

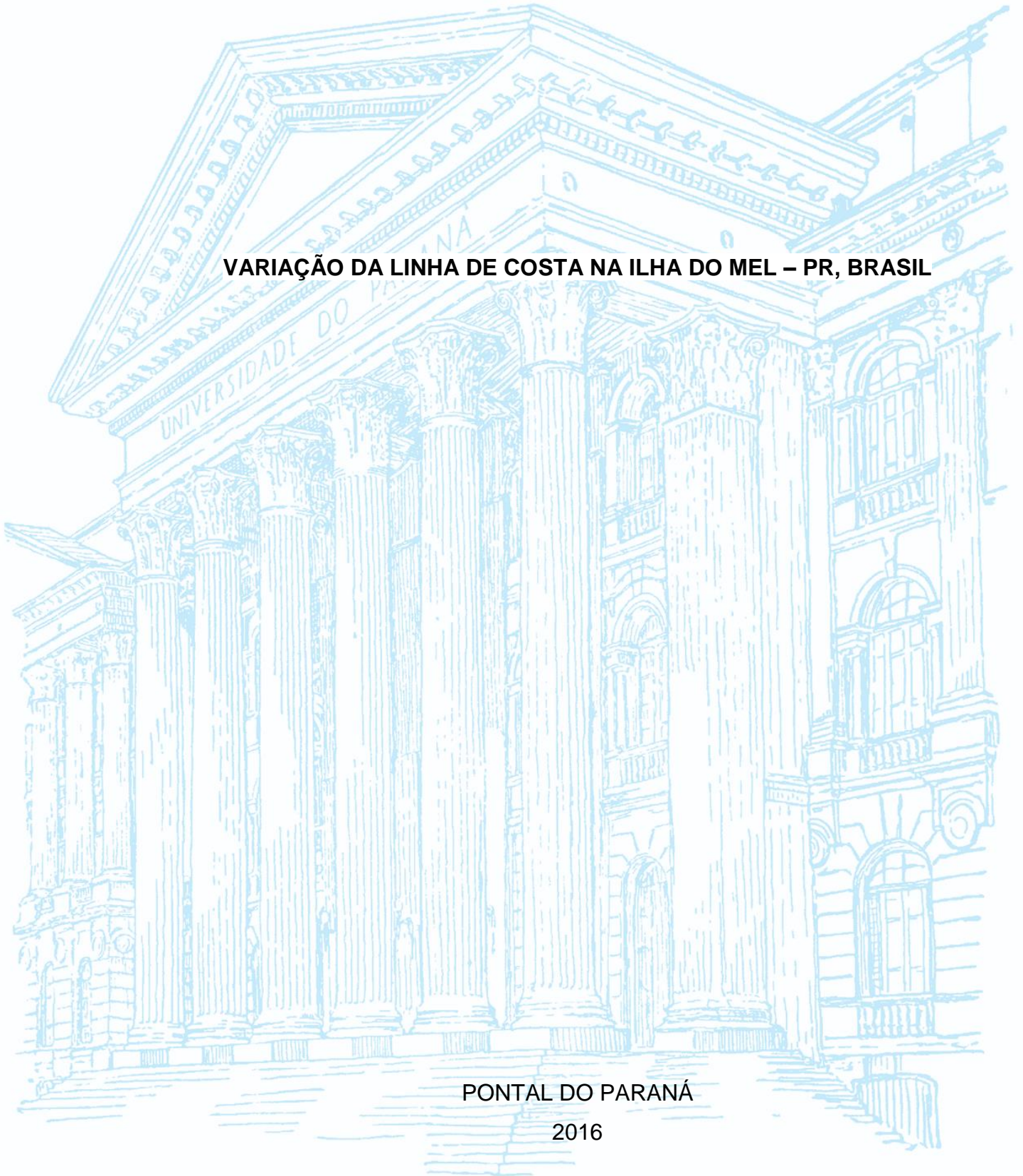
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CÁSSIA TRAIN DE OLIVEIRA

VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA NA ILHA DO MEL – PR, BRASIL

PONTAL DO PARANÁ

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CÁSSIA TRAIN DE OLIVEIRA

VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA NA ILHA DO MEL – PR, BRASIL.

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia com habilitação em Pesquisa Oceanográfica, ao curso de graduação em Oceanografia, Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientadores: Prof. Dr. Arthur
Antônio Machado
Prof. Dr. Carlos Roberto Soares

PONTAL DO PARANÁ

2016

CATALOGAÇÃO NA FONTE:

UFPR / SiBi - Biblioteca do Centro de Estudos do Mar

Caroline Felema dos Santos Rocha – CRB 9/1880

Oliveira, Cássia Train de

O48v Variação da linha de costa na Ilha do Mel – PR, Brasil. / Cássia Train de Oliveira. – Pontal do Paraná, 2016.

60 f.: il., color.; 29 cm.

Orientador: Prof. Dr. Arthur Antônio Machado.

Monografia (Graduação) – Curso de Oceanografia, Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

1. Mel, Ilha do (PR). 2. Praias – Mel, Ilha do (PR). 3. Erosão. 4. Acresção. 5. Sedimentos. 6. Dragagem. I. Título. II. Machado, Arthur Antônio. III. Universidade Federal do Paraná.


CDD 551.457

TERMO DE APROVAÇÃO

Cássia Train de Oliveira

“Variação da linha de costa na Ilha do Mel, PR, Brasil.”

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:


Prof. Dr. Arthur Antônio Machado - FURG


Prof. Dr. Elvo Fassbinder - UFPR


MSc. Marcelo Müller


Prof. Dr. Carlos Roberto Soares
Presidente

Pontal do Paraná, 12 de dezembro de 2016

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Suzete e Newton pela liberdade e aceitação da escolha do curso, amor, carinho, cobranças e dim dim. Principalmente por permitirem a proximidade com a Ilha do Mel e o amor desenvolvido por ela, não fosse isso, este trabalho seria outro. Amo vocês.

À minha irmã Clare, pelas conversas, pela sanidade de escolhas, risadas e companhia sempre. Às minhas tias Sueli e Sirlei, pelo apoio financeiro e incentivo. Às minhas amigas Niede, Ana e Sarah, à minha prima Elisa pelo por estar sempre presente em horas de indecisões, e por todos estes anos de amizade que sobreviveram a distância.

Ao Lucas, pelos 3 anos de moradia e 5 de amizade, irmandade e parceria, pela luz e confiança; por me mostrar o verdadeiro significado de amizade entre diferentes sexos. Obrigada por tudo. (Mora comigo!)

Às minhas parceiras de casa, Drika, Nina, Casca e Chepa Maria. Drika pela parceria, amizade, trocas, risadas, por não me deixar pirar com o Qgis e a monografia; à Nina, companheira de viagens, parceira, amiga, batuqueira, pela paciência e trocas, às duas pelos momentos bons e por me viciarem em café dentro da casinha ventilada; à Cascão e Chepinha pelos passeios, e por me tirarem qualquer estresse, amor verdadeiro.

À Ilara, Blanka e Bruna pela amizade desde à primeira vista, pela troca e por dividir risadas, choros, e tantos momentos inesquecíveis.

Ao GRR2012, por me ensinarem convivência, pelas ajudas nas disciplinas, “passeios” de campo e amizades independente de proximidades.

Às organizações do Festival da Primavera, que me formaram como pessoa, profissional, me mostraram responsabilidades e compromissos, além da sensação de se realizar com o que realmente gosta.

À Viagem de Canoa, que plantou a sementinha do grande amor pela cultura caiçara, pela região e forma de vida.

Ao maracatu Omo Omin e aos queridos do grupo. Momentos inesquecíveis e emocionantes ficarão.

Aos queridos amigos, sem eles, estes anos em Pontal seriam diferentes, ou nem seriam. Andressa, Andrézão, Ariana, Caio, Catarina, Cris, Cris M., Daya,

Danilo, Digo, Gabriel, Isa, Iully, Ju, Julia, Laiza, Luiza, Louis, Marcela, Mari, Marininha, Mariel, Matheus, Moara, Nayani, Pedrinho, Tai, Tata, Thomaz e os que estiveram de alguma forma comigo, perto de mim e me ajudaram a realizar este trabalho, Bob, Drika, Ilara, Moara, Nina.

Romantizando, agradeço aos grandes artistas de música brasileira que foram trilha sonora e refúgio nesta trajetória, à minha mãezinha da água do mar e à mãe natureza, o meu coração e minha vida são de vocês.

À todos os professores, excelentes pesquisadores e aos funcionários do CEM, em especial a Izis e Silvana pelas correrias, as queridas moças da limpeza e à Rotinha.

E por último, não menos importantes, meu orientador Arthur, por acreditar no tema que tanto desejei trabalhar desde antes de entrar na graduação, pela paciência com o Q-gis, R e cia, pela autonomia e por ser tão presente independente da distância. E ao Prof. Carlos Soares, por aceitar me orientar e pela alegria e tranquilidade, vocês foram ótimos.

Sua relação com o mar era das mais puras. Não bastava vê-lo todos os dias, queria estar dentro dele, sentir seus sentimentos diários, seus tempos bons e suas tempestades. Também não queria entendê-lo, nem tampouco controlá-lo. Queria deixá-lo ser e aprendeu a levar isso para si. Fugia de relações controladoras e superficiais. Fugia das responsabilidades que para muitos, irresponsáveis de seu coração. E assim, deixou de ser o que era, para apenas ser. Mesmo que provocasse a curiosidade dos outros, mesmo que o mundo não permitisse.

RESUMO

Praias são ambientes dinâmicos que se moldam em função de ondas, marés, ventos e correntes. Estes fatores adicionados a influências antrópicas podem vir a causar variações no transporte e na deposição de sedimentos. Assim alterando, com erosão ou acresção, a linha de costa. A Ilha do Mel é um dos principais pontos turísticos do litoral paranaense, e por estar localizada na desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), possui praias expostas a ação de ondas e correntes de maré interligadas às características de um delta de maré vazante constantemente modificado; além de estar vulnerável ao canal de navegação que supre os portos de Paranaguá e Antonina. Com o objetivo de quantificar as variações na linha de costa da Ilha do Mel este trabalho analisou as praias do Mar de Fora, Brasília, Miguel, Grande, Farol e Istmo através do auxílio de programas de georreferenciamento de imagens de satélite e projeção de gráficos que compreendem estatisticamente estas variações de acordo com a posição e vulnerabilidade de cada região. Para isto, foi analisado, para cada praia imagens de 2002, 2013 e 2014 com intuito de obter resultados de taxas de variação da linha de costa anuais e de todo o período, bem como classificar e propor uma possível tendência de linha de costa para cada praia. Os resultados mostraram que a praia do Mar de Fora encontra-se em instabilidade devido ao significativo processo de acresção; as praias do Miguel e Grande são estáveis, porém, com possível susceptibilidade à erosão e à acresção; a praia do Farol das Conchas e o Istmo que compreende a sequência desta praia encontram-se em estado de acresção, uma vez que existe a presença de esporões na praia do Farol e um aumento na área e vegetação do istmo. Por fim, a praia da Brasília está estável, e o Istmo que dá sequência à esta praia encontra-se em erosão segundo o método, isto se deve ao fato de estar ocorrendo um leve deslocamento do mesmo. Portanto, é importante que haja um estudo que contemple as dinâmicas destas praias e principalmente onde há uma variação mais significativa, podendo auxiliar no gerenciamento, monitoramento e prevenção de eventuais danos nestes ambientes.

Palavras chave: 1. Mel, Ilha do (PR). 2. Praias-Mel, Ilha do (PR). 3. Erosão. 4. Acresção. 5. Sedimentos. 6. Dragagem

ABSTRACT

Beaches are dynamic environments that are shaped by waves, tides, winds and currents. These factors added to anthropic influences may cause variations in sediment transport and deposition. This altering, with erosion or addition, the coastline. "Ilha do Mel" is one of the main tourist attractions on the coast of Paraná, and is located at the mouth of the Paranaguá Estuary Complex (CEP). It has beaches exposed to action of waves and tidal currents interconnected with the characteristics of a delta Ebb tide constantly modified by the action of waves; Besides being vulnerable to the navigation channel that supplies the ports of Paranaguá and Antonina. With the objective of quantifying the variations in the coastline of Ilha do Mel, this work analyzed the beaches of "Mar de Fora, Brasilia, Miguel, Grande, Farol" and "Istmo" through the aid of georeferencing programs of satellite images and projection of graphs that Statistically understand these variations according to the position and vulnerability of each region. For this, it was analyzed, for each beach, images of 2002, 2013 and 2014 in order to obtain results of annual coastline variation rates and of the whole period, as well as to classify and propose a possible coastline trend for each beach. The results showed that the beach of "Mar de Fora" is in instability due to the significant process of addition; The beaches of "Miguel" and "Grande" are stable, however, with possible susceptibility in the coming years; The beach of "Farol das Conchas" and "Istmo" that comprises the sequence of this beach are in state of addition, since there is the presence of spurs in the beach of "Farol" and an increase in the area and vegetation of the "Istmo". Finally, the beach of "Brasilia" is stable, and the "Istmo" that follows this beach is eroded according to the method, this is due to the fact that there is a slight displacement of the same. Therefore, it is important that there be a study that contemplates the dynamics of these beaches and especially where there is a more significant variation, being able to help in the management, monitoring and prevention of possible damages in these environments.

