorânea superior com pendentes bastante suaves, 1,4° e inferior a 1° respectivamente. No levantamento seguinte, em Dezembro de 2008, praticamente todo o perfil apresenta uma cota abaixo do que a do levantamento de Agosto de 2008. A principal variação no levantamento de Abril de 2009 é uma pequena crista de berma junto à duna. A face de praia apresenta-se com um ângulo mais suave do que no levantamento anterior (1,4° e 2,5°, respectivamente). Em outubro de 2009 a crista de berma junto à duna incorpora mais sedimentos, assim como a duna, de uma forma geral. A pós praia se mantém inalterado, porém a face de praia adquire uma maior inclinação (Figura 13).

A variação volumétrica foi negativa, com um déficit de 30,7 m³, impulsionado principalmente pela grande perda de sedimentos no período entre Agosto e Dezembro de 2008, com 36,26 m³ (Tabela 6).

TABELA 6 – Volumes depositados e erodidos ao longo do perfil “Norte 1” considerando todos os períodos de monitoramento (valores em m³)

Período	17/08/2008 a 13/12/2008	13/12/2008 a 08/04/2009	08/04/2009 a 28/10/2009	Total
Erosão	42,33	5,42	16,65	64,4
Deposição	6,07	22,63	5,01	33,71
Saldo	-36,2	17,21	-11,64	-30,69

Apesar de ser verificado déficit na variação volumétrica, foi constatado a progradação da linha de costa em 3,5 m, havendo recuo da linha de costa nos períodos de Agosto a Dezembro de 2008 (2,96 m) e Abril a Outubro de 2009 (3,82 m); e avanço nos períodos Abril a Agosto de 2008 (4,05 m) e Dezembro de 2008 a Abril de 2009 (6,22 m) (Figura 13, Tabela 5).

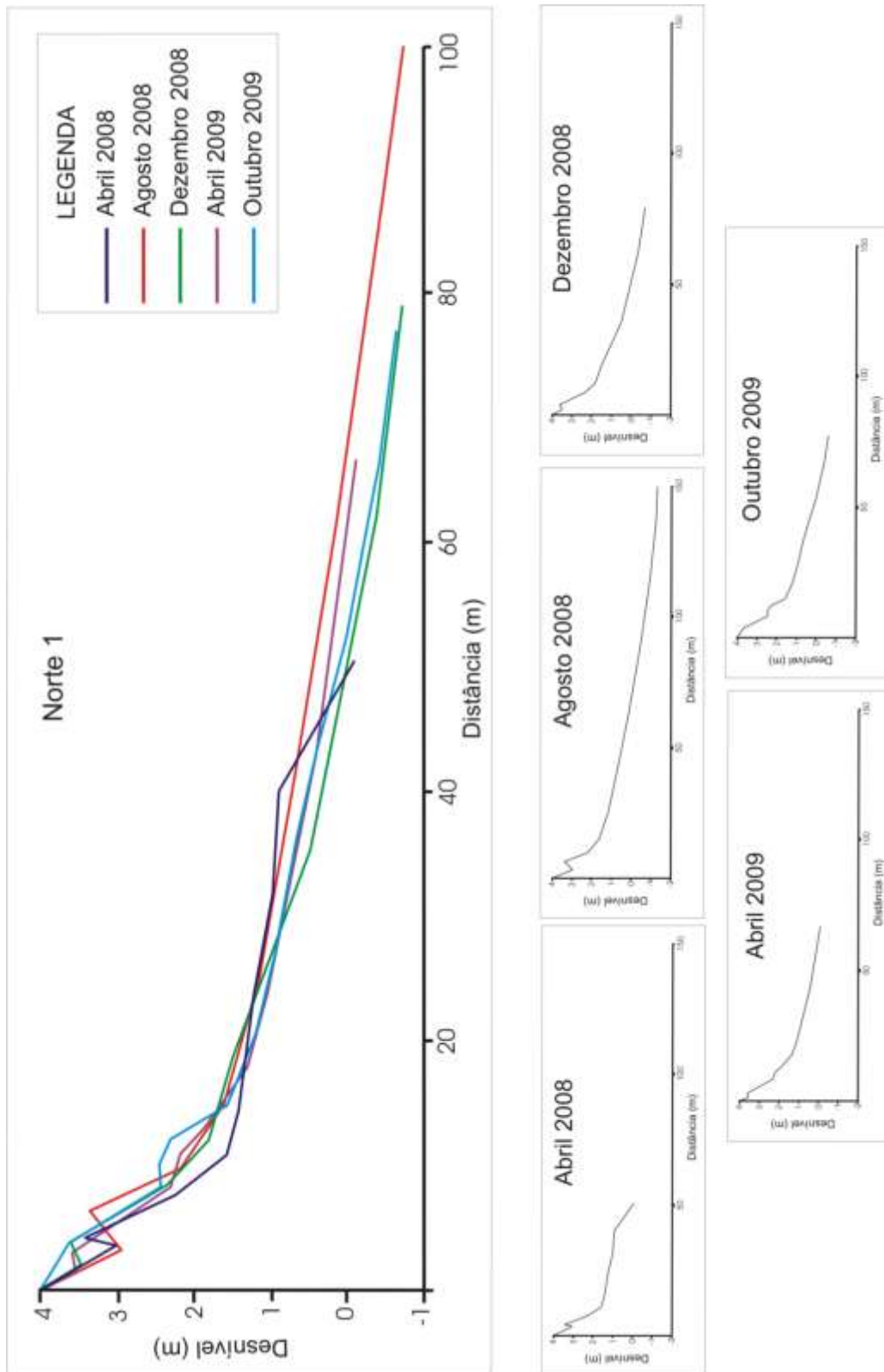


FIGURA 13 – PERFIL "NORTE 1"
 Para melhor ilustrar as variações na duna e na pós praia, o perfil com os monitoramentos sobrepostos foi cortado na cota de -1 m, e na distância horizontal de 100 m. Os monitoramentos individuais estão representados conforme medido em campo

7.1.5 Perfil “Norte 2”

Assim como os demais perfis, no perfil “Norte 2” percebe-se o crescimento da duna a cada levantamento, sendo que em outubro de 2009 a calha a sotavento da duna apresenta-se completamente preenchida por sedimentos e o nível de praia mais baixo que os demais. Em abril de 2008 há uma pequena berma e ainda a pós praia e a face de praia com inclinações bem distintas, 1,3° e 2,2° respectivamente. O perfil de agosto segue o mesmo padrão que o perfil de abril, porém sem a presença da berma. Já em dezembro o pós praia e a face estão bem distintos, o primeiro com um ângulo de 2,3°, e o segundo com 1,4°. Em abril de 2009, apesar de ser indiferenciável a face do pós praia, o perfil já está mais construído, tendo a duna e a face de praia acrescida neste período. No levantamento de outubro de 2009 a calha a sotavento da duna apresenta-se completamente preenchida, porém nota-se a base da duna mais escarpada e o perfil da praia mais rebaixado que nas demais amostragens (Figura 14).

Neste perfil, houve um déficit de 34,11 m³ na variação volumétrica. Entre os meses de Agosto e Dezembro de 2008 o déficit foi de aproximadamente 50 m³ e entre Abril e Outubro de 2010 de 21 m³. O único ganho foi entre Dezembro de 2008 e Abril de 2009, de 35 m³ (Tabela 7).

TABELA 7 – Volumes depositados e erodidos ao longo do perfil “Norte 2” considerando todos os períodos de monitoramento (valores em m³)

Período	17/08/2008 a 13/12/2008	13/12/2008 a 08/04/2009	08/04/2009 a 28/10/2009	Total
Erosão	53,41	4,05	27,80	85,26
Deposição	4,64	39,84	6,67	51,15
Saldo	-48,77	35,79	-21,13	-34,11

Assim como nos demais perfis e apesar do déficit sedimentar, em todos os períodos monitorados ocorreu a progradação da linha de costa, num total de 5,5 m. O maior avanço ocorreu entre Dezembro de 2008 e Abril de 2009, com 3,6 m; e o menor avanço ocorreu entre Agosto e Dezembro de 2008, com 0,25 m (Tabela 5, Figura 14).

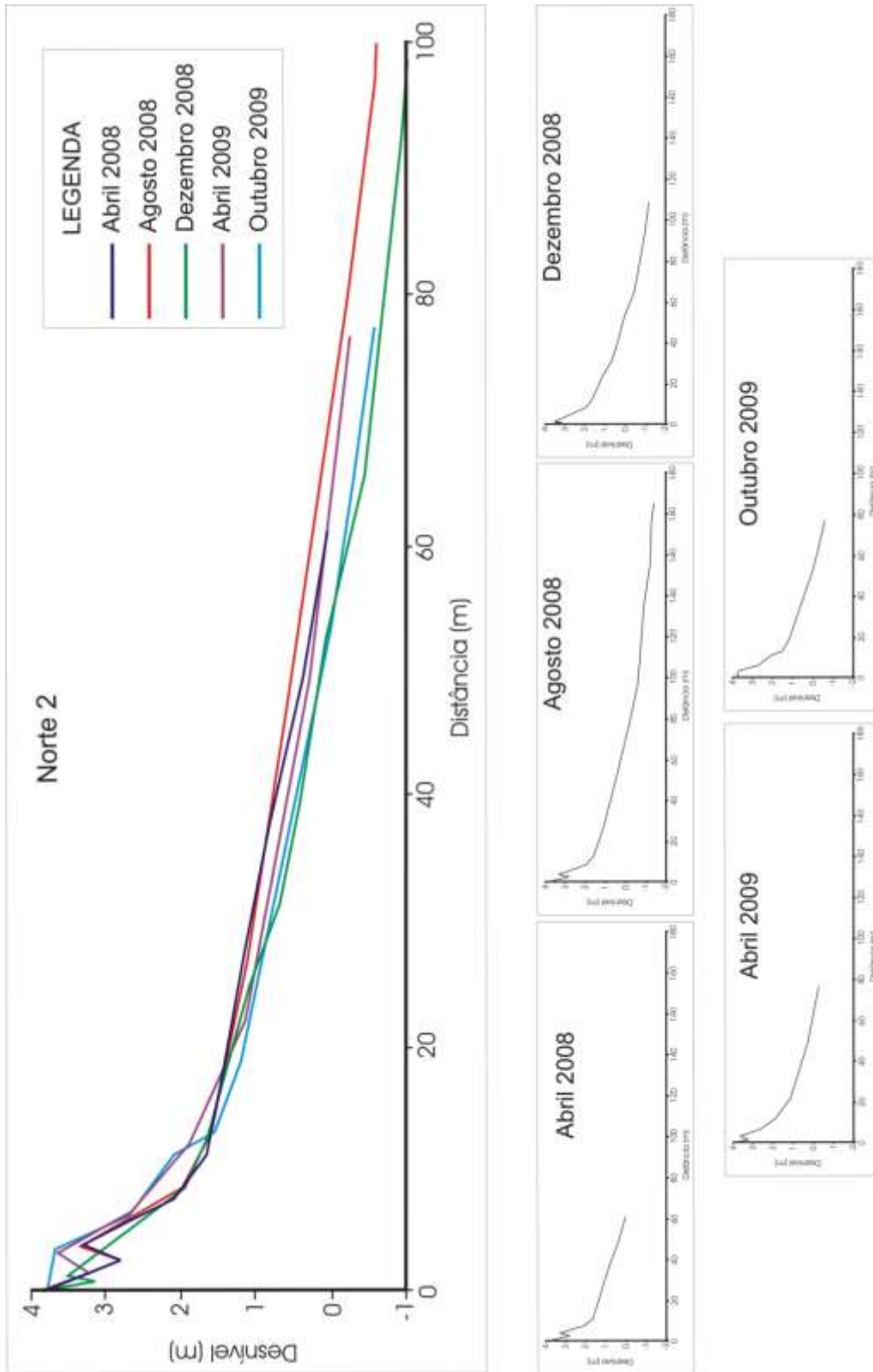


FIGURA 14 – Perfil “Norte 2” para melhor ilustrar as variações na duna e na pós praia, o perfil com os monitoramentos sobrepostos foi cortado na cota de -1 m, e na distância horizontal de 100 m. Os monitoramentos individuais estão representados conforme medido em campo

7.2 CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DO PERFIL “CENTRAL”

Amostras de sedimento foram coletadas ao longo do perfil praial “Central” no istmo do Ararapira, sendo elas: duna, pós praia, face de praia e linha da água.