Key words: 1.Mel, Ilha do (PR). 2. Beaches-Mel, Ilha do (PR). 3. Erosion. 4. Addition. 5. Sediments. 6. Dredging

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DA ILHA DO MEL.....	7
FIGURA 2- ESPORÃO ARENOSO 1 E 2 E TREM DE ONDAS NA PRAIA DO FAROL.....	9
FIGURA 3: TOPONÍMIAS E LOCALIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS PRAIAS (EM ALARANJADO) E FEIÇÕES GEOGRÁFICAS DA ILHA DO MEL (EM VERMELHO): 1- PRAIA DA GRUTA; 2 - PRAIA DA BOIA; 3 - MAR DE FORA; 4 - SACO DO RITA; 5 - PRAIA DA MIGUEL;6- PRAIA GRANDE; 7- PRAIA DE FORA; 8 - PRAIA DO FAROL; 9 - PRAIA DO ISTMO; 10- PRAIA DO LIMOEIRO; 11 - PRAIA DE BRASÍLIA; 12 - PRAIA DO BELO; 13 - PONTINHA; 14 - PRAIA DE ENCANTADAS; 15 - LANÇO DO CAMPO; 16- PONTA DA NHÁ PINA; 17 - MORRO DO MEIO; 18 - MORRO DO JOAQUIM; 19 - MORRO DO FAROL; 20- ILHA DA GALHERA; 21- PONTAL DO SUL.....	10
FIGURA 4- LOCALIZAÇÃO DA ACE (ÁREA CIRCULAR EXTERNA) EM RELAÇÃO À ILHA DO MEL.....	14
FIGURA 6 – PRAIA DO MAR DE FORA (2002(A), 2013(B) E 2014(C)).	16
FIGURA 7 - PRAIA DO FAROL DAS CONCHAS (2002(A), 2013(B) E 2014(C))......	16
FIGURA 8 - PRAIA DO MIGUEL E PRAIA GRANDE (2002(A), 2013(B) E 2014(C)).	17
FIGURA 9 - PRAIA DA BRASÍLIA (2002(A), 2013(B) E 2014(C)).	17
FIGURA 10 - PARÂMETRO DE EMBAIAMENTO SHORT & MASSELINK (1999).....	18
FIGURA 11 – TIPOS DE CIRCULAÇÃO EM RELAÇÃO AO GRAU DE EMBAIAMENTO.....	18
FIGURA 12 – ROSAS DE ONDAS (ALTURA DE ONDA HS). A- BÓIA PR 01 (2014). B- RESULTADOS DO MODELO WW3 (2005-2014).	20
FIGURA 13 - ROSAS DE ONDAS (PERÍODO TP). A- BÓIA PR 01 (2014). B- RESULTADOS DO MODELO WW3 (2005-2014).	21
FIGURA 14- LINHAS DE COSTA (2002, 2013 E 2014) ENUMERADOS DA DIREITA PARA ESQUERDA; LINHAS DE BASE (ONSHORE E OFFSHORE) E TRANSECTOS DO MAR DE FORA.....	22

FIGURA 15- GRÁFICO REPRESENTATIVO ONDE EIXO X – NUMERO DE TRANSECTOS E EIXO Y- MUDANÇAS(M) NA LINHA DE COSTA.....	23
Figura 16- QUANTIDADE DE PONTOS EM EROSÃO E ACRESÇÃO E A POSIÇÃO DOS MESMOS EM RELAÇÃO À PRAIA DO MAR DE FORA.....	24
FIGURA 17- A- PRAIA DO MAR DE FORA 2002. B- PRAIA DO MAR DE FORA 2016	24
FIGURA 18- LINHAS DE COSTA (2002,2013 E 2014) ENUMERADOS DA ESQUERDA PARA DIREITA; LINHAS DE BASE (ONSHORE E OFFSHORE) E TRANSECTOS DA PRAIA DO FAROL E ISTMO.	26
FIGURA 19- EIXO X- TRANSECTOS ENUMERADOS; EIXO Y- MUDANÇAS(M) DAS LINHAS DE COSTA (EROSÃO E ACRESÇÃO).....	26
FIGURA 20- QUANTIDADE DE PONTOS EM EROSÃO E ACRESÇÃO E A POSIÇÃO DOS MESMOS EM RELAÇÃO À PRAIA DO FAROL E ISTMO.....	27
FIGURA 21- FOTOGRAFIA PRAIA DO ISTMO. A- 2002. B 2014	28
FIGURA 22- FOTOGRAFIA PRAIA DO FAROL. A-2002. B- 2014.....	28
FIGURA 23- LINHAS DE COSTA (2002,2013 E 2014), LINHAS DE BASE (ONSHORE E OFFSHORE) E TRANSECTOS- PRAIA DO MIGUEL E PRAIA GRANDE.....	30
FIGURA 24- GRÁFICO REPRESENTATIVO ONDE EIXO X – NUMERO DE TRANSECTOS E EIXO Y- VARIAÇÃO (M) DA LINHA DE COSTA.....	31
FIGURA 25- QUANTIDADE DE PONTOS EM EROSÃO E ACRESÇÃO E A POSIÇÃO DOS MESMOS EM RELAÇÃO À PRAIA DO MIGUEL E PRAIA GRANDE.	32
FIGURA 26 – A- PRAIA GRANDE. B- PRAIA DO MIGUEL	33
FIGURA 27- LINHAS DE COSTA (2002,2013 E 2014), LINHAS DE BASE (ONSHORE E OFFSHORE) E TRANSECTOS- PRAIA DA BRASÍLIA E ISTMO.	34
FIGURA 28- GRÁFICO REPRESENTATIVO ONDE EIXO X – NUMERO DE TRANSECTOS E EIXO Y- MUDANÇAS(M) NA LINHA DE COSTA NA PRAIA DA BRASÍLIA	35
FIGURA 29- QUANTIDADE DE PONTOS EM EROSÃO E ACRESÇÃO E A POSIÇÃO DOS MESMOS EM RELAÇÃO À PRAIA DA BRASÍLIA E ISTMO.	36
FIGURA 30- A- PRAIA DA BRASILIA . B- ISTMO.....	36
FIGURA 31- CLASSIFICAÇÃO PRAIAS: MAR DE FORA, MIGUEL, GRANDE, FAROL DAS CONCHAS, ISTMO E BRASÍLIA.....	41

LISTA DE SIGLAS

- EPR - End-Point Rate (taxa de variação entre o ponto mais antigo e o mais recente da linha de costa.)
- CEP - Complexo Estuarino de Paranaguá
- UCs - Unidades de Conservação
- ACE - Área Circular Externa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVOS.....	3
2.1	OBJETIVO GERAL	3
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3	JUSTIFICATIVA.....	3
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
4.1	DELTAS DE MARÉ	4
4.2	MORFODINÂMICA	4
5	ÁREA DE ESTUDO	6
5.1	LITORAL DO PARANÁ	6
5.2	ILHA DO MEL	7
5.2.1	PRAIAS DA VILA DE ENCANTADAS.....	10
5.2.2	PRAIAS DA VILA DE NOVA BRASÍLIA.....	11
5.3	PARÂMETROS NATURAIS	11
5.3.1	DRAGAGENS NO CEP	14
6	MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
6.1	ANÁLISE DAS ONDAS AO LARGO DA ILHA DO MEL.....	15
6.2	ANÁLISE DE IMAGENS DE SATÉLITE.....	16
6.3	GRAU DE EMBAIAMENTO	18
7	RESULTADOS	20
7.1	ONDAS	20
7.2	LINHA DE COSTA – PRAIAS ILHA DO MEL.....	22
7.2.1	PRAIA DO MAR DE FORA.....	22
7.2.1.1	EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA	23
7.2.1.2	TRANSECTOS DE ACRESÇÃO E EROÇÃO	23
7.2.1.3	TENDÊNCIAS DA LINHA DE COSTA E CLASSIFICAÇÃO	25

7.2.2	PRAIA DO FAROL E ISTMO	25
7.2.2.1	EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA	26
7.2.2.2	TRANSECTOS DE ACRESÇÃO E EROSÃO	27
7.2.2.3	TENDÊNCIAS DA LINHA DE COSTA E CLASSIFICAÇÃO	28
7.2.3	PRAIA DO MIGUEL E PRAIA GRANDE.....	30
7.2.3.1	EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA.....	30
7.2.3.2	TRANSECTOS DE ACRESÇÃO E EROSÃO	31
7.2.3.3	TENDÊNCIAS DA LINHA DE COSTA E CLASSIFICAÇÃO	33
7.2.4	PRAIA DE BRASÍLIA E ISTMO INTERNO	34
7.2.4.1	EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA.....	35
7.2.4.2	TRANSECTOS DE ACRESÇÃO E EROSÃO	35
7.2.4.3	TENDÊNCIAS DA LINHA DE COSTA E CLASSIFICAÇÃO	36
8	DISCUSSÃO.....	38
9	CONCLUSÃO	42
10	REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

Tendo em vista as demandas antrópicas de uso e ocupação de ambientes litorâneos e seus entornos a alteração natural destes locais é comum, uma vez que são ambientes altamente dinâmicos que se moldam em função da ação das ondas, marés, ventos e correntes. Como defende Short (1999), estes ambientes são sensíveis a estes aspectos e podem ser modificados em escalas de tempo e de espaço, sendo responsáveis também por outros ecossistemas que os rodeiam, como áreas de restinga e pequenos lagos. Estas variações podem ser em forma de erosão ou de deposição de sedimentos.

Chama-se de linha de costa o limite entre o continente e a porção de água adjacente ao mar, onde a ação do mar não é efetiva ao alcance máximo das ondas. Nesta área, são encontradas falésias e outras feições que caracterizam o início da linha continental, que sofre processos de acreção e erosão (SUGUIO, 1992). Compreendendo estas definições é possível entender a dinâmica e a complexidade dos aspectos costeiros. Desta forma é possível identificar riscos geológicos e seus consequentes fenômenos naturais, promovendo a mitigação de seus impactos.

Dentre as feições que influenciam na dinâmica de linhas de costas, estão os deltas de maré vazantes, definidos como acumulações de areia, defronte às desembocaduras que se formam pela interação das correntes de maré e das correntes geradas pelas ondas, ou seja, da corrente longitudinal (FITZGERALD, 1984). Esta feição é encontrada na desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e possui influência no transporte de sedimentos nas praias da Ilha do Mel, objeto de estudo do presente trabalho.

A Ilha do Mel é um dos principais pontos turísticos do litoral paranaense, onde se encontram duas Unidades de Conservação (UCs), a Estação Ecológica da Ilha do Mel e o Parque Estadual da Ilha do Mel, o que a torna atrativa devido à diversidade de espécies e o ambiente natural. Também se encontram comunidades nativas que recebem a migração de pessoas externas à mesma e que influenciam na economia local através da implantação de pousadas, restaurantes e transportes turísticos. Devido a estes fatores, os fenômenos de erosão e acreção na ilha vêm despertando o interesse tanto da imprensa quanto do meio acadêmico científico.

Os estudos relacionados a este tema são, até hoje, mais focados na variação do istmo, uma porção estreita de terra onde a ilha quase se separou em

duas partes no passado. Destacam-se os trabalhos de Krueger (1996) e Krueger *et al.* (1997), através de técnicas espaciais por meio de satélites e GPS que identificaram a evolução das linhas de costa e os processos de erosão. Após isso, registrou-se a formação de um esporão arenoso ancorado na ponta do Farol das Conchas, descrito por Angulo *et al.* (2004).

Portanto, estudar as variações da linha de costa das praias da Ilha do Mel é essencial para o entendimento de forças e dinâmicas atuantes no local, que causam modificações nas paisagens costeiras.

Este estudo foi realizado através do uso de programas de georreferenciamento, que permitem observar e analisar dinâmicas temporais da linha de costa, através de imagens de satélite e a projeção de gráficos que compreendem estatisticamente estas variações, além da possibilidade de definir os estados dinâmicos atuais de cada praia, sendo elas Mar de Fora, Brasília, Miguel, Grande, Farol e Istmo, todas localizadas na Ilha do Mel, PR.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as mudanças e avaliar as tendências da linha de costa na Ilha do Mel, abrangendo as praias do Istmo, do Farol, do Miguel e do Mar de Fora.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar quantitativamente as variações da linha de costa das praias em questão para cada ano de análise e no período (12 anos);
- Analisar, qualitativamente, as mudanças morfológicas das praias;
- Definir as praias em processo de erosão, acreção e estáveis;
- Definir as tendências de variação da linha de costa para cada praia;
- Classificar o tipo de circulação de cada praia de acordo com o parâmetro de embaiamento de Short & Masselink (1999).

3 JUSTIFICATIVA

A análise de variações nas linhas de costa das praias da Ilha do Mel é necessária devido ao fato de que estas são notáveis e acontecem em períodos muito curtos. A geração de dados quantitativos e qualitativo auxilia no gerenciamento, monitoramento e prevenção de eventuais danos nestes ambientes, nas atividades existentes, sejam elas habitacionais (uso e ocupação do solo), de turismo, atividades e costumes tradicionais, nas implicações dos limites geográficos das Unidades de Conservação (UC's) existentes, no planejamento de obras de engenharia costeiras, entre outros possíveis aspectos. Ajuda também na compreensão da dinâmica natural da região, que é pouco conhecida.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 DELTAS DE MARÉ

Os deltas de maré estão associados a desembocaduras estuarinas ou lagunares, ocorrendo em costas sob influência de micro-marés (0 até 2 m) e meso-marés (<2 até 4 m), geralmente são identificados na porção interna da plataforma continental e na porção interna do estuário, caracterizando-se por deltas de maré vazante e enchente, respectivamente (HAYES, 1975).

Os deltas de maré vazante possuem forte influência na sedimentação costeira pois, uma vez que atuam como válvulas no suprimento de sedimentos, regulam as mudanças entre o estuário e o oceano aberto, sendo armadilha de sedimentos transportados pelas correntes de deriva litorânea (HICKS & HUME, 1997).

Boothroyd (1985) explica que a formação destas feições se dá a partir do transporte longitudinal de sedimentos em praias próximas à desembocadura, onde há a interrupção dos mesmos pelos fluxos que ocorrem no canal, a partir de então, os sedimentos ficam suscetíveis à ação das ondas.

4.2 MORFODINÂMICA

A dinâmica da linha de costa depende de processos de diversas magnitudes e frequências que envolvem processos complexos ligados à variação do nível do mar (curto e longo prazo), ao balanço de sedimentos, aos movimentos tectônicos e geológicos e antrópicos (CAMFIELD E MORANG, 1996).

De acordo com Bruun (1960) o termo morfodinâmica traduz o mútuo ajuste entre a topografia e a dinâmica dos fluidos que envolvem o transporte sedimentar da praia, ou seja, demonstra a interação do ambiente de praia com as forçantes hidrodinâmicas que atuam no local, tendo como principal foco as correntes de marés e o clima de ondas.

O estudo da morfodinâmica praias integra observações morfológicas e dinâmicas em uma relação da praia com a zona de arrebatamento. A morfologia e a hidrodinâmica dos locais evoluem reciprocamente, uma vez que a hidrodinâmica irá

produzir a morfologia e esta irá interferir diretamente nos processos hidrodinâmicos (CALLIARI *et al.*, 2003).

Para entender os sistemas morfodinâmicos é necessário, segundo Cowell & Thom (1997), identificar as características espaciais e os processos presentes nos contornos do ambiente, pois o padrão hidrodinâmico e sedimentar está diretamente ligado à estas características, bem como no estudo das correntes e ondas atuantes nos locais.

As variações e o transporte de sedimentos nas praias são predominantemente ocasionados devido às ações de correntes (de deriva e de retorno). As correntes de deriva se formam a partir da incidência de ondas num ângulo agudo com a praia, de modo que a movimentação da água seja perpendicular à costa, suspendendo assim o material em uma trajetória zigue-zague, ocasionando o transporte sedimentar paralelo à costa (CHRISTOFOLLETI, 1974).

As correntes de retorno são grandes responsáveis pela movimentação de sedimentos nas praias, estas, são descritas como um fenômeno de sub-superfície, que é estreito e se move rapidamente, transversalmente à praia (DAVIS, 1985).

Quando as ondas se aproximam da costa, empurram a água para a face da praia, que logo retornam pela força da gravidade, para evitar a resistência das ondas que estão chegando, a água procura um caminho alternativo, que pode ser próximo a um molhe, a uma pedra ou no meio da praia, onde há uma depressão da areia. Desta forma, se forma uma corrente no canal do retorno que possui força para carrear sedimentos para o mar aberto (HOEFEL, 1998).

Outro fator importante em praias próximas à desembocaduras e/ou separadas por promontórios é conhecido por *bypass*, em português empregado por *transferência*. O mecanismo de *bypass* é o transporte sedimentar ocorrido em zonas costeiras e litorâneas, quando ocorre um acúmulo de sedimento à barlar devido à uma intensa corrente de deriva litorânea em encontro a um obstáculo (MORAES, 1996). O mecanismo de *bypass* é crucial para entender mudanças de linha de costa, ligados aos fluxos de sedimentos que vêm a contornar obstáculos como recifes, deltas de maré vazante e quebra mares (SILVESTRE & HSU, 1997).

5 ÁREA DE ESTUDO

5.1 LITORAL DO PARANÁ

A região do litoral do Estado do Paraná tem extensão média de 6.600 km² e está situada entre a Serra do Mar e o Oceano Atlântico, e entre os litorais de São Paulo e Santa Catarina (ANGULO *et al.*, 2004). Nela estão situados a baía de Guaratuba, com área aproximada de 50 km² e o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), com 612 km². A costa paranaense possui praias oceânicas e estuarinas, além de alguns pontos rochosos (ANGULO, 1992).

O clima no litoral do Paraná é classificado segundo Koeppen, como Cfa (Clima Subtropical Úmido Mesotérmico), com média do mês mais quente superior a 22°C, e no mês mais frio inferior a 18°C, não possuindo estação seca definida, verão quente e geadas menos frequentes.

O CEP é dividido por duas desembocaduras, a desembocadura norte, entre a Ilha do Mel e a Ilha das Peças e a desembocadura sul, entre a Ilha do Mel e o balneário de Pontal do Sul. A desembocadura norte está associada à uma dinâmica predominante de ondas e a desembocadura sul associa-se à correntes de maré, e atividades de dragagem e deposição de material desde 1972, ano em que foi aberto o Canal da Galheta (LAMOUR *et al.*, 2007).

Observado por Angulo (1999), ambas as desembocaduras associam-se a extensos deltas de maré vazante. A granulometria da desembocadura sul foi identificada por Veiga *et al.* (2005) pela presença de areias finas e muito finas.

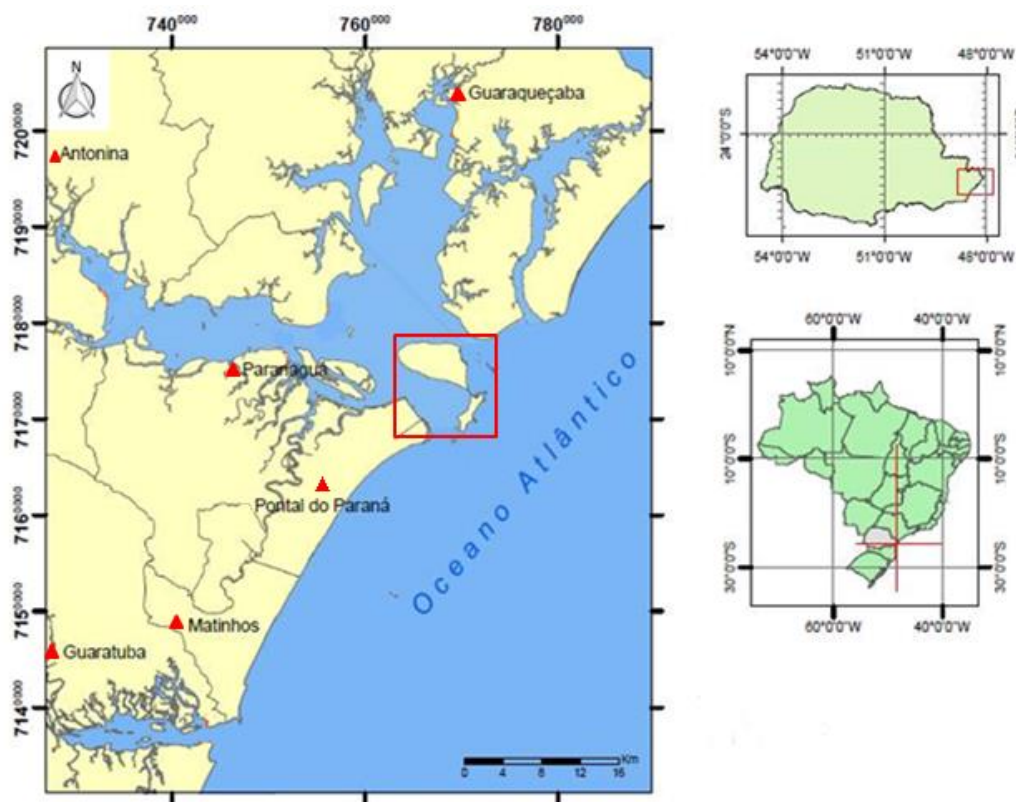
No que se diz respeito às correntes de deriva litorânea, a movimentação dos sedimentos que encontram estas correntes acontece de sul para norte (BIGARELLA *et al.*, 1966; ANGULO, 1993).

A plataforma continental paranaense é caracterizada por dois sistemas principais de ondas: ondas de ENE e SSE/SE. As ondas provenientes de ENE são geradas por vento e associadas ao anticiclone tropical do Atlântico Sul (centro de alta pressão), os quais geram ondas regulares e de tamanho intermediário; as ondas provindas de SSE/SE já são influenciadas por sistemas meteorológicos que acarretam a formação de “ondas de tempestade” (PORTOBRAS, 1983). As variações morfológicas no litoral paranaense estão intimamente relacionadas à variação anual no padrão de ventos, que influenciam no estado de agitação do mar.

5.2 ILHA DO MEL

A Ilha do Mel apresenta superfície de 27 km² (FIGUEIREDO, 1954) e está situada na desembocadura do CEP, nas coordenadas 25°30'S e 48°20'W, pertencendo ao município de Paranaguá (FIGURA 1).

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DA ILHA DO MEL



A ilha possui praias de costas estuarinas (protegidas), oceânicas e de desembocadura que definem a dinâmica e o transporte de seus sedimentos de acordo com as forçantes naturais e antrópicas que atuam em cada região, além disto, é formada pela interligação de morros por planícies arenosas, constituídas por cordões litorâneos e dunas originadas da deposição marinha em sua maior parte quaternária (BIGARELLA,1965).

Os diferentes comportamentos de dinâmica das praias da Ilha estão justamente relacionados à sua exposição. Na porção ocidental, as praias estão suscetíveis à ação das correntes de maré, uma vez que são praias estuarinas voltadas para o interior da baía. A porção oriental da ilha, voltada ao mar aberto, recebe influência direta de ondas oceânicas.

Os sedimentos que estão junto à plataforma continental são transportados para a desembocadura norte e para praias da Ilha do Mel (LAMOUR, 2007). Sendo assim, para cada praia existe uma dinâmica de sedimentos proveniente de diferentes causas que podem ser associadas às alterações na conformação dos bancos arenosos que compõem a desembocadura sul do CEP, associados ao delta de maré vazante. Também pode ser relacionada à intensa atividade de dragagem no Canal da Galheta, que veio a ocasionar tanto o aumento das correntes de marés e o consequente aprisionamento dos sedimentos no banco da Galheta no fundo do canal. Com isso, gera-se um efeito de molhe hidráulico, que manda os sedimentos para a plataforma continental causando um déficit sedimentar nas praias ao redor. Estas mudanças podem ser percebidas ao longo de um período de tempo (ANGULO 1999; ANGULO *et al.*, 2004).

Quando erodidos, os cordões litorâneos podem vir a ceder sedimentos para o sistema costeiro. Isto se deve ao fato de que os sedimentos marinhos são constituídos por areias finas a muito finas, quartzosas e bem selecionadas que formam os tais cordões paralelamente à costa (LAMOUR *et al.*, 2003; GIANNINI *et al.*, 2004).

Desta forma, o transporte costeiro depende de diversos fatores que se alteram ao longo do tempo, como a interação do corpo aquoso com o continente, a ocorrência destes é que vai causar a erosão e a acresção nas planícies costeiras. As áreas costeiras que estão localizadas em desembocaduras de baías são muitas vezes instáveis, estando expostas a variações na linha de costa. Este fato pode estar ligado diretamente ao trem de ondas e fluxos de correntes marítimas nas áreas de desembocadura (LAMOUR, 2007).

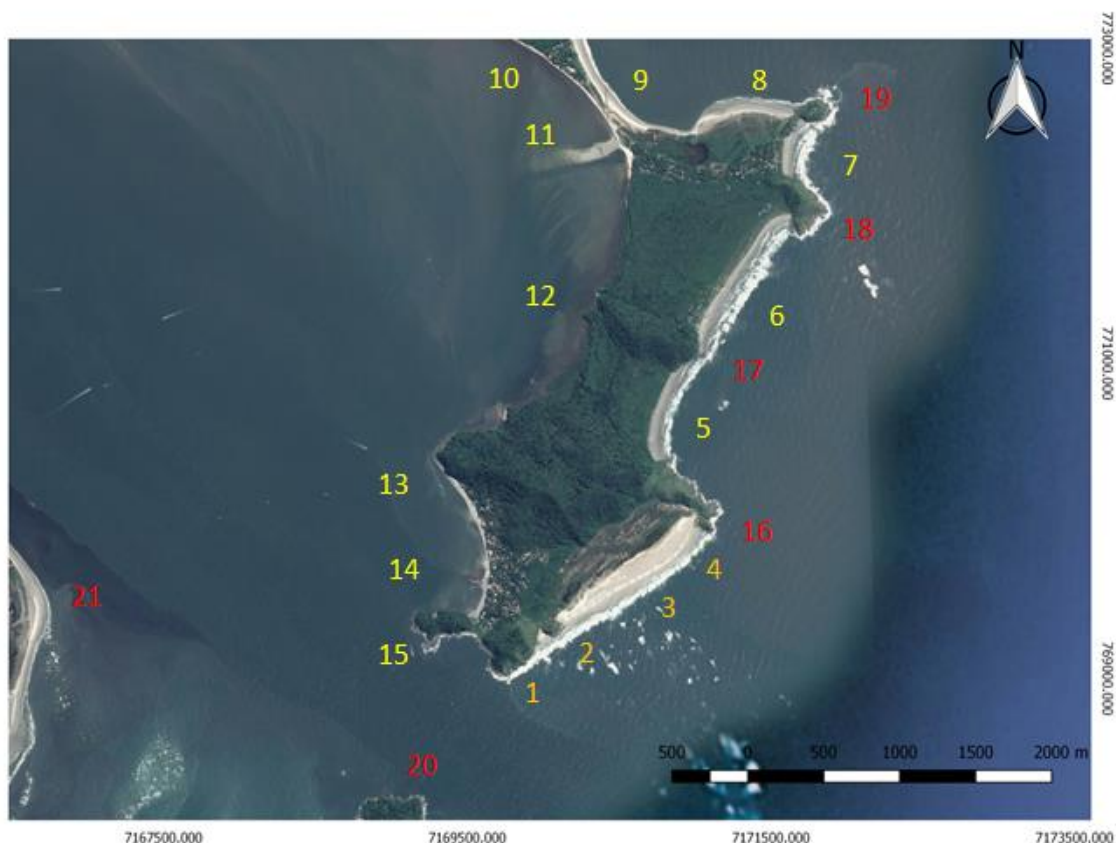
Os processos sedimentares que ocorrem na praia do Farol e Istmo estão intimamente ligados à formação de um esporão arenoso que cresce em direção ao istmo (FIGURA 2). O crescimento deste esporão está relacionado à uma intensa deposição na última década devido à sua exposição à ondulações de leste e nordeste que passam pelo Morro do Farol e atingem a praia obliquamente. Estas ondulações geram correntes e uma área de sombra energética próximo ao pontal arenoso, sugerindo uma deposição de sedimentos nesta região (GIANNINI *et al.*, 2004) e (PEIXOTO, 2008).

FIGURA 2- ESPORÃO ARENOSO 1 E 2 E TREM DE ONDAS NA PRAIA DO FAROL.



Dividida pelo istmo arenoso, a Ilha caracteriza-se em duas porções, que podem ser designadas por noroeste e sudeste (FIGURA 3). Na porção noroeste, encontram-se planícies com cordões litorâneos e um único morro (Morro da Baleia). Na porção sudeste, de menor extensão encontram-se vários morros interligados por planícies com cordões litorâneos e dunas (ANGULO, 1992). A ilha possui apenas dois núcleos ocupacionais, as vilas de Encantadas e Nova Brasília. Na vila de Encantadas, situam-se as praias do Mar de Fora, Praia da Boia, Pontinha e Ponta da Nhá Pina. Junto à Praia do Miguel, encontra-se o Parque Estadual da Ilha do Mel que corresponde à praia que interliga as duas vilas, entre o Morro do Meio e o Morro do Miguel. Na Nova Brasília, localizam-se as praias Grande, do Farol, do Belo, da Brasília, de Fora, e do Istmo, que dá acesso à Estação Ecológica da Ilha do Mel.

FIGURA 3: TOPONÍMIAS E LOCALIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS PRAIAS (EM ALARANJADO) E FEIÇÕES GEOGRÁFICAS DA ILHA DO MEL (EM VERMELHO): 1- PRAIA DA GRUTA; 2 - PRAIA DA BOIA; 3 - MAR DE FORA; 4 - SACO DO RITA; 5 - PRAIA DA MIGUEL; 6- PRAIA GRANDE; 7- PRAIA DE FORA; 8 - PRAIA DO FAROL; 9 - PRAIA DO ISTMO; 10- PRAIA DO LIMOEIRO; 11 - PRAIA DE BRASÍLIA; 12 - PRAIA DO BELO; 13 - PONTINHA; 14 - PRAIA DE ENCANTADAS; 15 - LANÇO DO CAMPO; 16- PONTA DA NHÁ PINA; 17 - MORRO DO MEIO; 18 - MORRO DO JOAQUIM; 19 - MORRO DO FAROL; 20- ILHA DA GALHERA; 21- PONTAL DO SUL



Fonte: Modificado de *Google Earth Pro*

5.2.1 PRAIAS DA VILA DE ENCANTADAS

A praia do Mar de Fora está situada vila de Encantadas e compreende atualmente a área da praia da Bóia e Ponta da Nhá Pina. Caracteriza-se por uma faixa significativa de areia e vegetação de restinga, sendo pouco incidente a presença de matações esparsos na praia que foram encobertos recentemente, após a intensa deposição de areia na praia. Junto ao Mar de Fora, existem as praias da Gruta e do Miguel. Estas praias são banhadas pelas águas do Oceano Atlântico, e por isso possuem um comportamento diferente das praias ocidentais protegidas pelo CEP.