Todas as amostras coletadas classificam-se, segundo a denominação de Shepard, como areia fina. O diâmetro médio, que reflete a média geral do tamanho dos grãos, foi de 2,82 ϕ . O menor valor encontrado foi para a face da praia do dia 19/04/2008, de 2,35 ϕ ; e o maior valor de 2,97 ϕ nas amostras de 13/12/2008 e 28/10/2009 na duna e na pós praia, respectivamente (Tabela 8).

Dentre as amostras coletadas, as que tiveram maior granulometria foram as do monitoramento de Agosto de 2008 e Outubro de 2009 especialmente na face da praia e linha da água. Já as de menor tamanho de grão se distribuem ao longo dos perfis de Abril e Dezembro de 2008 e Abril de 2009.

TABELA 8 – Diâmetro médio em ϕ das amostras coletadas no perfil “Central”

	19/04/2008	17/08/2008	13/12/2008	08/04/2009	28/10/2009
Duna	2,94	2,80	2,97	2,92	2,94
Pós praia	2,95	2,96	2,83	2,77	2,97
Face de praia	2,35	2,38	2,92	2,92	2,60
Linha d'água	2,93	2,74	2,90	2,96	2,53

A determinação do grau de seleção é calculada a partir dos valores do desvio padrão e determina a similaridade entre os sedimentos de determinada amostra ou local.

O desvio padrão médio encontrado foi de 0,28 ϕ , indicando que são muito bem selecionadas, segundo a classificação de Folk & Ward (1957). O menor valor encontrado foi na pós praia em 08/04/2009 de 0,19 ϕ ; e o maior valor de 0,41 ϕ na linha d'água em 17/08/2008, esta última, e somente ela, classifica-se como bem selecionada, e as demais muito bem selecionadas (Tabela 9).

A Figura 15 ilustra os valores de diâmetro médio e desvio padrão ao longo do perfil de praia “Central”, e a Figura 16 representa os valores médios de cada monitoramento para diâmetro médio e desvio padrão. Nota-se uma relação inversa entre estes parâmetros.

TABELA 9– Desvio padrão das amostras coletadas no perfil “Central”

	19/04/2008	17/08/2008	13/12/2008	08/04/2009	28/10/2009
Duna	0,29	0,22	0,27	0,29	0,32
Pós praia	0,26	0,28	0,28	0,19	0,32
Face de praia	0,30	0,33	0,26	0,25	0,26
Linha d`água	0,25	0,41	0,28	0,27	0,30

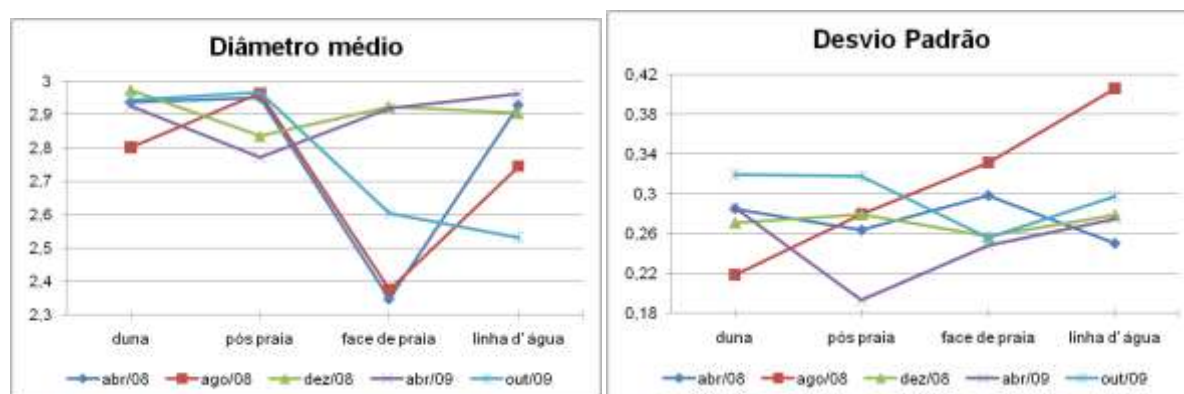


FIGURA 15 – diâmetro médio e desvio padrão das amostras de sedimento ao longo do perfil “Central” nas diferentes datas

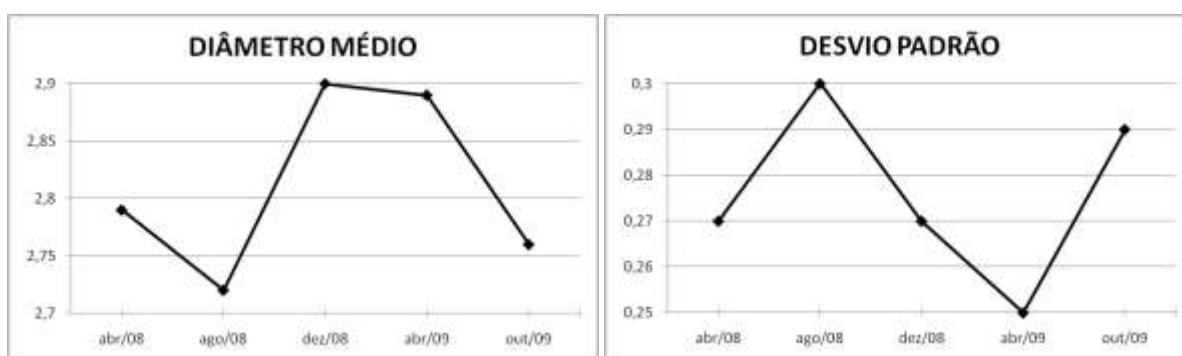


FIGURA 16 – Diâmetro médio médio e desvio padrão médio das amostras de sedimento do perfil “Central” nas diferentes datas

7.3 VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA NO EXTREMO SUL DA RESTINGA DO ARARAPIRA

O caminhamento pela linha de costa com DGPS em outubro de 2009 indica a progradação em direção SW de até 130 m, quando sobreposto ao levantamento realizado em outubro de 2007 por Müller (2007), representando, em área, um crescimento de 55 mil m² (Figura 17).

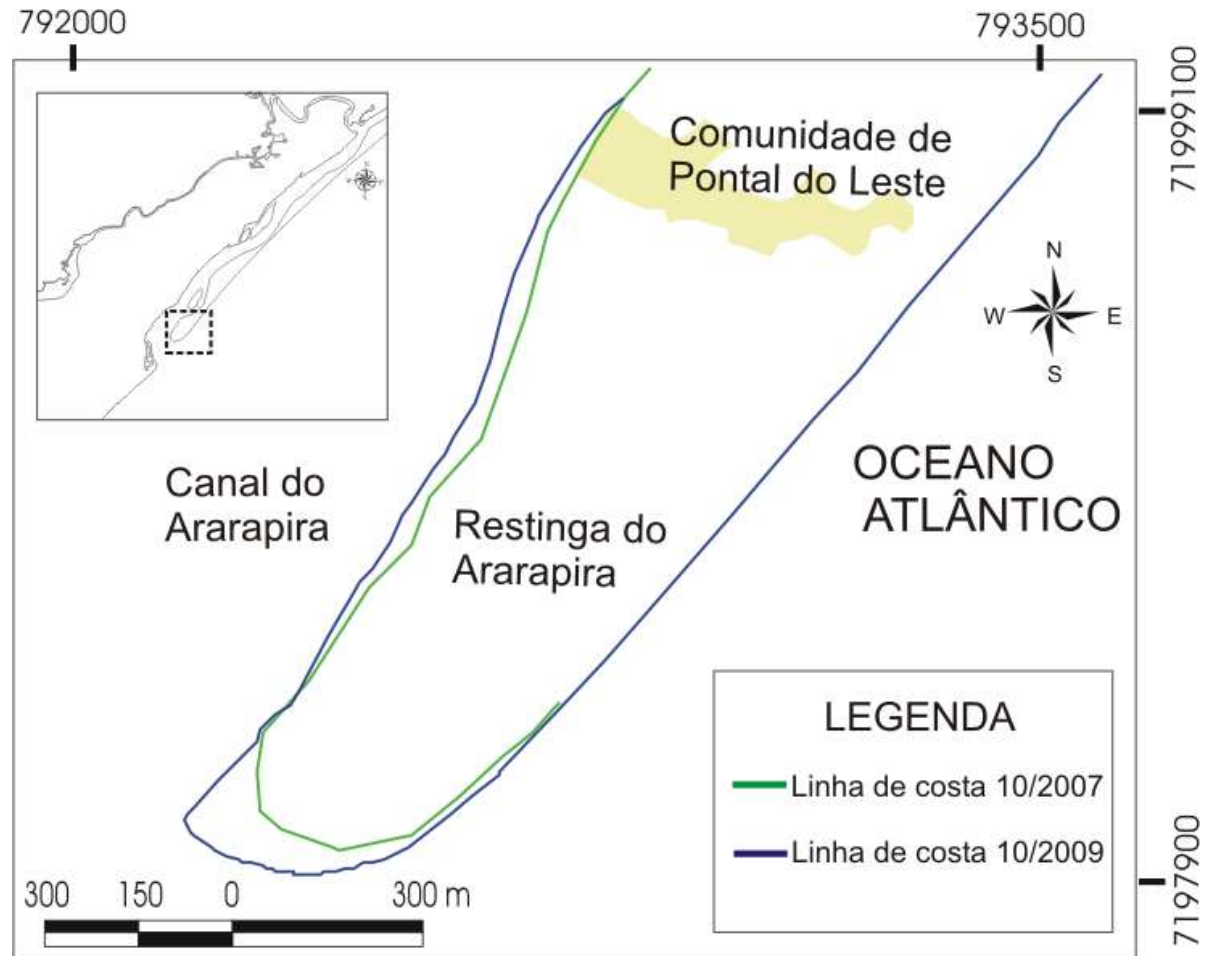


FIGURA 17 – Variações da linha de costa no extremo SW da Restinga do Ararapira

7.4 CARACTERIZAÇÃO DO SEDIMENTO DE FUNDO DO MAR DO ARARAPIRA

7.4.1. Diâmetro médio

O diâmetro médio do sedimento, que reflete a média geral do tamanho dos grãos, é um importante parâmetro para avaliar os processos físicos atuantes durante a deposição (Suguio, 1980).