5.2.2 PRAIAS DA VILA DE NOVA BRASÍLIA

A erosão no istmo da Nova Brasília vem sendo observada desde a década de 1950, quando este apresentava uma largura de 150 m. Esta área foi se modificando ao longo dos anos, ocorrendo tanto erosão como acresção. Em 1992, houve quase a separação da ilha em duas partes, devido a uma grande erosão que o reduziu a apenas 5 m (PARANHOS *et al.*, 1994), quando houve especulações sobre a separação da ilha em duas porções. No ano de 1995, o menor trecho compreendia 36 m, e no ano de 2001, 260 m. Na década de 1990, o istmo passou a sofrer a influência de um esporão arenoso no lado da praia do Farol das Conchas, que se formou devido ao padrão de refração de ondas, e que por sua vez altera a sua forma, com reflexos no istmo (GIANNINI *et al.*, 2004). O material dragado para a manutenção do pequeno canal de navegação que dá acesso ao Terminal Turístico foi também depositado no istmo, através de draga de sucção-recalque, o que acabou por promover a estabilidade da costa, com a formação de pequenas dunas embrionárias.

Ao lado, existe a praia do Farol, onde o transporte de sedimentos ocorre desde o Morro do Farol e segue a extensão do arco praial. Esta natureza influi nas variações volumétricas existentes no istmo e para a formação do esporão arenoso próximo ao Morro do Farol (GIANNINI *et al.*, 2004).

A Praia Grande localiza-se entre o Morro do Joaquim e o Morro do Meio, a sudeste e possui 2.000 m de extensão. É afetada pelas correntes de maré e pelas ondas provenientes do quadrante S/SE e E/SE, sendo uma praia oceânica com características estuarinas (ANGULO & ARAÚJO, 1996).

5.3 PARÂMETROS NATURAIS

Os principais fatores atuantes na dinâmica sedimentar de praias compreendem agentes físicos como correntes e ondas que devem ser estudados para o entendimento da variabilidade destes locais.

A principal fonte de energia dos sistemas de praia e suas variabilidades provêm dos efeitos causados pelo clima de ondas sobre os sedimentos (WRIGHT &

SHORT, 1984). Na costa sul brasileira o regime de ondas é dado a partir do padrão de ventos no Atlântico Sul (ARAÚJO *et al.*, 2003).

Segundo estudos realizados por Angulo (1992, 1993, 1996) e Soares *et al.* (1994, 1997) as correntes longitudinais atuantes na costa do litoral paranaense possuem sentido predominantemente S-N e, segundo Noernberg (2001), as mesmas estão associadas ao aumento da energia das ondas para Norte. Estas correntes podem ser formadas tanto pela incidência obliquidade ondas sobre a praia quanto pela variação longitudinal da altura da arrebentação.

Segundo Angulo & Araújo (1996), no litoral do Paraná as costas estuarinas recebem influência da maré e estão localizadas no interior dos estuários, contando com a presença de mangues; as costas oceânicas recebem influência de ondas e correntes de deriva estando expostas ao mar aberto; as costas de desembocadura possuem dinâmica complexa, e estão expostas tanto às correntes de maré quanto de correntes de deriva e ondas. Segundo a classificação, a Ilha do Mel localiza-se na costa de desembocadura.

As correntes de maré também influenciam na morfodinâmica das praias, uma vez que trabalha na redistribuição de sedimentos na zona proximal à costa. Estas correntes podem alcançar 100 cm/s, como na desembocadura da baía de Paranaguá e podem vir a afetar o transporte de sedimentos a ponto de formar ondas de areia com cristas lineares de mais de 2 m de altura e transversais às correntes de maré (LAMOUR *et al.*, 2007).

Na Ilha do Mel, o padrão de refração e difração e as correntes de ondas podem ser alteradas devido às variações morfológicas nos deltas de maré associados à desembocadura, causando aumento e diminuição das praias que podem ser relacionados tanto a sistemas naturais quanto efeitos causados por ações antrópicas (LAMOUR, 2000).

Os deltas de maré foram interpretados por Angulo (1992) como feições submersas e semi-submersas que podem ser deltas de maré vazante (na plataforma rasa continental) ou deltas de maré enchente (estuário), dependendo da velocidade predominante da corrente de maré. De acordo com este mesmo autor, a desembocadura sul do CEP possui o maior delta de maré vazante do litoral do Paraná.

O deslocamento e os canais de deltas de maré vazante podem vir a ocasionar mudanças morfológicas na linha de costa de regiões próximas

(ANGULO,1993. ANGULO & ARAÚJO,1996), o que é o caso da praia do Farol das Conchas.

Segundo Angulo (1999), diversas modificações na costa podem ser associadas às alterações na conformação dos bancos arenosos que compõem a desembocadura sul do CEP. Lamour (2000) e Lamour *et al.* (2007) descreveram a relação entre os sedimentos que se deslocam em direção NE, os quais são barrados pelas correntes de maré vazante do CEP, fornecendo sedimentos para as porções externas do estuário e para o banco da Galheta.

O grau de seleção dos sedimentos ocorre de forma específica para cada região: na desembocadura norte e na porção mais distal da plataforma rasa, os sedimentos são caracterizados de pobremente selecionados a muito pobremente selecionados; na desembocadura sul, os sedimentos são moderadamente a muito bem selecionados; no banco da galheta e no canal sueste, os mesmos são muito bem selecionados (LAMOUR, 2007).

O transporte de sedimentos que ocorre na Ilha pode ocorrer através do mecanismo de *bypassing*, uma vez que as praias são separadas por promontórios e existem correntes incidentes que realocam estes sedimentos.

5.3.1 DRAGAGENS NO CEP

A demanda de obras de dragagem na região do CEP é crescente visto o aumento de calados de navios e maior necessidade de segurança de navegação no estuário, tendo como o objetivo a manutenção e o aprofundamento das vias de acesso aos portos de Paranaguá e Antonina. As dragagens e as áreas de despejo em locais inapropriados acabam por causar modificações nas praias ao redor, uma vez que os sedimentos são carreados pelas correntes de deriva que atuam no local. No ano de 1998 o Centro de Estudos do Mar sugeriu uma área para um despejo mais apropriado (FIGURA 4), a ACE (Área Circular Externa) e que atendesse às razões físicas, geológicas e biológicas e diminuísse os custos de distância entre o local operado e o despejo, o local sugerido vem sendo usado desde então (LAMOUR,2007).

FIGURA 4- LOCALIZAÇÃO DA ACE (ÁREA CIRCULAR EXTERNA) EM RELAÇÃO À ILHA DO MEL.



Fonte: Modificado de *Google Earth Pro*

6 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 ANÁLISE DAS ONDAS AO LARGO DA ILHA DO MEL

Os dados de ondas utilizados no presente estudo são de duas fontes diferentes, oriundos de fundeios e de modelos hidrodinâmicos:

- Dados de fundeio: foram obtidos na página eletrônica <http://www.redeondas.furg.br/index.php/pt/dados/parana>, coletados por uma bóia modelo AXYS *WatchKeeper* fundeada na posição $48^{\circ} 19' 27.6''$ W e $25^{\circ} 39' 46.2''$ S, mantida pelo CEM/UFPR abrangendo todo o ano de 2014;
- Dados de modelos: Foram utilizados os correspondentes aos dados disponibilizados pela NOAA, do modelo *WaveWatch III*[®], com resolução espacial de $0,5^{\circ}$ de longitude e $0,5^{\circ}$ de latitude, e resolução temporal de 3 h, do período de 2005 até 2014.

Os dados instrumentais de fundeios serão utilizados para verificar se os dados de modelos disponíveis são correlatos a eles. Os dados de onda modelados citados estão disponíveis na página eletrônica <ftp://polar.ncep.noaa.gov/pub/history/waves>. O ponto da grade do modelo utilizado foi 48° W e $25^{\circ} 30'$ S (FIGURA 5).

FIGURA 5 – LOCALIZAÇÃO DA BÓIA DE FUNDEIO EM RELAÇÃO À ILHA DO MEL.



Fonte: Modificado de *Google Earth Pro*

6.2 ANÁLISE DE IMAGENS DE SATÉLITE

A obtenção dos dados qualitativos e quantitativos das linhas de costa das praias da Ilha do Mel foi realizada a partir da análise de imagens de satélite (FIGURA 6 a 9) através de estudos de curto e médio prazo, analisando dados dos anos de 2002, 2013 e 2014, inferindo o período entre os anos de 2002 a 2014. A fim de identificar os setores que estão em processo de erosão, acreção e em estabilidade e as mudanças morfológicas de cada local.

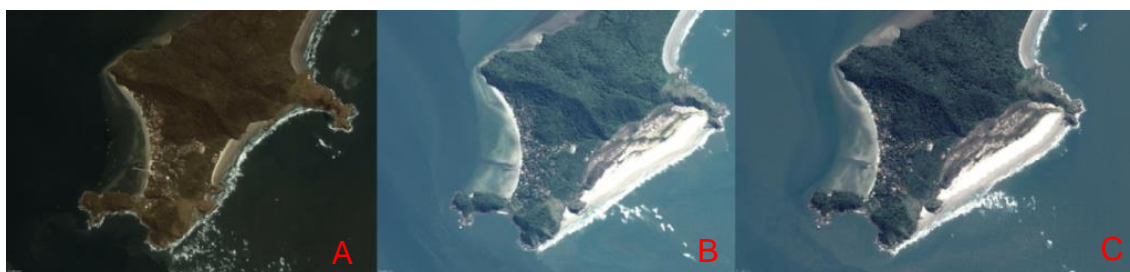
As imagens seguiram as seguintes etapas de análise:

(1) Coleta de imagens de satélite através do *Google Earth Pro* e salvas no formato TIFF de máxima resolução;

(2) No *software* Qgis essas imagens foram georreferenciadas a partir de pontos de coordenadas geográficas configuradas pelo sistema UTM;

(3) Também no Qgis, foram traçadas linhas de costa para cada uma das imagens no formato de arquivo '*shape file*', além de uma linha de definição para área costa adentro (*onshore*) e costa afora (*offshore*);

FIGURA 6 – PRAIA DO MAR DE FORA (2002(A), 2013(B) E 2014(C)).



Fonte: Modificado de *Google Earth Pro*

FIGURA 7 - PRAIA DO FAROL DAS CONCHAS (2002(A), 2013(B) E 2014(C)).



Fonte: Modificado de *Google Earth Pro*

FIGURA 8 - PRAIA DO MIGUEL E PRAIA GRANDE (2002(A), 2013(B) E 2014(C)).



Fonte: Modificado de *Google Earth Pro*

FIGURA 9 - PRAIA DA BRASÍLIA (2002(A), 2013(B) E 2014(C)).



Fonte: Modificado de *Google Earth Pro*

(4) Foi utilizado o pacote *Ambur* através do *RStudio*, pelo qual foram realizadas análises estatísticas e gerados gráficos através dos pontos definidos anteriormente. Para cada praia foram traçados transectos a cada 10 m e um intervalo de confiança 95%, visando uma melhor qualidade dos dados;

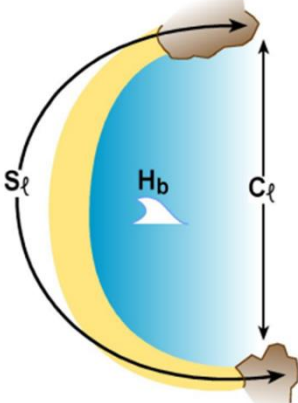
(5) A partir da análise dos dados gerados, foram obtidas informações sobre a variação da linha de costa de cada local e os pontos que estão em erosão e acresção e estáveis.

A delimitação de linha de costa de cada praia foi estipulada a partir do limite da área de vegetação, rochas ou corpos aquosos, dependendo das características naturais de cada local.

Na classificação das praias, foram consideradas qualitativamente regiões do arco praiar que respondessem diferentemente a processos dinâmicos e quantitativamente, as variações anuais de cada praia, sendo elas: praias estáveis as que tiveram variação inferior a 10 m. Foram consideradas praias em erosão ou acresção aquelas cujas variações foram superiores a 10 m.

6.3 GRAU DE EMBAIAMENTO

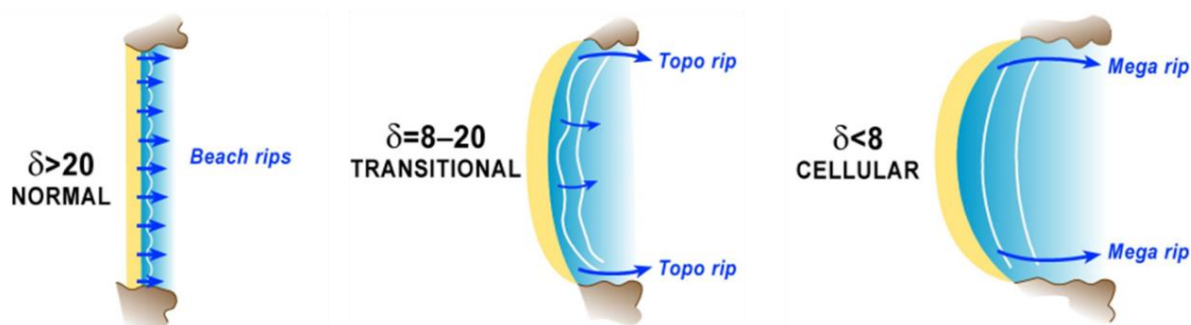
FIGURA 10 - PARÂMETRO DE EMBAIAMENTO SHORT & MASSELINK (1999)

$$\delta' = S_{\ell}^2 / 100 C_{\ell} H_b$$


Fonte: Embayed & structurally controlled beaches (Short & Masselink, 1999)

Os promontórios, as rochas, os recifes e as estruturas antrópicas como molhes afetam toda a praia e a zona de surfe através da influência na refração e atenuação das ondas e afetando as correntes de deriva, e correntes de retorno, com isso, interrompendo o transporte de sedimentos longitudinal. Em relação à influência dos promontórios na circulação das praias, as mesmas podem ser classificadas em três tipos de circulação em relação à sua forma, isto é, em relação ao seu grau de embaçamento. Esta classificação de praia de acordo com o parâmetro de embaçamento foi proposta por Short & Masselink (1999) (FIGURA 10) e apresenta três tipos de circulação: Normal, transicional e celular (FIGURA 11).