Com base nas médias granulométricas das amostras superficiais de fundo verifica-se o predomínio da classe areia fina (67%), seguido por areia muito fina (18%), areia média (6%) e silte grosso (6%), e silte fino (3%) (Figura 18).

As classe de areia média (0,354 a 0,250 mm) ocorre nas áreas mais profundas do canal, areia fina (0,250 a 0,125 mm) ao longo do canal principal, e

areia muito fina (0,125 a 0,062 mm) associado às margens convexas e próximo à manguezais e rios (Figura 17).

Com relação aos sedimentos finos, o silte grosso (0,062 a 0,016 mm) e o silte fino (0,016 a 0,004 mm), se concentram próximo à manguezais ou à embocaduras de rios e gamboas (Figura 18).

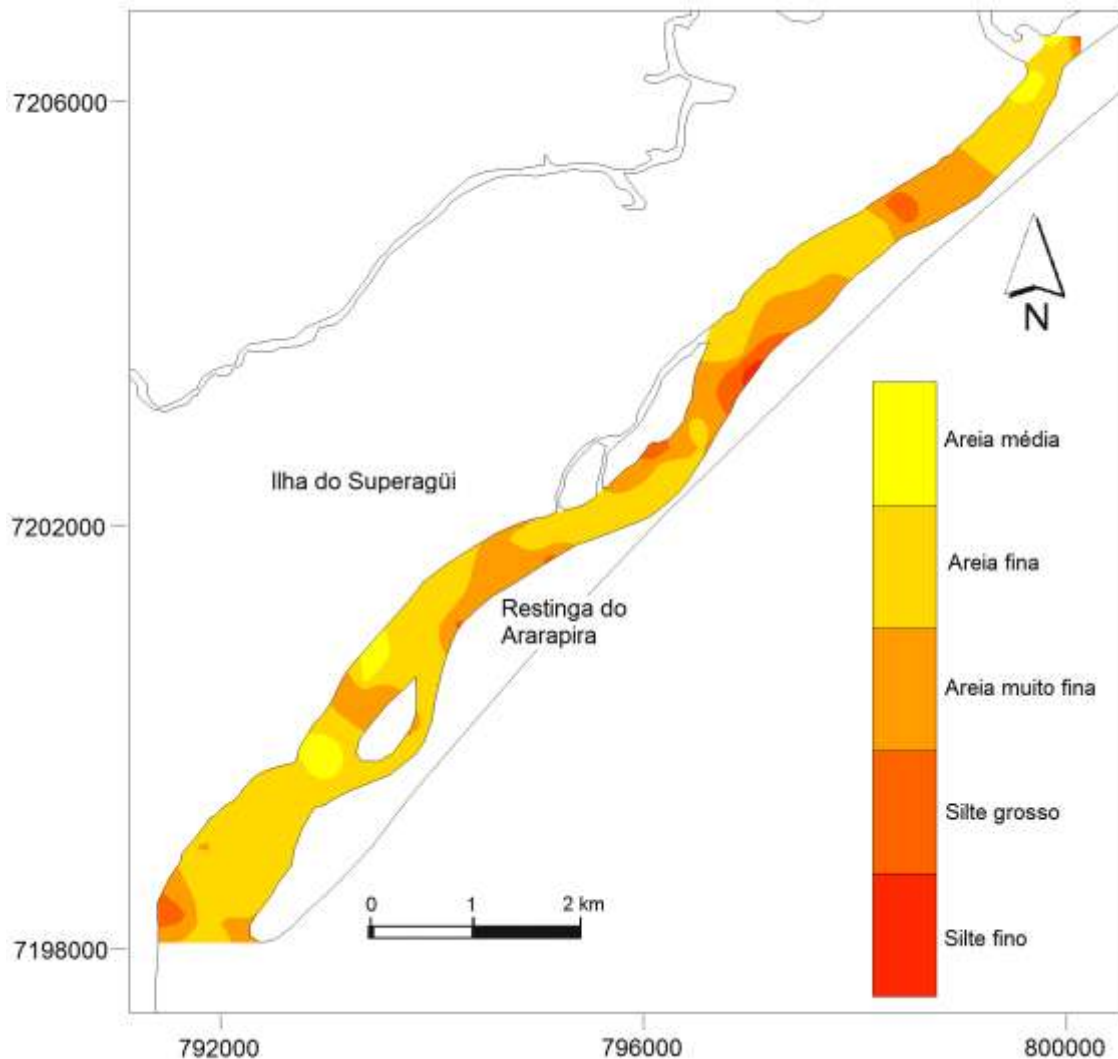


FIGURA 18 – Diâmetro médio dos sedimentos de fundo do Mar do Ararapira

7.4.2 Grau de seleção

O Grau de seleção pode ser considerado o grau de similaridade entre os sedimentos de determinada amostra ou local. Quanto maior o grau de seleção, menor é a quantidade de classes granulométricas, e quanto menor o grau de seleção, maior é a quantidade de classes granulométricas.

A determinação do grau de seleção é calculada a partir dos valores do desvio padrão, segundo critérios estabelecidos por Folk & Ward (1957).

Os sedimentos muito bem selecionados (13%), bem selecionados (44%), e moderadamente selecionados (3%) distribuem-se próximo à desembocadura, e nas regiões mais profundas do canal (Figura 19).

As pobremente selecionadas, que apresentaram a segunda maior frequência (16%), assim como as muito pobremente selecionadas (11%) e moderadamente selecionadas (13%) estão associadas aos sedimentos finos e encontradas principalmente junto à embocaduras de rios e gamboas (Figura 19).

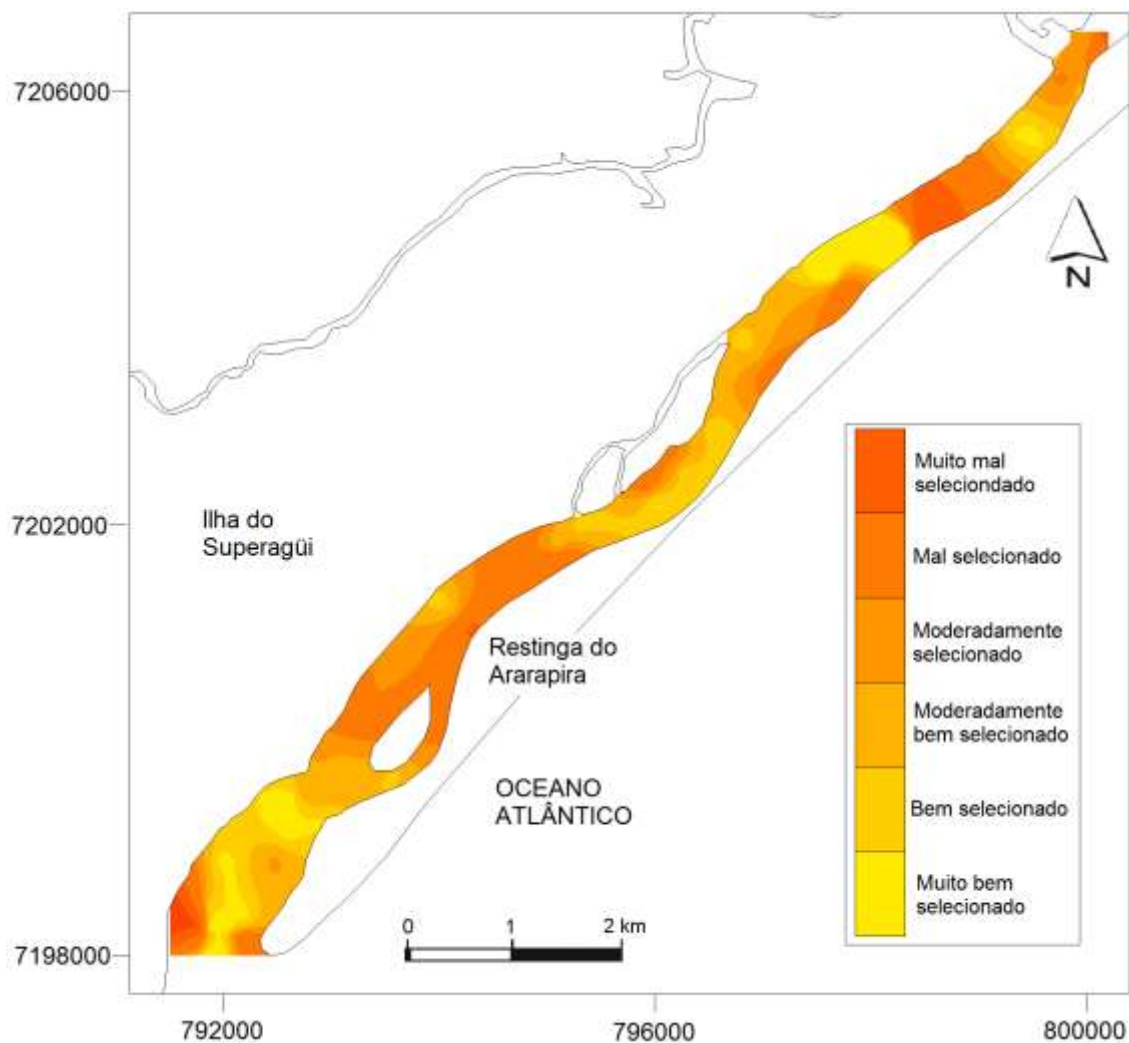


FIGURA 19- Grau de seleção dos sedimentos de fundo do Mar do Ararapira

7.4.3 Assimetria

A assimetria de uma amostra indica se a curva normal de distribuição de frequência é, ou não, simétrica. A sua classificação em positivo e negativo

dependem do afastamento do primeiro e do terceiro quartil da mediana, em uma curva normal da distribuição granulométrica

Houve o predomínio de amostras aproximadamente simétricas (54%), distribuídas ao longo de todo o canal. Em seguida, prevaleceram as amostras de assimetria positiva (17,5%) e muito positivas (14%). Associadas ao sedimento fino, distribuem-se junto às margens, próxima a manguezais ou embocaduras de rios e gamboas (Figura 20).

Já as amostras de assimetria negativa (9,5%) e muito negativas (5%) tiveram distribuição localizada e pontual (Figura 20).

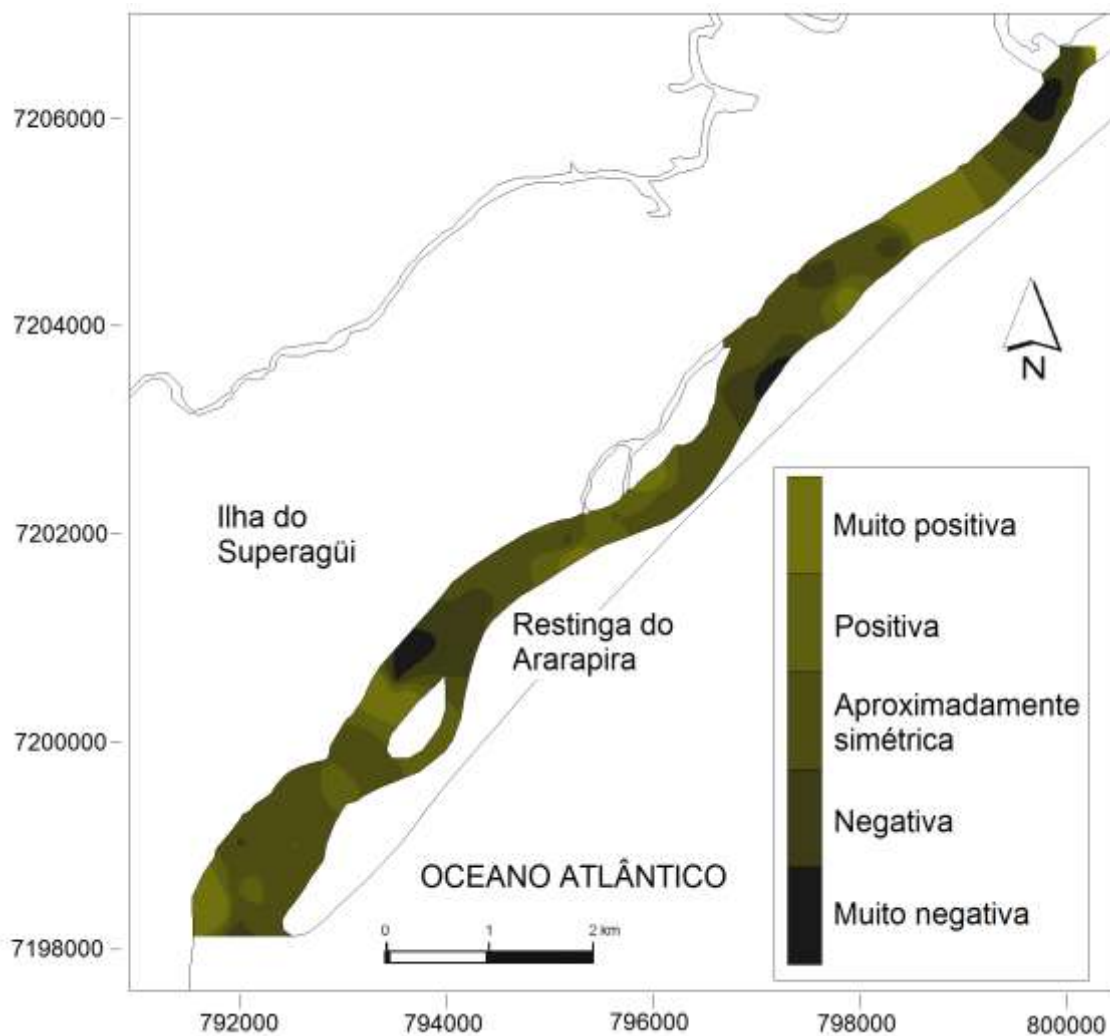


FIGURA 20 – Grau de assimetria das amostras dos sedimentos de fundo do Mar do Arapira

7.4.4 Carbonato de Cálcio

A concentração de Carbonato de Cálcio variou de 0,8%, em uma amostra coletada próxima a desembocadura (Figura 23 – A, amostra 7), a 17,6%, em uma amostra coletada próxima a um manguezal (Figura 23, amostra 26). Os maiores valores, de uma forma geral, se concentram nas regiões mais rasas e confinadas do canal, junto a planícies de marés. Já os menores valores encontram-se nas regiões mais profundas, próximo à desembocadura e ao longo do canal principal (Figura 21).

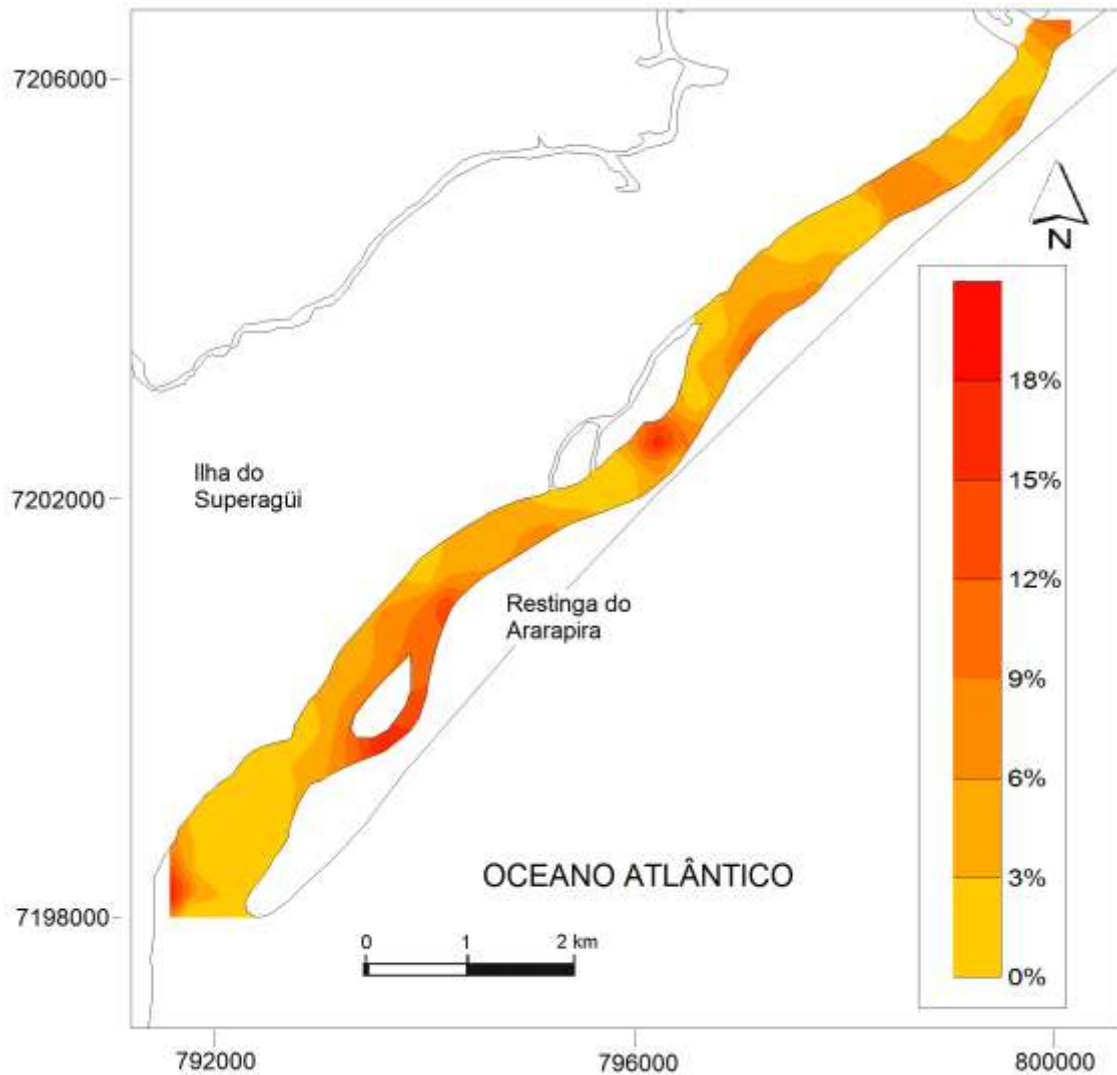


FIGURA 21 – Porcentagem de carbonato de cálcio dos sedimentos de fundo do Mar do Ararapira

7.4.5 Matéria orgânica

A matéria orgânica é um ótimo indicador da dinâmica de fundo dos estuários. Altas concentrações de matéria orgânica no sedimento indicam ambientes redutores, de baixa degradação de matéria orgânica, ou seja, de baixa velocidade

de correntes de maré. Quando as correntes são mais intensas, a oxigenação é maior, e portanto menores são as concentrações de matéria orgânica.

As maiores concentrações foram encontradas próximo a regiões rasas e confinadas, com presença de manguezais, ou embocaduras de rios e gamboas, sempre associado a sedimentos finos. Os menores valores concentram-se no canal principal do Mar do Ararapira (Figura 22).

A concentração mais alta foi de 62%, encontrada justamente em uma área de manguezal (Figura 23, amostra 30). A menor concentração foi de 14%, em um ponto no canal principal. Apesar da grande diferença na concentração destas duas amostras (Figura 23, amostra 31), estas se encontram lado a lado, distantes 250 m, sendo a primeira junto à margem e a segunda no canal principal.

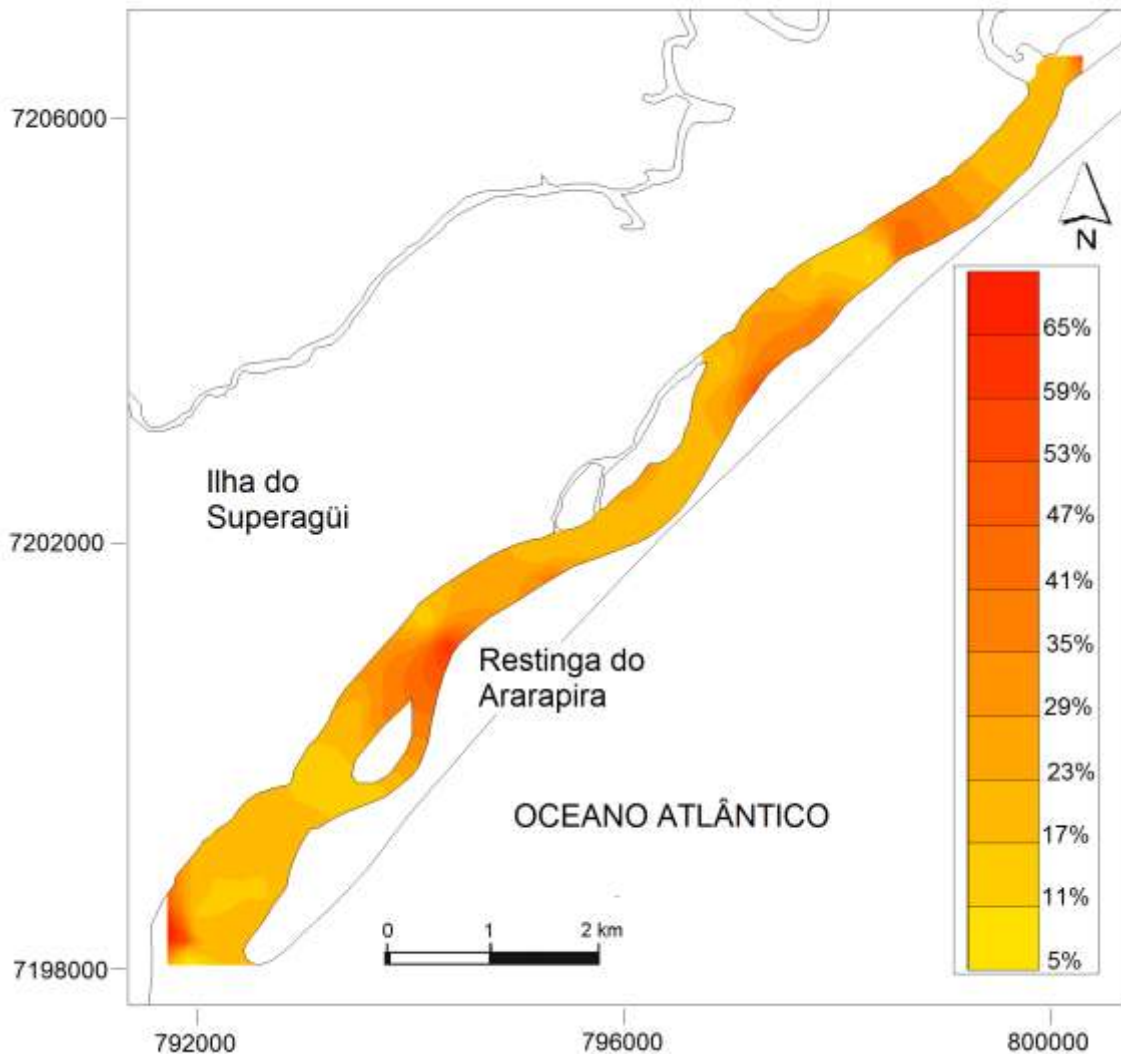


FIGURA 22 – Porcentagem de matéria orgânica dos sedimentos de fundo do Mar do Ararapira