FIGURA 11 – TIPOS DE CIRCULAÇÃO EM RELAÇÃO AO GRAU DE EMBAIAMENTO



Fonte: Embayed & structurally controlled beaches (Short & Masselink, 1999)

A definição dos parâmetros S_t^2 e C_t foi realizada através da ferramenta régua do *Google Earth Pro*, e H_b foi determinado a partir da média da altura de ondas registradas pela bóia *AXYS WatchKeeper*.

Cada local obteve uma limitação de linha de costa diferente, de acordo com as características geográficas de cada praia, conforme abaixo descrito:

- Praia do Mar de Fora: extensão da ponta da praia da Gruta até a ponta da Nhá Pina, como mostra nos transectos (Figura 16- QUANTIDADE DE PONTOS EM EROÇÃO E ACRESÇÃO E A POSIÇÃO DOS MESMOS EM RELAÇÃO À PRAIA DO MAR DE FORA.);
- Praia do Farol: foi selecionada a área da extremidade do Morro do Farol até a metade do Istmo.
- Istmo externo: trabalhou-se entre as extremidades da curvatura da praia (entre os pontos 50). e 100 –FIGURA 20.
- Praia do Miguel e Praia Grande: para a análise, foram considerados os arcos praias de cada uma das respectivas praias separadamente, delimitadas pelos morros (promontórios);
- Praia da Brasília: utilizou-se o meio do istmo e o limite do arco praia;
- Istmo Interno: Foi utilizada a mesma delimitação do lado interno do mesmo (entre os pontos 50 e 100, FIGURA 29- QUANTIDADE DE PONTOS EM EROÇÃO E ACRESÇÃO E A POSIÇÃO DOS MESMOS EM RELAÇÃO À PRAIA DA BRASÍLIA E ISTMO.).

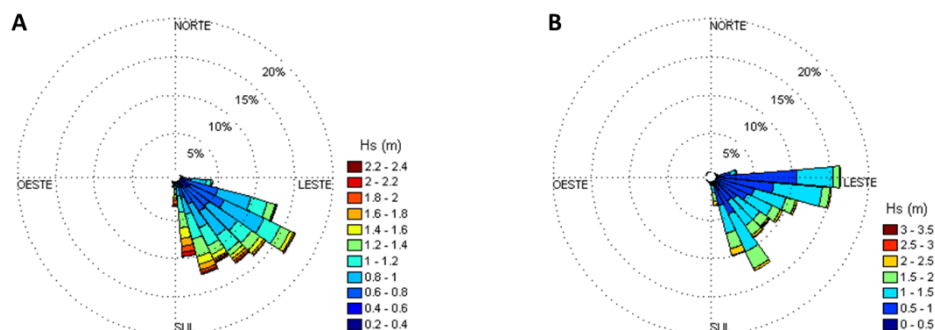
7 RESULTADOS

7.1 ONDAS

Os dados de altura de onda (Hs) (FIGURA 12) resultantes de medição da boia PR 01 demonstraram altura máxima de 2,4 m principalmente no quadrante sul. Enquanto para os dados gerados pelo modelo WW3, a altura máxima foi de 3,5 m, porém, com incidência muito baixa nesta característica. No entanto, observa-se predominância de ondas entre 0,8 e 1 m registradas pela bóia e ondas de 1 a 1,5 m registradas pelo modelo, chegando a 15% dos dados.

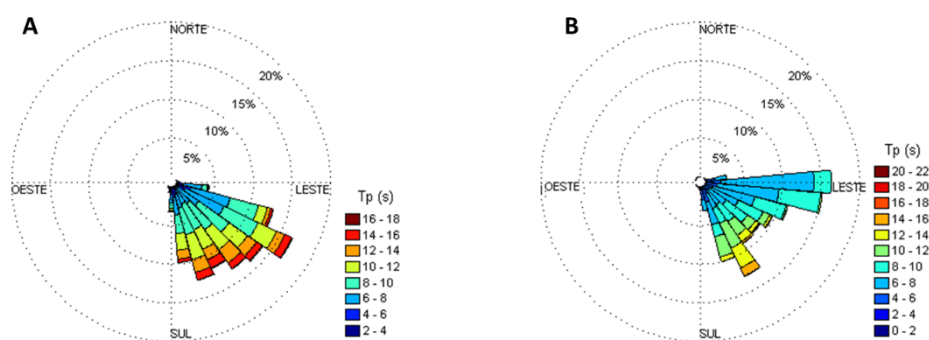
Contudo, os dados da bóia demonstraram predominância de ondas de sul a sudeste, e os dados do modelo alcançaram ondas em direção de sudeste a leste que são praticamente inexistentes nos dados da bóia.

FIGURA 12 – ROSAS DE ONDAS (ALTURA DE ONDA HS). A- BÓIA PR 01 (2014). B- RESULTADOS DO MODELO WW3 (2005-2014).



Quanto aos dados de período de ondas (FIGURA 13), tanto a bóia PR 01 quanto o modelo WW3 mostraram principalmente ondas de direção sudeste. O período registrado pela bóia está entre 2 e 18 s, enquanto o modelo registra entre 0 e 22 s. Desta forma, quando maior for o período, maior será o comprimento da onda e maior será sua altura na zona de arrebenção.

FIGURA 13 - ROSAS DE ONDAS (PERÍODO T_p). A- BÓIA PR 01 (2014). B- RESULTADOS DO MODELO WW3 (2005-2014).



Visto as diferenças de dados obtidos pela bóia e gerados pelo modelo, é importante ressaltar que os períodos de coleta de ambos são distintos, ou seja, a bóia abrange dados do ano de 2014, enquanto o modelo trabalha com dados de 9 anos (2005-2014). Embora qualitativas estas comparações, elas ajudam a compreender as características dos locais em um ano unicamente da amostragem e chegar próximo do que representa o período de análise deste trabalho (12 anos).

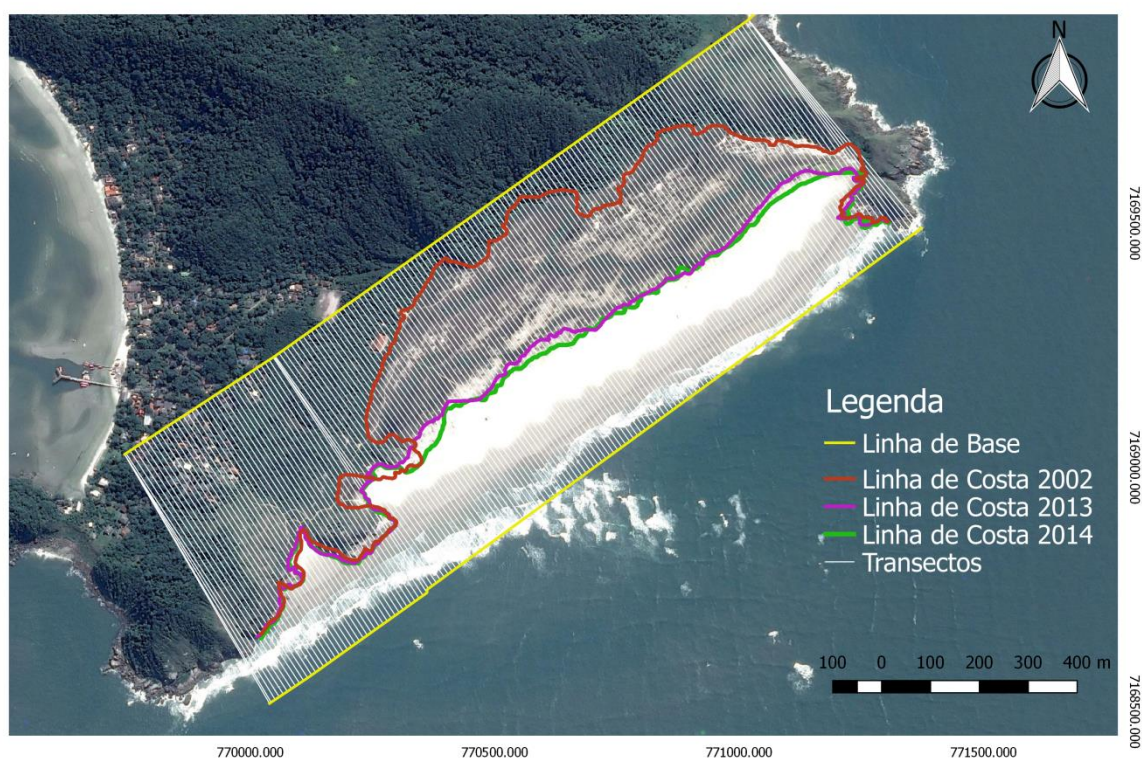
7.2 LINHA DE COSTA – PRAIAS ILHA DO MEL

7.2.1 PRAIA DO MAR DE FORA

Os resultados gerados no período de análise demonstraram numeros superiores de pontos em acresção e inferiores em erosão (FIGURA 14).

A praia do Mar de Fora é fortemente influenciada pela dinâmica sedimentar através de correntes de deriva litorânea que transportam os mesmos para a região mais proximal da praia.

FIGURA 14- LINHAS DE COSTA (2002, 2013 E 2014) ENUMERADOS DA DIREITA PARA ESQUERDA; LINHAS DE BASE (ONSHORE E OFFSHORE) E TRANSECTOS DO MAR DE FORA.

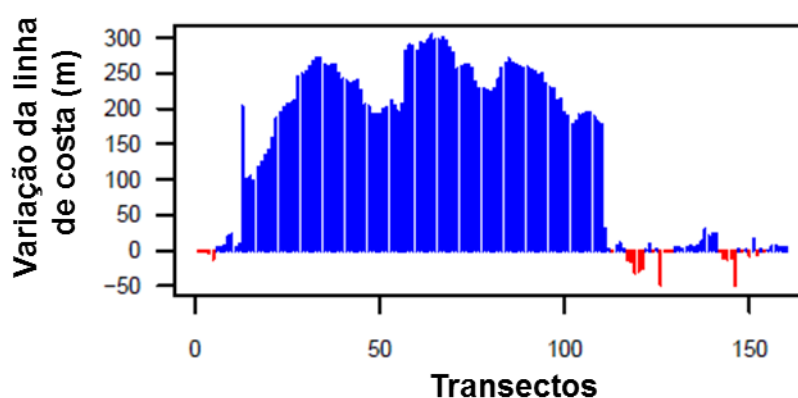


Fonte: Modificado de *Google Earth Pro, 2014*

7.2.1.1 EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA

Foram traçados 160 transectos (FIGURA 15), nos quais, 122 indicaram acresção da linha de costa, 22 erosão e 5 ficaram estáveis no período de tempo compreendido.

FIGURA 15- GRÁFICO REPRESENTATIVO ONDE EIXO X – NUMERO DE TRANSECTOS E EIXO Y- MUDANÇAS(M) NA LINHA DE COSTA.

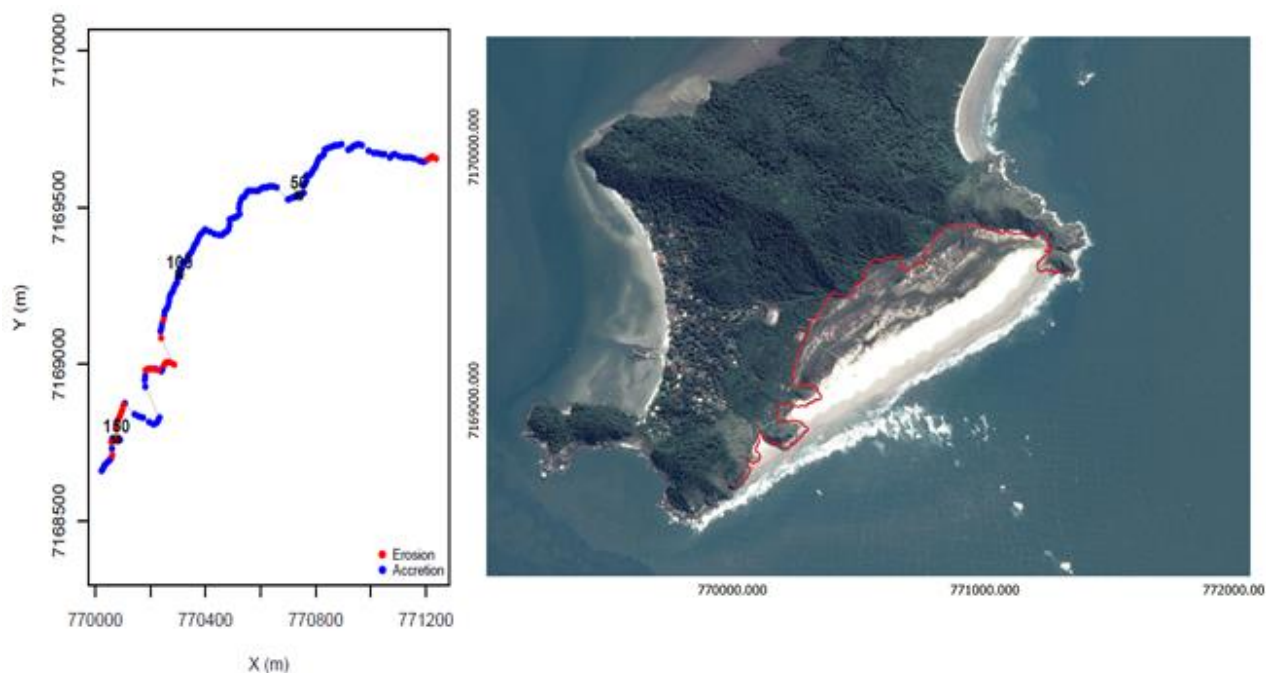


7.2.1.2 TRANSECTOS DE ACRESÇÃO E EROSÃO

Neste período a praia obteve um aumento de 303,77 m no perfil de maior acresção, com uma taxa máxima de 25,49 m/ano. Além disso, considera-se um aumento médio de 168,13 m no período e uma taxa média de 14,11 m/ano. Os dados de erosão no maior perfil foram de 48,73 m no período com taxa média de 12,87 m e estimou-se que as variações anuais foram de 4,09 m e uma taxa média de 1,08 m.

Os transectos que marcam pontos de acresção estão localizados na região central da praia, que compreende a região entre a gruta e a Ponta da Nhá Pina. Os pontos de erosão estão especificamente nas extremidades da praia, situados próximos à gruta e à ponta da praia (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Figura 16- QUANTIDADE DE PONTOS EM EROSIÃO E ACRESÇÃO E A POSIÇÃO DOS MESMOS EM RELAÇÃO À PRAIA DO MAR DE FORA.



Os pontos traçados como linha de costa do primeiro ano de análise, compreendem a interface rochas-água, embora os resultados tenham demonstrado erosão, a praia passou por processo de deposição, uma vez que esta dinâmica trouxe acréscimo na quantidade de areia da praia, ocasionando a cobertura das rochas em diferentes regiões.