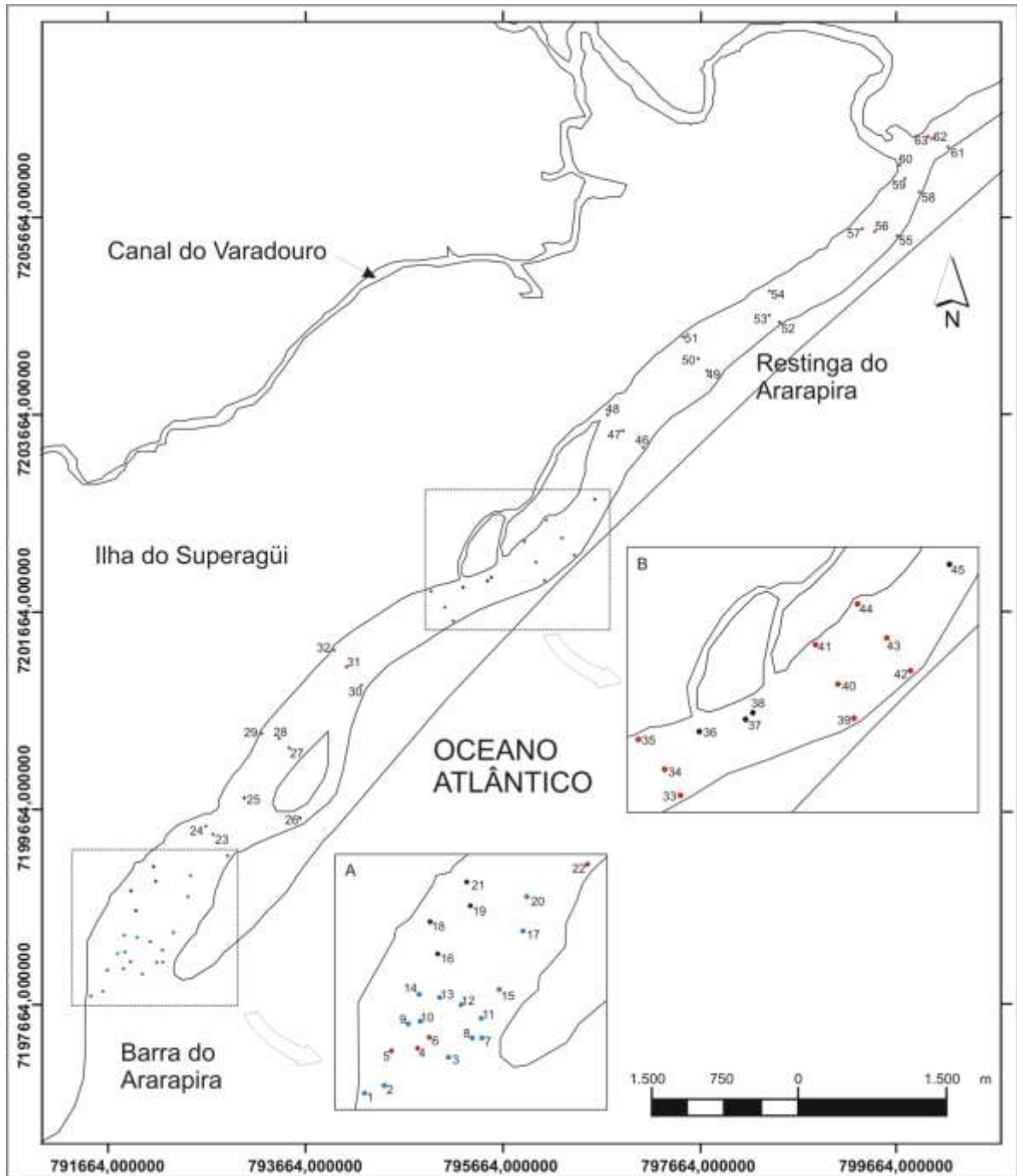


FIGURA 23 – Localização das amostras de sedimento de fundo coletadas no Mar do Ararapira. Em destaque os pontos coletados próximo à barra do Ararapira (A) e nas proximidades do istmo do Ararapira (B). Os pontos vermelhos indicam amostras coletadas no mês de Agosto de 2008; azul em Dezembro de 2008; e preto em Abril de 2009.

8 DISCUSSÃO

8.1 ISTMO DO ARARAPIRA

Como era esperado, pela pouca distância entre os perfis monitorados (50 m), verifica-se uma homogeneidade entre os perfis praias nas variações morfológicas, volumétricas e de linha de costa, porém, considerando a variação temporal, algumas mudanças foram observadas e serão descritas a seguir.

Em Agosto de 2008, a pequena berma existente no levantamento de Abril de 2008, e parte da duna frontal foram erodidas, não há distinção entre a face de praia e a pós praia. Em Dezembro de 2008 o perfil praias encontra-se em um nível mais baixo que os demais, porém nota-se o acréscimo de sedimentos junto ao sopé da duna, que é intensificado no levantamento de Abril de 2009, onde o perfil praias, como um todo, apresenta-se mais reconstruído. Em Outubro de 2009, apesar de apresentar a pós praia e a face de praia mais baixo que nos demais levantamentos, há um maior ganho de sedimentos na duna.

Comparando o primeiro e o último levantamento, ocorreu a progradação da linha de costa em todos os perfis, sendo maior no perfil “Central”, com aproximadamente 8 m, e menor no perfil “Sul 1” com aproximadamente 3 m.

Apesar desta progradação observada em todos os perfis, quando considerado a variação volumétrica entre Agosto de 2008 e Outubro de 2009, o balanço sedimentar foi negativo em três dos cinco perfis monitorados (“Sul 2”, “Norte 1” e “Norte 2”), e os perfis que apresentaram balanço positivo (“Sul 1” e “Central”), os valores ficaram próximos a zero. Analisando cada período em separado, entre Agosto de 2008 e Dezembro de 2009 o balanço foi negativo para todos os perfis, assim como no período Abril a Outubro de 2009, tendo o período Dezembro de 2008 a Abril de 2009 um balanço positivo.

Dentre as amostras de sedimento coletadas no perfil “Central”, as que tiveram maior média granulométrica foram as do monitoramento de Agosto de 2008 e Outubro de 2009 especialmente na face da praia e linha da água, justamente os perfis que apresentaram características de mau tempo, o primeiro com o sopé da duna escarpada e o segundo com o nível do perfil mais rebaixado que os demais.

Já as de menor média granulométrica se distribuem ao longo dos perfis de Abril e Dezembro de 2008 e Abril de 2009, onde se verifica características de ondas de bom tempo.

As variações morfológicas e volumétricas seguem a variação sazonal esperada, com o perfil sendo erodido nos períodos de ondas de mau tempo (Agosto a Dezembro de 2008 e Abril a Outubro de 2009) e um perfil reconstruído no período de mar mais calmo (Dezembro de 2008 a Abril de 2009), porém para melhores conclusões, seriam necessárias um maior período de monitoramento com um menor intervalo de tempo entre as observações.

O avanço da linha de costa foi impulsionado pelo crescimento da duna frontal, que aparentemente esteve condicionado a eventos não sazonais, como a presença do fenômeno *La Niña* em 2008.

O aumento na altura e extensão das dunas frontais, e conseqüente avanço da linha de costa, pode ser explicado pela retirada de sedimento da pós praia e da face da praia, que teve seu perfil rebaixado, pela ação eólica.

A erosão da margem estuarina foi contínua devido a ação do meandramento do corpo lagunar do Ararapira, que erode as margens côncavas e deposita nas convexas (Mihály & Angulo, 2002), favorecido ainda pela profundidade do canal principal que passa às margens do esporão a uma profundidade de aproximadamente 10 m (Nogueira, 2010), aumentando a intensidade das correntes de vazante.

8.2 LARGURA DO ISTMO

A taxa de erosão da porção mais estreita da Restinga do Ararapira, observada por Müller (2007) pelos perfis praias de novembro de 2006 a outubro de 2007, corresponde a 4,65 m/ano e pela sobreposição das linhas de costa de 1980 e 2001 corresponde a 3,23 m/ano. Valores parecidos foram encontrados por Mihály (1997) que através de perfis praias realizou o primeiro monitoramento *in situ* na região, entre setembro de 1993 a maio de 1996, verificando uma taxa de erosão de 4,8 m/ano.

Este local, no entanto, no período em que foi monitorado, de abril de 2008 a outubro de 2009, indica um crescimento do istmo. Em abril de 2008 a largura era de 23,8 m, e em outubro de 2009 era de 29,4 m, o que representa um crescimento de 3,7 m/ano.

Analisando a contribuição de cada margem, estuarina e oceânica em separado, constata-se que na margem interna (estuarina) a erosão é lenta e contínua, apresentando um recuo de 4,2 m, e na margem externa (oceânica) a progradação foi de 6,4 m.

8.3 EXTREMO SUL DA RESTINGA DO ARARAPIRA

A taxa de crescimento da Restinga do Ararapira no sentido SW foi de 65 m/ano quando comparado com o levantamento realizado por Müller (2007), em outubro de 2007, que utilizou a mesma metodologia de caminhamento pela linha de costa com DGPS.

Valores semelhantes foram obtidos por Müller (2007) ao sobrepor as linhas de costa de 1996 com a de 2007, resultando em 68 m/ano.

No entanto, Angulo (1999), sobrepondo linhas de costa obtidas pelas fotografias aéreas de 1953 e 1980, encontrou valores de progradação da Restinga no sentido SW de 25 a 30 m/ano, e ainda, Müller (2007) encontrou valores de 31 m/ano ao sobrepor as linhas de costa de 1980 e 2007, e de 6 m/ano ao sobrepor as linhas de costa de 1980 e 1996.

Esta progradação da Restinga do Cardoso no sentido SW também já foi verificada por outros autores como Tessler (1988), Tessler & Mahiques (1993), Angulo (1993a), Mihály (1997) e Mihály & Angulo (2002).

Esses valores indicam que o crescimento da restinga, apesar de constante na escala de tempo analisada, varia em sua magnitude, e está relacionada com a desembocadura do Canal do Ararapira. Variações da linha de costa na escala da dezena do metro também foram observadas por Angulo (1993c) na costa do Paraná e por Souza (1999) na costa norte de Santa Catarina em praias associadas a desembocaduras de rios e estuários.