FIGURA 17- A- PRAIA DO MAR DE FORA 2002. B- PRAIA DO MAR DE FORA 2016



7.2.1.3 TENDÊNCIAS DA LINHA DE COSTA E CLASSIFICAÇÃO

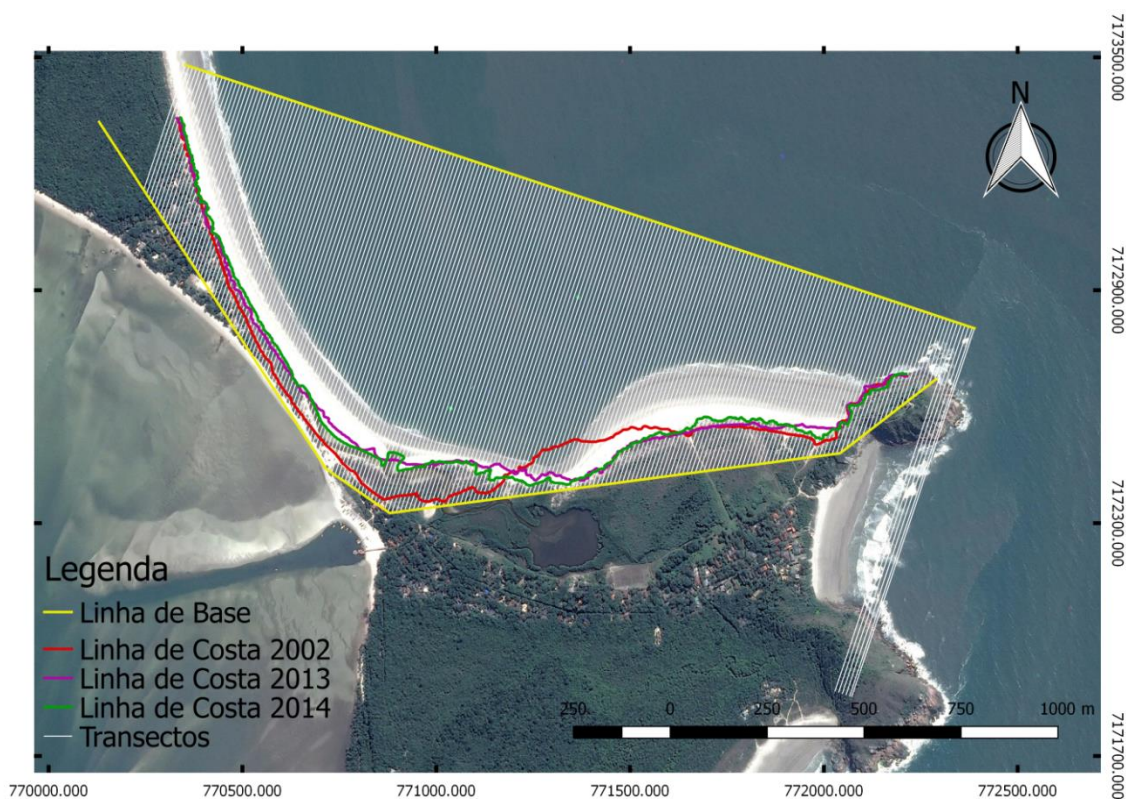
De acordo com as análises, a praia do Mar de Fora pode ser classificada por estado predominantemente progrativo, podendo ser acrescida em mais 60 m que irá compreender a extensão máxima entre as duas pontas do arco praial. Desta forma, poderia entrar em estado de estabilidade, onde ocorreria o aumento da área de restinga e a ocorrência de sangradouros. As mudanças ocorridas nesta praia ocasionaram o desaparecimento de costões rochosos, já que sofreu um afastamento significativo da área de contato com o mar. Por outro lado, a incidência e o aumento de novos ecossistemas devem prover habitat para um maior número de espécies de fauna e flora na região.

Seguindo o parâmetro de embaçamento proposto por Short & Masselink (1999), a praia do Mar de Fora obteve classificação normal sendo $\delta' = 26$. Assim, os promontórios rochosos presentes em ambas as extremidades da praia não têm muita influência na circulação desta praia.

7.2.2 PRAIA DO FAROL E ISTMO

O Istmo passou por intensos processos de erosão e deposição nas últimas décadas variando dezenas de metros. A partir disto, a dinâmica sedimentar da praia do Farol e do Istmo deve estar intimamente ligada à ação dos trens de ondas e correntes que carregam os sedimentos, provenientes talvez do despejo de dragagens, que levou à formação do esporão arenoso próximo ao Morro do Farol. Na parte mais protegida da praia do Farol e no istmo ocorrem processos deposicionais, com aumento da área de restinga e a presença de um sangradouro. A região central da praia sofre erosão alterando o desenho do arco praial (FIGURA 188).

FIGURA 18- LINHAS DE COSTA (2002,2013 E 2014) ENUMERADOS DA ESQUERDA PARA DIREITA; LINHAS DE BASE (ONSHORE E OFFSHORE) E TRANSECTOS DA PRAIA DO FAROL E ISTMO.

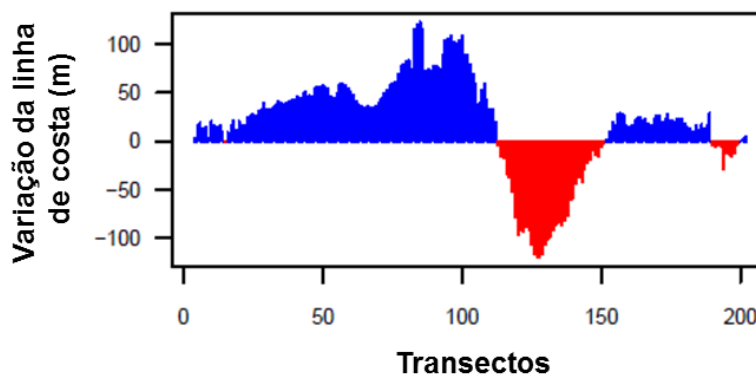


Fonte: Modificado de *Google Earth Pro*, 2014

7.2.2.1 EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA

No período analisado foram traçados 199 transectos a partir do morro do Farol até a região posterior ao istmo. Destes, 50 são classificados como pontos de erosão, 149 de deposição e apenas 1 ponto não mostrou variação (FIGURA 1919).

FIGURA 19- EIXO X- TRANSECTOS ENUMERADOS; EIXO Y- MUDANÇAS(M) DAS LINHAS DE COSTA (EROSÃO E ACRESÇÃO).



7.2.2.2 TRANSECTOS DE ACRESÇÃO E EROSÃO

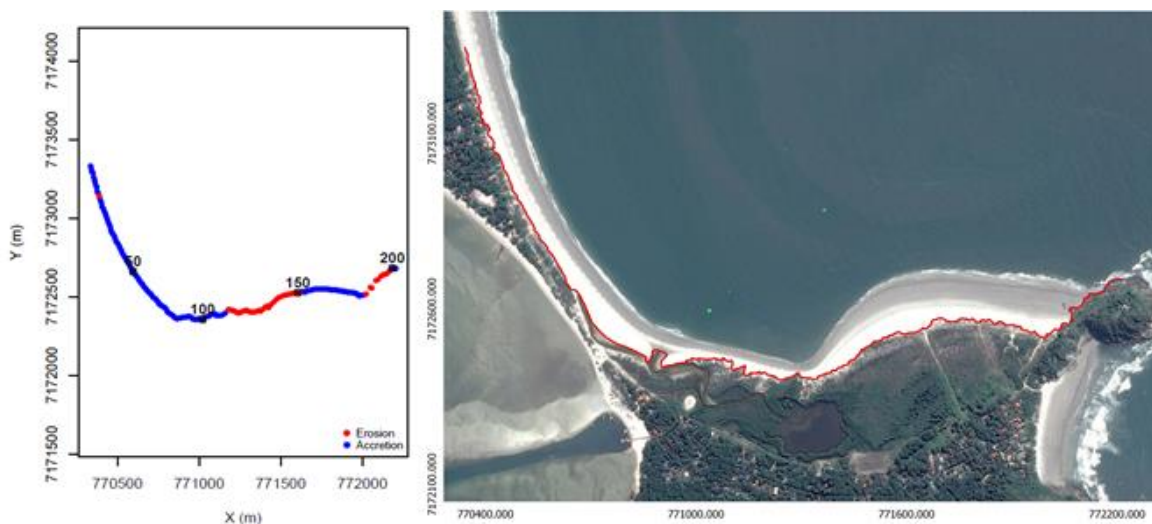
Os dados demonstraram que neste período, a praia atingiu no maior transecto, um alcance de 122,6 m de aumento e taxa média de 41,78 m/ano. Considerando a média de todos os transectos durante o período, as variações atingiram taxas de 10,21 m e 3,48 m/ano de taxa média.

Quanto à erosão, o maior transecto foi de 119,11 m no período e taxa média de 50,85 m. As variações médias para todos os transectos durante o período foram de 9,92 m e 4,24 m/ano de taxa média.

Pontos de acresção estão localizados na região do istmo, na praia adjacente e no centro do arco da praia do Farol (em azul), enquanto pontos de erosão (em vermelho) situam-se mais próximos ao morro do Farol e à desembocadura do sangradouro (FIGURA 20- QUANTIDADE DE PONTOS EM EROSÃO E ACRESÇÃO E A POSIÇÃO DOS MESMOS EM RELAÇÃO À PRAIA DO FAROL E ISTMO.).

A região demarcada no transecto 150 (FIGURA 20- QUANTIDADE DE PONTOS EM EROSÃO E ACRESÇÃO E A POSIÇÃO DOS MESMOS EM RELAÇÃO À PRAIA DO FAROL E ISTMO.) está, portanto, na área influenciada pela energia dos trens de ondas e correntes atuantes na área e decorrentes do esporão arenoso que influencia no aumento do istmo, os pontos marcados em 200 sofreram, como na praia do Mar de Fora, deposição que ocasionou a cobertura das rochas que se localizavam ao pé do Morro do Farol.

FIGURA 20- QUANTIDADE DE PONTOS EM EROSÃO E ACRESÇÃO E A POSIÇÃO DOS MESMOS EM RELAÇÃO À PRAIA DO FAROL E ISTMO.



Para definir da linha de costa do istmo, foram adotados limites para cada ano de análise. Para o ano de 2002, o limite adotado foi o limite do alcance do mar, já que não existia vegetação no local. Para os anos de 2013 e 2014, o limite foi o sangradouro e a faixa de restinga.

FIGURA 21- FOTOGRAFIA PRAIA DO ISTMO. A- 2002. B 2014



FIGURA 22- FOTOGRAFIA PRAIA DO FAROL. A-2002. B- 2014



7.2.2.3 TENDÊNCIAS DA LINHA DE COSTA E CLASSIFICAÇÃO

Uma vez que a reação do esporão com a dinâmica física de correntes e ondas seja continua na praia em questão, esta poderá sofrer aumento gradativo na região protegida e no istmo e erosão na região central da praia, que é mais vulnerável. O istmo deve permanecer em deposição sedimentar e deslocamento para sudoeste seguido do crescente aumento da área de restinga e de praia.

O embaçamento do istmo resultou em $\delta' = 10$ e a praia do Farol em específico $\delta' = 18$, sendo assim, ambos os locais são transicionais, apresentando moderado grau de embaçamento e a presença de correntes de retorno.

7.2.3 PRAIA DO MIGUEL E PRAIA GRANDE

Por estarem localizados a sudeste e protegidas pela dinâmica intensa na praia do Mar de Fora, as praias do Miguel e Grande, não sofreram grandes variações no período analisado. No geral, houve um baixo valor de erosão na praia do Miguel e de acresção na Grande (FIGURA 233).

FIGURA 23- LINHAS DE COSTA (2002,2013 E 2014), LINHAS DE BASE (ONSHORE E OFFSHORE) E TRANSECTOS- PRAIA DO MIGUEL E PRAIA GRANDE.

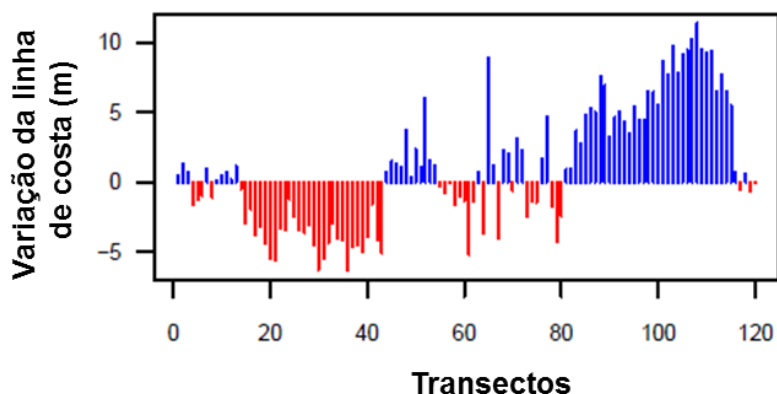


Fonte: Modificado de *Google Earth Pro*

7.2.3.1 EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA

Foram traçados 120 transectos que abrangeram ambas as praias, destes, 53 resultaram em pontos de erosão e 66 de acresção enquanto apenas 1 ponto não demonstrou variação (FIGURA 244).

FIGURA 24- GRÁFICO REPRESENTATIVO ONDE EIXO X – NUMERO DE TRANSECTOS E EIXO Y- VARIAÇÃO (M) DA LINHA DE COSTA.