8.4 SEDIMENTO DE FUNDO DO MAR DO ARARAPIRA

Os dados indicam que a variabilidade entre as amostras é maior com relação à forma da margem, em que o canal principal ocupa as margens côncavas e, os manguezais e baixios as margens convexas, do que na variação longitudinal (SW – NE), em direção ao interior do estuário.

Conforme descreve Suguio (1973), as velocidades das correntes estão associadas com a forma da margem, sendo mais alta nas margens côncavas, e também no centro do canal principal. As menores intensidades de correntes estão relacionadas com o lado interno da curva do meandro (margem convexa), refletindo em características diferentes de sedimentação em cada margem.

Nas margens convexas, aonde a profundidade é menor e onde predomina a vegetação de mangue, verifica-se alta concentração de matéria orgânica e de carbonato de cálcio, sedimentos sílticos argilosos, de assimetria muito positiva, e pobremente a muito pobremente selecionados.

A margem convexa é propícia para a deposição de sedimentos finos porque há menor energia nas correntes de maré do que nas margens côncavas (Suguio, 1980), sendo favorável ao crescimento de vegetação de manguezal. A alta concentração de matéria orgânica junto às margens com manguezais explica-se tanto pela alta produtividade biológica que reconhecidamente apresentam estes ecossistemas, como também pela característica de baixa degradação de matéria orgânica, de ambientes com pouca oxigenação (redutores) favorecida pela pouca intensidade das correntes de maré. Quando as correntes são mais intensas, a oxigenação é maior e, portanto, menores são as concentrações de matéria orgânica.

No canal principal, foi verificada a presença de sedimentos mais grossos (<3 fi), aproximadamente simétricos, bem selecionados a moderadamente selecionados e com menor concentração de carbonato de cálcio. Segundo Nogueira (2010), a profundidade no canal principal varia de 4 a 14 m de profundidade.

Apesar das variações principais no tipo de sedimento de fundo estarem condicionadas principalmente ao tipo da margem, foi verificado uma pequena tendência de granodecrescência rumo à montante, principalmente quando se analisa o último terço das amostras.

Kumpera (2007) analisou 60 amostras de sedimento de fundo coletadas desde a Baía de Trapandé até a Barra do Ararapira, Destas, 17 amostras coincidem com a área analisada neste trabalho. A autora também encontrou a predominância de areia fina, com pontos esparsos de areia muito fina nas áreas mais confinadas e areia média próximo à desembocadura.

Com relação à seleção, Kumpera (2007) encontrou a predominância de material bem selecionado (39%), seguido de moderadamente bem selecionado (28%), pobremente selecionado (22%) e muito bem selecionado (11%).

Já no presente trabalho, a predominância também foi de material bem selecionado (44%), seguido de pobremente selecionado (16%), moderadamente e muito bem selecionado (13%), muito pobremente selecionado (11%), e moderadamente selecionado (3%).

8.5 POSSÍVEIS CONSEQÜÊNCIAS DA ABERTURA DE UMA NOVA DESEMBOCADURA

Segundo FitzGerald (1988), a migração da desembocadura resulta em uma alongação do corpo aquoso localizado atrás do esporão. Esta alongação produz, gradativamente, uma diminuição na eficiência do fluxo da maré entre o oceano e o corpo lagunar. Nestas condições, se o esporão a montante da desembocadura for rompido, durante um evento extremo, por exemplo, o novo canal formará um caminho mais curto de circulação de água e permanecerá aberto, enquanto o antigo tenderá a ser fechado.

Estas mudanças aplicáveis e previstas para o Mar do Ararapira nós próximos anos, trará mudanças no cenário hidrodinâmico costeiro da região e também ao uso e ocupação deste território.

Tomando como referência a evolução morfológica de uma desembocadura aberta artificialmente na Península de Ancão, costa sul portuguesa, a qual foi monitorada por dois anos após sua abertura por Vila-Concejo e colaboradores (2003), algumas considerações serão feitas a seguir para o caso da Restinga e Barra do Ararapira.

8.5.1 Novo cenário costeiro

Em Ancão, a desembocadura migrava na direção da deriva predominante (leste). A nova desembocadura foi formada a 3,5 km a oeste, a montante da deriva. Os deltas de maré enchente e vazante adquiriram as mesmas proporções que as da antiga desembocadura em aproximadamente 12 meses.

Já no caso da Restinga do Ararapira, o local em que está prevista a abertura da nova desembocadura está a jusante da deriva. Portanto, é bem possível que a formação dos deltas de enchente e vazante na nova desembocadura ocorra de maneira mais rápida que no caso português, já que as areias do antigo delta estarão disponíveis para a deriva, podendo depositar novamente pelo efeito molhe hidráulico da nova desembocadura.

Conforme Tessler & Mahiques (1993) e Mihály & Angulo (2002) a Barra do Ararapira migra na direção contrária da deriva litorânea predominante por conta da dinâmica interna do Mar do Ararapira, que é levemente meandrante e que encontra junto a margem sudoeste da desembocadura uma margem côncava que é constantemente erodida.

A nova desembocadura em uma posição mais central no Mar do Ararapira terá o efeito meandro diminuído e não contará com uma margem côncava junto a desembocadura (Angulo *et al*, 2009). Somado a estas condições morfológicas à corrente de deriva predominante para NE e ainda os ventos de maior período e intensidade do quadrante Sul, associado a frentes frias, o sentido da migração da desembocadura poderá se inverter e passar a ter direção NE.

Na desembocadura de Ancão, após a abertura foi identificado que a desembocadura migrou na direção contrária a habitual por um ano e meio, impulsionada, segundo os autores (Vila-Concejo *et al*, 2003) por ventos de forte intensidade e por um grande período, da direção leste, conhecido localmente como *Levante*.

Do ponto de vista físico, a abertura de uma nova desembocadura e o fechamento da atual implicará em mudanças na configuração geomorfológica deste setor.

No trecho correspondente entre a atual e a futura desembocadura haverá uma diminuição da energia das correntes estuarinas, com possível deposição de

sedimentos finos no leito do canal, podendo até se transformar em uma grande planície de maré.

Além disso, as barras em pontal nas duas margens da atual desembocadura poderão ser erodidas, pois são feições associadas à desembocadura. Espera-se que a nova configuração da linha de costa nesta região siga o arco praiar da parte central da Praia Deserta, na Ilha do Superagüi, conforme ilustra a Figura 24.

As barras em Pontal, assim como o delta de maré vazante, após ser erodido e disponibilizado pela corrente de deriva deverão formar-se nas margens da nova desembocadura (Figura 24).

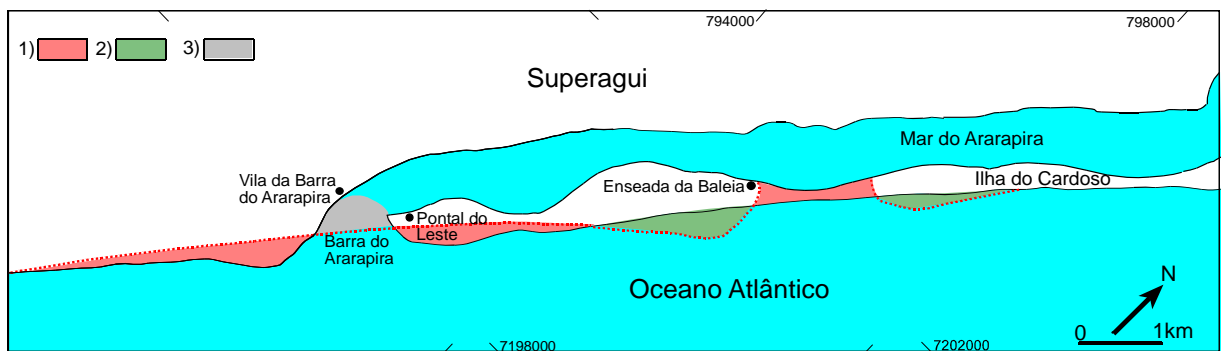


FIGURA 24 - Previsão das áreas a serem (1) erodidas, (2) acrescidas e (3) assoreadas, após a abertura da nova barra do Ararapira. Angulo *et al*, 2009

8.5.2 Conseqüências sociais e políticas

Considerando que com a nova configuração do Mar do Ararapira cessem os problemas erosivos que afetam hoje a comunidade de Barra do Ararapira, a população local é temerosa quanto à nova configuração, já que o Mar do Ararapira é o único acesso à comunidade, e com o seu assoreamento, o acesso fica comprometido.

Além disso, as mudanças hidrodinâmicas e do ambiente provavelmente afetarão as espécies de peixe que circulam pelo Mar do Ararapira e que localmente são pescadas pelas populações locais, as quais mantêm modos tradicionais de pesca específicos para a comunidade de peixes a que estão habituadas. Haverá, portanto, um tempo de adaptação ao novo modo de pesca, podendo trazer conseqüências econômicas negativas para as populações lideiras que tem na pesca artesanal sua principal garantia de sustento.

Uma maior distância da nova desembocadura para as comunidades que atualmente pescam Barra a fora – Pontal do Leste e Barra do Ararapira -, aumentará o custo com combustível das embarcações, podendo este tipo de pesca deixar de ser uma atividade lucrativa.

A comunidade de Enseada da Baleia que fica a 500 m da porção mais estreita da Restinga do Ararapira deverá ser realocada antes mesmo da formação de uma nova desembocadura. Um novo local para a comunidade já está sendo estudada pela gerência do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (Müller, 2007).

Além disso, a comunidade de Pontal do Leste sofrerá com a erosão das barras em pontal, correndo o risco de parte da comunidade ser também erodida.

Como a divisa entre os estados do Paraná e São Paulo são determinados pelo Mar do Ararapira e por sua desembocadura (Lei Estadual nº 02 de 10 de outubro de 1947), haverá dúvidas quanto ao limite entre estes dois estados. Seguindo a lei que determina os limites, a nova divisa deverá ser na nova desembocadura. Neste caso, a comunidade de Pontal do Leste, que fica entre a antiga e a nova desembocadura passaria a ser paranaense juntamente com o extremo SW do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, que passaria a ser Parque Nacional do Superagüi.

Além de conseqüências locais, a posição do limite interestadual interfere na área do mar territorial, que segundo a lei federal 7.525 de 1986, determina os royalties da exploração de recursos minerais na plataforma costeira dos Estado.

Se a opção é reformular a lei e demarcar a atual divisa com um marco fixo, há de se considerar que a divisa atual é diferente da divisa no momento da criação da lei, em 1947, já que a desembocadura e a divisa migram a taxas de 30 (Müller, 2007) a 80 m/ano na direção do Paraná (SW).

9. CONCLUSÕES

O monitoramento dos perfis praias próximo ao istmo do Ararapira indica que na margem interna a erosão foi contínua no período monitorado, e espera-se a continuidade desta tendência para os próximos anos. Já na margem oceânica houve progradação da linha de costa, no entanto o balanço volumétrico foi negativo, devido ao rebaixamento da pós praia e da face de praia.