7.2.3.2 TRANSECTOS DE ACRESÇÃO E EROSÃO

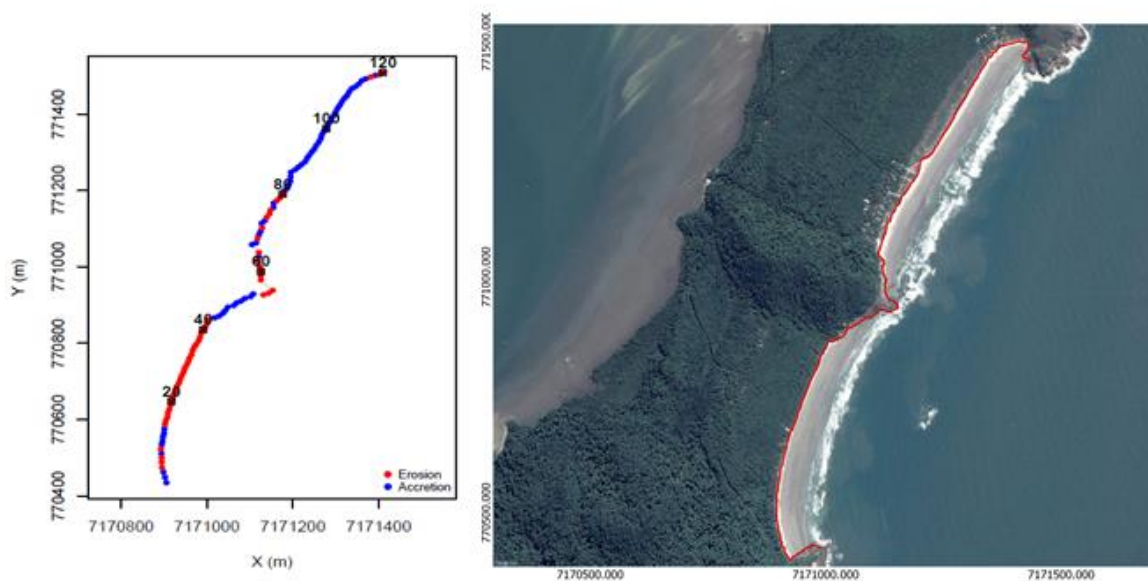
No período, foi identificado no perfil de maior acresção, um máximo de 11,37 m, e taxa média de 4,15 m/ano. Anualmente, a taxa do maior perfil foi de 0,95 m/ano e taxa média de 0,35 m/ano.

Quanto aos processos erosivos, foi identificado um perfil de máxima erosão de 6,29 m e taxa média de 2,91 m. Os processos de erosão anuais estão em 0,53 m/ano e taxa média de 0,24 m/ano.

Os pontos de erosão estão mais especificamente localizados na região centro-norte da praia do Miguel, próximo ao Canto da Vó e aos morros laterais (Pontos em vermelho - FIGURA 255). A variação obtida no resultado se deve à uma leve perda de restinga na praia do Miguel, refletindo em perfis erosivos.

A praia Grande obteve um número significativo de pontos em acresção que ocorrem no centro do arco praial (em azul-80 a 120 FIGURA 255).

FIGURA 25- QUANTIDADE DE PONTOS EM EROSÃO E ACRESÇÃO E A POSIÇÃO DOS MESMOS EM RELAÇÃO À PRAIA DO MIGUEL E PRAIA GRANDE.



O limite adotado para a delimitação de linha de costa destas praias foi o máximo alcance da incidência da água para cada ano; compreendendo área de restinga e rochas que se localizam na interface com o mar.

FIGURA 26 – A- PRAIA GRANDE. B- PRAIA DO MIGUEL



7.2.3.3 TENDÊNCIAS DA LINHA DE COSTA E CLASSIFICAÇÃO

A praia do Miguel e a Grande estão em estabilidade para o período analisado, porém, caso a progradação na praia do Mar de Fora continue nos próximos anos os sedimentos podem iniciar uma nova deposição na praia do Miguel e possivelmente na Praia Grande através do mecanismo de *bypassing*.

Quanto à classificação por embaiamento, tanto a praia do Miguel quanto a Grande foram classificadas como *transicionais*, com valores de δ' de 16 e 19 respectivamente.

7.2.4 PRAIA DE BRASÍLIA E ISTMO INTERNO

A praia da Brasília compreende a face protegida da vila e a porção sudoeste do istmo, portanto, os resultados foram influenciados pela dinâmica do mesmo. Por estarem menos expostas, as praias adjacentes ao istmo não sofreram grandes variações (FIGURA 2727).

FIGURA 27- LINHAS DE COSTA (2002,2013 E 2014), LINHAS DE BASE (ONSHORE E OFFSHORE) E TRANSECTOS- PRAIA DA BRASÍLIA E ISTMO.

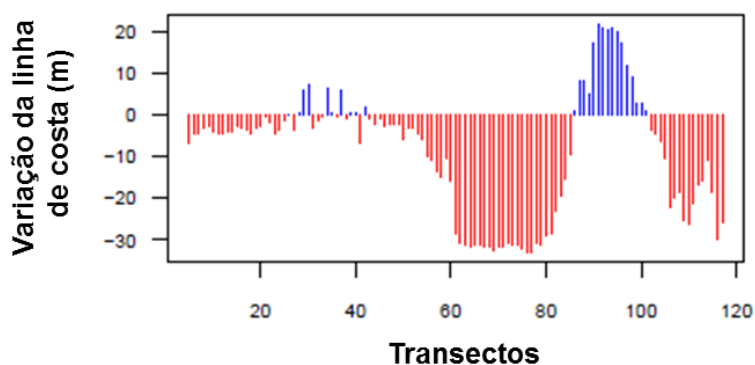


Fonte: Modificado de *Google Earth Pro*

7.2.4.1 EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA

Foram traçados 113 transectos, destes, 87 estão em erosão e 26 em acresção (FIGURA 2828).

FIGURA 28- GRÁFICO REPRESENTATIVO ONDE EIXO X – NUMERO DE TRANSECTOS E EIXO Y- MUDANÇAS(M) NA LINHA DE COSTA NA PRAIA DA BRASÍLIA

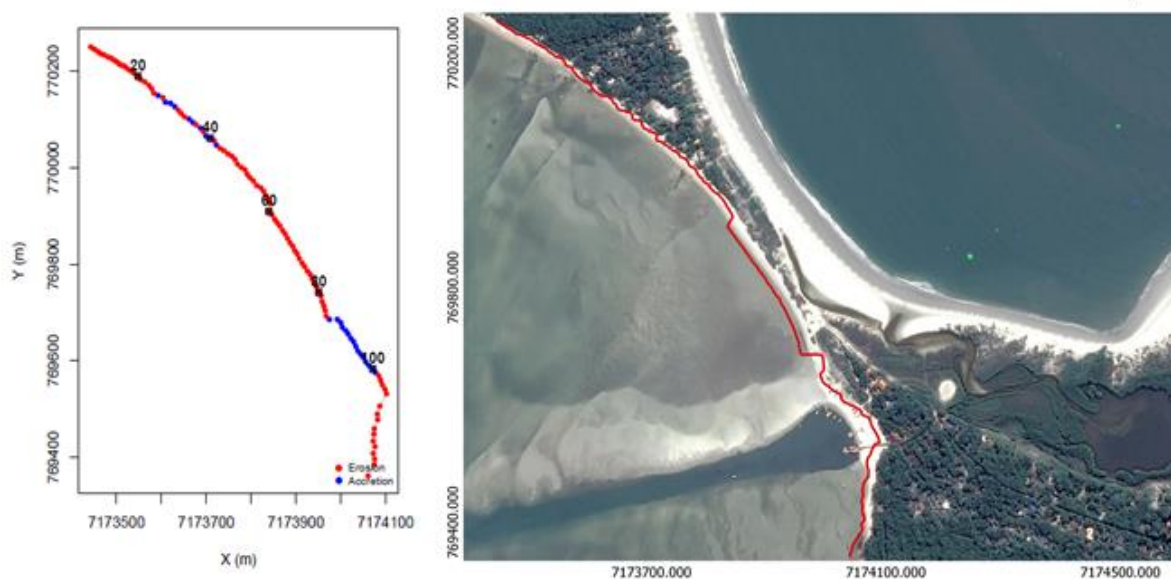


7.2.4.2 TRANSECTOS DE ACRESÇÃO E EROSIÃO

Foi identificada uma acresção máxima de 21,66 m e taxa média de 8,84 m/ano ao longo do período estudado. Anualmente o máximo foi de 1,82 m/ano e média de 0,7 m/ano. Para os transectos que apresentaram erosão, esta praia apresentou ao longo de 12 anos uma erosão máxima de 32,94 m, com uma média de 13,8 m. A variação registrada por ano foi a máxima de 2,76 m/ano com média de 1,16 m/ano.

Os limites adotados para esta praia foram o máximo do alcance do mar na interface com a vegetação e a própria faixa da areia, devido à complexidade das características locais. No ano de 2002, o limite do alcance do mar para o istmo era a faixa de areia do limite da maré, em 2013 e 2014 a vegetação restringiu delimitou a linha de costa.

FIGURA 29- QUANTIDADE DE PONTOS EM EROSIÃO E ACRESÇÃO E A POSIÇÃO DOS MESMOS EM RELAÇÃO À PRAIA DA BRASÍLIA E ISTMO.



Os pontos de acreção estão localizados mais próximos à região do trapiche e os pontos de erosão ao longo da praia. Notou-se que no período o istmo obteve um leve deslocamento de 28,14 m para leste (FIGURA 2929).

FIGURA 30- A- PRAIA DA BRASÍLIA . B- ISTMO



7.2.4.3 TENDÊNCIAS DA LINHA DE COSTA E CLASSIFICAÇÃO

Embora os dados amostrados tenham registrado erosão, a praia da Brasília encontra-se em estabilidade dentro dos parâmetros adotados para classificação. Isto se deve ao fato de que a maior parte da praia é compreendida pelo istmo, que obteve um leve deslocamento no sentido contrário da mesma. A tendência para

estas regiões é que haja uma constância em seu formato, podendo vir ser continuo o deslocamento do istmo por alguns metros.

Ambos os resultados de embaíamento foram de $\delta' = 7$, classificando a praia de Brasília e o istmo como *celulares*, isto é, a circulação da praia é muito influenciada por suas extremidades, podendo formar fortes correntes de retorno nas suas extremidades.

8 DISCUSSÃO

De maneira geral, as praias da Ilha do Mel estão sujeitas a diversas mudanças e dependem de agentes naturais, antrópicos e características fisiogeográficas. As praias expostas ao oceano aberto, estão sujeitas a efeitos combinados, naturais e antrópicos, no caso das obras de dragagem no Canal da Galheta.

Segundo Lamour (2007), os sedimentos que chegam à costa da Ilha do Mel são provenientes da região do delta do CEP e da plataforma continental, onde é despejado o material retirado do Canal da Galheta. Assim, o descarte do material de dragagem na Ilha do Mel pode ser o fator que está causando a intensa progradação na parte oriental do Farol das Conchas, na praia do Forte e na praia do Mar de Fora-Encantadas (ANGULO *et al*, 2006). O fato de os grãos serem compostos por areias finas e melhor selecionadas próximo à linha de costa e mais grossos e pior selecionados junto à linha d'água indica a maior vulnerabilidade à ação de ondas dos sedimentos próximos à linha d'água, e, portanto, sua maior suspensão e transporte.

Embora não haja informações consistentes a respeito da influência das ondas sobre os bancos de areia do delta de maré vazante, nota-se que estas dependem das correntes que ocorrem na região e que, então, serão responsáveis pelo transporte de sedimentos, isto é, levando em conta a diferença das ondas em intensidade e ângulo. Em estudos realizados no local, foi identificado que os fluxos de maré vazantes que ocorrem na saída do Canal da Galheta, geram um efeito molhe hidráulico, que retém parte dos sedimentos transportados pela deriva litorânea, aprisionando os sedimentos no banco da Galheta (LAMOUR, 2000)

Estes sedimentos sofrem influência das ondas geradas por ventos, que, por sua vez, possui um impacto diferente sobre cada praia. Este fator irá depender das características de cada uma, e que, portanto, irão gerar resultados diferentes em cada local da desembocadura.

As variações morfológicas no litoral paranaense dependem da variação anual no padrão de ventos, que irão influenciar no grau de agitação do mar, assim, conclui-se que fortes ventos do quadrante S/SE e S/SW podem gerar grandes ondulações e causar modificações das praias da Ilha do Mel (NOERNBERG, 2001), o que condiz com os resultados apresentados neste trabalho. Como as ondas

possuem predominantemente direcionamento a sudeste, sendo geradas de sul para norte e conforme cita ANGULO (1995), as feições morfológicas indicam corrente de deriva litorânea também predominantemente para norte, o transporte de sedimentos ocorre neste mesmo sentido.

Nos últimos tempos, a praia do Mar de Fora vem chamando atenção devido à sua forte variação e a carência de informações técnicas. Esta praia possui grande vulnerabilidade às dinâmicas de ondas e correntes que atuam na área adjacente, e, por estar localizada em frente à área de despejo, é possível que seu crescimento faça relação com este descarte, ou, sugere que o mesmo esteja sendo realizado de forma indevida. Além disto, a constatação das praias que perderam a delimitação de área, como a praia da Boia e a Ponta da Nhá Pina, que eram demarcadas por rochas, morro e o próprio limite mínimo da maré.

Há evidências que a intensificação do aporte de sedimentos nesta praia pode estar ocorrendo devido ao despejo indevido do material retirado de dragagens no canal da Galheta que abastece os portos de Paranaguá e Antonina. Estes sedimentos podem estar sendo despejados na área *nearshore*, que se localiza entre a praia e o local certo demarcado para o despejo, deste modo, os mesmos encontram com correntes e ondas que os carregam para a praia, vindo a acarretar um sistema parecido ao de engordamento de praia. Além disto, a classificação de embaiamento *normal* sugere que a praia do Mar de Fora possui correntes de retorno distribuídas pelo arco praial e correntes longitudinais bastante atuantes, que retrabalham a distribuição dos sedimentos.

Embora não tenham sido observadas variações significativas na praia do Miguel, a intensa deposição na praia do Mar de Fora pode vir a ser redirecionada para a mesma através do mecanismo de *bypass* que consistiria na movimentação dos sedimentos pela corrente de deriva litorânea (BIGARELLA *et al.*, 1966; ANGULO, 1993) interceptando o promontório que intersecta cada praia. Este fato corresponde às características do delta de maré vazante da desembocadura, onde há movimentação de grãos no mesmo sentido da corrente de deriva; (VEIGA *et al.*, 2005) e a refração e difração de ondas que acarretariam o desvio e a recirculação celular destes sedimentos. Desta forma, através do *bypassing*, a Praia Grande poderia também, vir a ser a próxima a receber estes sedimentos originários do delta. Esta praia sofreu pequenas erosões nas suas extremidades e um caráter mais progradativo na região central. Como esta praia está diretamente voltada para o

quadrante SE, recebe intervenção direta das ondas que também são predominantemente nesta direção, explicando este caráter erosivo. Além disto, observou Parizotti (2011), que as ondas que provém no quadrante S/SW são refratadas e têm sua energia reduzida ao passar pela ponta da Nhá Pina, chegando a Praia Grande de forma oblíqua. Deste modo, pode ser que essas ondas transportem os sedimentos ao longo da praia, seguindo da extremidade sudoeste para a extremidade nordeste gerando acresção no centro do arco praial.

Sabendo também que a Praia Grande foi classificada por *transicional*, pode-se notar o direcionamento das correntes no decorrer do arco praial, sendo intensas nas laterais e menos intensas e perpendiculares no centro. A mesma classificação foi atribuída à Praia do Miguel sendo que, nesta praia as características de erosão e acresção foram inversas à Praia Grande, ou seja, maior acresção nas extremidades e maior erosão ao centro do arco praial.

Esta dinâmica é explicada pelo processo de *rotação* descrita por Short & Masselink (1999), que impõe um papel na direção das ondas na mudança de praia, havendo uma troca de sedimentos entre as duas extremidades, no qual, no caso das praias em questão, as rochas atuam como uma zona de transição morfológica entre ambas. Desta forma, a praia Grande, onde há maior energia de ondas e correntes, ocorre uma pequena deposição, enquanto a praia do Miguel responde como um espelho, ocorrendo esta pequena erosão.

Sabendo-se que as correntes que atuam na região acabam por carrear sedimentos dispostos na área de despejo para as praias, isto pode ter vindo a influenciar na formação do esporão arenoso na praia do Farol das Conchas, que atua na dinâmica do istmo arenoso. Short (1999) explica que os processos dinâmicos que ocorrem em praias que possuem pontais rochosos variam em função do formato do ângulo da praia e a força do trem de ondas, o que explica a formação dos esporões e a deposição próxima ao morro do farol e a classificação de embaiamento, compreendendo a circulação sedimentar individual de cada praia.

Em seu estudo, Parizotti (2011) detectou através de perfis de praia o crescimento de um segundo esporão sobre o primeiro já existente, fato observado por Giannini (2004), que confirmou a tendência deposicional próxima ao Morro do Farol. Além disso, Parizotti (2011) e Lamour (2007) apresentam que é provável que a praia esteja sofrendo tal modificação devido à vulnerabilidade de cada ponto ao trem de ondas, ou seja, na região onde há maior deposição é onde a incidência do

trem de ondas é menor; o ponto que demarca a região mais central da praia recebe pouca energia. No entanto, ainda ocorre deposição em menor relevância (ponto 150); e o ponto que marca a região do istmo (ponto 100) recebe muita energia do trem de ondas, uma vez está menos protegido e, portanto, existe o maior aporte de sedimentos provenientes do esporão (ver FIGURA 20)

A Praia da Brasília é pouco estudada, já que na maior parte desta está localizado o istmo e não sofre grandes variações por estar na porção protegida pelo estuário. A principal região demarcada com processos erosivos está localizada ao istmo, isto se deve ao deslocamento do mesmo causado pela dinâmica na praia do Farol e não à erosão propriamente dita. No canto inferior direito, o principal incidente de características erosivas foi relacionado à diminuição da área de vegetação de restinga. Os pontos de acresção estão próximos ao início sul da praia (ver FIGURA 29). A região possui uma dinâmica *celular* de circulação, contemplando uma movimentação única entre as localidades estudadas.

Em resumo, a classificação das praias da Ilha do Mel seguiu método e está representada na FIGURA 311.

FIGURA 31- CLASSIFICAÇÃO PRAIAS: MAR DE FORA, MIGUEL, GRANDE, FAROL DAS CONCHAS, ISTMO E BRASÍLIA.



Fonte: Modificado de *Google Earth Pro*

9 CONCLUSÃO

Para obter resultados de uma avaliação do transporte sedimentar de uma região de desembocadura como é o caso da Ilha do Mel, é necessário entender os processos que ocorrem no local, tanto naturais quanto antrópicos. Sabendo que as regiões são intimamente afetadas por correntes de maré, deriva litorânea e retorno interligada às características do delta de maré vazante que é constantemente modificado pela ação de ondas; e que é alvo de atividades portuárias e de dragagem, é inerente que as mesmas sofram com processos de deposição e erosão, dependendo respectivamente de sua posição e vulnerabilidade.

A partir da direção das ondas e correntes que atuam na desembocadura sul do CEP, é possível compreender as dinâmicas das praias na costa leste da ilha, uma vez que esta dinâmica funciona de sul para norte com grande incidência a sudeste, os sedimentos são carregados desta maneira, atingindo grãos disponíveis no próprio delta e os provenientes das dragagens.

A praia do Mar de Fora se encontra em instabilidade, em intenso processo de acreção, podendo vir a atingir o limite do arco praial. No período analisado esta praia atingiu um máximo de 303,77 m de acreção, isto se deve ao fato de ser a praia mais vulnerável dentre as estudadas, sendo a primeira a ser atingida e provavelmente à sua localização em frente ao despejo do material dragado. Esta dinâmica poderá modificar a praia do Miguel através do transporte de sedimentos pelo *bypass* e assim conseguindo transferir sedimentos para a praia Grande. Estas duas praias juntas contaram com um máximo de 11,37 m de acreção porém, este número contempla melhor a praia Grande, uma vez que a praia do Miguel encontra-se no momento, em estabilidade. A Praia Grande encontra-se em estabilidade segundo método de classificação, porém, pode vir a depositar sedimentos aumentando a área da praia. Assim, as ondas provenientes do quadrante S/SE ocasionam erosão, enquanto as ondas do quadrante S/SW podem gerar acreção.

A praia do Farol e o istmo compreenderam um aumento máximo de 122,6m e uma erosão máxima de 119,11 m no período analisado. Tendo em vista este aspecto, percebe-se que o local de maior acreção foi registrado onde há a formação dos esporões, que por sua vez carrega sedimentos para o istmo.

A praia da Brasília possuiu 21,66 m de aumento no período, enquanto 32,94 m de erosão, porém, encontra-se em estabilidade, podendo haver alterações

constantes na região do istmo, devido à vulnerabilidade do mesmo às ações de ondas e correntes.

Este trabalho foi desenvolvido de modo a gerar informações gerais sobre a dinâmica e a morfologia das linhas de costa das praias da Ilha do Mel, sendo assim, seriam ideais estudos que abrangessem um período maior de amostragem, objetivando uma análise cíclica dos eventos dinâmicos e um período menor com técnicas de perfis de praia, principalmente na praia do Mar de Fora, onde as mudanças acontecem de forma muito rápida.

Tanto a variação na Praia do Mar de Fora quanto às interferências que o esporão causa nas praias do Farol e Istmo sugerem atenção para que haja um controle das atividades próximas e nos locais específicos.

Para uma ampliação oceanográfica completa, um estudo mais aprofundado nas praias seria ideal, de modo a considerar correntes que atuam em cada região da praia; áreas de restinga; presença de sangradouros e pequenos corpos aquosos e as migrações de fauna e flora que venham a habitar estes novos habitats.

REFERÊNCIAS

- ANDERS, F. J.; BYRNES, M. R. Accuracy of Shoreline Change Rates as Determined from Maps and Aerial Photographs. **Shore & Beach**, v. 59, p. 17 - 26. 1991.
- ANGULO, R. J. **Geologia da planície costeira do Estado do Paraná**. 334 f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.
- ANGULO, R. J. Variações na configuração da linha de costa no Paraná nas últimas quatro décadas. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 41, p. 52-72. 1993.
- ANGULO, R. J., ARAÚJO, A. D. Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica , como subsídio à ocupação da orla litorânea. **Bol. Paraná. Geocienc., Curitiba**, v. 44, p. 7-17. 1996.
- ANGULO, R. J. Morphological characterization of the tidal deltas on the coast of the State of Paraná. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 71, p. 935-959. 1999.
- ANGULO, R. J. Mapa cenozoico do litoral do estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, p. 25 - 42. Curitiba. 2004.
- ANGULO, R. J.; SOUSA, M. C.; LAMOUR, M. R. Coastal Erosion Problems Induced by Dredging Activities in the Navigation Channel of Paranaguá and São Francisco do Sul Harbor, Southern Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 39. 2004.
- ANGULO, R. J.; LESSA, G. C; SOUZA, M. C. A critical review of mid- to late-Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. **Quaternary Science Reviews**, v. 25, p. 486 - 506. 2006.
- ANGULO, R. J.; SOARES, C. R.; MARONE, E.; SOUZA, M. C; ODRESKI, L. L. R.; NOERNBERG, M. A. **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, p.347 - 400. 2006.
- ARAÚJO, C.E.S., FRANCO, D.,MELO FILHO, E., PIMENTA, F .**Wave regime characteristics of Southern Brazilian coast**. Proceedings of the 60 International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries, COPEDEC. Colombo, Sri Lanka, Paper 97 (15p). 2003.
- BIGARELLA J. J. **Sand-ridge structures from Paraná coastal plain**. Marine Geology, Amsterdam, v.3, p. 269 - 278. 1965.
- BIGARELLA J. J._FREIRE S.S.; SALAMUNI R.; VIANA R. Nota explicativa acompanhando a folha geológica de Paranaguá. Universidade Federal do Paraná. **Boletim da Universidade Federal do Paraná**, Geologia v. 13, p. 1 - 6. 1966.
- BOOTHROYD, J. C. **Tidal Inlets and tidal delatas**. Coastal Sedimentary Environments. New York, Berlin Heidelberg Tokyo. Springer- Verlag. 1985.

BRUUN, P.; GERRITSEN, F. **Stability of Costeal Inlets**. North Holland Publishing Co, Coastal Engineering Proceedings. p. 123. 1960.

CALLIARI, L. J; MUEHC, D; HOEFEL, F. G; TOLDO, E. 2003. Morfodinâmica praial: uma breve revisão. Revista brasileira de oceanografia. n. 51 p. 63-78
CAMFIELD, F. E.; MORANG, A. Defining and interpreting shoreline change. **Ocean and Coastal Management**, v. 32, p. 129 - 151. 1996.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher. p. 149. 1974.

CONTI. A. L.; RODRIGUES, M. Variação da linha de costa na região da Ilha dos Guarás – PA através de análise de série temporal de imagens de satélites. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 05, p. 922-937. 2001.

COWELL, P. J.; THOM, B. G. Morphodynamics of coastal evolutions. In: R.W.G. CARTER, C. D. WOODROFFE. **Coastal Evolution**. Cambridge University Press. p. 33 - 86. 1997.

CRACKNELL, A. P. Remote sensing techniques in estuaries and coastal zone—an update. **International Journal of Remote Sensing**, p. 485 - 496. 1999.

DAVIS JR, R. A. **Coastal Sedimentary Environments**. New York: Springer-Verlag, 1985.

FIGUEIREDO. J. C. **Contribuição à geografia da Ilha do Mel (litoral do Estado do Paraná)**. Tese (Cátedra de Geografia do Brasil). Universidade Federal do Paraná, p. 61. 1954.

FITZGERALD. Mineralization of methionine sulphur in soils and forest floor layers.

Soil Biology and Biochemistry, v16, P. 565-570. 1984

GIANNINI, P. C. F.; ANGULO, R. J.; SOUZA, M. C.; KOGUT, J. S.; DELAI, M. S. A. Erosão na costa leste da Ilha do Mel, Baía de Paranaguá, estado do Paraná: modelo baseado na distribuição espacial de formas deposicionais e propriedades Sedimentológicas. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, p. 231 - 242. 2004.

HAYES M. O. Morphology of sand accumulations in estuaries. In: CRONIN L. E. (ed.) **Estuarine Research, Geology and Engineering**. New York. Academy. Press, v. 22, p. 3 - 22. 1975.

HICKS, D. M.; HUME, T. M. Determining sand volumes and bathymetric change on an ebb-tidal delta. **Journal of Coastal Research**, v. 13, p. 407 - 416. 1997.

HOEFEL, F. G. **Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica**. Itajaí: Editora da UNIVALI. p. 91. 1998.

KRUEGER, C. P. **Investigações sobre aplicações de alta precisão do GPS no âmbito marinho**. 267 f. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1996.

LAMOUR, M. R. **Dinâmica sedimentar do Canal da Galheta, via de acesso ao Porto de Paranaguá.** 100 p. Dissertação de Mestrado. (Pós-Graduação em Geologia Ambiental), Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2000.

LAMOUR, M. R. **Morfodinâmica sedimentar da desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá – PR.** 161 p. Tese (Doutorado em Geologia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2007.

LAMOUR, M. R.; NOERNBERG, M. A.; QUADROS, C. J. L.; ODRESKI, L. L. R.; SOARES, C. R. Erosão na desembocadura sul da baía de Paranaguá e sua relação com o assoreamento do canal da Galheta. In: **Congresso Brasileiro da Associação Brasileira do Quaternário**, Recife. 2003.

NORDSTROM, K. F. Cyclic and seasonal beach response: a comparison of ocean and bayside beaches. **Physical Geography**, v. 1, p. 177 - 196. 1980.

NOERNBERG, M. A. **Processos morfodinâmicos no Complexo Estuarino de Paranaguá – Paraná – Brasil:** um estudo a partir de dados in situ e LANDSAT – TM. 168 f. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2001.

OPEN UNIVERSITY. **Waves, Tides and Shallow-water Processes.** [S.l.]; Pergamon. 1994.

PARANHOS, F. A. C.; SOARES, C. R.; ANGULO, R. J. Nota sobre a erosão da Ilha do Mel. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 42, p.153 - 159. 1994.

PARIZOTTI, T. D. **Dinâmica morfo-sedimentar em duas praias arenosas na Ilha do Mel, Paranaguá, PR.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Oceanografia), Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná. 2011.

PEIXOTO, A. C. G. **Monitoramento topo-sedimentar do istmo arenoso de Nova Brasília, Ilha do Mel, Litoral do Paraná. Pontal do Paraná,** 73 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Oceanografia), Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná. 2008.

PORTOBRÁS. **Relatório de apresentação das medições meteorológicas observadas em Pontal do Sul, Paranaguá – PR.** Setembro de. 1982 a dezembro 1986. Rio de Janeiro: INPH. 189 p. 1983.

QUADROS, C. J.; MARONE, E.; ANGULO, R. J.; MARTINS, G. J.; PEREIRA NETO JR. J. B. Dinâmica morfosedimentar associada à incidência de sistemas frontais em duas praias do litoral paranaense. **Boletim Paranaense de Geociências**, p. 65 - 74. Editora UFPR. 2007.

SHORT, A. D. **Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics.** Editora John Wiley & Sons Ltd., New York, p. 392. 1999.

SHORT, A.D., MASSELINK, G. **Embayed and structurally controlled beaches**. In: Short, A.D. (Ed.), *Handbooks of Beach and Shoreface Hydrodynamics*. John Wiley & Sons, Chicester. 1999.

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

SOARES, C.R.; MARONE, E.; LAMOUR, M.R.; CARRILHO, J.C.; NOERNBERG, M.A. **Dragagem e aprofundamento do Canal da Galheta, via de acesso aos portos de Paranaguá e Antonina - PR**. Pontal do Sul: UFPR. 75 p. Relatório consolidado convênio APPA/CEM. 1997.

SOUSA, E. C. B; KRUEGUER, C. P.; SLUTER, C. R. Determinação da Variação Volumétrica no Istmo da Ilha do Mel Utilizando PDGPS. **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 9, p.53 - 74. 2003.

SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Marinha**. T, A. QUEIROZ, LTDA, 1992. p. 171.

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