Desta forma, o rompimento do esporão e a formação de uma nova desembocadura irão depender principalmente do clima de ondas na praia oceânica. Sendo o rompimento do esporão adiantado caso haja erosão da linha de costa nos próximos anos, ou retardado caso haja deposição.

O sedimento de fundo do Mar do Ararapira apresentou o predomínio de areias em todo o canal, porém com predominância de sedimentos finos (areia muito fina, silte e argila) nas áreas mais confinadas do canal.

Com a abertura de uma nova desembocadura esta configuração de distribuição de sedimentos sofrerá mudanças, principalmente na região entre a nova e a antiga desembocadura, onde se acredita que haverá o depósito de sedimentos finos e formação de uma grande planície de maré.

9. REFERÊNCIAS

- ANGULO R.J. 1992. Geologia da planície costeira do Estado do Paraná. Curso de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 334 p.
- ANGULO R. J. 1993a. A ocupação urbana do litoral paranaense e as variações da linha de costa. *Boletim Paranaense de Geociências*, Curitiba, 41:73-81.
- ANGULO R. J. 1993c. Variações na configuração da linha de costa no Paraná nas últimas quatro décadas. *Boletim Paranaense de Geociências*, Curitiba, 41:52-72.
- ANGULO R. J. 1999. Morphological Characterization of the Tidal Deltas on the Coast of the State of Paraná. *Anais Academia Brasileira de Ciências*, São Paulo, 71(4-II):935-959.
- ANGULO R. J. 2004. Aspectos físicos das dinâmicas de ambientes costeiros, seus usos e conflitos. In: *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba, 10:175-185.
- ANGULO R. J. & ARAÚJO A. D. 1996. Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea. *Boletim Paranaense de Geociências*, Curitiba, 44:7-17.
- ANGULO R. J., SOARES C. R., MARONE E., SOUZA M. C., ODRESKI L. L. R., NOERNBERG M. A., 2006. Paraná. In: Dieter Muehe (org.) *Erosão e progradação do litoral brasileiro*, Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 1:347-400.
- ANGULO R. J. & SOUZA, M. C. 1998. Morfodinâmica costeira. In: *Meio Ambiente e Desenvolvimento*, Curitiba, NIMAD, 175-183.
- ANGULO R.J., SOUZA M. C., MULLER M. E. 2009. Previsão e consequências da abertura de uma nova barra no Mar do Arapira, Paraná-São Paulo, Brasil. *Quaternary and Environmental Geosciences* (ser.ufpr.br/abequa), Curitiba, 01(2):67-75.
- BIGARELLA J. J. 1978. A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná. Curitiba, Secretaria do Estado do Planejamento, Governo do Paraná, 248 p.
- BRASIL. 1996. Ministério do Meio Ambiente. Programa Nacional de Meio Ambiente. Macrodiagnóstico da zona costeira do Brasil na escala da União. Brasília.
- CALLIARI L. J. & KLEIN A. H. 1993. Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. *Pesquisas*, 20(1): 48-56.
- CAMARGO R. 1998. Estudo Numérico das Circulações Atmosféricas e Oceânicas na Região da Baía de Paranaguá. Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, São Paulo.

CAMARGO R. & MARONE E. 1996. Vento e variação do nível do mar: Observações na Baía de Paranaguá, PR. In. Simpósio Sobre Oceanografia, III, IO-USP. São Paulo.

CASSIANO G. F. 2008. Migração lateral da desembocadura do Rio Itapocú, Santa Catarina - Brasil: evolução morfológica e condicionantes físicas. Dissertação de Mestrado em Oceanografia Química e Geológica. Universidade de São Paulo, São Paulo.

CEPETEC/INPE/LaNiña. 2009 (<http://enos.cptec.inpe.br/>).

CTH-USP (Centro Tecnológico de Hidráulica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo). 1978. Observações das Características das Ondas do Mar em Cananéia. Relatório Técnico. DAEE, São Paulo.

CZAJKOWSKI (RÖSLER), S. 2004. O Parque Nacional do Superagüi e alternativas para o planejamento de unidades de conservação de proteção integral. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Pós Graduação em Geociências, Universidade Estadual Paulista. Tese de Doutorado. Rio Claro, 321 p

DIEGUES A. C. S. 1988. A Pesca Artesanal no Litoral Brasileiro: Cenários e Estratégias para sua sobrevivência. Programa de Pesquisa e Conservação de Áreas Úmidas no Brasil. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo e Fundação Ford. São Paulo, 44p.

DIEGUES A. C. S. 2004. O mito moderno da natureza intocada. 5. ed. São Paulo, Hucitec/NUPAUB-USP, 170 p.

FITZGERALD D. M. 1988. Shoreline erosional-depositional process associated with tidal inlets. Lecture Notes on Coastal and Estuarine Studies. In: D.G. Aubrey & L. Weishar (eds.) *Hydrodynamics and Sediment Dynamics of Tidal Inlets*, 29:186-225.

FITZGERALD D. M., KRAUS N.C., HANDS E.B. 2001. Natural mechanisms of sediment bypassing at tidal inlets, ERDC/CHL CHETN-IV-30, U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS. 10p. (<http://chl.erd.c.usace.army.mil/>)

FOLK R. L.; WARD W. C. 1957. Brazos river bar, a study in the significance of grain-size parameters. *J. Sedimentary Petrology*. 27(1):2-26.

GEOBRÁS S./A. 1966. Complexo Valo Grande, Mar Pequeno e Rio Ribeira de Iguape. Engenharia e fundações para o serviço do Vale do Ribeira do Departamento de Águas e Energia Elétrica/SP, Relatório Técnico, São Paulo.

GIANNINI P. C. F. 1987. Sedimentação quaternária na planície costeira de Peruíbe-Itanhaém (SP). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado, São Paulo, 2v., 234p., 3 mapas.

GIANNINI P. C. F., GUEDES C. C. F., NASCIMENTO JR. D. R. D., TANAKA A. P. B., ASSINE M. L., ANGULO R. J., SOUZA M. C., 2007. Sedimentology and morphologic evolution of the Ilha Comprida Barrier System, southern São Paulo coast. In: Sérgio Rebelo Dillenburg; Patrick Hesp. (Org.). *Geology of Brazilian coastal barriers*. London: Springer-Verlag, v. , p. -.

GOBBI E. F. 1997. *Gerenciamento Costeiro: Análise de Casos do Litoral do Paraná sob a Perspectiva da Engenharia Costeira*. COPPE-UFRJ, Tese de Doutorado em Engenharia Oceânica, Rio de Janeiro.

IAPAR (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ) 1978. *Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná*. Londrina. IAPAR.

IPARDES (INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL). 1990. *Macrozoneamento da APA de Guaraqueçaba*. Curitiba, 2:257.

IPARDES (INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL). 1995. *Diagnóstico ambiental da APA de Guaraqueçaba*. Curitiba, 166p + 11mapas.

KUMPERA B. 2007. *Contribuição ao processo sedimentar atual no Canal do Ararapira, sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape (SP)*. Dissertação de Mestrado em Oceanografia Química e Geológica. Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo.

LADEIRA M. I. 1996. Índios Guarani na Mata Atlântica. *Aconteceu*, São Paulo, v. 01:774-780 p.

MAZZINI P. L. F. & SCHETTINI C. A. F. 2009. Avaliação de metodologias de interpolação espacial aplicadas a dados hidrográficos costeiros quasesinóticos. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.* 13(1):53-64.

MARONE E., NOERNBERG M. A., ALBERTI A. L., LOPES G. M., MÜLLER M. E., BRAGA V. Z. 2009. Fluxo de massas de água entre os sistemas estuarinos de Paranaguá e Cananéia, Brasil. In *Anais do XIII Congresso Latino Americano de Ciências do Mar*. Havana. Resumo Simples.

MCCAULEY E., TOMLINSON R. 2006. The evolution of Jumpinpin Inlet. Cooperative Research Centre for Coastal Zone, Estuary and Waterway Management (Coastal CRC), Austrália, 88p.i

MENDONÇA J. T., KATSURAGAWA M. 2001. Caracterização da pesca artesanal no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo, Brasil (1995-1996). In *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 23(2):535-547.

MIHÁLY P. 1997. *Dinâmica sedimentar do litoral norte paranaense e extremo sul paulista*. Curso de Pós Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Dissertação de Mestrado, Curitiba, 104 p.

MIHÁLY P.; ANGULO R. J. 2002. Dinâmica da desembocadura do corpo lagunar do Ararapira. *Revista Brasileira de Geociências*. v. 32:217-222.

MÜLLER M. E. J. 2007. Análise das variações da linha de costa nas margens do Mar do Ararapira como subsídio ao planejamento do uso e ocupação. Universidade Federal do Paraná. Monografia de Conclusão de curso em Oceanografia, Pontal do Paraná, 60 p.

MÜLLER M. E. J., ANGULO R. J., SOUZA M. C., QUADROS C. J. L. 2008. Análise das variações da linha de costa nas margens do Mar do Ararapira (Paraná / São Paulo – Brasil). In III Congresso Brasileiro de Oceanografia, Anais, Fortaleza – CE, Resumo Expandido.

MÜLLER M., PATCHINEELAM S. 2005. Indicadores de erosão costeira em uma área de preservação ambiental: litoral norte do estado do Paraná. In: II Congresso Brasileiro de Oceanografia, Anais. Vitória – ES, Resumo Simples.

MUNIZ J. 2008. Vila de Ararapira – Desenvolvimento e abandono: um estudo a partir da memória oral de ex-moradores. Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de Paranaguá, Monografia de Conclusão de Curso em História, Paranaguá, 74 p.

NASCIMENTO JR. D. R. 2006. Morfologia e Sedimentologia do sistema praia – duna frontal ao longo da Ilha Comprida, SP. Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, São Paulo, Brasil.

NOGUEIRA R. 2010. Batimetria do Mar do Ararapira. Monografia de conclusão de curso em Oceanografia, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, Em preparação.

OERTEL G. F. 1975. Ebb-tidal deltas of Georgia estuaries. In: CRONIN L. E. (ed.). *Estuarine Research Geology and Engineering*. New York. Acad. Press, 2:267-276.

PARANÁ. Lei Estadual nº 02 de 10 de outubro de 1947

PIERRI N., ANGULO R. J., SOUZA M. C., KIM M. K. 2006. A ocupação e o uso do solo no litoral paranaense: condicionantes, conflitos e tendências. *Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPR)*, Curitiba, v. 13:1-35.

PONÇANO W. L., TESSLER M. G., FREITAS C. G. L., MAHIQUES M. M. 1999. Tendências regionais de transporte de sedimentos arenosos ao longo das praias paulistas. *Revista Universidade Guarulhos, Guarulhos*, v. IV, n. 6:102-115.

PORTOBRAS - EMPRESA DE PORTOS DO BRASIL. 1983. Campanha de medições de ondas em Paranaguá -PR, período 21.08.1982 a 21.01.1983. Rio de Janeiro, Inst. Pesq. Hidrog. (INPH), Div. Lev. (DIDELE), 23 p.

QUADROS C. J. L.. 2002. Variações morfológicas e volumétricas associadas à incidência de sistemas frontais em duas praias arenosas do litoral paranaense.

Programa de Pós Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Dissertação de Mestrado, Curitiba. 57p.

QUADROS C. J. L., MARONE E., ANGULO R. J., MARTINS G. J., NETTO JR. J. P. B. 2007. Dinâmica morfosedimentar associada à incidência de sistemas frontais em duas praias do litoral paranaense. Boletim Paranaense de Geociências, Editora UFPR. n. 60-61:65-74.

QUADROS C. J. L., MARONE E., ARAÚJO A. D., PRATA JR. V. P. 2002. Sistema para perfilagem de fundo na zona de arrebenção utilizando sensor de pressão. Pesquisas em Geociências do Instituto de Geociências da UFRGS.

RAYNAUT C., ZANONI M., LANA P. C. 2002. O Desenvolvimento Sustentável Regional: O que Proteger? Quem Desenvolver? In: Desenvolvimento e Meio Ambiente: em busca da interdisciplinaridade. Pesquisas Urbanas e Rurais. Editora UFPR. Curitiba.

RÖSLER (ex CZAJKOWSKI), S. 2006. O uso de cartas-imagem e cartas temáticas para gestão participativa do Parque Nacional do Superagüi. Programa interdisciplinar de doutorado em meio ambiente e desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Relatório Técnico, 48 p.

SÃO PAULO. 2002. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Instituto Florestal. Projeto de Preservação da Mata Atlântica. Plano de Manejo Fase 2: Parque Estadual da Ilha do Cardoso. São Paulo.

SOARES C. R., PARANHOS FILHO A. C., SOUZA M. C., BRANCO J. C., FABIANOVICZ R., PRAZERES FILHO H. J., KOGUT J. S. 1994. Variações da linha de costa no Balneário Pontal do Sul (PR) no período de 1953-1993: Um balanço sedimentar. Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba, 42:161-171.

SOUZA M. C. 1999. Mapeamento da planície costeira e morfologia e dinâmica das praias do município de Itapoá, Estado de Santa Catarina: subsídios à ocupação. Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Programa de pós graduação em Geologia, Dissertação de Mestrado. 177 p.

SUGUIO K. 1973. Introdução à sedimentologia. São Paulo, Edgard Blucher, 317p

SUGUIO K. 1980. Rochas sedimentares: propriedades, gênese e importância econômica. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 500 p.

TESSLER M.G. 1988. Dinâmica sedimentar quaternária no litoral sul paulista. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, São Paulo, 277 p.

TESSLER M. G. & MAHIQUES M. M. 1993. Utilization of coastal geomorphic features as indicators of longshore transport: Examples of the southern coastal region of the State of São Paulo, Brasil. J. Coast. Res. Itajaí, n 9:823-830.

VANHONI F. & MENDONÇA, F. 2008. O clima do litoral do estado do Paraná. In *Revista brasileira de climatologia*.

VILA-CONCEJO A., FERREIRA Ó., MATIAS A., DIAS J.M.A. 2003. The first two years of an inlet: sedimentary dynamics. *Continental Shelf Research* 23:1425–1445.

WENTWORTH C.K. 1922. A scale of grade and class term for clastic sediments. *Jour.Geol.*, **30**:377-392.

ANEXO 1

Amostra	Latitude	Longitude	Média	Classificação	Mediana	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação
1	791482,119	7197764,162	2,445	Areia fina	2,415	0,45	Bem S.	-0,02276	Aprox. simétrica
2	791601,119	7197807,163	2,624	Areia fina	2,666	0,37	Bem S.	-0,07531	Aprox. simétrica
3	792010,119	7197990,162	2,647	Areia fina	2,683	0,39	Bem S.	-0,04975	Aprox. simétrica
4	791811,892	7198039,998	2,634	Areia fina	2,678	0,43	Bem S.	-0,09142	Aprox. simétrica
5	791656,515	7198102,383	4,067	Silte grosso	3,122	2,05	Mto Pobre. S.	0,678	Mto positiva
6	791885,677	7198111,030	3,009	A. Mto fina	3,03	0,33	Mto Bem S.	-0,08646	Aprox. simétrica
7	792215,119	7198098,162	2,877	Areia fina	2,832	0,35	Mto Bem S.	0,1243	Positiva
8	792161,119	7198107,162	2,697	Areia fina	2,719	0,41	Bem S.	-0,004122	Aprox. simétrica
9	791760,119	7198199,162	3,912	A. Mto fina	2,257	2,83	Mto Pobre. S.	0,7171	Mto positiva
10	791826,119	7198209,162	2,785	Areia fina	2,764	0,36	Bem S.	0,05724	Aprox. simétrica
11	792197,119	7198230,162	2,787	Areia fina	2,791	0,46	Bem S.	-0,08213	Aprox. simétrica
12	792087,119	7198320,162	2,949	Areia fina	2,912	0,31	Mto Bem S.	0,1702	Positiva
13	791950,119	7198363,162	2,948	Areia fina	2,909	0,40	Bem S.	0,1338	Positiva
14	791820,119	7198381,162	2,697	Areia fina	2,711	0,42	Bem S.	-0,008955	Aprox. simétrica
15	792307,119	7198414,162	2,904	Areia fina	2,865	0,43	Bem S.	-0,06414	Aprox. simétrica
16	791939,002	7198636,017	2,736	Areia fina	2,736	0,42	Bem S.	0,02327	Aprox. simétrica
17	792484,119	7198779,162	2,763	Areia fina	2,702	0,65	Moder. S.	0,1019	Positiva
18	791890,513	7198836,877	3,032	A. Mto fina	3,062	0,33	Mto Bem S.	-0,1285	Negativa
19	792140,002	7198937,012	2,694	Areia fina	2,706	0,42	Bem S.	0,003842	Aprox. simétrica
20	792493,119	7198989,162	2,893	Areia fina	2,869	0,39	Bem S.	-0,004371	Aprox. simétrica
21	792119,004	7199082,018	2,844	Areia fina	2,818	0,43	Bem S.	0,03017	Aprox. simétrica
22	792870,791	7199192,482	2,939	Areia fina	2,902	0,34	Mto Bem S.	0,1218	Positiva
23	792718,878	7199408,007	2,464	Areia fina	2,404	0,49	Bem S.	0,1622	Positiva
24	792655,247	7199479,544	2,733	Areia fina	2,743	0,38	Bem S.	-0,03131	Aprox. simétrica
25	793035,855	7199767,061	1,719	Areia média	1,739	0,67	Moder. S.	-0,06766	Aprox. simétrica
26	793595,020	7199581,542	2,562	Areia fina	2,551	0,42	Bem S.	0,1388	Positiva
27	793485,181	7200290,784	3,155	A. Mto fina	3,196	0,97	Moder. S.	0,2922	Positiva
28	793395,230	7200372,535	1,85	Areia média	2,027	0,78	Moder. S.	-0,3534	Mto negativa
29	793212,810	7200430,355	3,615	A. Mto fina	3,106	1,60	Pobrememente S.	0,6401	Mto positiva
30	794266,885	7200932,777	4,138	Silte grosso	4,369	2,43	Mto Pobre. S.	-0,06732	Aprox. simétrica
31	794082,030	7201108,384	2,048	Areia fina	2,147	0,58	Moder. S.	-0,28	Negativa
32	793940,175	7201283,228	2,547	Areia fina	2,507	0,49	Bem S.	0,08853	Aprox. simétrica
33	795155,663	7201572,802	4,769	Silte grosso	3,39	2,12	Mto Pobre. S.	0,8099	Mto positiva
34	795070,789	7201714,852	2,194	Areia fina	2,228	0,51	Moder. S.	-0,1586	Negativa
35	794938,148	7201868,391	3,091	A. Mto fina	3,131	0,65	Moder. S.	0,2114	Positiva
36	795262,008	7201912,012	2,522	Areia fina	2,526	0,40	Bem S.	0,1182	Positiva
37	795510,005	7201989,015	2,639	Areia fina	2,594	0,46	Bem S.	0,1562	Positiva
38	795541,007	7202017,017	2,756	Areia fina	2,748	0,45	Bem S.	0,02972	Aprox. simétrica
39	796081,169	7201967,091	2,948	Areia fina	2,933	0,38	Bem S.	-0,06995	Aprox. simétrica
40	796002,359	7202177,343	2,614	Areia fina	2,654	0,41	Bem S.	0,03989	Aprox. simétrica
41	795891,410	7202380,036	3,714	A. Mto fina	3,359	1,28	Pobrememente S.	0,693	Mto positiva
42	796377,035	7202252,260	2,783	Areia fina	2,775	0,41	Bem S.	-0,02629	Aprox. simétrica
43	796266,416	7202414,280	2,597	Areia fina	2,63	0,41	Bem S.	-0,02166	Aprox. simétrica
44	796109,632	7202606,334	5,251	Silte médio	5,344	1,02	Pobrememente S.	0,09732	Aprox. simétrica

45	796595,002	7202825,013	2,709	Areia fina	2,724	0,39	Bem S.	-0,01358	Aprox. simétrica
46	797092,342	7203344,012	7,681	Silte Mto fino	8,215	1,32	Pobrememente S.	-0,6355	Mto negativa
47	796893,583	7203506,375	2,445	Areia fina	2,416	0,50	Moder. S.	-0,0296	Aprox. simétrica
48	796730,867	7203664,876	2,676	Areia fina	2,697	0,42	Bem S.	0,007681	Aprox. simétrica
49	797737,840	7204116,153	3,155	A. Mto fina	3,105	1,14	Pobrememente S.	0,467	Mto positiva
50	797639,609	7204238,644	2,683	Areia fina	2,71	0,31	Mto Bem S.	-0,1121	Negativa
51	797493,267	7204458,041	2,548	Areia fina	2,57	0,34	Mto Bem S.	-0,05914	Aprox. simétrica
52	798468,268	7204613,351	4,165	Silte grosso	2,827	2,99	Mto Pobre. S.	0,4431	Mto positiva
53	798364,668	7204680,156	2,312	Areia fina	2,291	0,45	Bem S.	-0,05783	Aprox. simétrica
54	798374,590	7204923,345	4,089	Silte grosso	3,229	1,78	Pobrememente S.	0,7467	Mto positiva
55	799664,142	7205476,758	2,647	Areia fina	2,686	0,34	Mto Bem S.	-0,0898	Aprox. simétrica
56	799438,158	7205535,092	2,222	Areia fina	2,222	0,26	Mto Bem S.	-0,1141	Negativa
57	799317,336	7205553,435	2,61	Areia fina	2,647	0,36	Bem S.	-0,06326	Aprox. simétrica
58	799886,030	7205930,390	2,618	Areia fina	2,668	0,45	Bem S.	0,03115	Aprox. simétrica
59	799744,202	7206053,937	1,758	Areia média	2,065	1,06	Pobrememente S.	-0,5616	Mto negativa
60	799696,847	7206208,998	2,465	Areia fina	2,443	0,38	Bem S.	-0,006337	Aprox. simétrica
61	800185,096	7206377,475	4,527	Silte grosso	3,212	2,19	Mto Pobre. S.	0,777	Mto positiva
62	800007,820	7206486,606	1,95	Areia média	1,93	0,38	Bem S.	-0,02339	Aprox. simétrica
63	799988,414	7206492,520	2,195	Areia fina	2,369	1,10	Pobrememente S.	-0,4507	Mto negativa
Amostra	Latitude	Longitude	Média	Classificação	Mediana	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação