

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

TUAN DUARTE PARIZOTTI

DINÂMICA MORFO-SEDIMENTAR EM DUAS PRAIAS
ARENOSAS NA ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR.

PONTAL DO PARANÁ
2011

M 511 - 30

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

TUAN DUARTE PARIZOTTI

DINÂMICA MORFO-SEDIMENTAR EM DUAS PRAIAS
ARENOSAS NA ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR.

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.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Renato
Lamour

PONTAL DO PARANÁ
2011

m 551.36
13.15.1
2011
ex. 01

PL 000593272

CATALOGAÇÃO NA FONTE:
UFPR / SIBI - Biblioteca do Centro de Estudos do Mar

P219d Parizotti, Tuan Duarte
Dinâmica morfo-sedimentar em duas praias arenosas na Ilha do Mel, Paranaguá,
PR. / Tuan Duarte Parizotti. – Pontal do Paraná, 2011.
99 f.; 29 cm.

Orientador: Dr. Marcelo Renato Lamour

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

1. Dinâmica costeira. 2. Erosão marinha. 3. Mel, Ilha do (PR). I. Título.
II. Marcelo Renato Lamour. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD 551.36

TERMO DE APROVAÇÃO

Tuan Duarte Parizotti

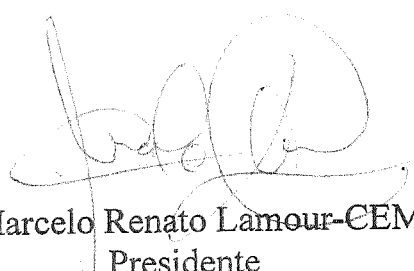
**“Dinâmica morfosedimentar na costa leste da Ilha do Mel, Paranaguá ,
Pr”**

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. Mauricio de Almeida Noernberg-CEM/UFPR



Prof. Dr. Carlos Aberto Borzone-CEM/UFPR



Prof. Dr. Marcelo Renato Lamour-CEM/UFPR
Presidente

Pontal do Paraná, 16 de dezembro de 2011.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe, Sheila Duarte Pereira. Pelo amor, carinho apoio e incentivo. Obrigado mamãe, por me carregar por esses 25 anos e nove meses. Para não escrever um texto de uma página, resumo a duas palavras: TE AMO!

Ao meu pai, Cesar Parizotti. Pelas muitas temporadas de zoação em Trindade, pelas melhores refeições da minha vida e também por que sem ele eu não estaria aqui.

A minha mulher Tábata Larissa Ferreira. Te amo muito. Obrigado por estar ao meu lado e me aguentar a mais de dois anos. Obrigado por me dar amor, carinho, compreensão, risos, sustos, alegrias e principalmente, pelo nosso filho, Theo, que ainda nem chegou e já é a pessoinha mais importante da minha vida.

Aos meus amigos, José Hugo, Guilherme, Gustavo, Mauricio, Henrique, Gabriel Queiroz, Gabriel Coala, Rodolfo, Felipe Pira, André Bocão, Daniel, Samuel, Lucas, Denis, Fabrício, Eduardo, Mayumi, Larissa Cristina, Ana Paula, Marina, Gabriela, Juliane, Cynthia, Larissa Valério, Rita, e aos que eu com certeza eu esqueci. Obrigado pelas festas, churrascos, viagens, fins de tarde no surf, mergulhos, ajuda nas coletas, ajuda com os dados, moradia, enfim, pela família que eu encontrei em Pontal e que fez esses seis anos muito felizes.

Ao meu orientador Marcelo Renato Lamour. Pela orientação, atenção, ensino, palavras sábias, puxões de orelha e principalmente por possibilitar a execução desse trabalho. Obrigado.

Ao Grupo de Física Marinha do CEM-UFPR, por ceder os dados sobre ventos.

A Marinha do Brasil, por fornecer os dados de agitação marítima.

Aos meus colegas do Laboratório de Oceanografia Geológica, Felipe, Larissa, Diógenes, Pâmela, Mirella, Juliane, Mihael, Rafael e Kaline. Pela ajuda nas coletas, pelos esclarecimentos, pela ajuda no Surfer e no ArcGis e por toda ajuda que recebi.

A todos os professores e funcionários do CEM. Obrigado pelos anos de aprendizado e convivência.

A todos os colegas e amigos do Curso de Graduação em Oceanografia do Centro de Estudos do Mar de Universidade Federal do Paraná.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

RESUMO

A Ilha do Mel está situada ao norte do litoral paranaense, na desembocadura do complexo estuarino de Paranaguá (25°30'S/48°20'W). As praias da região possuem uma dinâmica sedimentar complexa, onde ocorrem interações entre correntes de maré, ondas, e disposição de material dragado. As praias conhecidas como Grande e das Paralelas apresentam direções de exposição opostas (SE e NW, respectivamente) em relação às forçantes físicas marinhas (ondas e correntes de maré), com pontais rochosos dispostos na área de inflexão entre elas. As variações morfológicas nas praias paranaenses estão intimamente relacionadas com a agitação marítima que é influenciada pela variação anual no padrão de ventos. Este trabalho visa avaliar as relações entre a ocorrência de eventos meteorológicos com agitação marítima associada e as variações morfológicas em duas praias com orientações geográficas diferentes na Ilha do Mel (PR). Para tanto, entre os anos de 2009 e 2010, foram realizados cinco levantamentos de campo, quando foram coletados sedimentos superficiais e mensurados 3 perfis topográficos em cada praia. Posteriormente, foram gerados modelos digitais de terreno e calculados os volumes erodidos e/ou depositados em cada campanha de amostragem e analisados em conjunto com a ocorrência de eventos climáticos extremos. De maneira geral houve erosão na Praia Grande, onde as extremidades foram erodidas e a porção central permaneceu estável. A Praia do Farol se manteve aparentemente estável. Os dois perfis mais próximos ao Morro do Farol apresentaram acreção, enquanto o perfil mais afastado deste apresentou erosão, mas o volume total mudou pouco. Nas duas praias os sedimentos variaram de muito finos, bem selecionados na linha de costa a finos bem selecionados na linha de água. Durante o período de monitoramento as duas praias apresentaram variação na morfologia e nos volumes de sedimentos, na maioria das vezes relacionados com a ocorrência de agitação marítima acentuada. Nos períodos de maior agitação a tendência das duas praias foi erosiva, enquanto nos períodos de mar calmo houve a inversão desta tendência.

Palavras-chave: Morfodinâmica praial; Sedimentos; Erosão costeira; Desembocadura; Ilha do Mel;

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: MAPA DE BATIMETRIA E DE LOCALIZAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ.....	15
FIGURA 2: MAPA ESQUEMÁTICO DAS PRINCIPAIS TENDÊNCIAS DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS, PARA A DESEMBOCADURA DO CEP (MODIFICADO DE LAMOUR, 2007).....	17
FIGURA 3: MAPA DA ILHA DO MEL COM OS VETORES DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS NA PRAIA DO FAROL. ADAPTADO DE GIANNINI <i>ET AL.</i> , (2004).	18
FIGURA 4: MAPA DA DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DE DIÂMETRO MÉDIO (\emptyset) DOS SEDIMENTOS DE FUNDO NA ADJACÊNCIA DA DESEMBOCADURA DO CEP (LAMOUR 2007).....	20
FIGURA 5: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO COMPOSTO COM FOTOS AÉREAS DA ILHA DO MEL DE 2002.....	22
FIGURA 6: CLASSIFICAÇÃO DE AMBIENTES E SUBANBIENTES LITORÂNEOS (ÂNGULO, 1996).....	29
FIGURA 7: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA DISTRIBUIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE LEITURA DA TOPOGRAFIA PRAIAL E AMOSTRAGEM DE SEDIEMNTOS.....	31
FIGURA 8: MAPA DA ILHA DO MEL COM A BATIMETRIA E LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS TOPOGRÁFICOS.....	32
FIGURA 9: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE LEITURA DA TOPOGRAFIA PRAIAL DO PERFIL G1.....	33
FIGURA 10: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE LEITURA DA TOPOGRAFIA PRAIAL DO PERFIL G2.....	34
FIGURA 11: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE LEITURA DA TOPOGRAFIA PRAIAL DO PERFIL G3.....	35
FIGURA 12: FOTO COM A LOCALIZAÇÃO RELATIVA DAS ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA TOPOGRÁFICAS ESTABELECIDAS NA PRAIA GRANDE.....	36
FIGURA 13: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE LEITURA DA TOPOGRAFIA PRAIAL DO PERFIL F1.....	36
FIGURA 14: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE LEITURA DA TOPOGRAFIA PRAIAL DO PERFIL F2.....	37
FIGURA 15: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE LEITURA DA TOPOGRAFIA PRAIAL DO PERFIL F3.....	38

FIGURA 16: FOTO COM A LOCALIZAÇÃO RELATIVA DAS ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA TOPOGRÁFICAS ESTABELECIDAS NA PRAIA GRANDE.....	39
FIGURA 17: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERIFL G1 EM JUNHO DE 2009. GÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSA PERFIL NO MÊS DE JUNHO.....	42
FIGURA 18: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO EVIDENCIANDO POUCA VARIAÇÃO NA TOPOGRAFIA DO PERFIL G1 EM SETEMBRO DE 2009. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE JUNHO E SETEMBRO.....	43
FIGURA 19: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERFIL G1 EM NOVEMBRO DE 2009. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE SETEMBRO E NOVEMBRO.....	44
FIGURA 20: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO DO PERFIL G1 EM JANEIRO DE 2010, EVIDENCIANDO UM PERFIL COM POUCA VARIAÇÃO NA TOPOGRAFIA. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE NOVEMBRO E JANEIRO.....	45
FIGURA 21: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO, COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEFEIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERFIL EM ABRIL DE 2010. GRÁFICO DE LINHAREPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE JANEIRO E ABRIL.....	46
FIGURA 22: GRÁFICO REPRESENTANDO O PERFIL G1 NOS MESES DE JUNHO, SETEMBRO, NOVEMBRO, JANEIRO E ABRIL.....	47
FIGURA 23: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERFIL G2 EM JUNHO DE 2009. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NO MÊS DE JUNHO....	48
FIGURA 24: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERFIL G2 EM SETEMBRO DE 2009. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE JUNHO E SETEMBRO.....	49
FIGURA 25: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEIÇÕES TOPOGÁFICAS DO PERFIL G2 EM NOVEMBRO DE 2009. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE SETEMBRO E NOVEMBRO.....	50
FIGURA 26: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERFIL G2 EM JANEIRO DE 2010.GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE NOVEMBRO DE 2009 E JANEIRO DE 2010.....	51

GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE JUNHO E SETEMBRO.....	63
FIGURA 39: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERFIL F1 EM NOVEMBRO DE 2009. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE SETEMBRO E NOVEMBRO.....	64
FIGURA 40: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERFIL F1 EM JANEIRO DE 2010. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE NOVEMBRO DE 2009 E JANEIRO DE 2010.....	65
FIGURA 41: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERFIL F1 EM ABRIL DE 2010. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE JANEIRO E ABRIL DE 2010.....	66
FIGURA 42: GRÁFICO REPRESENTANDO O PERFIL F1 NOS MESES DE JUNHO, SETEMBRO, NOVEMBRO, JANEIRO E ABRIL.....	67
FIGURA 43: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERFIL F2 EM JUNHO DE 2009. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NO MÊS DE JUNHO DE 2009.....	68
FIGURA 44: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERFIL F2 EM SETEMBRO DE 2009. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE JUNHO E SETEMBRO.....	69
FIGURA 45: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERFIL F2 EM NOVEMBRO DE 2009. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE SETEMBRO E NOVEMBRO.....	70
FIGURA 46: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERFIL F2 EM JANEIRO DE 2010. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE NOVEMBRO DE 2009 E JANEIRO DE 2010.....	71
FIGURA 47: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERFIL F2 EM ABRIL DE 2010. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE JANEIRO E ABRIL DE 2010.....	72
FIGURA 48: GRÁFICO REPRESENTANDO O PERFIL F2 NOS MESES DE JUNHO, SETEMBRO, NOVEMBRO, JANEIRO E ABRIL.....	73

FIGURA 49: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERFIL F3 EM JUNHO DE 2009. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NO MÊS DE JUNHO DE 2009.....	74
FIGURA 50: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERFIL F3 EM SETEMBRO DE 2009. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE JUNHO E SETEMBRO.....	75
FIGURA 51: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERFIL F3 EM NOVEMBRO DE 2009. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE SETEMBRO E NOVEMBRO.....	76
FIGURA 52: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERFIL F3 EM JANEIRO DE 2010. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE NOVEMBRO DE 2009 E JANEIRO DE 2010.....	77
FIGURA 53: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO COM INDICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS DO PERFIL F3 EM ABRIL DE 2010. GRÁFICO DE LINHA REPRESENTANDO ESSE PERFIL NOS MESES DE NOVEMBRO DE 2009 E JANEIRO DE 2010.....	78
FIGURA 54: GRÁFICO REPRESENTANDO O PERFIL F3 NOS MESES DE JUNHO, SETEMBRO, NOVEMBRO, JANEIRO E ABRIL.....	79
FIGURA 55: VARIAÇÃO VOLUMÉTRICA NOS PERFIS F1, F2 E F3 ENTRE CADA AMOSTRAGEM E NO PERÍODO TOTAL DE MONITORAMENTO.....	80
FIGURA 56: VARIAÇÃO VOLUMÉTRICA NA PRAIA DO FAROL ENTRE CADA AMOSTRAGEM E NO PERÍODO TOTAL DE MONITORAMENTO.....	81
FIGURA 57: GRÁFICO DE INTENSIDADE E DIREÇÃO DOS VENTOS. OS VETORES EM AZUL REPRESENTAM DIREÇÃO E INTENSIDADE DO VENTO ENTRE JUNHO E SETEMBRO DE 2009. EM VERMELHO ESTÃO INDICADAS AS OCORRÊNCIAS DE AGITAÇÃO MARÍTIMA ACENTUADA E NA PORÇÃO INFERIOR ESTÃO INDICADAS AS FAZES DA LUA.....	82
FIGURA 58: GRÁFICO DE INTENSIDADE E DIREÇÃO DOS VENTOS. OS VETORES EM AZUL REPRESENTAM DIREÇÃO E INTENSIDADE DO VENTO ENTRE SETEMBRO E NOVEMBRO DE 2009; EM VERMELHO ESTÃO INDICADAS AS OCORRÊNCIAS DE AGITAÇÃO MARÍTIMA ACENTUADA E NA PORÇÃO INFERIOR ESTÃO INDICADAS AS FAZES DA LUA.....	83
FIGURA 59: GRÁFICO DE INTENSIDADE E DIREÇÃO DOS VENTOS. OS VETORES EM AZUL REPRESENTAM DIREÇÃO E INTENSIDADE DO VENTO ENTRE NOVEMBRO DE 2009 E JANEIRO DE 2010. EM VERMELHO ESTÃO	

INDICADAS AS OCORRÊNCIAS DE AGITAÇÃO MARÍTIMA ACENTUADA E NA PORÇÃO INFERIOR ESTÃO INDICADAS AS FAZES DA LUA.....84

FIGURA 60: GRÁFICO DE INTENSIDADE E DIREÇÃO DOS VENTOS. OS VETORES EM AZUL REPRESENTAM DIREÇÃO E INTENSIDADE DO VENTO ENTRE JANEIRO E ABRIL DE 2010. EM VERMELHO ESTÃO INDICADAS AS OCORRÊNCIAS DE AGITAÇÃO MARÍTIMA ACENTUADA E NA PORÇÃO INFERIOR ESTÃO INDICADAS AS FAZES DA LUA.....85

FIGURA 61: VARIAÇÃO DO DIÂMETRO MÉDIO DOS SEDIMENTOS EM CADA PORÇÃO DO PERFIL PRAIAL E A RELATIVA CLASSIFICAÇÃO NOMINAL: LC – LINHA DE COSTA; M – PORÇÃO MÉDIA DO ESTIRÂNCIO; LA – LINHA DE ÁGUA; AF – AREIA FINA; AMF – AREIA MUITO FINA89

FIGURA 62: VARIAÇÃO DO GRAU DE SELEÇÃO DOS SEDIMENTOS EM CADA PORÇÃO DO PERFIL PRAIAL E A RELATIVA CLASSIFICAÇÃO NOMINAL: LC – LINHA DE COSTA; M – PORÇÃO MÉDIA DO ESTIRÂNCIO; MBS – MUITO BEM SELECIONADO; BS – BEM SELECIONADO; MS – MODERADAMENTE SELECIONADO.....90

FIGURA 63: LOCALIZAÇÃO DOS DOIS ESPORÕES E A DIREÇÃO PREFERENCIAL DOS TRENS DE ONDAS INCIDENTES E DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS NA PRAIA DO FAROL.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	16
RESUMO	18
LISTA DE FIGURAS.....	19
1 – INTRODUÇÃO	13
2 – OBJETIVOS.....	14
2.1 – OBJETIVO GERAL	14
2.2 – OBJETIVOS GERAIS	14
3 – JUSTIFICATIVA.....	14
4 – ÁREA DE ESTUDO.....	15
4.1 – LITORAL PARANAENSE.....	15
4.1.1 – CORRENTES DE DERIVA E CORRENTES ESTUARINAS	16
4.1.2 – CLIMA DE ONDAS	18
4.1.3 – SEDIMENTOS ATUAIS.....	19
4.1.4 – DRAGAGENS NO COMPLEXO STUARINO DE PARANAGUÁ.....	20
4.1.5 – ILHA DO MEL	21
5 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	24
5.1 – MORFODINÂMICA	24
5.2 – CLASSIFICAÇÃO DO AMBIENTE PRAIAL.....	27
6 – MATERIAIS E METODOS.....	29
6.1 – PROCEDIMENTOS DE CAMPO	29
6.1.1 – TOPOGRAFIA DE PRAIA.....	29
6.1.2 – AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS.....	38
5.2 ANÁLISE LABORATORIAL DE SEDIMENTOS	38
5.3 – ANÁLISE DE DADOS.....	39
6 – Resultados.....	41
6.1 – PRAIA GRANDE.....	41
6.1.1 – PERFIL G1	41
6.1.2 – PERFIL G2.....	47
6.1.3 – PERFIL G3.....	53
6.1.4 – APANHADO GERAL SOBRE A PRAIA GRANDE	59
6.2 – PRAIA DO FAROL	61
6.2.1 – PERFIL F1.....	61
6.2.2 – PERFIL F2.....	67

6.2.3 – PERFIL F3.....	73
6.2.4 – APANHADO GERAL SOBRE A PRAIA DO FAROL	79
6.3 – AGITAÇÃO MARÍTIMA.....	81
6.4 – PARAMETROS SEDIMENTOLÓGICOS.....	85
7 – DISCUSSÃO.....	87
8 – CONCLUSÃO	92
9 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93

1 – INTRODUÇÃO

As praias estão presentes em todos os continentes, ocupando de 11% a 34% das regiões costeiras, em diferentes conformações. São ambientes dinâmicos por estarem expostos à forças meteorológicas, astronômicas e oceanográficas que modificam suas características em diferentes escalas de tempo e espaço (SHORT, 1999). Estão localizadas na área de transição entre o continente e o oceano, e geralmente são compostas por acúmulo de sedimentos inconsolidados, não coesivos, na maioria das vezes, arenosos (HOEFEL, 1998).

O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) está localizado na porção centro-norte do litoral paranaense e tem grande importância econômica devido à presença de portos de Paranaguá e Antonina com intensa circulação de navios, no seu interior, além de também ser utilizado para atividades de pesca artesanal e lazer. Na desembocadura do CEP encontra-se a Ilha do Mel, que divide a desembocadura deste estuário em duas desembocaduras com características diferentes. A Desembocadura Norte pode ser caracterizada por uma dinâmica dominada por ondas, enquanto que a Desembocadura Sul está associada à predominância das correntes de maré, dragagens frequentes e disposição do material dragado junto à costa (LAMOUR, 2007). Estes são alguns dos fatores que tornam os processos morfodinâmicos ainda mais complexos na região da desembocadura do CEP.

A Ilha do Mel é um dos principais destinos turísticos do litoral paranaense, atividade que movimenta muito dinheiro; lá existe a Estação Ecológica Ilha do Mel que visa preservar espécies endêmicas da região e também existe uma comunidade caiçara tradicional que habita essa região à alguns séculos. Esses são alguns dos fatores que tornam essa ilha uma área de grande importância. Essa ilha vem sofrendo processos de acreção e erosão de sedimentos ao longo das últimas décadas. Foi observada a erosão de um istmo arenoso, que liga duas partes da ilha, quase culminando na divisão desta em duas no fim da década de 1990. Neste período também foi observado o crescimento de um esporão arenoso a leste deste istmo (GIANNINI *et al.*, 2004). Esses processos podem acarretar no aumento ou na redução de áreas emersas afetando assim o espaço para prática do lazer e turismo e também trazer riscos para as casas construídas à beira mar.

2 – OBJETIVOS

2.1 – OBJETIVO GERAL

Avaliar a relação entre as variações geomorfológicas nas praias da costa leste da ilha do mel e a dinâmica sedimentar na região da desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá.

2.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Monitorar as variações geomorfológicas da Praia do Farol e da Praia Grande na Ilha do Mel, Paranaguá, PR.

Determinar as relações entre as variações geomorfológicas das praias monitoradas e a ocorrência de eventos meteorológicos com agitação marítima associada nas quatro estações do ano.

Estimar relações entre o comportamento geomorfológico da Praia do Farol e da Praia Grande.

3 – JUSTIFICATIVA

O estudo e o monitoramento da morfodinâmica na Ilha do Mel são importantes para a geração de dados sobre o comportamento de praias com diferentes conformações e disposições em relação às forçantes oceanográficas. Esses resultados vão auxiliar na compreensão dos processos morfodinâmicos que atuam na região da desembocadura do CEP e assim fornecer subsídios para o gerenciamento destas áreas costeiras. Auxiliando a prever e reduzir possíveis problemas gerados pelos processos erosivos e deposicionais como: redução de áreas destinadas à habitação, ao lazer e ao turismo; riscos à segurança pública e a obras de engenharia costeira.

4 – ÁREA DE ESTUDO

4.1 – LITORAL PARANAENSE

O litoral paranaense, constituído por extensa plataforma continental e vasta planície costeira, tem cerca de 90 km de linha de costa. Neste litoral encontram-se praias oceânicas e estuarinas, alguns pontais rochosos e dois estuários bem desenvolvidos. Na porção sul, localiza-se a Baía de Guaratuba, com área aproximada de 50 km², na porção centro-norte está o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), com cerca de 612 km² de área. (ANGULO, 1992)

A presença dos pontais rochosos na Ilha do Mel, formados pelos afloramentos do Complexo Cristalino, favorece uma fixação relativa do posicionamento das desembocaduras Norte e Sul do estuário e protegem as áreas internas do mesmo contra a ação das ondas oceânicas. Os deltas de maré presentes nas duas desembocaduras apresentam diversas áreas rasas, com menos de 6 m de profundidade, que sofrem variação em sua área e batimetria em curtos períodos de tempo, podendo gerar modificações nas praias e na região costeira adjacente (ANGULO, 1999).

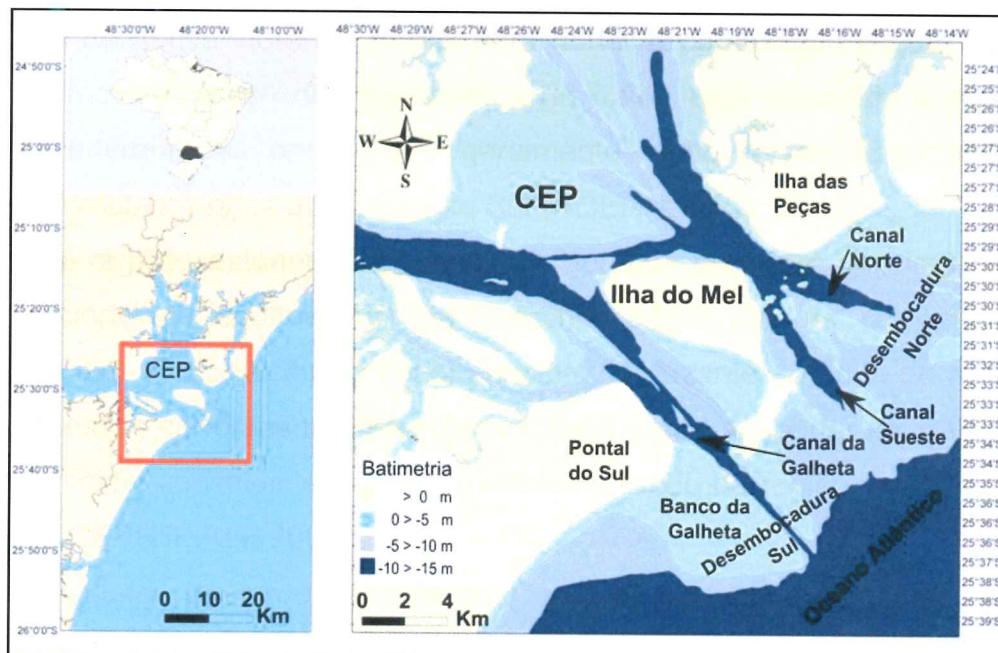


Figura 1: mapa de batimetria e de localização da desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP).

A Desembocadura Norte foi a primeira rota de acesso aos portos no interior do CEP. Ela está situada entre a Ilha do Mel e a Ilha das Peças (figura 1) e possui

um uma dinâmica dominada principalmente pela ação das ondas. Nesta área existem canais e barras que se movimentam aleatoriamente ao longo do tempo, dificultando a navegação de grandes embarcações (LAMOUR, 2007).

A Desembocadura Sul, entre a Ilha do Mel e o balneário Pontal do Sul, possui características de um delta de maré vazante que apresenta canais marginais de enchente, um lobo frontal e um canal principal de vazante, chamado de Canal da Galheta (figura 1) (ANGULO, 1999). Este canal é a atual via de acesso aos portos costeiros do Paraná e desde 1972 são realizadas dragagens periódicas visando à manutenção de profundidades seguras à navegação (LAMOUR, 2007).

Obras como as de dragagem realizadas no Canal da Galheta podem modificar a dinâmica sedimentar nas regiões adjacentes, ampliando o efeito da armadilha de sedimentos no canal e reduzindo as quantidades de sedimentos que conseguem transpor o delta, da porção Sul para a porção norte da desembocadura. (ANGULO, 1999; LAMOUR *et al.*, 2007).

4.1.1 – CORRENTES DE DERIVA E CORRENTES ESTUARINAS

MARONE *et al.*, (1995), detectaram a ocorrência do fluxo resultante das correntes de deriva litorânea de sul para norte. A capacidade destas correntes de iniciar a movimentação dos sedimentos de fundo está vinculada a momentos de elevada energia das ondas, que geralmente estão relacionados à entrada de sistemas frontais vindos do quadrante Sul (NOERNBERG, 2001)

Em regiões estuarinas as correntes geradas por maré têm importante papel no transporte de sedimentos. Na desembocadura sul, as correntes de maré acompanham a orientação do canal principal de vazante do delta de noroeste para sudeste; essas correntes têm energia suficiente para transportar as areias finas, que são o principal constituinte dos sedimentos de fundo da região, em direção ao mar aberto (NOERNBERG, 2001).

Os fluxos de maré vazante no Canal da Galheta geram um efeito molhe hidráulico, retendo parte dos sedimentos transportados pela deriva litorânea que ficam aprisionados na área correspondente ao banco da Galheta (PARANHOS FILHO *et al.*, 1994; ANGULO, 1999; LAMOUR, 2000; LAMOUR, 2007). LAMOUR (2007) identificou vetores de transporte na desembocadura do Canal da Galheta

indicando movimento de sedimentos no sentido da plataforma, a sudeste. Na região a sudoeste do banco da galheta os vetores indicam transporte para nordeste, enquanto na margem nordeste desse banco os vetores estão direcionados para sudoeste, confirmando a idéia de que grande parte dos sedimentos é transportada em direção aos bancos e formam o lobo terminal do delta de maré vazante. Os vetores junto à desembocadura norte indicam uma contribuição de sedimentos da plataforma continental próxima para esta desembocadura e para as praias da Ilha do Mel (figura 2).

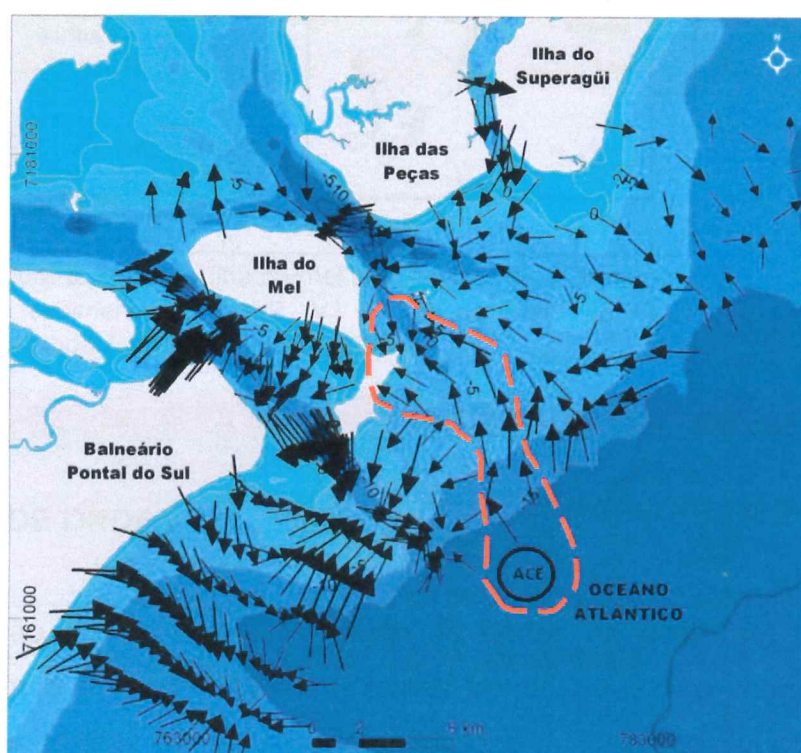


Figura 2: Mapa esquemático das principais tendências de transporte de sedimentos, obtidas pelo método GSTA (GAO, 1996), para a desembocadura do CEP, contendo a localização da área circular externa (ACE), adaptado de LAMOUR (2007).

Na costa da Ilha do Mel GIANNINI *et al.*, (2004) detectaram a existência de um padrão de transporte de sedimentos no arco praias existente entre o Morro do Farol e o Morro do Forte. Segundo estes autores os sedimentos são transportados do Morro do Farol em direção ao Istmo arenoso, o que pode ser a causa do aumento na área desse Istmo e da formação de um esporão arenoso junto ao Morro do Farol nas últimas duas décadas (figura 3).

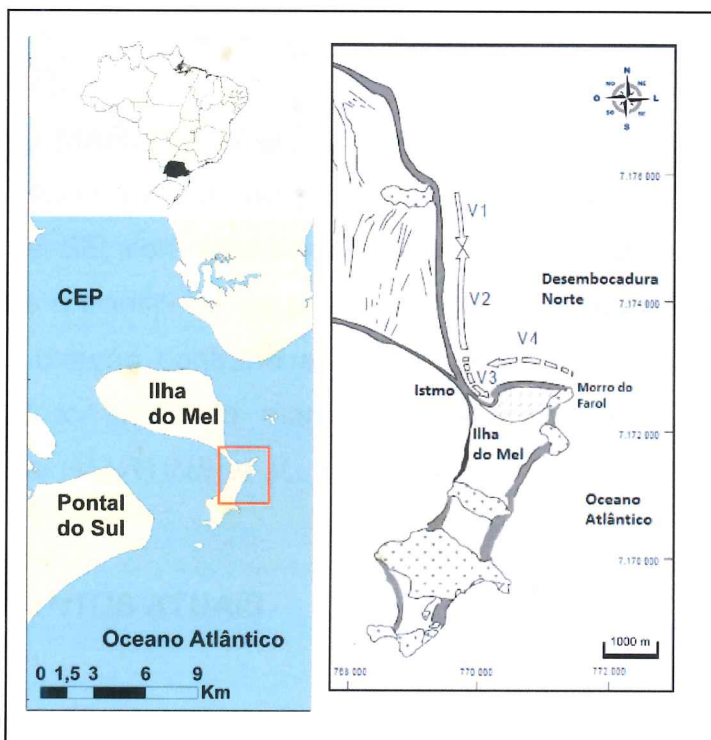


Figura 3: Mapa da ilha do mel com os vetores de transporte de sedimentos (V1, V2, V3 e V4) na Praia do Farol. Adaptado de GIANNINI *et al.*, (2004)

4.1.2 – CLIMA DE ONDAS

A agitação marítima e a formação de ondas na costa sul brasileira está intimamente ligada à ocorrência de sistemas frontais, que são comandados pelos movimentos dos centros de pressão do anticiclone do Atlântico Sul e do anticiclone Migratório Polar. Na região do litoral sul ocorre aumento na ocorrência destes sistemas desde o fim do outono ao início da primavera, entre os meses de junho a outubro. Nem todos os sistemas frontais favorecem agitação marítima acentuada, mas, por outro lado, a agitação marítima geralmente está associada à incidência destes sistemas. (QUADROS *et al.*, 2007).

No litoral do Paraná ocorrem duas direções preferenciais de propagação das ondas: os quadrantes SSE/SE e ENE. As ondas provindas de ENE são geradas pelos ventos associados ao Anticiclone Tropical do Atlântico Sul, caracterizadas por serem regulares e com tamanho intermediário, enquanto as ondas de SSE/SE estão relacionadas à passagem de sistemas meteorológicos geradores de “ondas de

tempestade”, ondas maiores e com mais energia (PORTOBRÁS, 1983, *apud* LAMOUR, 2007).

Segundo MARTINS *et al.*, (2004) a maior parte das ondas que incidem na praia do balneário de Atami, ao sul da desembocadura do CEP, é proveniente dos quadrantes S e SE, com altura máxima de 1,48 m e período em torno de 7s. Foi constatado que o transporte de sedimentos ocorre predominantemente de nordeste para sudeste, direção contrária a incidência das ondas, o que sugere uma forte influência das correntes de maré e da desembocadura do CEP na dinâmica sedimentar local (MARTINS *et al.*, 2004).

4.1.3 – SEDIMENTOS ATUAIS

Na região da desembocadura do CEP existe a predominância de areias finas, tanto na porção externa quanto na porção proximal da plataforma rasa adjacente. Entretanto também são encontradas manchas com concentrações de outros tipos de sedimentos, que vão desde siltes finos até areias grossas. Os Siltes, finos a grossos, ocorrem próximo à região mais externa do canal da galheta e próximo à Ilha das Palmas, na Desembocadura Norte. Existe o predomínio de areia muito fina na região do balneário Pontal do Sul, no Canal da Cotinga, na região mais externa da plataforma e em alguns outros pontos. As maiores concentrações de areias médias e grossas foram constatadas na região da Desembocadura Norte, entre a Ilha do Mel, a Ilha das Peças e a Ilha do Superagui. De forma geral, podemos dizer que os sedimentos na Desembocadura Sul são mais finos do que na Desembocadura Norte (figura 4) (LAMOUR, 2007).

Quanto ao grau de seleção dos sedimentos na desembocadura do CEP, existe uma diferenciação clara: na Desembocadura Sul os sedimentos variam de moderadamente selecionados a muito bem selecionados; na Desembocadura Norte e na porção distal da plataforma rasa o grau de seleção varia de pobremente selecionado a muito pobremente selecionado; já no banco da galheta e no canal Sueste os sedimentos são muito bem selecionados (LAMOUR, 2007).

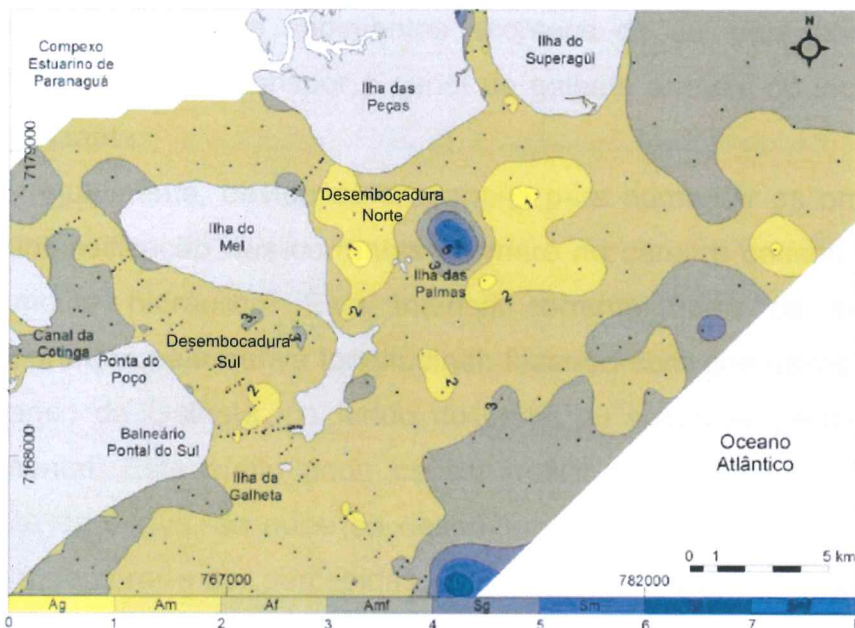


Figura 4: Mapa da distribuição dos valores de diâmetro médio (\varnothing) dos sedimentos de fundo na adjacência da desembocadura do CEP. Ag – Areia grossa; Am – Areia média; Af – Areia fina; Amf – Areia muito fina; Sg - Silte grosso; Sm – Silte médio; Sf – Silte fino e Smf – Silte muito fino (LAMOUR, 2007)

4.1.4 – DRAGAGENS NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ

Devido ao aumento no tamanho e no calado dos navios cargueiros se fez necessária a execução de obras de dragagem, a fim de aprofundar os canais navegáveis que dão acesso aos portos e, desta forma, garantir a segurança da navegação dentro dos limites do estuário.

O canal da Galheta foi escolhido como principal via de acesso, por ter um trecho naturalmente mais profundo, mas ainda sim necessita ser dragado regularmente, pois o processo de assoreamento é constante (PARANHOS *et al.*, 1994). LAMOUR *et al.*, (2003) concluíram que grande parte dos sedimentos que contribuem para o assoreamento da área externa do Canal da Galheta são provenientes das praias a sudoeste somados aos sedimentos transportados pela deriva longitudinal litorânea.

Quando canais de navegação são escavados, mudando a configuração natural de uma desembocadura, ocorrem diversas conseqüências, pois o padrão do transporte de sedimentos ao longo da costa pode se alterar mudando as áreas preferenciais de erosão e deposição (ANGULO *et al.*, 2004). No litoral do Paraná a

deriva longitudinal de sedimentos acontece de sul para norte e, em condições naturais, consegue transpor o canal da galheta através do lobo frontal do delta de maré vazante.

Atualmente, devido às dragagens para aumentar as profundidades, ocorreu uma intensificação nas correntes de maré no canal e causou um efeito conhecido por molhe hidráulico. Esta intensa corrente barra os sedimentos que são transportados pela deriva longitudinal, fazendo com que esses fiquem aprisionados no banco da Galheta, no fundo do canal ou sejam lançados para a plataforma continental. Este efeito pode causar déficit sedimentar nas praias adjacentes à jusante da deriva, ao norte da desembocadura. As conseqüências desta mudança podem demorar a ser percebidas, pois dependem da escala de tempo do processo, que vai ser determinado pela relação entre o tamanho do delta, a profundidade do canal e a intensidade da corrente de deriva (ANGULO *et al.*, 2004).

Outro problema relacionado às dragagens é encontrar um local adequado para a disposição do material retirado do leito do canal. Foram determinadas diversas áreas para esta dispensa pelas autoridades portuárias. A mais utilizada está localizada na plataforma continental rasa paranaense, à nordeste do canal além da isóbata de 20m; esta área é conhecida como Área Circular Externa (figura 2) (LAMOUR, 2007).

Esses sedimentos podem estar sendo conduzidos pelas ondas e correntes em direção às praias da ilha do mel e servindo como fonte para o crescimento do esporão arenoso na Praia do Farol. As dragagens podem estar atuando como um by-passing, retirando o sedimento preso no canal e despejando-o à jusante da deriva, o que, se feito de forma correta e com estudos de qualidade, pode minimizar os impactos ambientais causados pela dragagem do canal, como, por exemplo, o déficit de sedimentos na desembocadura norte, citado anteriormente. (ANGULO *et al.*, 2004)

4.1.5 – ILHA DO MEL

A Ilha do Mel (25°30'S e 48°20'W) apresenta área de aproximadamente 27 km² e perímetro na ordem de 36,5 km (FIGUEIREDO, 1954 *apud* SOUZA *et al.*, 2003). Esta ilha, assim como a maior parte das planícies litorâneas paranaenses, é

constituída por cordões litorâneos que se formaram durante a última regressão do nível relativo do mar (ANGULO & LESSA, 1997).

A porção oriental desta ilha está voltada para mar aberto recebendo diretamente a energia das ondas oceânicas e a porção ocidental é influenciada principalmente por correntes de maré, pois é banhada pelas águas interiores da baía. É um ambiente instável, pois está exposto a diferentes agentes modificadores de sua morfologia como ondas, correntes de deriva e correntes de maré. Ela sofre constantes processos de erosão e deposição de sedimentos, variando sua morfologia ao longo do tempo (PEIXOTO, 2008).

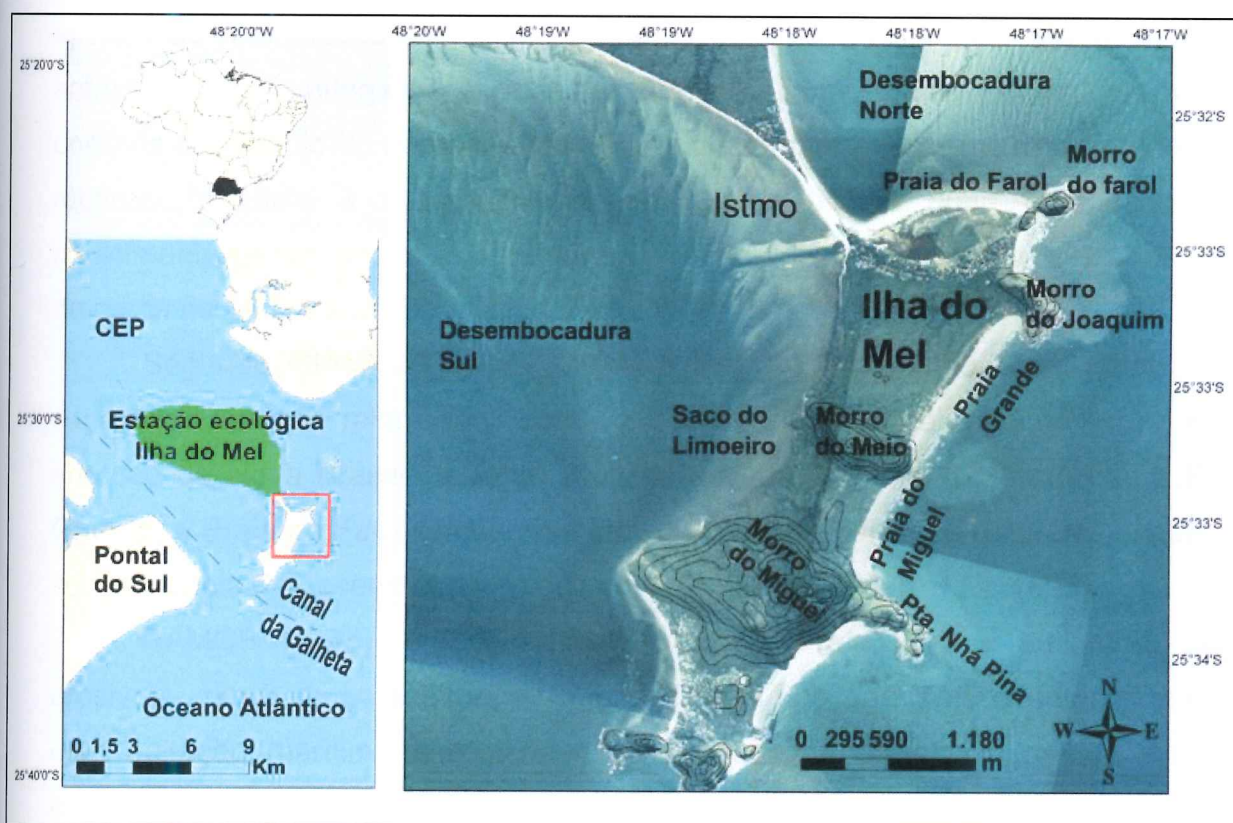


Figura 5: Mapa de localização da área de estudo composto com fotos aéreas da Ilha do Mel de 2002.

Nesta ilha podem ser encontradas praias estuarinas, protegidas da ação das ondas oceânicas e praias oceânicas sob influência da desembocadura estuarina (ANGULO & ARAÚJO, 1996). Dentro deste universo destacam-se a Praia Grande e a Praia do Farol (figura 5) por serem praias com características distintas e ao mesmo tempo estarem inseridas num mesmo ambiente e expostas às fortes morfodinâmicas que ali atuam.

A praia Grande tem aproximadamente 2000 m de extensão, é uma praia de bolso com sua face voltada para sudeste. Ela está ancorada por dois pontais rochosos, o Morro do Joaquim e o Morro do Meio. Essa praia está exposta à energia das correntes de maré da desembocadura e também das ondas provenientes dos quadrantes S/SE e E/SE, apresentando características de uma praia oceânica sob influência de desembocadura estuarina (ANGULO & ARAÚJO, 1996). Ela apresenta uma duna frontal bem desenvolvida, o que pode ser indicio de estabilidade da linha de costa nas últimas décadas (VEIGA *et al.*, 2004).

A praia do Farol é voltada para quadrante norte e está ancorada a leste pelo morro do Farol, que a protege das ondulações de sul e sudeste. Porém está exposta apenas às ondulações de leste e nordeste que, ao passar pelo Morro do Farol, sofrem refração atingindo a praia de forma oblíqua. Essas ondas geram uma corrente na direção do noroeste e uma área de sombra energética a oeste do pontal rochoso, propícia à deposição de sedimentos. Nesta praia é observado o crescimento de um esporão arenoso em direção ao istmo, a uma velocidade média de cerca de 100 m/ano (GIANNINI *et al.*, 2004).

Segundo GIANNINI *et al.*, (2004) e PEIXOTO (2008) o crescimento deste esporão pode estar relacionado com o processo de deposição sedimentar no istmo arenoso de Nova Brasília durante a última década. Da mesma forma que a Praia Grande, a Praia do Farol também se encaixam na classificação de praias oceânicas sob influência de desembocadura estuarina (ANGULO & ARAÚJO, 1996)

RAMOS (2005), em seu estudo sobre a Praia Grande encontrou perfis erosivos, com balanço sedimentar negativo após passagens de eventos climáticos com agitação marítima associada e em períodos de ausência destes eventos, encontrou tendência construtiva dos perfis. O perfil "Canto da Vó", denominado assim pelo autor, localizado na extremidade SW da praia, apresentou as maiores taxas de deposição e erosão ao longo do estudo, totalizando, segundo o mesmo, em um balanço sedimentar negativo, apesar do pouco volume (-1,11 m³/m), o que pode ser interpretado também como um relativo equilíbrio. No perfil do meio da praia, o balanço sedimentar foi negativo, sendo retirados -64,22 m³/m de sedimentos. Por outro lado, no perfil do canto esquerdo o balanço foi positivo, houve um acréscimo de 4,68 m³/m com pouca variação ao longo do ano. A posição da linha de costa progrediu nos perfis dos cantos da praia enquanto houve recuo no perfil do meio da praia.

Dentre as diversas feições costeiras da ilha do Mel, destaca-se o istmo arenoso de Nova Brasília, o qual passou por um processo erosivo entre as décadas de 1950 e 1990, quando ocorreu a sua ruptura. As ondas de alta energia somadas à maré de sizígia chegaram a transpor o istmo, transportando sedimentos da praia do farol para o Saco do Limoeiro e formando leques de sobrelavagem. A partir do ano de 2000 os seus limites tenderam a aumentar, provavelmente devido ao desenvolvimento de um esporão arenoso a partir do morro do farol. Este provavelmente modificou a direção de incidência das frentes de ondas, o que pode ter aumentado o aporte de sedimentos para esta praia (GIANNINI *et al.*, 2004).

Segundo GOBBI (1999) o crescimento do esporão arenoso pode estar relacionado com as dragagens do Canal da Galheta e a disposição destes sedimentos na plataforma rasa adjacente (associada à intensificação das ondulações dos quadrantes E e SE nas últimas décadas). Entretanto, NOERNBERG (2001) afirma que esta deposição de sedimentos na Praia do Farol não pode ser associada somente às dragagens, pois também ocorreu deposição nos períodos em que não houve ocorrência das mesmas, sugerindo também uma contribuição de sedimentos do delta para as praias.

5 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1 – MORFODINÂMICA

Praias são ambientes de transição entre o continente e o oceano, caracterizada por um acúmulo de sedimentos inconsolidados, não coesivos, que geralmente são arenosos. O ambiente praias tem seus limites marcados pela linha de costa (limite máximo da atuação das ondas de tempestade durante a maré mais alta ou uma alteração fisiográfica do ambiente - uma falésia, por exemplo) e a profundidade do início da zona de arrebentação, onde as ondas iniciam as suas interações físicas com o fundo (HOEFEL, 1998). Este é um ambiente altamente dinâmico que sofre influência de forçantes meteorológica; astronômicas e oceanográficas que são responsáveis por ressuspender e transportar os sedimentos que compõem o ambiente praias causando alterações em sua morfologia.

A morfodinâmica de uma praia é a interação ao longo do tempo entre as forçantes energéticas (ondas, correntes geradas por ondas, correntes geradas pelas marés) e dos sedimentos presentes no ambiente (composição, tamanho, forma e disponibilidade). A partir destes fatores, os processos hidrodinâmicos causam variações na morfologia da praia que por sua vez alteram o padrão hidrodinâmico local. Sendo assim pode-se dizer que a morfologia e a hidrodinâmica evoluem conjuntamente (CALLIARI *et al.*, 2003).

A atuação das ondas e correntes sobre o perfil praiial geram uma troca bidirecional de sedimentos entre a linha de costa e face litorânea (figura 6), através da zona de surf (CALLIARI *et al.*, 2003). Segundo KOMAR, (1983) os principais processos de transporte de sedimentos ocorrem na zona de surf, onde a energia da arrebentação das ondas ressuspendem os sedimentos e geram fortes correntes que os transportam ao longo da costa.

As praias oceânicas constituídas de areias são conhecidas por serem ambientes instáveis que estão em constante processo de transformação. Em períodos com ondas de baixa energia, mais frequentes nos meses de verão, costuma ocorrer deposição de sedimentos na parte emersa aumentando a área da praia. Por outro lado quando ocorrem ondas de alta energia, comuns nos meses de inverno, os sedimentos tendem a ser retirados da parte emersa e depositados além da zona de surf gerando erosão da praia (SHEPARD, 1973; SHORT, 1999). Para estes autores a energia das ondas é a principal forçante morfodinâmica das praias oceânicas.

Normalmente alterações na morfologia e na composição dos sedimentos da parte emersa do perfil praiial ocorrem quando ele é inundado pelo mar, permitindo que a energia das ondas atue sobre toda a extensão do perfil. As variações de curto prazo no nível do mar que fazem com que a maior parte do perfil praiial alterne entre períodos emersos e períodos imersos podem ser causadas pelas marés astronômicas, marés meteorológicas ou pela atuação das duas em conjunto (BIRD, 2008).

As marés astronômicas são geradas pela atração gravitacional da lua e do sol. Durante os dias de lua nova e a lua cheia ocorre alinhamento destes dois astros em relação à Terra, aumentando a força de atração gravitacional que é sentida pelos oceanos. É nesses períodos que a variação da maré atinge sua maior amplitude, um fenômeno que é conhecido como maré de sizígia.

As marés meteorológicas são geradas por variações bruscas na pressão atmosférica e pela atuação do vento sobre a superfície do mar. A redução brusca na pressão atmosférica sobre o oceano e os ventos soprando em direção a costa fazem com que haja acúmulo de água e aumento do nível do mar. Marone & Camargo (1994) atribuíram uma variação de 80 cm acima da preamar prevista no litoral do Paraná à passagem de uma frente fria sobre o oceano e a um centro de alta pressão sobre o continente.

As correntes longitudinais à costa são formadas na zona de surf estendendo-se pela plataforma interna e são responsáveis por transportar os sedimentos por grandes distâncias ao longo de costas arenosas, processo chamado de deriva litorânea (VILLWOCK, 1987). A velocidade e o potencial de transporte destas correntes variam em função de parâmetros: altura, período e ângulo de incidência da onda; velocidade e direção do vento; forma da linha de costa e declividade da face praial (TOLDO JR. *et al.*, 1993).

Nas regiões das desembocaduras de estuários os processos morfodinâmicos são ainda mais complexos, pois além das ondas, marés e correntes de deriva existem fortes correntes geradas pela variação da maré no estuário que influenciam nestes processos. Nesse ambiente é comum a formação de deltas onde os sedimentos se depositam formando uma serie de canais, barras e outras formas de fundo. Qualquer alteração no padrão morfodinâmico de um delta pode gerar consequências para a região costeira adjacente (ANGULO, 1993).

As variações morfodinâmicas podem ocorrer em diferentes escalas de tempo. WRIGHT (1995) classificou estas escalas em: instantâneas, eventos, médio prazo e geológicas. Os processos instantâneos compreendem mudanças que ocorrem em curto período de tempo, relacionadas aos ciclos de maré e de ondas; os processos classificados na escala de eventos estão relacionados às ocorrências de tempestades (escala de dias a meses). As respostas de médio prazo estão na escala de anos a décadas e são resultados de uma sucessão de eventos. A escala geológica envolve uma sucessão de eventos ao longo de centenas a milhões de anos, onde devem ser consideradas até mesmo as variações no nível relativo do mar. Desta forma, é importante definir escala em que se quer trabalhar para saber quais processos devem ser estudados.

5.2 – ZONAÇÃO DO AMBIENTE PRAIAL

Em diversos trabalhos a classificação dos ambientes vem de traduções da língua inglesa que podem ser interpretada de diferentes formas incorrendo em imprecisões. Para este trabalho foi adotada a classificação de ambientes praias proposta por Angulo (1996) que considera diferentes parâmetros como: variações do nível do mar de curto prazo gerado pelas marés, ondas e tempestades; características morfológicas e características dos sedimentos.

Angulo, (1996) propôs a classificação do ambiente litorâneo em: pós-praia (backshore); antepraia (foreshore); face litorânea (shoreface); transição litoral-costa afora (transition-offshore); e a plataforma continental (continental shelf) (FIGURA 5).

O pós-praia é a porção do perfil praias que compreende o trecho entre linha de costa e o nível médio de preamar ou da crista da berma. Este ambiente é inundado apenas pelas ondas de tempestade (figura 6).

O antepraia está localizado na faixa inter-maré, onde encontram-se canais e barras de praia. Ele é composto pela porção superior de declive acentuada, a face praias e uma porção inferior de menor declive, o terraço de baixa-mar. O principal processo morfodinâmico atuante nesta região é o transporte realizado pelo espraiamento das ondas (figura 6).

A face litorânea fica localizada entre o antepraia e a zona de transição litoral – costa afora, compreendida na área entre o nível médio de baixa-mar e a região em que as ondas começam a interagir com o fundo; nessa região localizam-se a zona de surfe, a zona de arrebentação e a zona de empinamento das ondas. Na face litorânea podem ser encontrados barras e canais litorâneos (figura 6).

A zona de transição litoral – costa afora localiza-se entre a face litorânea e a plataforma continental, ou costa afora, seu limite é marcado pelo início da ação das ondas de tempestade sobre o fundo (figura 6).

A plataforma continental estende-se do seu limite com a zona de transição litoral – costa afora até a quebra do talude continental, já em alto mar (figura 6).

6 – MATERIAIS E METODOS

6.1 – PROCEDIMENTOS DE CAMPO

6.1.1 – TOPOGRAFIA DE PRAIA

Entre os meses de junho de 2009 e abril de 2010 foram realizadas cinco campanhas amostrais, a fim de levantar os perfis topográficos e coletar amostras de sedimentos. As amostragens aconteceram nos dias 21 de junho, 06 de setembro, 1 de novembro de 2009, 18 de janeiro e 16 de abril de 2010. Por meio destas amostragens, foi possível obter uma representação da topografia e da granulometria para cada estação do ano. As campanhas foram realizadas durante o período de baixa-mar em um ciclo de maré de sizígia, quando a face da praia fica mais exposta.

Os levantamentos de campo para determinar as variações na morfologia do perfil praial foram realizados de acordo com os métodos de nivelamento topográfico, com auxílio de nível de precisão (Nikon AZ-2S), régua graduada, trena e bússola. As estações de leitura foram distribuídas ao longo de transectos normais à costa, em distâncias fixas de dez metros entre si e, além de estações intermediárias onde foram observadas feições que não contempladas nesse intervalo. As amostras de sedimentos foram coletadas na linha de costa, na porção média do estirâncio e na linha de água (Figura 7).

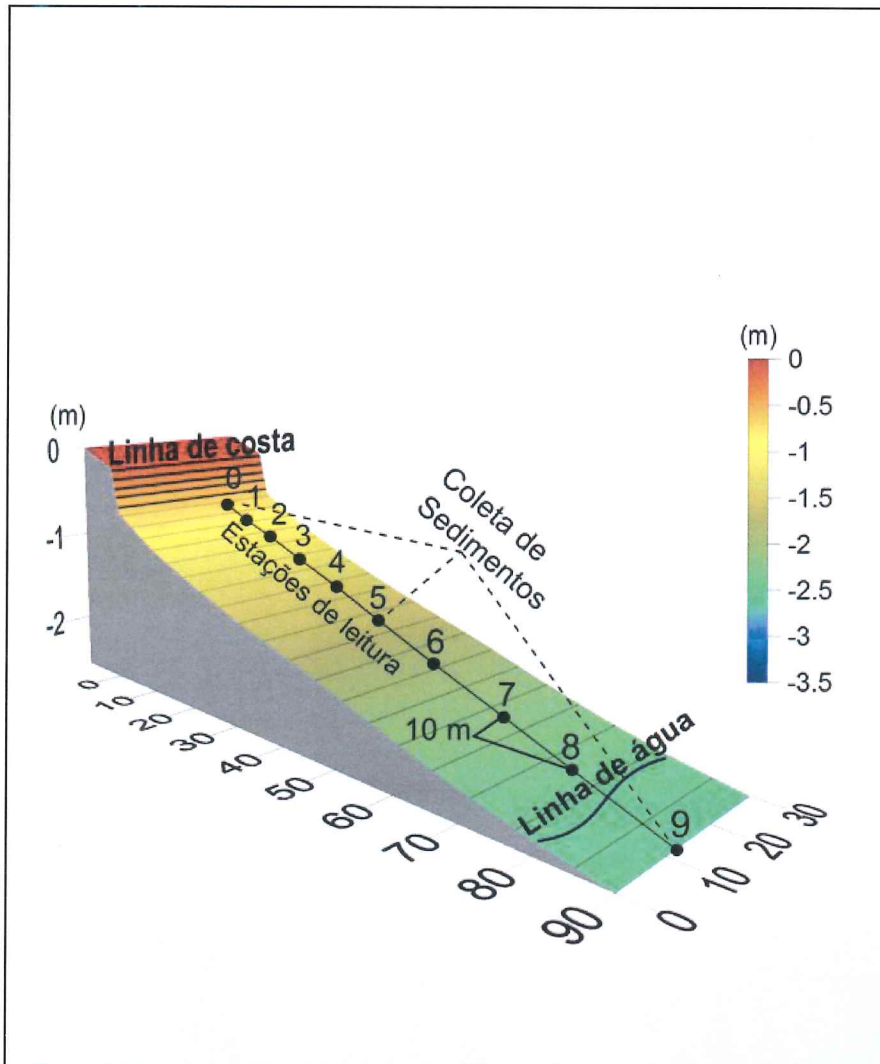


Figura 7: Diagrama esquemático da distribuição das estações de leitura da topografia praial e amostragem de sedimentos.

Foram distribuídos 6 perfis topográficos ao longo da Praia Grande e da Praia do Farol com distância de aproximadamente 400 m entre eles. Na praia Grande foram estabelecidos os perfis G1, G2 e G3 em ordem crescente de sudoeste para nordeste. Na praia do Farol foram estabelecidos os perfis, F1, F2 e F3, desta vez, em ordem crescente na direção de leste para oeste (figura 8). Em cada perfil, foi determinada uma quota zero relativa, um marco que não pudesse sofrer alteração em sua posição e altura, para ser usado como estação de referencia topográfica (ré).

Nos perfis G1 e G3 foram usadas construções de alvenaria pré existentes, para demarcar a estação de referencia topográfica e nos perfis G2, F1, F2 e F3, devido a inexistência de construções deste tipo, se fez necessário a fixação de marcos formados por canos de PVC enterrados em meio a vegetação da restinga. As posições de todas as rés foram georeferenciadas com auxilio do Global Positioning System (GPS; Garmin eTrex). O sistema de coordenadas adotado para estes levantamentos foi o Universal Transversal de Mercator (UTM), referenciado ao datum horizontal South American Datun 1969 (SAD 69).

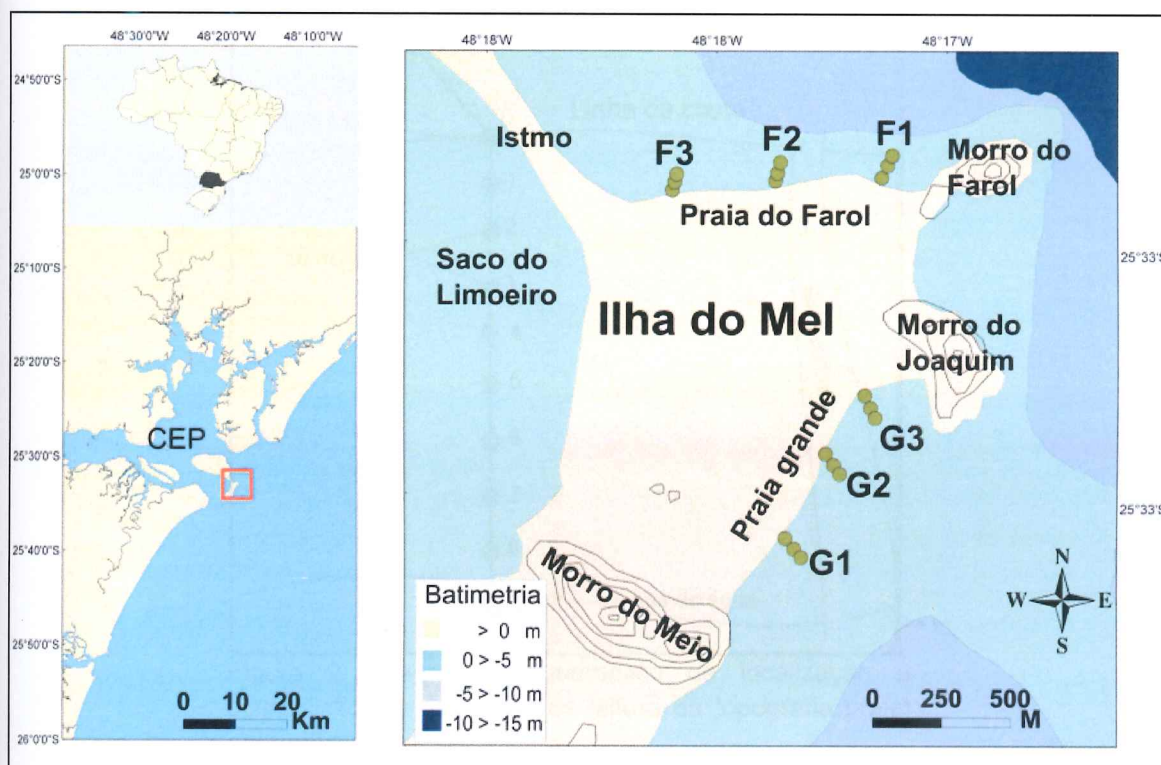


Figura 8: Mapa da Ilha do Mel com a batimetria e localização dos perfis topográficos (G1, G2, G3, F1, F2 e F3).

O perfil G1 está localizado na extremidade sudoeste da Praia Grande. Sua ré foi fixada nas coordenadas UTM 7.171.286 / 771.522, no vértice inferior esquerdo da porta de entrada da lanchonete do "Camping Sossego". A partir do local da ré, o ponto 0 foi demarcado a 70,8 m no azimute 132° e na direção do azimute 140° foram estabelecidos mais 9 pontos.

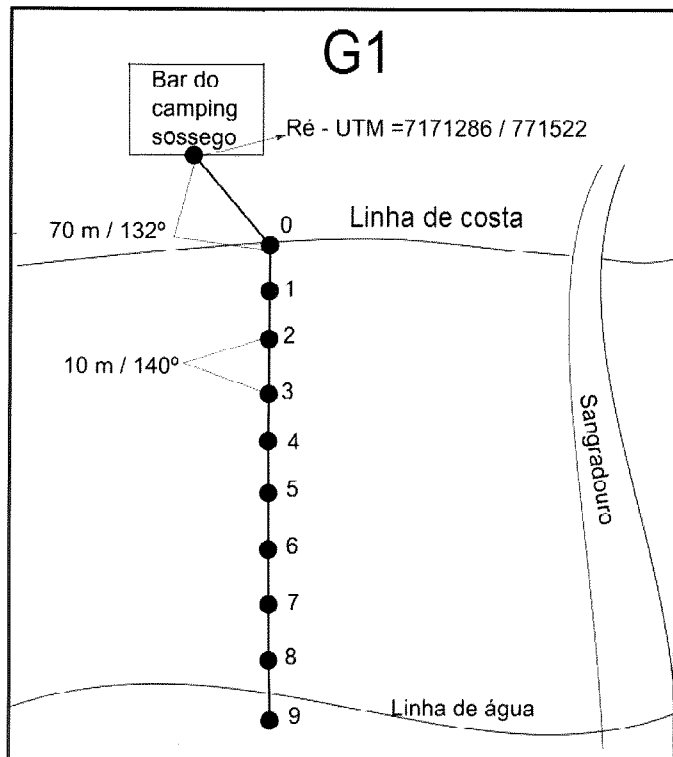


Figura 9: Diagrama esquemático da localização e distribuição das estações de leitura da topografia praial no perfil G1.

O perfil G2 está localizado na porção central deste arco praial, aproximadamente a 380 m de distância do perfil G1. Sua ré foi fixada nas coordenadas UTM 7.171.561 / 771.710 , com um cano de PVC enterrado em meio à vegetação. A partir do local da ré, o ponto 0 foi demarcado a 17,7 m no azimute de 140° e na direção do azimute 145° foram estabelecidos mais 9 pontos.

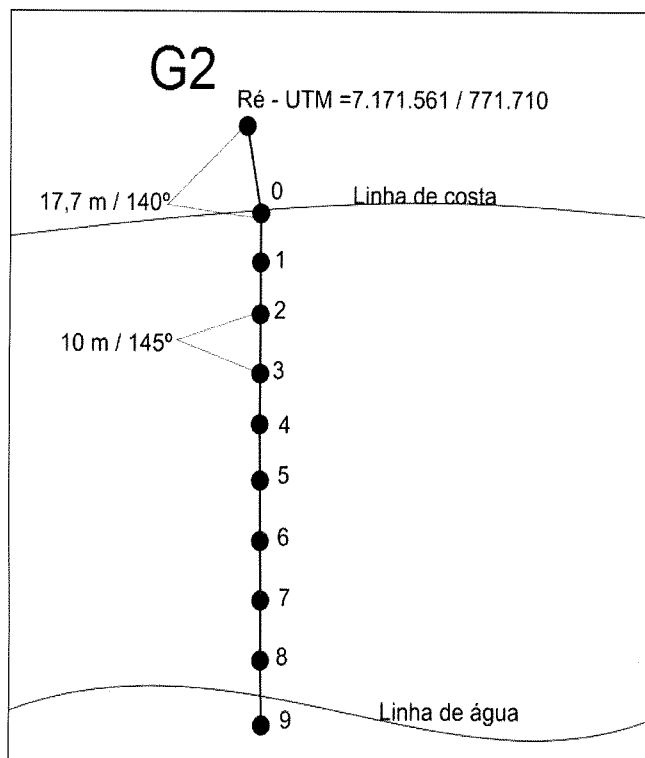


Figura 10: Diagrama esquemático da localização e distribuição das estações de leitura da topografia praial no perfil G2.

O perfil G3 está localizado na extremidade nordeste da Praia Grande. Sua ré, O ponto “Ré 1” foi fixada nas coordenadas UTM 7.172.550,89 / 771843,77, na base direita do portão sul da pousada Grajagan. Neste perfil, foi demarcado mais um marco fixo, ponto “Ré 2”, com um cano de PVC, que está a 21,5 m da “Ré1”, em direção ao azimute de 163°. O ponto 0 foi demarcado a 32,5 m do ponto Ré2 no azimute de 155° e na mesma direção foram estabelecidos mais 9 pontos.

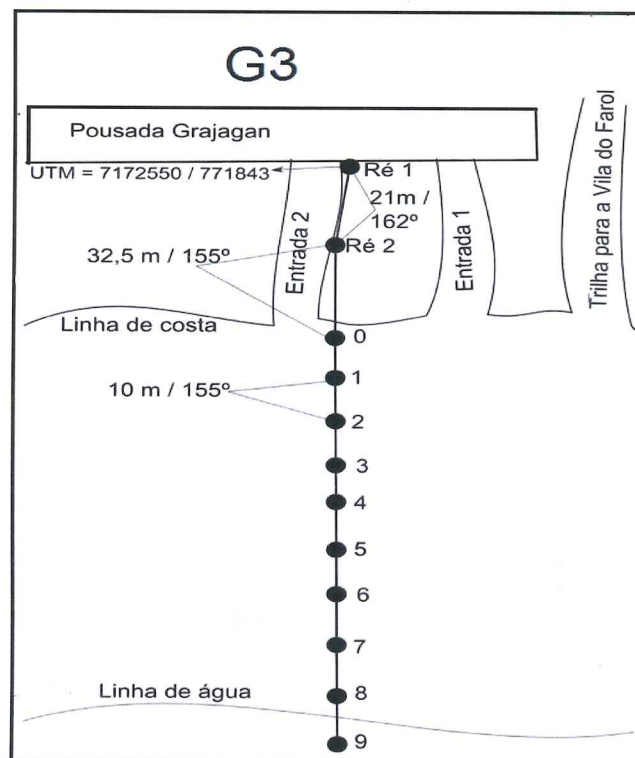


Figura 11: Diagrama esquemático da localização e distribuição das estações de leitura da topografia praial no perfil G3.



Figura 12: Localização relativa das estações de referência topográficas estabelecidas na Praia Grande.

O perfil F1 está localizado a aproximadamente 180 m a oeste do morro do farol. A ré foi fixada nas coordenadas UTM 7.172.550 / 77.1919, que estava a 8,5 m da linha de costa, em meio à vegetação. A partir do local da ré, o ponto 0 foi demarcado a 9,6 m no azimute 25° e, na mesma direção, foram estabelecidos mais 9 pontos.

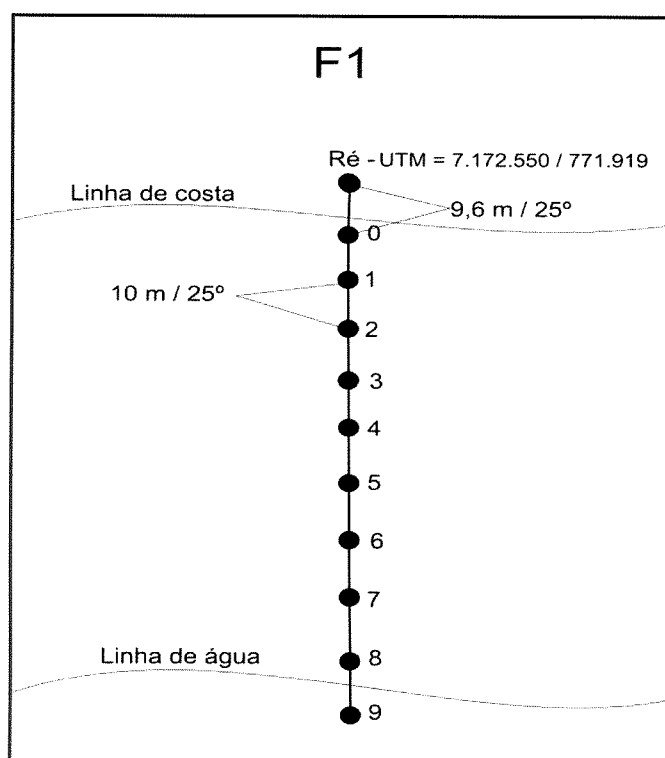


Figura 13: Diagrama esquemático da localização e distribuição das estações de leitura da topografia praial no perfil F1.

O perfil F2 está localizado a aproximadamente 400 m de distância a oeste do perfil F1. A ré foi fixada nas coordenadas UTM 7.172.540 / 771.534 que estava a 7 m da linha de costa, próxima a uma trilha que existia ao lado direito do único pinheiro da praia. A partir do local da ré, o ponto 0 foi demarcado a 7,8 m no azimute 20° e, na direção do azimute 15° foram estabelecidos mais 7 pontos.

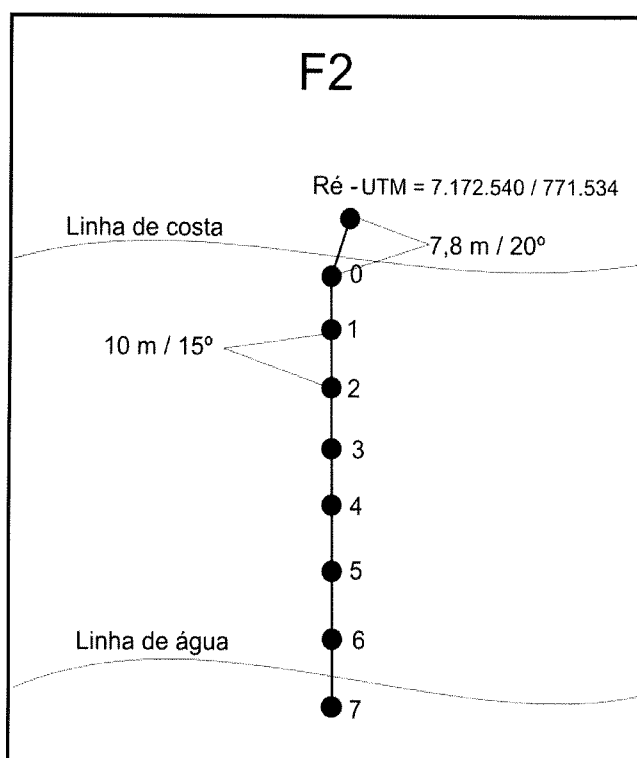


Figura 14: Diagrama esquemático da localização e distribuição das estações de leitura da topografia praial no perfil F2.

O perfil F3 está localizado a aproximadamente 380 m de distância a oeste do perfil F2. A ré foi fixada nas coordenadas UTM 7.172.497 / 771.160 que estava a 17 m da linha de costa, em meio à vegetação. A partir do local da ré, o ponto 0 foi demarcado a 16,8 m no azimute 5° e, na direção do azimute 15° foram estabelecidos mais 6 pontos.

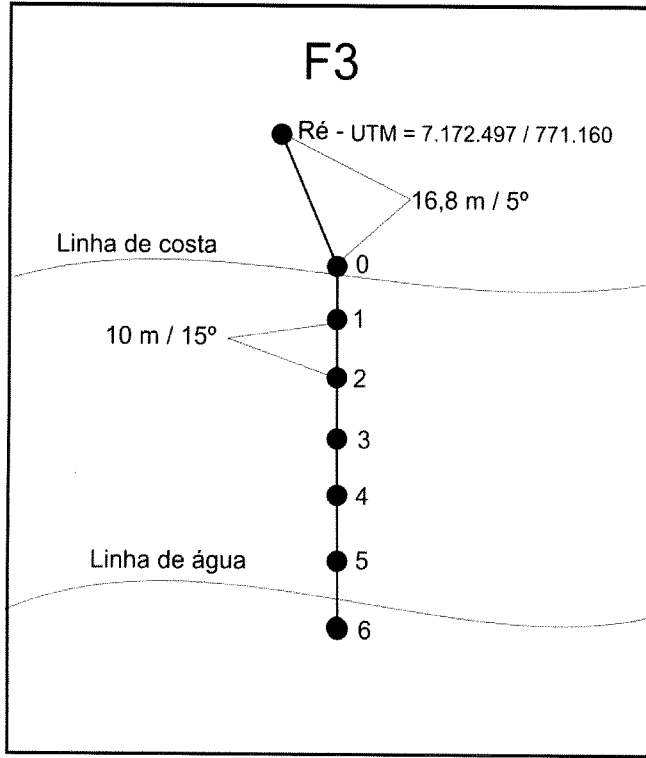


Figura 15: Diagrama esquemático da localização e distribuição das estações de leitura da topografia praiar no perfil F3.

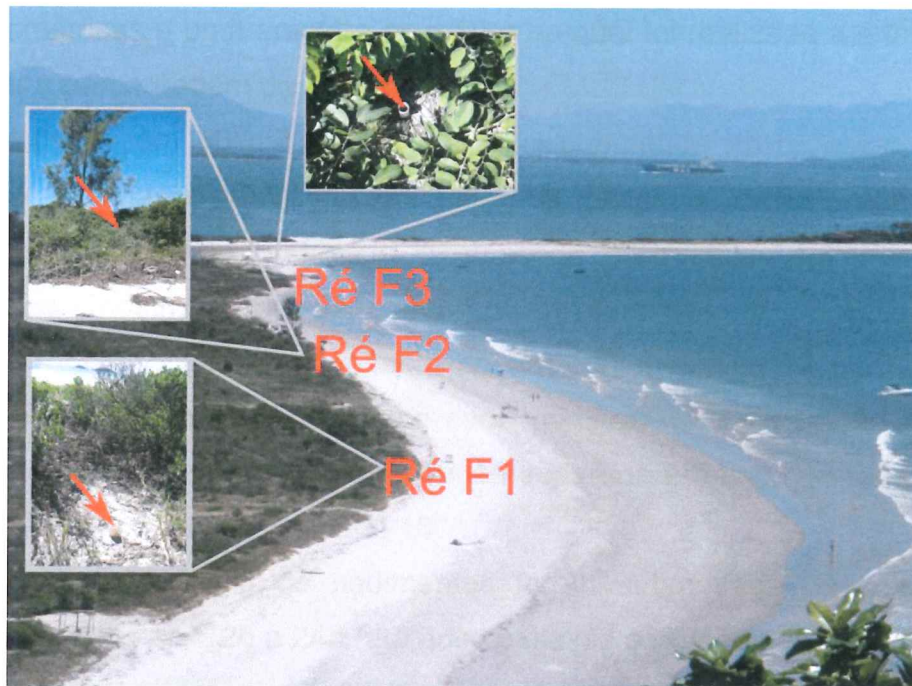


Figura 16: Localização relativa das estações de referência topográficas estabelecidas na Praia Grande.

5.1.2 – AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS

Simultaneamente ao nivelamento topográfico foram coletadas amostras de sedimentos superficiais de aproximadamente 200 g em três pontos de cada perfil (linha de costa, porção média do estirâncio e linha d'água), totalizando dezoito amostras de sedimento por campanha. Posteriormente estas amostras foram processadas no Laboratório de análises granulométricas do Centro de Estudos do Mar (CEM), da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

5.2 ANÁLISE LABORATORIAL DE SEDIMENTOS

As amostras de sedimentos foram submetidas a uma primeira análise visual na qual concluiu-se que a maioria das amostras eram compostas por sedimentos arenosos. Deste modo foi escolhido o método de peneiramento descrito por SUGUIO (1973) para determinação das frações granulométricas dos sedimentos. As amostras de sedimentos foram colocadas para secar em estufa com temperatura de aproximadamente de 60°C. A partir de cada amostra seca foi separada uma amostra com 50 g que foi usada para separar e quantificar as

frações granulométricas e uma amostra com 10 g na qual foi realizada a análise para determinar a porcentagem de carbonatos.

Cada amostra com 50 g de sedimentos foi submetida ao processo de elutriação para eliminação dos sedimentos finos (siltes e argila), sais e fragmentos vegetais, depois foi filtrada e colocada para secar novamente. Quando secas as amostras foram peneiradas mecanicamente em um agitador vibratório (*rot-up*) por 15 minutos por meio de um conjunto com 12 peneiras sobrepostas, com intervalo de $0,5 \phi$ entre cada peneira; desde a fração 4ϕ (0,062 mm) até $-1,5 \phi$ (4 mm). A seguir a fração separada em cada peneira foi pesada em uma balança de sensibilidade 10^{-3} .

As amostras com 10 g de sedimentos foram submetidas ao ataque químico com HCl (10%) por 12h a 24h (até que cessasse a reação) para eliminar todo carbonato. Em seguida os sedimentos foram lavados com água destilada, filtrados e colocados para secar novamente em estufa. Depois de secos os sedimentos foram pesados em uma balança com sensibilidade 10^{-3} para a obtenção do peso final. As porcentagens de carbonatos contida nos sedimentos foram calculadas pela diferença de peso entre as amostras antes e depois do ataque químico.

5.3 – ANÁLISE DE DADOS

Os dados de topografia foram organizados em planilhas do *software EXCEL (Microsoft)*, contendo as coordenadas, os desníveis relativos e as distancias entre os pontos. Ainda com este *software* foram gerados gráficos de linha para comparação da variação dos perfis ao longo do tempo. Em seguida, estes dados foram inseridos em ambiente SIG utilizando *software ArcGIS 9.3 (ESRI)*, o que permitiu realizar análises espaciais de dados de forma a integrar as informações. Com auxilio do *software Surfer 8 (GOLDEN)* foram gerados os Modelos Digitais de Elevação (MDE) utilizando a estrutura de grade triangular (TIN) e calculados os volumes pelo pela média dos métodos de integração trapezoidal, de Simpson, de 3/8 de Simpson.

Devido ao fato da medição ser realizada em perfis lineares foi necessário extrapolar cada perfil em 30 m lateralmente para obter a área que será usada como superfície superior do MDE. A superfície inferior foi fixada com valor de $Z = -5$ para que não haja variação entre uma amostragem e outra. Sendo assim, a variação do volume entre um período e outro é dada apenas pela variação da superfície superior (que foi medida em campo).

Posteriormente os volumes dos perfis G1, G2 e G3 de cada período foram somados e por regra de três foi estimado o volume total da Praia Grande. O mesmo foi feito com os perfis F1, F2 e F3 para estimar o volume total da Praia do Farol. Através da comparação entre os volumes obtidos nas diferentes datas, foi possível estabelecer as taxas deposição e erosão

Os cálculos dos parâmetros granulométricos estatísticos (diâmetro médio, grau de seleção, curtose e assimetria) foram realizados com auxílio do software Sysgran 3.0 (Camargo, 2006), através do método de FOLK & WARD (1957) e a classificação nominal granulométrica adotada foi a proposta por WENTWORTH (1922).

Por meio de um pedido ao *Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil*, foram obtidos os avisos de ressaca e as referentes confirmações para o período entre os anos de 2009 e 2010 referentes à área CHARLIE, onde está localizado o litoral paranaense. Nestes avisos existem dados referentes à agitação marítima, com a data e o tamanho das ondas das ondas em alto mar. Estes fazem parte do *Banco Nacional de Dados Oceanográficos do Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil*. A partir destes dados foi possível fazer uma análise das condições de agitação marítima ao longo do período de monitoramento.

O Grupo de Física Marinha do Centro de Estudos do Mar disponibilizou os dados de direção e velocidade dos ventos obtidos pela estação meteorológica instalada em Pontal do Sul, Pontal do Paraná (PR), ao longo dos anos de 2009 e 2010. Estes dados foram organizados em uma planilha contendo data, hora, velocidade e direção do vento. Com auxílio do software Matlab 7.0b foram elaborados gráficos com os vetores de direção e intensidade do vento num intervalo de 6 horas entre cada vetor.

6 – Resultados

6.1 – PRAIA GRANDE

6.1.1 – PERFIL G1

No mês de junho de 2009, no perfil G1, havia uma duna frontal bem marcada que terminava 5 m a frente do ponto 0 (0 m) e no ponto 4 (40 m) existia uma berma (figura 17).

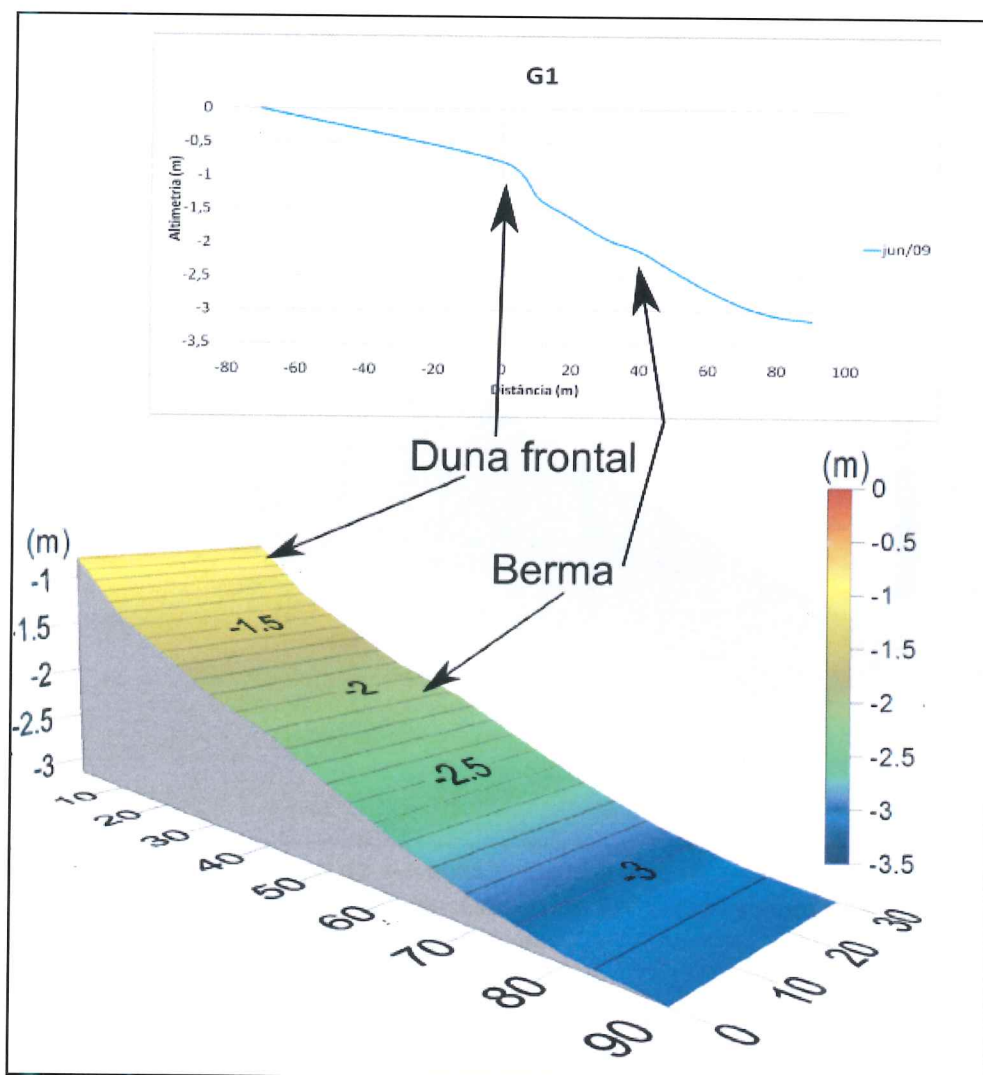


Figura 17: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil G1 em junho de 2009. Gráfico de linha representando esse perfil no mês de junho (azul).

No mês de setembro a duna frontal recuou 5 m em relação a junho. O perfil praial foi rebaixado entre 0,38 m no ponto 2 (20 m) e 0,05 m no ponto 6 (60 m). A berma, observada em junho, já não se mostrava evidente e a inclinação era regular até o ponto 9 (90 m) (figura 18). Nesse período foi registrada a erosão de 350 m³ de sedimentos neste perfil (figura 35).

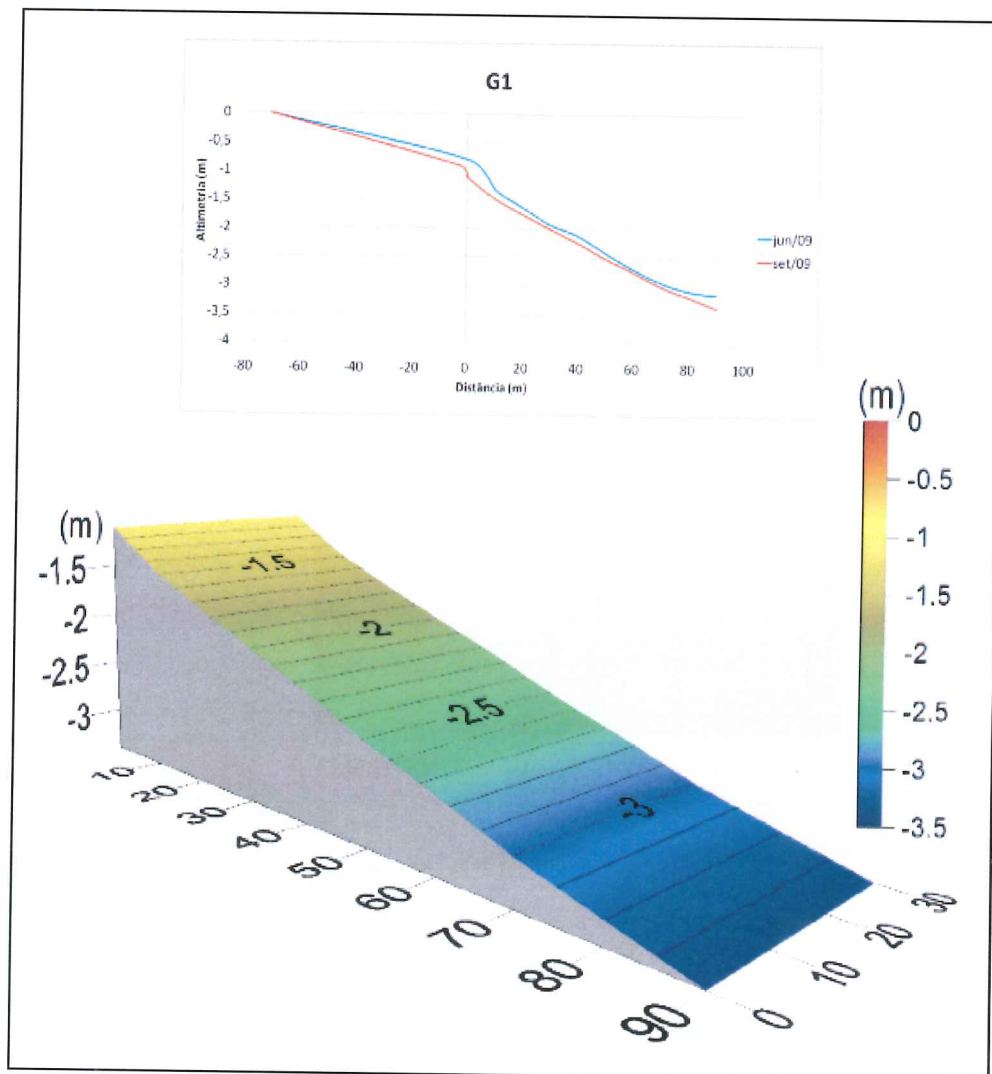


Figura 18: Modelo digital de elevação evidenciando pouca variação na topografia do perfil G1 em setembro de 2009. Gráfico de linha representando esse perfil nos meses de junho (azul) e setembro (vermelho).

Em novembro, a superfície do pós-praia estava mais elevada em 0,11 m no ponto 0 (0 m) e em 0,01 m no ponto 3 (30 m), onde foi formada uma berma. A antepraia teve sua superfície rebaixada 0,1 m do ponto 4 (40 m) ao ponto 6 (60 m) onde foi observado um canal de praia. Entre o ponto 7 (70 m) e o ponto 9 (90 m) a superfície foi elevada em 0,08 m e formou-se uma barra de espraiamento (figura 19). Nesse período o perfil G1 foi erodido em 33 m³ de sedimentos, o que foi considerado estabilidade (figura 35).

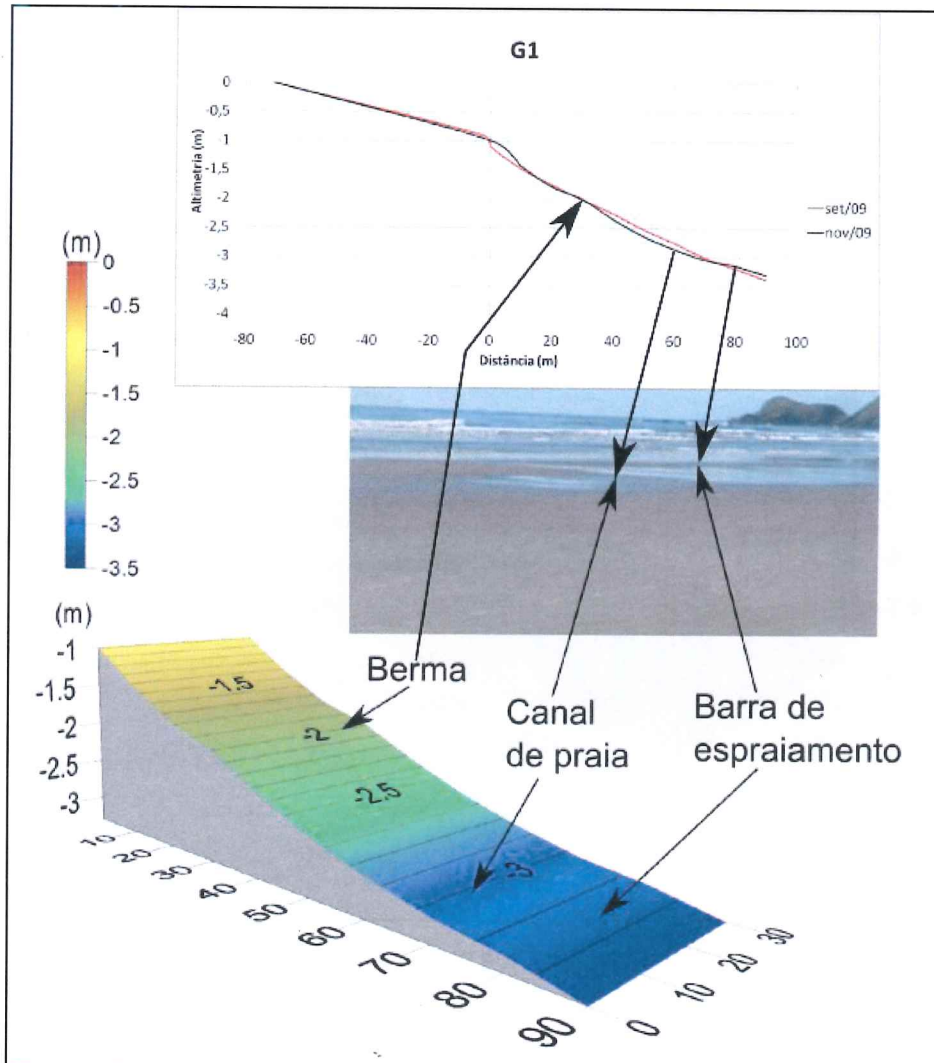


Figura 19: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil G1 em novembro de 2009. Gráfico de linha representando esse perfil nos meses de setembro (vermelho) e novembro (preto).

No mês de janeiro de 2010 a superfície desse perfil foi elevada em torno de 0,6 m ao longo de sua extensão e as feições anteriormente encontradas não estavam mais evidentes (figura 20). Nesse período foi constatada a acreção de 268 m³ de sedimentos (figura 35).

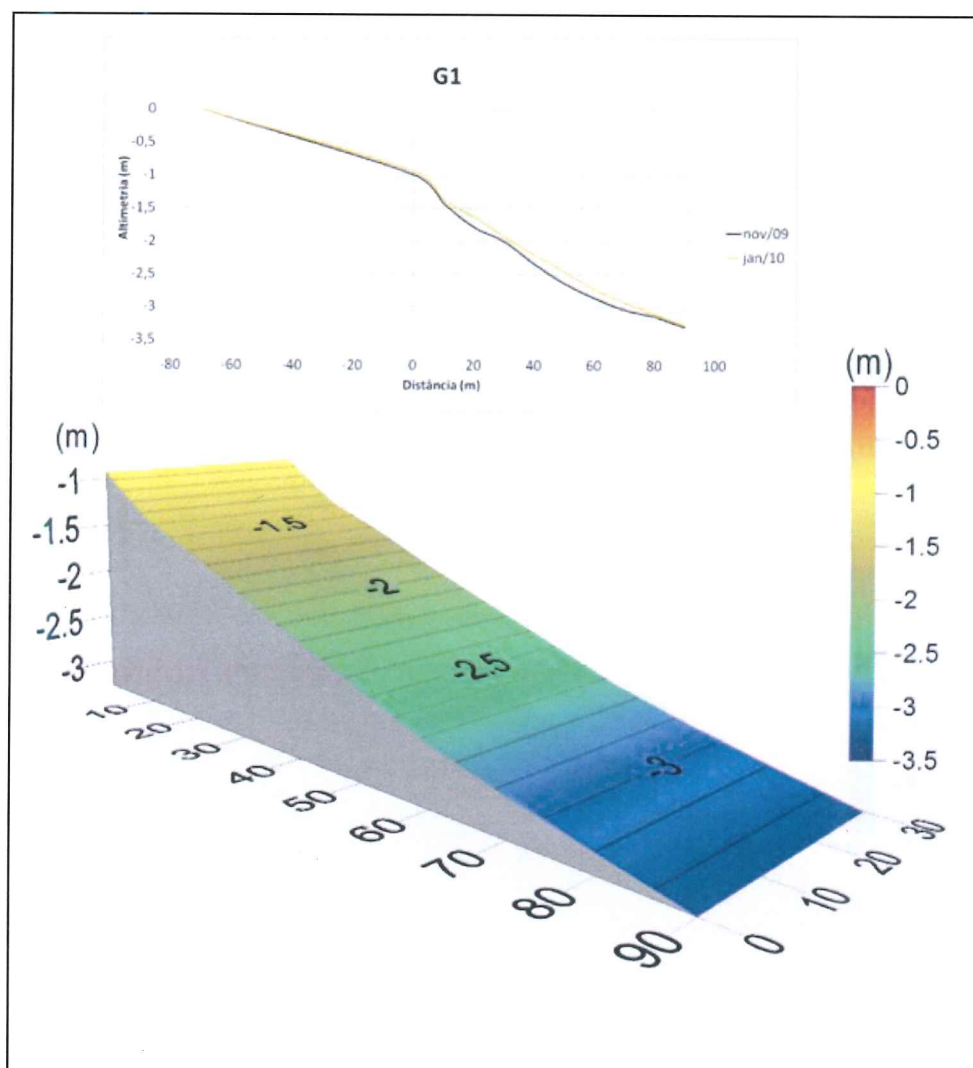


Figura 20: Modelo digital de elevação do perfil G1 em janeiro de 2010, evidenciando um perfil com pouca variação na topografia. Gráfico de linha representando esse perfil nos meses de novembro (preto) e janeiro (amarelo).

Em abril de 2010 a duna frontal estava 0,18 m mais elevada, terminando a 2 m a frente do ponto 0 (0 m). Deste ponto até o ponto 9 (90 m) a superfície do perfil foi rebaixada em torno de 0,35 m (figura 21). Foi constatada erosão de 832 m³, o maior volume de sedimentos erodidos dentre todas as amostragens nesse perfil (figura 35).

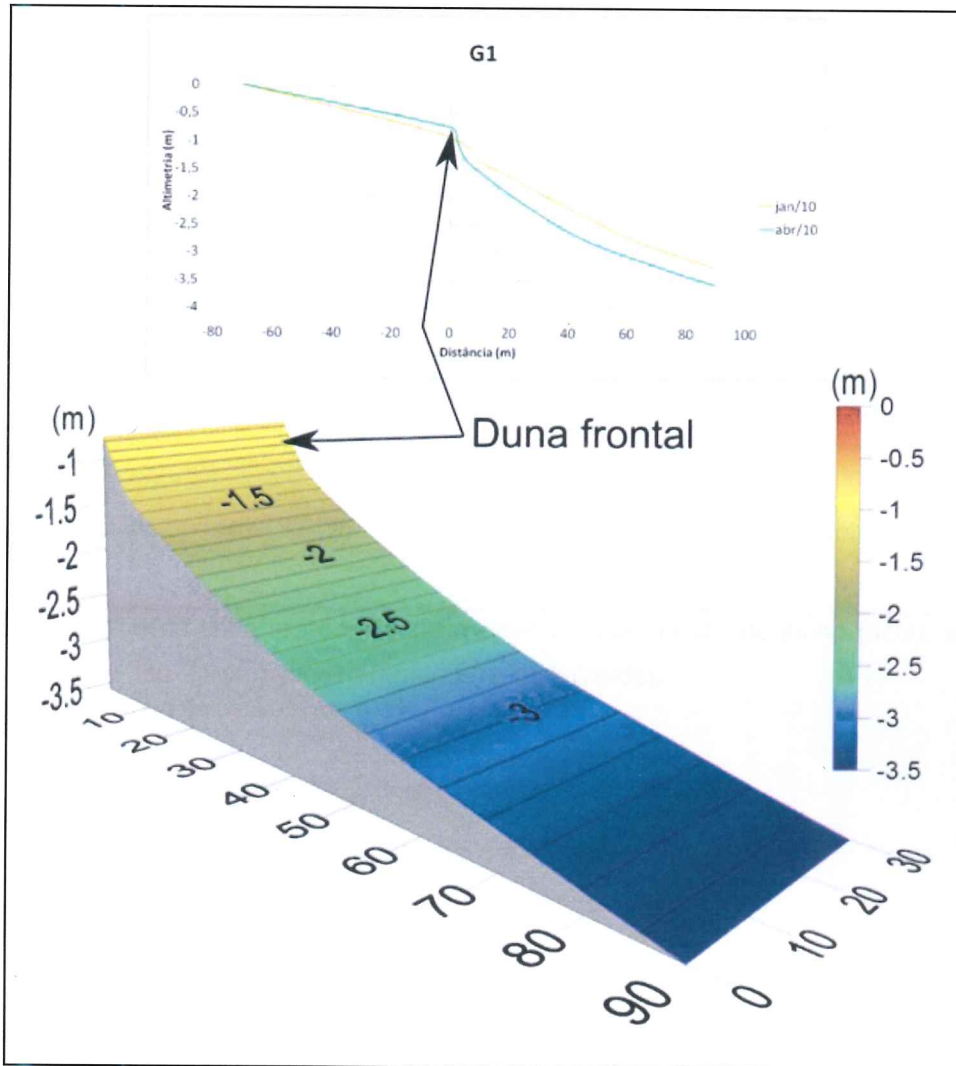


Figura 21: Modelo digital de elevação, com indicação das principais feições topográficas do perfil G1 em abril de 2010. Gráfico de linha representando esse perfil nos meses de janeiro (amarelo) e abril (verde).

Ao longo do período de estudo o perfil G1 apresentou uma tendência geral de erosão, foi constatada acreção apenas entre os meses de novembro de 2009 e janeiro de 2010. Ao final do monitoramento a superfície estava em média 0,5 m abaixo da primeira amostragem (figura 22), o que resultou na erosão de 949 m³ de sedimentos (figura 35).

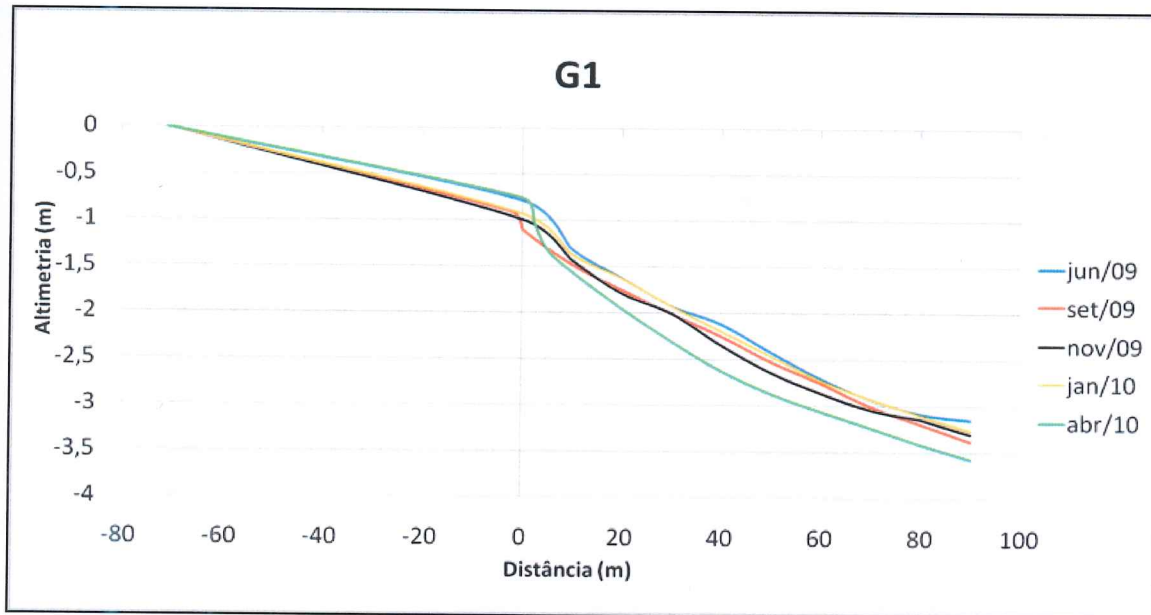


Figura 22: Gráfico de linha representando o perfil G1 nos meses de junho (azul), setembro (vermelho), novembro (preto), janeiro (amarelo) e abril (verde).

6.1.2 – PERFIL G2

No perfil G2, em junho de 2009, havia uma duna frontal localizada 3,5 m antes do ponto 0 (0 m), uma berma no ponto 3 (30 m), um canal de praia no ponto 5 (50 m) e uma barra de espraiamento no ponto 8 (figura 23).

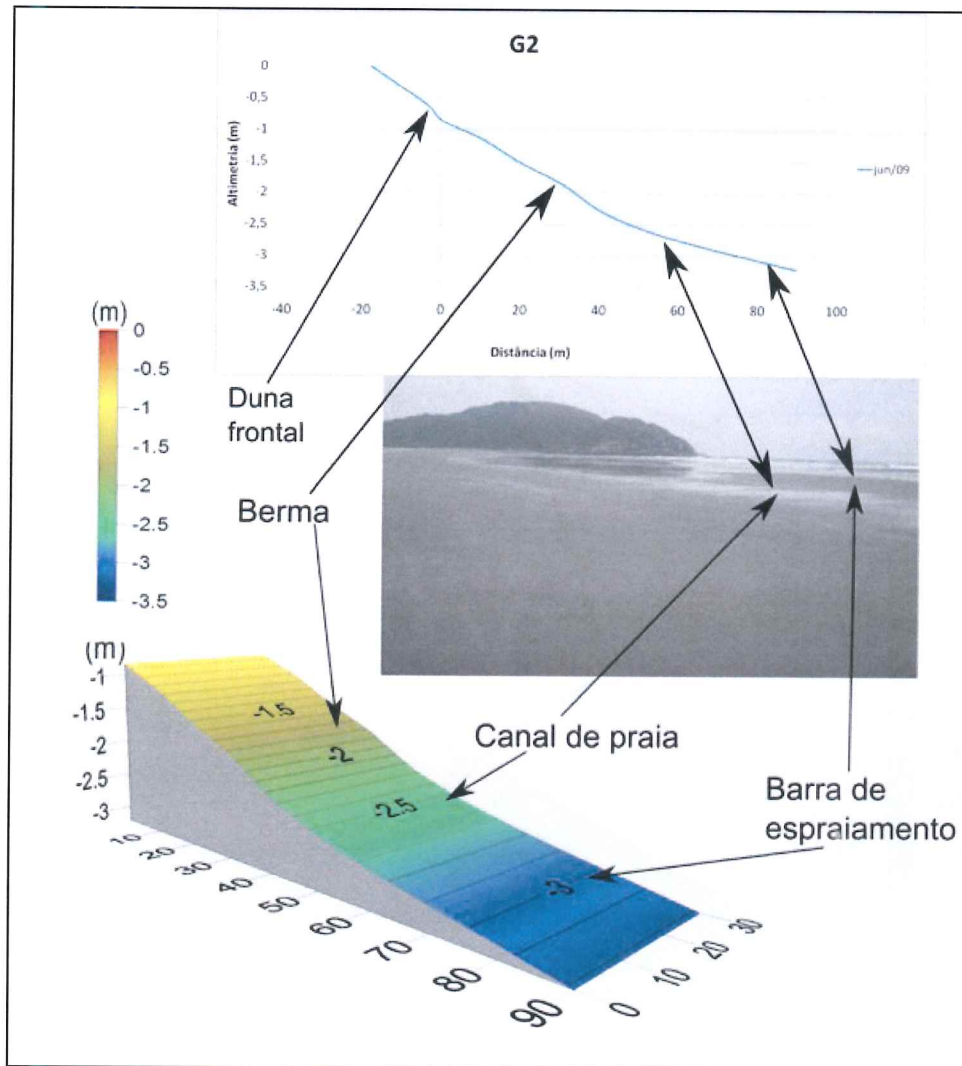


Figura 23: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil G2 em junho de 2009. Gráfico de linha representando esse perfil no mês de junho (azul).

Em setembro, toda a superfície desse perfil estava mais elevada do que na amostragem superior. No pós-praia a elevação foi em torno de 0,2 m e na antepraia em torno de 0,4 m, chegando a 0,54 m no ponto 5 (50 m) onde formou-se uma berma. As feições encontradas na amostragem anterior foram encobertas e não estavam mais evidentes (figura 24). Essas mudanças resultaram na acreção de 930 m³ de sedimentos (figura 35).

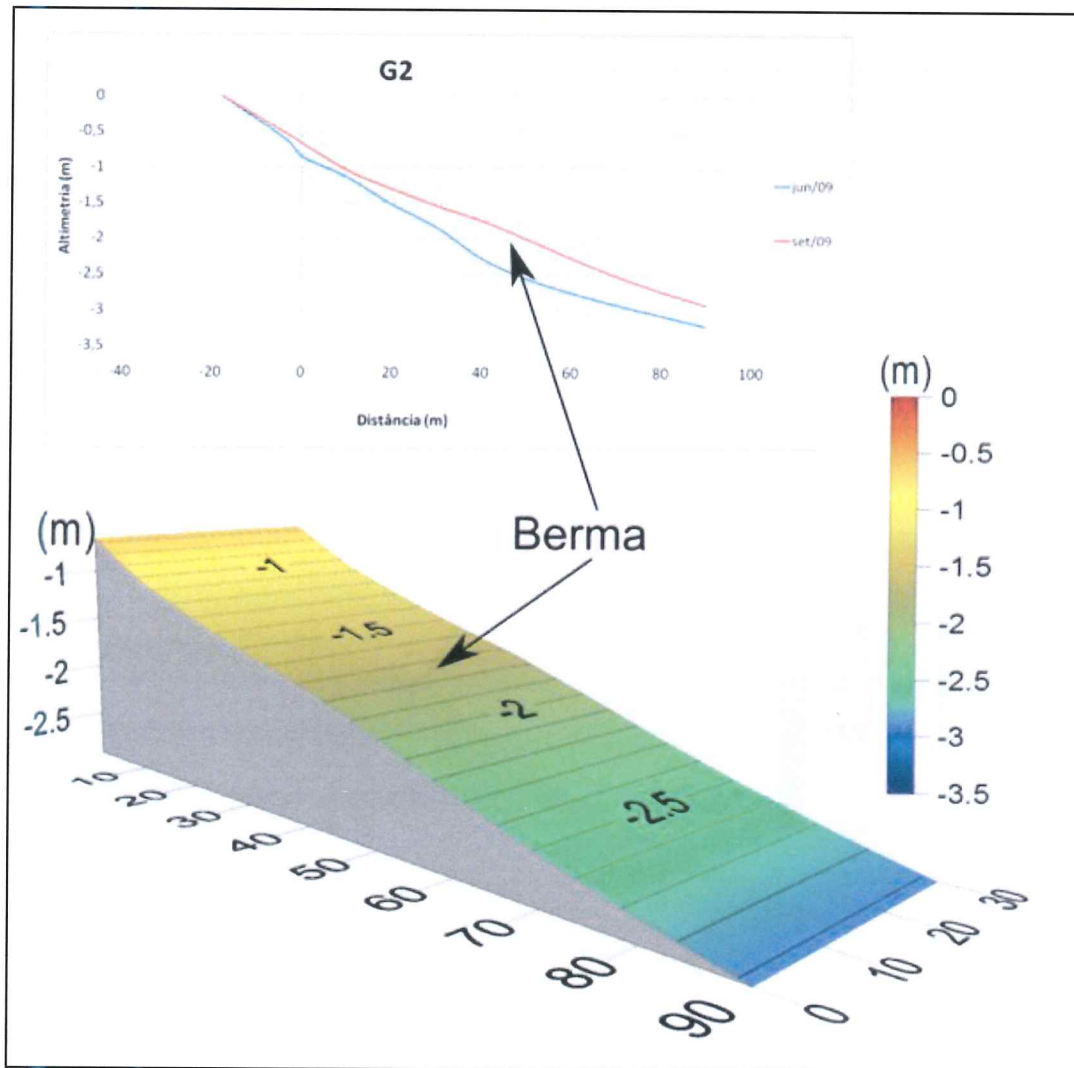


Figura 24: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil G2 em setembro de 2009. Gráfico de linha representando esse perfil nos meses de junho (azul) e setembro (vermelho)

Na amostragem de novembro o pós-praia apresentou pouca variação em relação a setembro, ocorrendo um rebaixamento de 0,08 m na região do ponto 0 (0 m). Por outro lado, a região da antepraia foi erodida, tendo sua altura rebaixada em torno de 0,20 m entre o ponto 4 (40 m) e o ponto 9 (90 m). Devido a esse rebaixamento, houve uma quebra na inclinação próxima ao ponto 4 (40 m), onde foi identificada uma berma (figura 25). O rebaixamento da antepraia resultou na erosão de 249 m³ de sedimentos (figura 35).

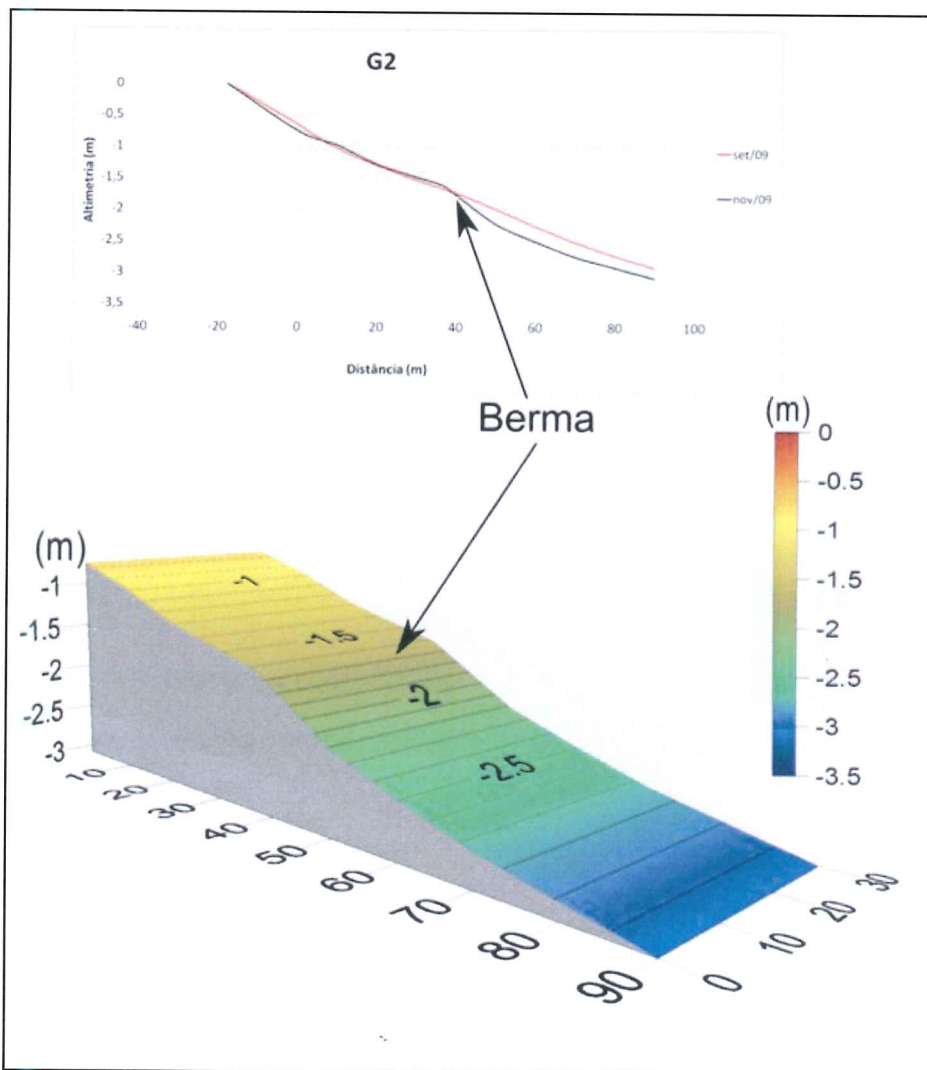


Figura 25: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil G2 em novembro de 2009. Gráfico de linha representando esse perfil nos meses de setembro (vermelho) e novembro (preto).

No mês de janeiro o perfil estava 0,07 m mais elevado no ponto 1 (10 m) e 0,65 m mais rebaixado nos pontos 3 (30 m) e 4 (40 m). A berma ainda estava presente no ponto 4 (40 m), porém menos evidente, e a antepiraia estava em média 0,10 m mais elevada do ponto 7 (70 m) ao ponto 9 (90 m) (figura 26). Essas variações acarretaram na acreção de 98 m³ de sedimentos nesse perfil (figura 35).

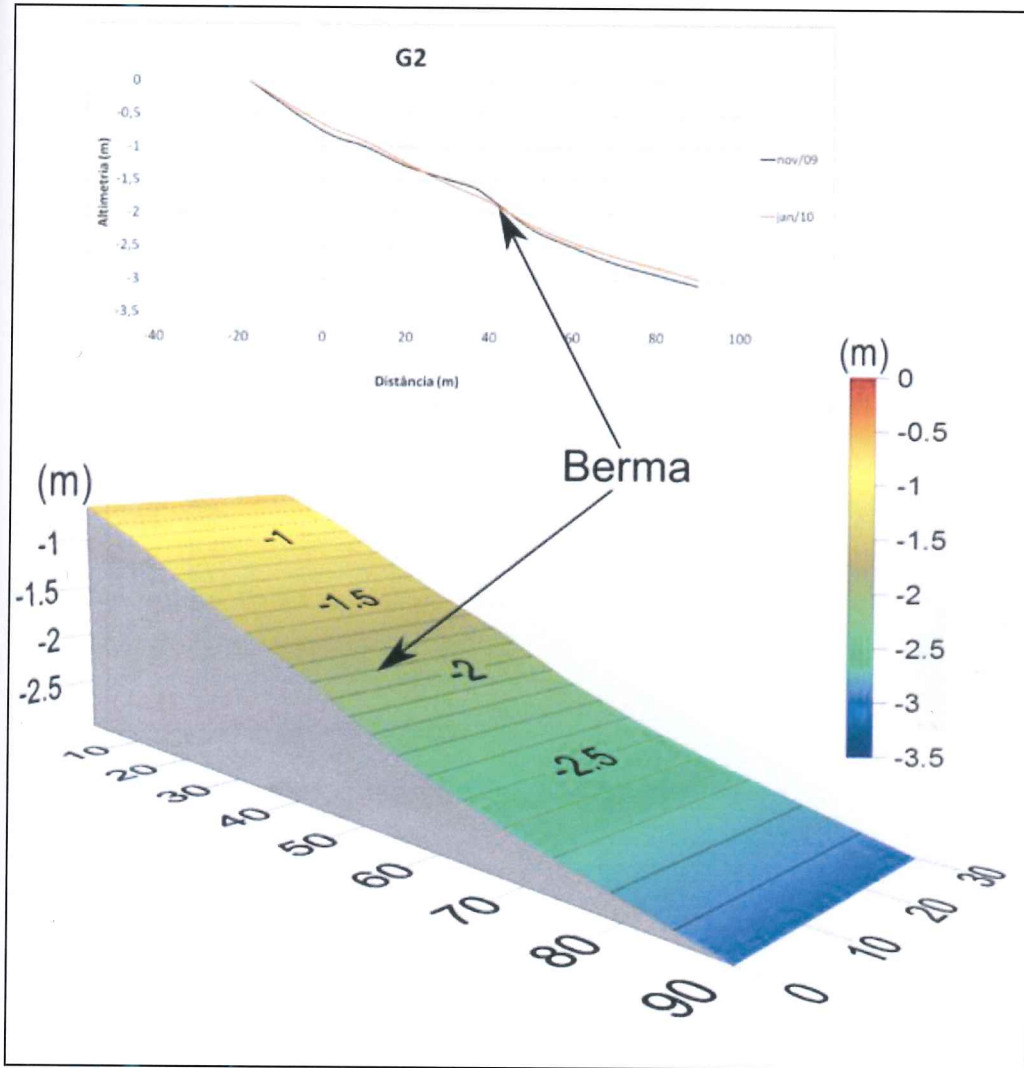


Figura 26: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil G2 em janeiro de 2010. Gráfico de linha representando esse perfil nos meses de novembro de 2009 (preto) e janeiro de 2010 (amarelo).

Em abril, a superfície do pós-praia estava 0,24 m mais elevada entre o ponto 0 (0 m) e 1 (10 m), onde se formou uma duna frontal com a crista 4 m a frente do ponto 0 (0 m). Do Ponto 1 (10 m) até o ponto 9 (90 m), o perfil teve sua superfície rebaixada entre 0,20 m e 0,45 m (figura 27). Esse rebaixamento foi responsável pela erosão de 753 m³ no volume de sedimentos desse perfil (figura 35).

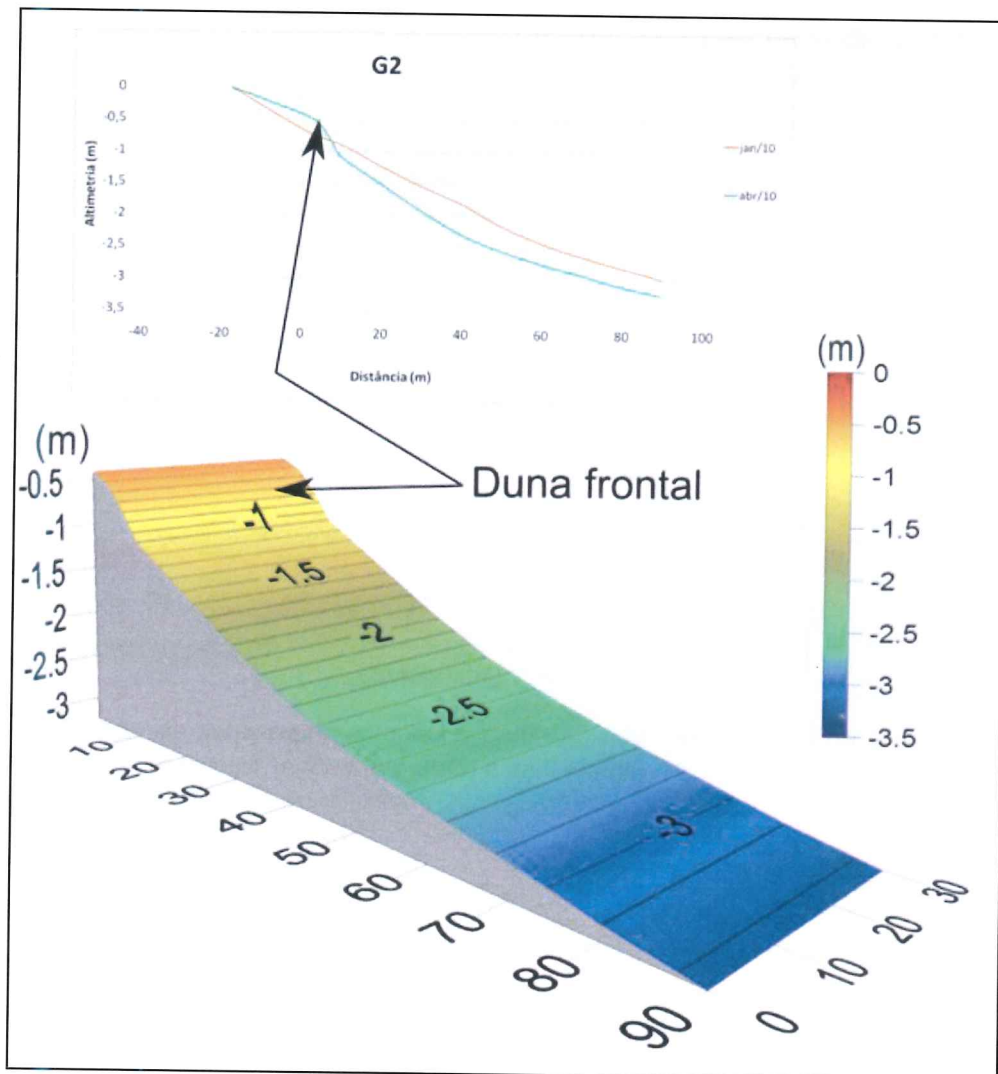


Figura 27: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil G2 em abril de 2010. Gráfico de linha representando esse perfil nos meses de janeiro (amarelo) e abril (verde).

Ao longo do período de estudo o perfil G2 alternou entre acreção e erosão a cada amostragem: em setembro ocorreu acreção; em novembro aconteceu erosão; em janeiro ocorreu acreção novamente; e no mês de abril foi erodido retornando a um volume quase igual ao de junho. Apesar das variações entre cada amostragem, a morfologia deste perfil nos meses de junho de 2009 e abril de 2010 estava bastante similar, somente o pós praia estava 0,43 m mais elevado no ponto 0 (0 m) (figura 28). Ao final do monitoramento este perfil foi considerado estável, constatada acreção de apenas 25 m³ de sedimentos.

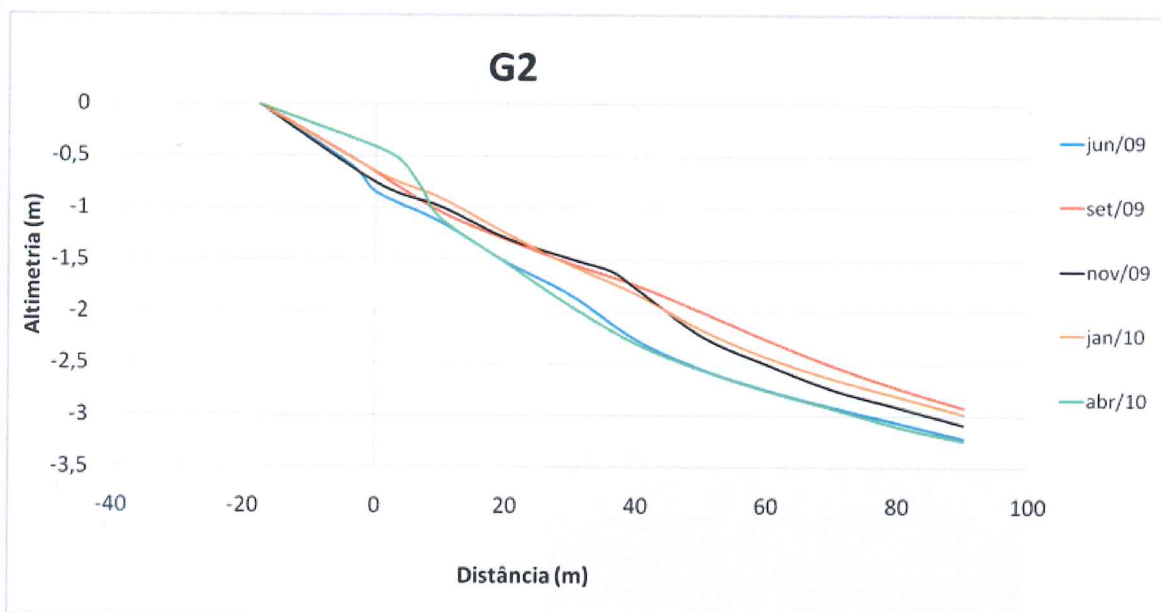


Figura 28: Gráfico de linha representando o perfil G2 nos meses de junho (azul), setembro (vermelho), novembro (preto), janeiro (amarelo) e abril (verde).

6.1.3 – PERFIL G3

Em junho de 2009 havia uma duna frontal bem marcada, com a crista situada 1 m antes do ponto 0 (0 m). O restante do perfil estava com a inclinação regular até o ponto 6 (60 m), onde existia uma berma e no ponto 8 (80 m) foi observado um canal de praia até o (figura 29).

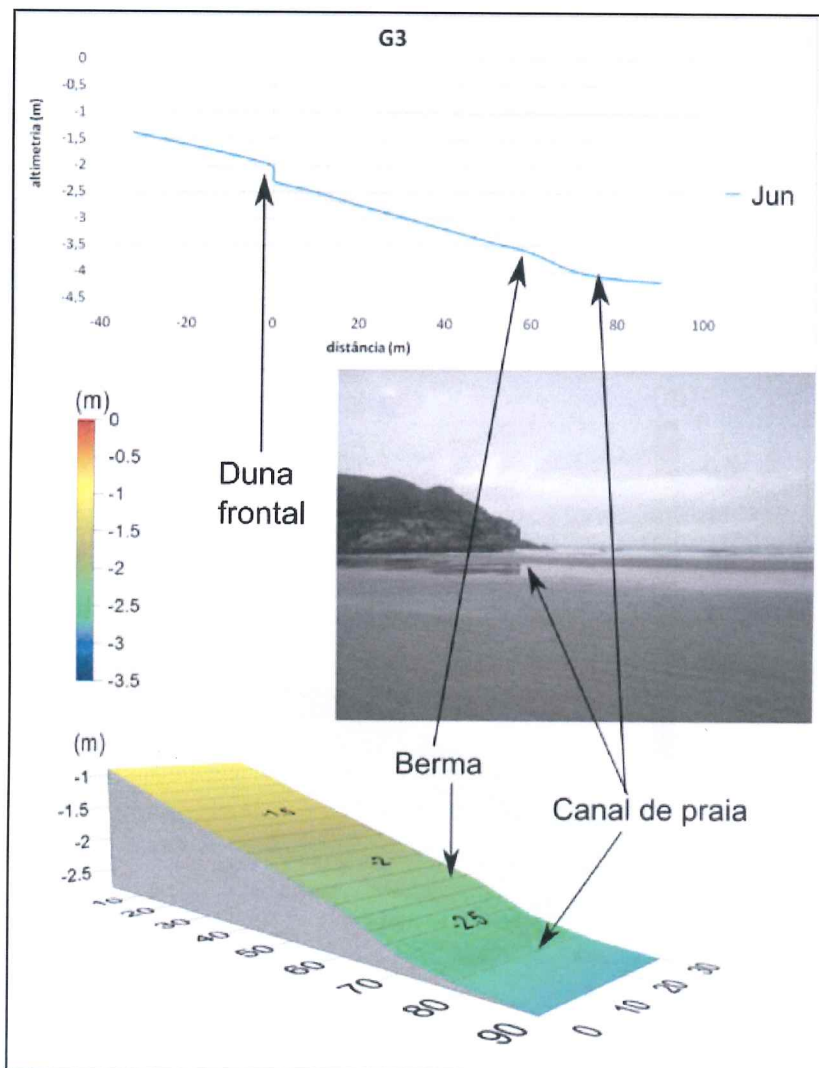


Figura 29: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil G3 em junho de 2009. Gráfico de linha representando esse perfil no mês de junho (azul).

No mês de setembro a superfície desse perfil foi elevada em torno de 0,15 m, o que encobriu as feições observadas em junho e deixou a inclinação regular, sem nenhuma feição aparente (figura 30). Esse processo acarretou na acreção de 428 m³ de sedimentos nesse perfil (figura 35).

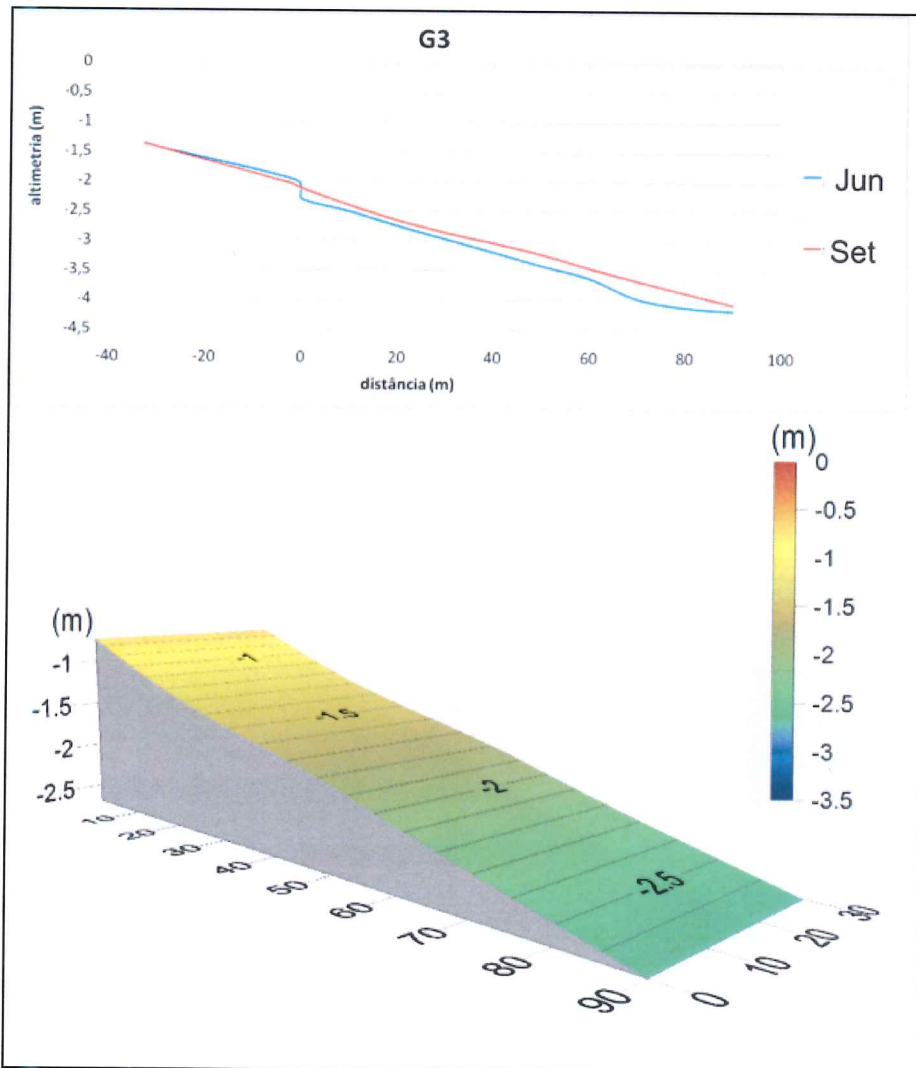


Figura 30: Modelo digital de elevação do perfil G3 em setembro de 2009, evidenciando um perfil com pouca variação na topografia. Gráfico de linha representando esse perfil nos meses de junho (azul) e setembro (vermelho).

Na amostragem realizada em novembro de 2009 a superfície do pós-praia estava 0,1 m mais elevada e da antepraia estava 0,19 m mais rebaixada em relação à setembro. Foi observada uma duna frontal que terminava 1 m a frente do ponto 0 (0 m) e uma berma no ponto 4 (40 m) (figura 31). A variação na morfologia foi responsável pela erosão de 102 m³ de sedimentos nesse perfil (figura 35).

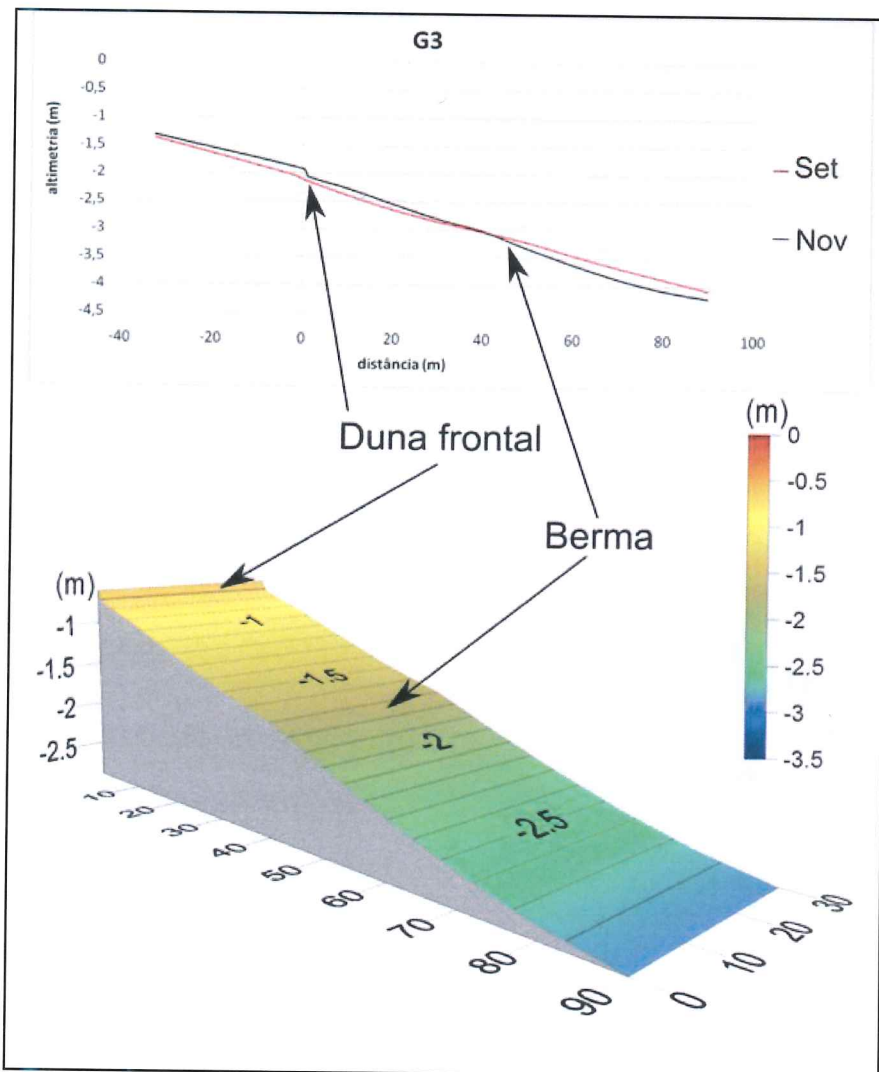


Figura 31: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil G3 em novembro de 2009. Gráfico de linha representando esse perfil nos meses de setembro (vermelho) e novembro (preto).

Em janeiro de 2010 a duna frontal e a berma observadas anteriormente não estavam mais visíveis. A superfície desse perfil estava bastante similar ao da amostragem anterior, a inclinação estava mais regular e entre o ponto 7 (70 m) e 9 (90 m) a superfície estava 0,13 m mais elevada (figura 32). Nessa amostragem foi constatada acreção de 102 m³ de sedimentos em relação a novembro (figura 35).

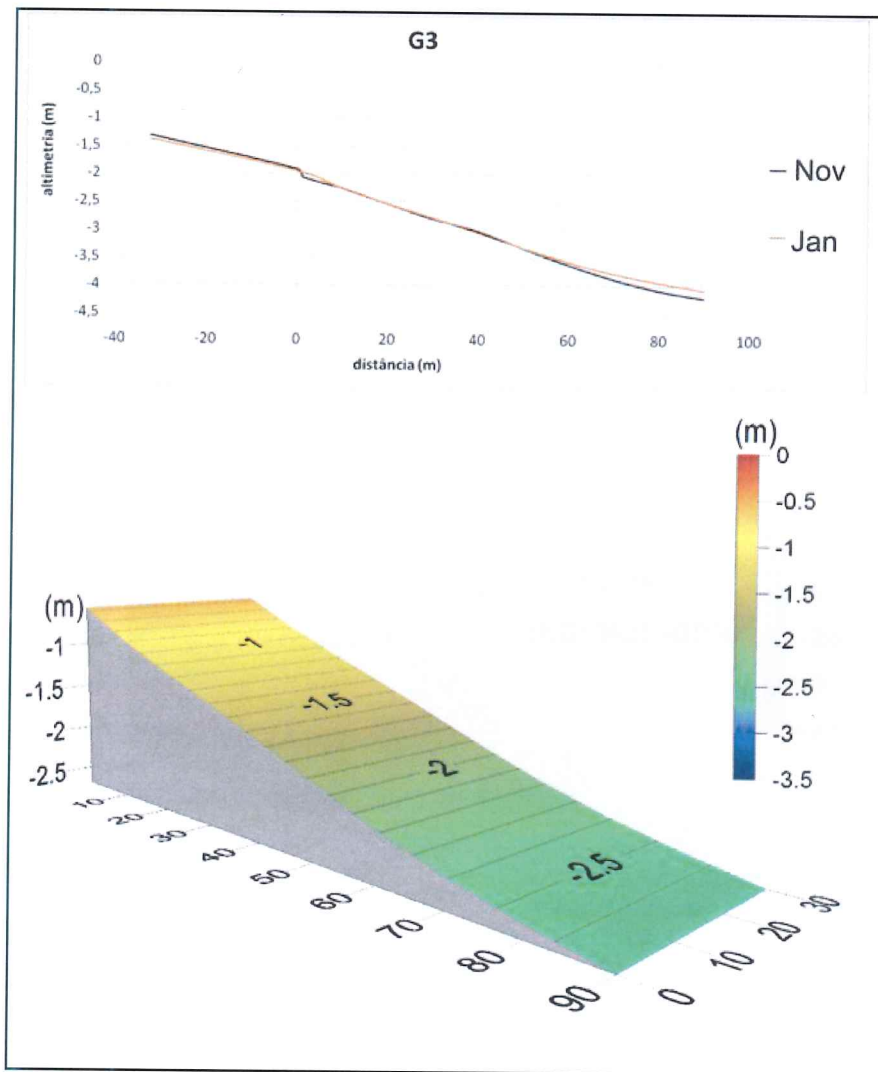


Figura 32: Modelo digital de elevação do perfil G3 em janeiro de 2010, evidenciando um perfil com pouca variação na topografia. Gráfico de linha representando esse perfil nos meses de novembro (preto) e janeiro (amarelo).

No mês de abril de 2010 a superfície desse perfil foi rebaixada entre 0,10 m no ponto 1 (10 m) e 0,27 m no ponto 5 (50 m). O relevo ficou mais ondulado: formou-se uma berma no ponto 3 (30 m), um canal de praia no ponto 6 (60 m) e uma barra de espraiamento no ponto 8 (80 m) (figura 33). Essas variações morfológicas causaram erosão de 512 m³ de sedimentos nesse perfil (figura 35).

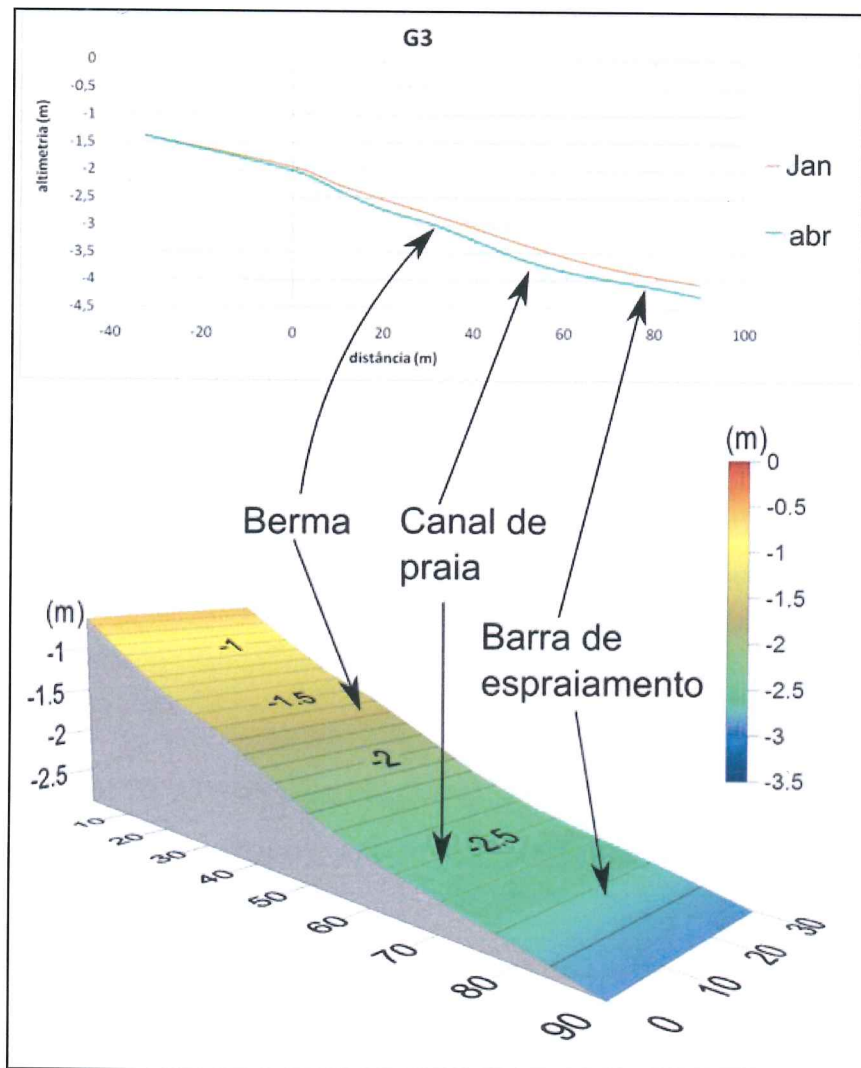


Figura 33: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil G3 em abril de 2010. Gráfico de linha representando esse perfil nos meses de janeiro (amarelo) e abril (verde).

Ao longo do período de estudo o perfil G3, assim como o perfil G2, também alternou entre acreção e erosão a cada amostragem: em setembro ocorreu acreção; em novembro aconteceu erosão; em janeiro ocorreu acreção novamente; e no mês de abril voltou a ser erodido (figura 34). A variação no volume de sedimentos entre junho de 2009 e abril de 2010 foi negativa, totalizando uma erosão de 83 m³ (figura 35).

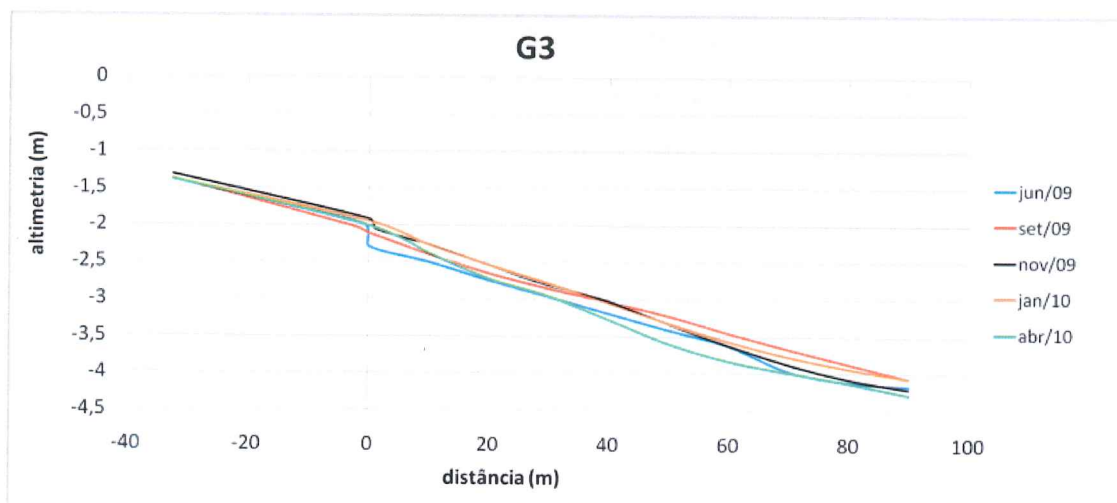


Figura 34: Gráfico de linha representando o perfil G3 nos meses de junho (azul), setembro (vermelho), novembro (preto), janeiro (amarelo) e abril (verde).

6.1.4 – APANHADO GERAL SOBRE A PRAIA GRANDE

De maneira geral, a Praia Grande alternou entre deposição e erosão a cada amostragem (figura 36). No intervalo entre a primeira e a última campanha amostral o volume de sedimentos dos perfis G1 e G3, localizados nas extremidades deste arco praial foram erodidos em 949 m³ e 83 m³ respectivamente. Por outro lado, o perfil G2, localizado na porção central do arco praial, foi considerado estável, houve acréscimo de apenas 25 m³ de sedimentos (figura 35). A partir da variação dos 3 perfis estimou-se a erosão de $\approx 1,3 \times 10^4$ m³ ao longo de todo esse arco praial (figura 36).

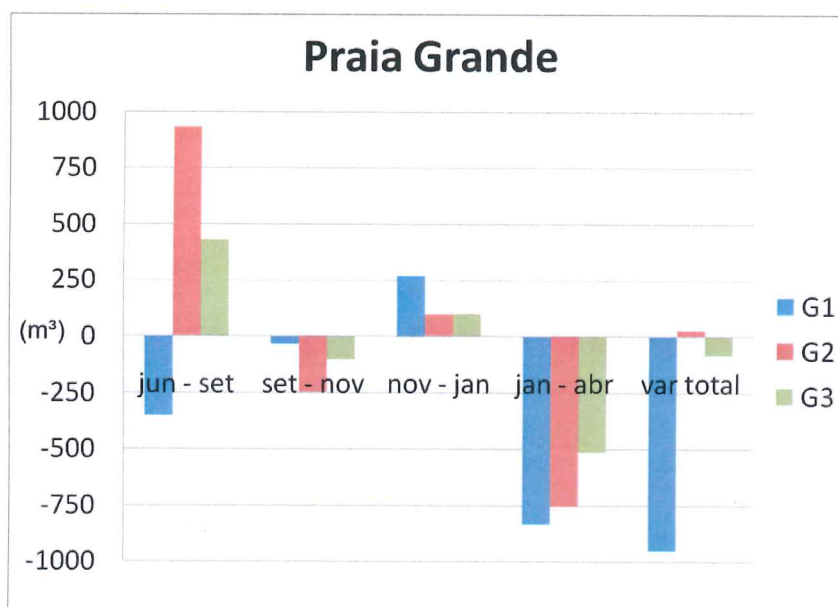


Figura 35: variação volumétrica nos perfis G1, G2 e G3 entre cada amostragem e no período total de monitoramento.

No intervalo entre as amostragens de junho e setembro de 2009 o perfil G1 foi erodido enquanto os perfis G2 e G3 apresentaram acreção de sedimentos (figura 35). A morfologia estava similar nesses 3 perfis, com a inclinação regular. Apenas no perfil G2, que apresentou a maior acreção no volume de sedimentos, foi observada uma berma. Nesse período foi estimada a acreção de $\approx 1,3 \times 10^4$ m³ de sedimentos em toda a Praia Grande (figura 36).

No mês de novembro de 2009, os 3 perfis localizados nesta praia foram erodidos (figura 35), o que foi evidenciado pelo rebaixamento da superfície na região da antepraia. Foram observadas bermas entre os pontos 3 (30 m) e 4 (40

m). Nesse período o volume total de sedimentos foi reduzido em $\approx 0,5 \times 10^4 \text{ m}^3$ (figura 36).

Em janeiro de 2010, houve acreção de sedimentos nos 3 perfis (figura 35) e assim, como no mês de setembro, a inclinação ficou regular, sem feições evidentes. Apenas no perfil G2 foi observada uma berma pouco marcada. Nesse período foi estimado um aumento de $\approx 0,6 \times 10^4 \text{ m}^3$ de sedimentos (figura 36).

Em abril de 2010, os perfis G1, G2 e G3 foram erodidos e tiveram a superfície rebaixada ao longo de toda a extensão (figura 35). A Praia Grande apresentou a maior erosão de sedimentos dentre todo o período de estudo, reduzido em $\approx 2,7 \times 10^4 \text{ m}^3$ (figura 36).

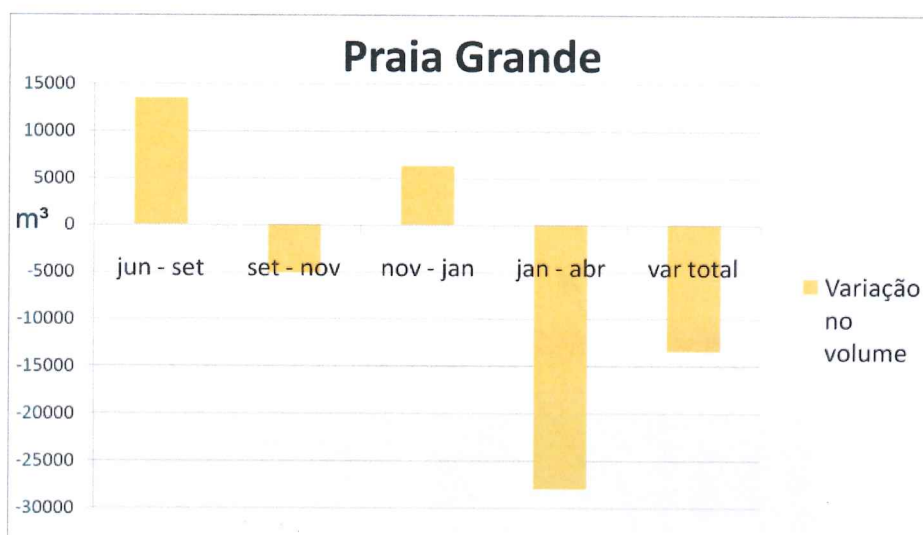


Figura 36: variação volumétrica na Praia Grande entre cada amostragem e no período total de monitoramento.

6.2 – PRAIA DO FAROL

6.2.1 – PERFIL F1

No mês de junho de 2009 havia uma falésia, com 0,7 m de altura que, localizada 1,1 m antes do ponto 0 (0 m), demarcava a linha de costa. Esse perfil estava marcado pela presença de diversas feições topográficas: foram observados uma berma no ponto 1 (10 m), uma berma no ponto 4 (40 m), um canal de praia no ponto 5 (50 m) e uma barra de espraimento no ponto 7 (70 m).

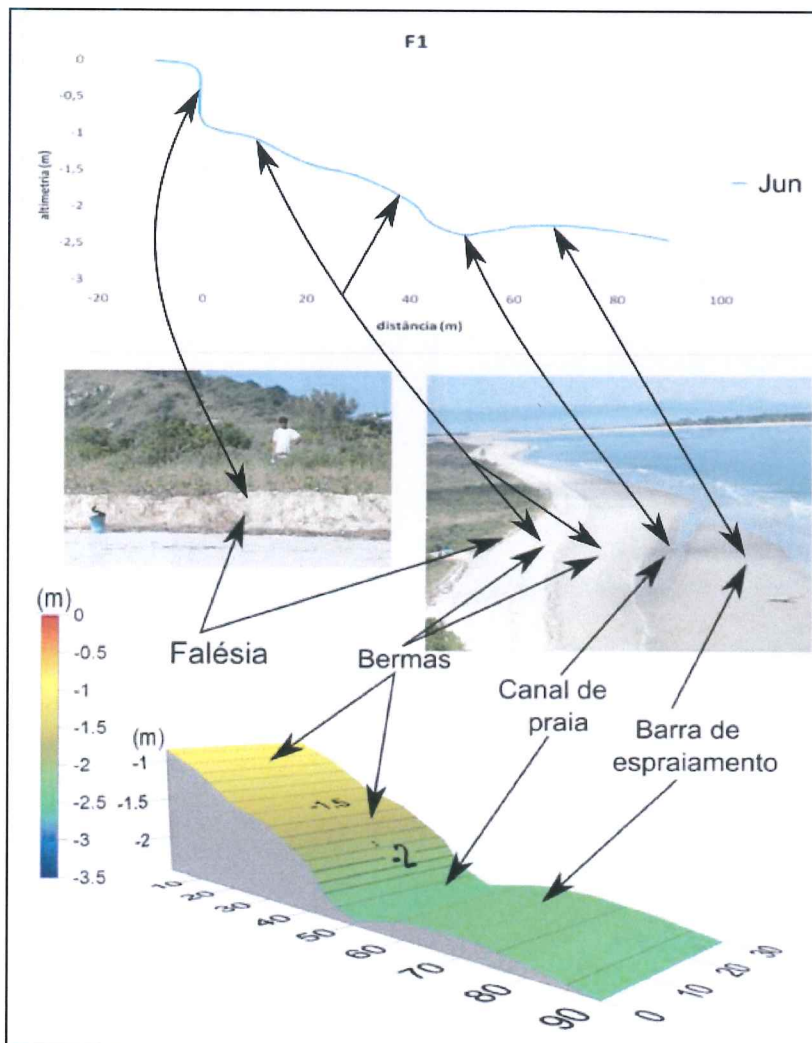


Figura 37: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil F1 em junho de 2009. Gráfico de linha representando esse perfil no mês de junho (azul).

Em setembro houve uma elevação média de 0,15 m da superfície desse perfil entre o ponto 0 (0 m) e o ponto 7 (70 m) e rebaixamento de 0,10 m nos pontos 8 (80 m) e 9 (90 m). Assim como na Praia Grande, a inclinação ficou regular e sem feições aparentes. A falésia que existia na linha de costa foi reduzida de 0,7 m para 0,45 m de altura. No ponto 5 (50 m) o canal de praia que existia em junho foi encoberto devido à elevação de mais de 0,5 m do perfil praiar nessa região. Nessa amostragem foi constatada acreção de 374 m³ de sedimentos (Figura 55).

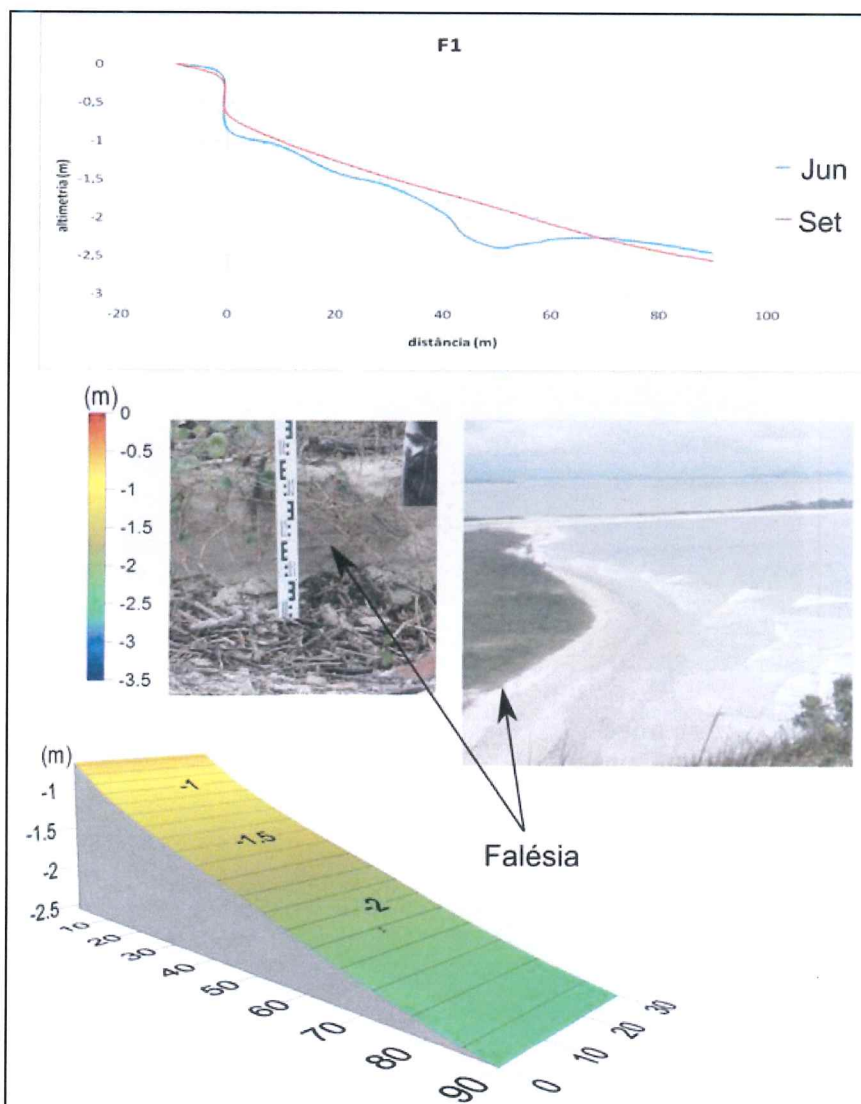


Figura 38: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil F1 em setembro de 2009. Gráfico de linha representando esse perfil nos meses de junho (azul) e setembro (vermelho).

Na amostragem realizada em Novembro, a falésia existente próxima à linha de costa se manteve com 0,45 m de altura, mas recuou aproximadamente 0,5 m em direção ao continente. A superfície do pós-praia foi elevada em torno de 0,1 m entre o ponto 1 (10 m) ao ponto 4 (40 m), onde formou-se uma berma. No ponto 8 (80 m) foi observada uma barra de espraiamento e no ponto 9 ocorreu rebaixamento de 0,2 m na superfície do perfil. Nesse levantamento foi verificada acreção de 139 m³ de sedimentos (Figura 55).

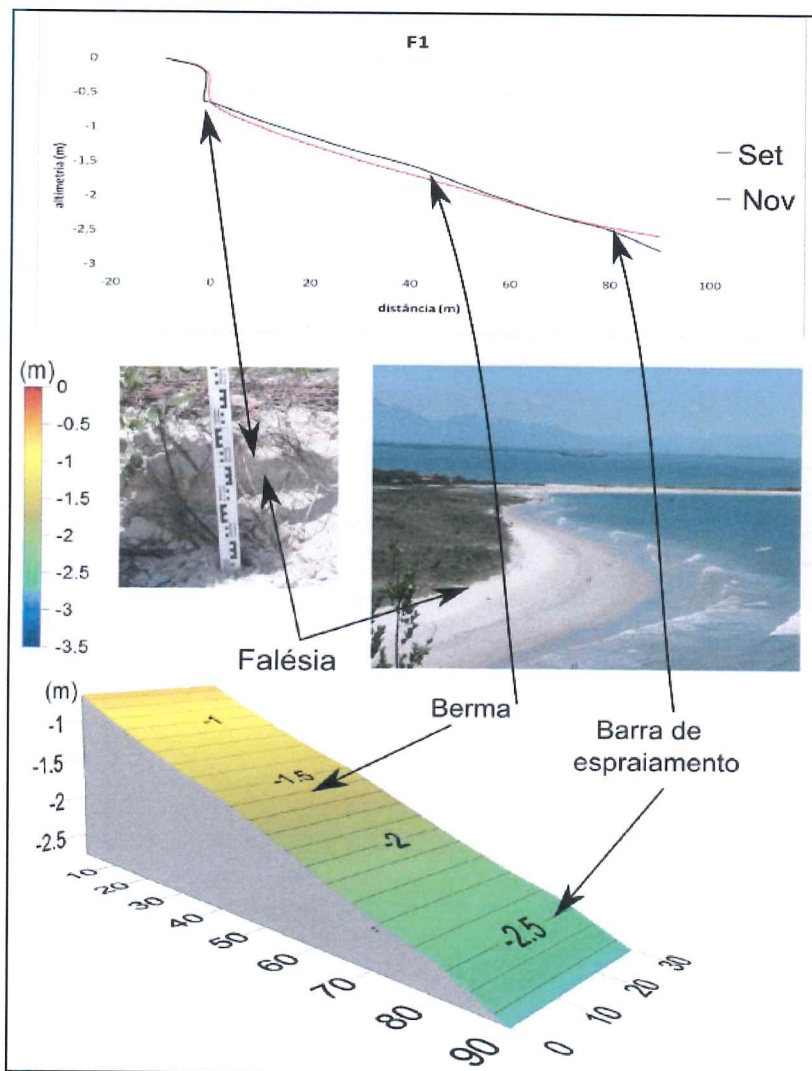


Figura 39: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil F1 em novembro de 2009. Gráfico de linha representando esse perfil nos meses de setembro (vermelho) e novembro (preto).

No mês de janeiro de 2010 a falésia antes presente na linha de costa foi transformada, pela ação das ondas, em uma duna frontal, com 0,3 m de altura que terminava 2,5 m a frente do ponto 0 (0 m). Toda a superfície do perfil foi elevada em média 0,2 m e a berma que estava no ponto 4 (40 m) recuou 10 m para o ponto 3 (30 m) ficando menos evidente. Foi verificada acreção de 564 m³ de sedimentos nesse perfil (Figura 55).

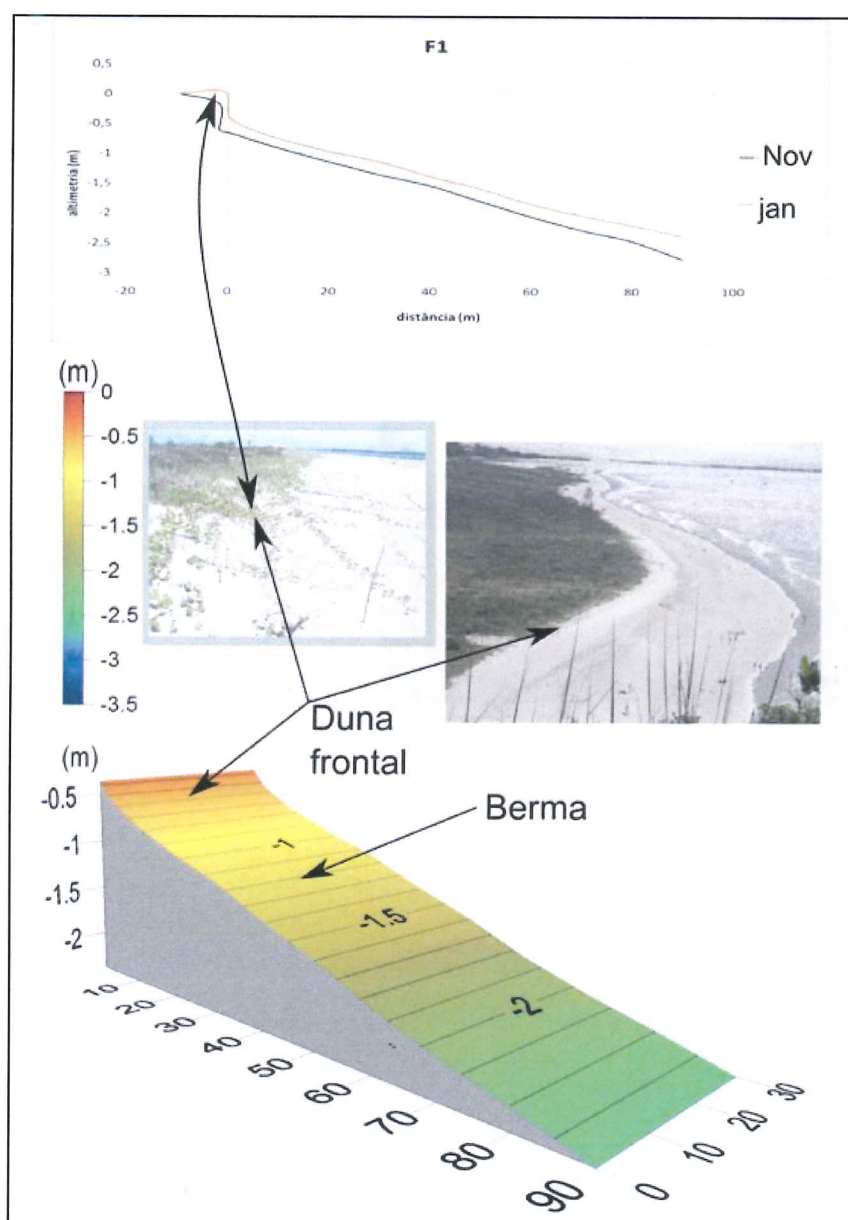


Figura 40: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil F1 em janeiro de 2010. Gráfico de linha representando esse perfil nos meses de novembro (preto) e janeiro (amarelo).

Em abril, a duna frontal permaneceu com 0,3 m de altura e recuou 1 m na direção do continente. Do ponto 0 (0 m) até o ponto 2 (20 m) o perfil estava similar a janeiro e deste ponto até o ponto 9 (90 m) houve rebaixamento médio de 0,2 m. A berma avançou 10 m e estava no ponto 4 (40 m), ainda pouco evidente. No ponto 8 (80 m) foi formada uma barra de espraiamento. Essas modificações acarretaram na erosão de 452 m³ sedimentos (Figura 55).

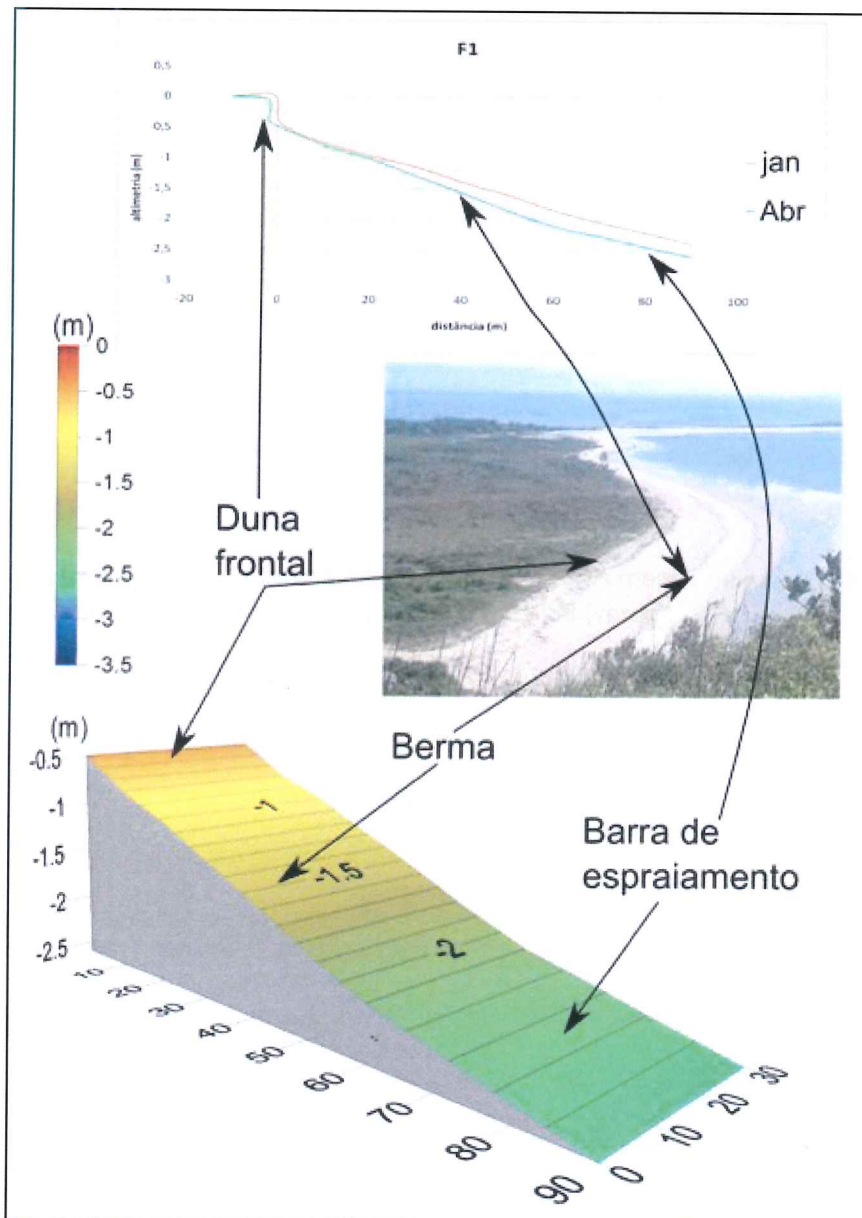


Figura 41: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil F1 em abril de 2010. Gráfico de linha representando esse perfil nos meses janeiro (amarelo) e abril (verde).

Ao longo do período de estudo o perfil F1 apresentou uma tendência de acreção de sedimentos, observada principalmente entre junho de 2009 e janeiro de 2010. A amostragem de abril foi a única que constatou erosão nessa porção do arco praial. No período entre junho de 2009 e abril de 2010 foram depositados 626 m³ de sedimentos (Figura 55).

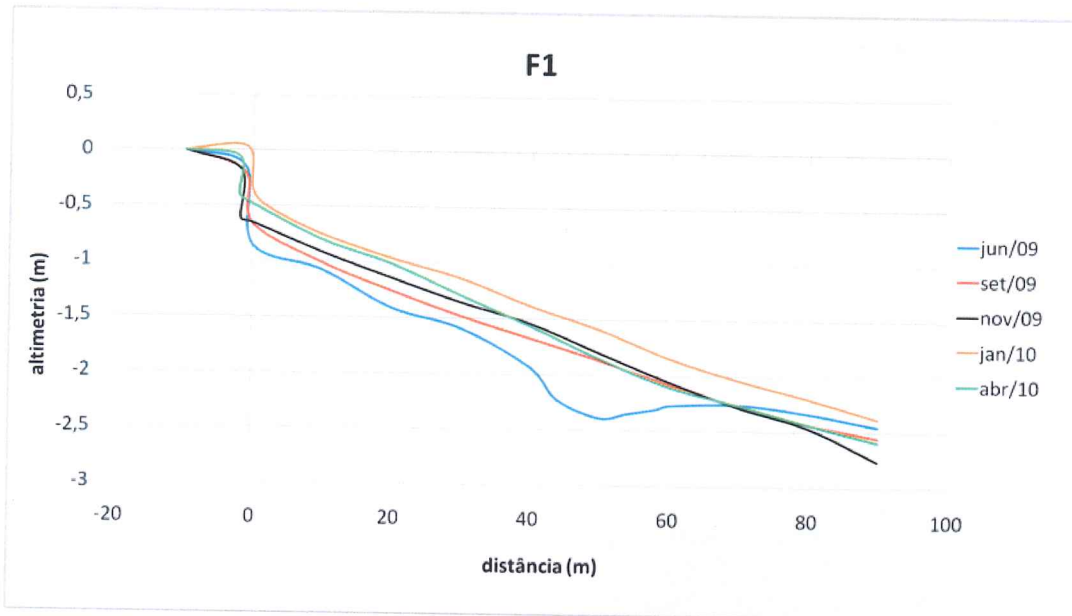


Figura 42: Gráfico de linha representando o perfil F1 nos meses de junho (azul), setembro (vermelho), novembro (preto), janeiro (amarelo) e abril (verde).

6.2.2 – PERFIL F2

No Perfil F2, em de junho de 2009, encontrava-se uma berma no ponto 1 (10 m). Na região do ponto 3 (30 m) foi observada uma redução na inclinação, que era de 4° e passou a ser de 1° , até o ponto 7 (70 m) (figura 43).

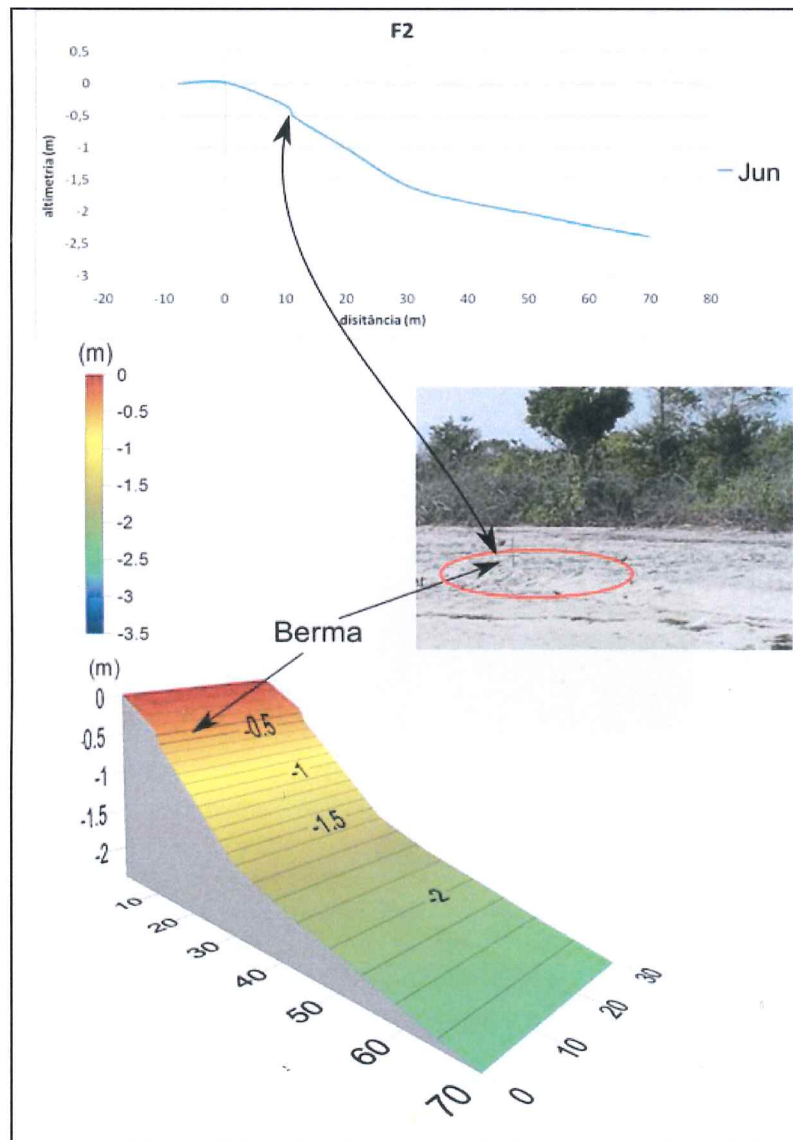


Figura 43: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil F2 em junho de 2009. Gráfico de linha representando esse perfil no mês de junho (azul).

Em setembro a superfície do perfil foi rebaixada em torno de 0,5 m na região do pós-praia, entre o ponto 0 (0 m) e o ponto 3 (30 m), formando uma falésia com 0,55 m de altura e localizada 1,2 m antes do ponto 0 (0 m). Entre os pontos 3 (30 m) e 7 (70 m) a superfície foi elevada em média 0,15 m e foi formada uma barra de espraiamento no ponto 6 (60 m) (Figura 44). Essas modificações deixaram a inclinação do perfil regular, em torno de 1° e acarretaram na erosão de 107 m³ de sedimentos (Figura 55).

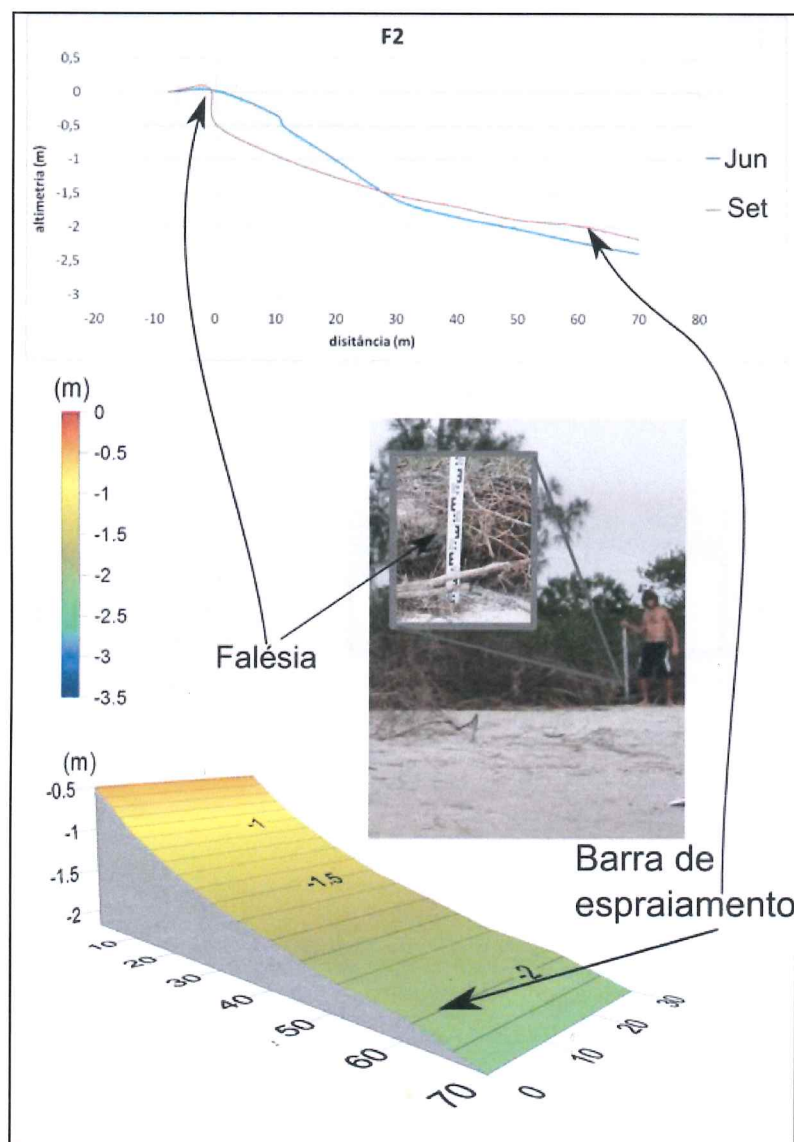


Figura 44: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil F2 em setembro de 2009. Gráfico de linha representando esse perfil no mês de junho (azul) e setembro (vermelho).

No mês de Novembro a superfície do perfil F2 foi elevada em torno de 0,15 m. A falésia que estava no ponto 0 (0 m) recuou aproximadamente 2 m em direção ao continente, assim como a linha de vegetação, e foi reduzida de 0,55 m para 0,25 m de altura. A barra de espraiamento ainda estava presente no ponto 6 (60 m) (Figura 45). Nesse período foi verificada a acreção de 294 m³ de Sedimentos (Figura 55).

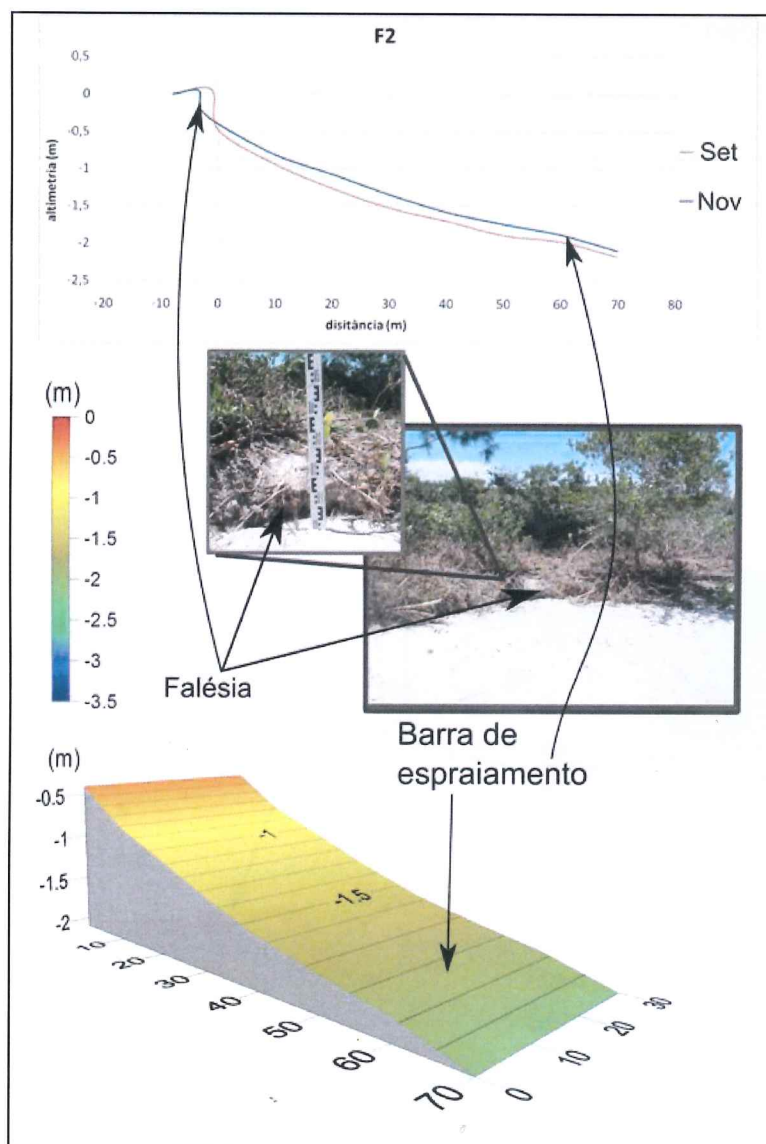


Figura 45: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil F2 em novembro de 2009. Gráfico de linha representando esse perfil no mês de setembro (vermelho) e novembro (preto).

No levantamento realizado em Janeiro de 2010 a superfície do perfil F2 estava mais elevada, o que ficou mais evidente na região do pós-praia, que estava cerca de 0,30 m acima da amostragem anterior. Assim como no perfil F2, a falésia foi destruída pela ação das ondas e formou-se uma duna frontal com 0,20 m de altura, com a base no ponto 0 (0 m). Próximo ao ponto 2 (20 m) havia uma berma e entre os pontos 4 (40 m) e 5 (50 m) existia uma barra de espraiamento (Figura 46). Essas mudanças na morfologia causaram acreção de 257 m³ de sedimentos nesse perfil (Figura 55).

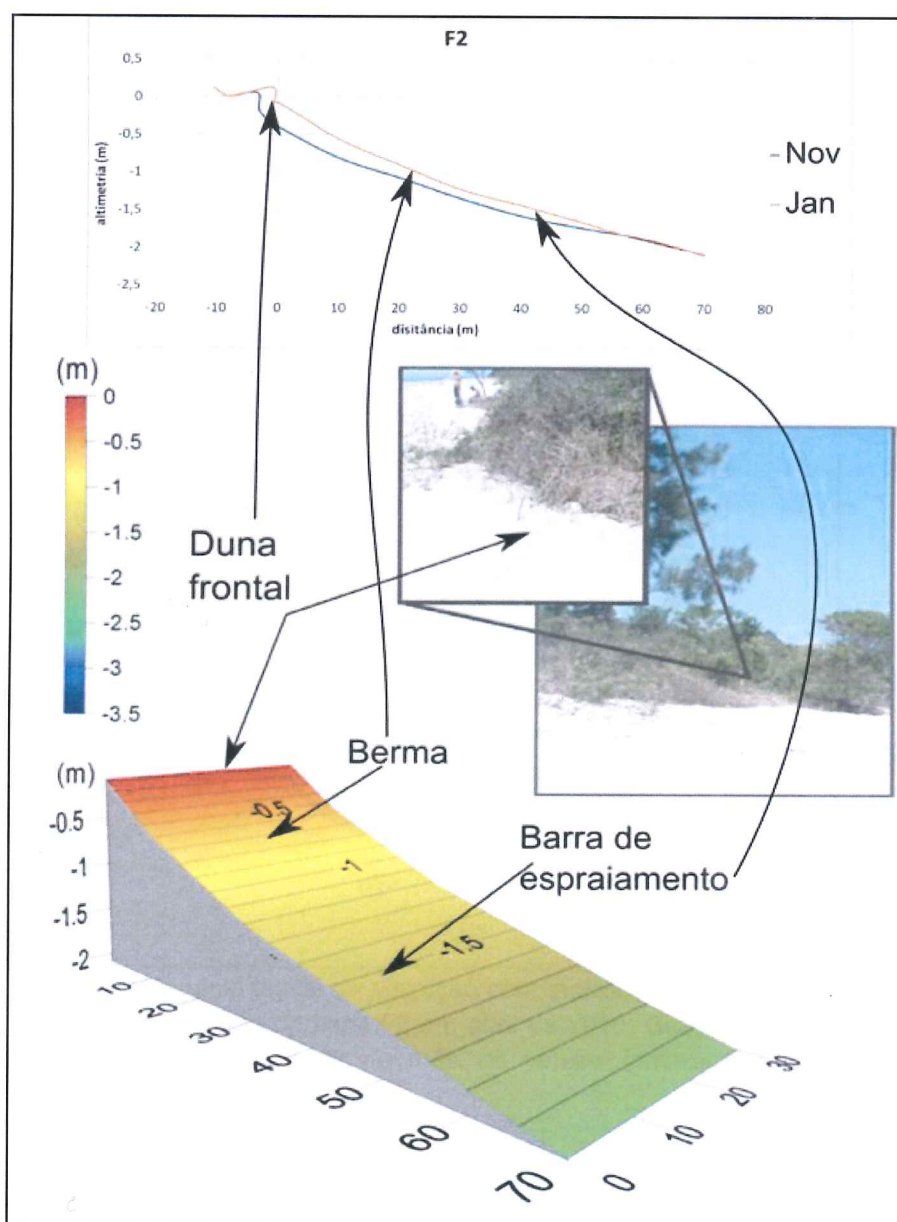


Figura 46: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil F2 em janeiro de 2010. Gráfico de linha representando esse perfil no mês de novembro (preto) e janeiro (amarelo).

Em abril de 2010 a duna frontal que estava sobre o ponto 0 (0 m) recuou 1,3 m na direção do continente e manteve a altura de 0,20 m. Nos primeiros 15 m o perfil permaneceu igual ao da amostragem anterior. Deste local até o ponto 7 (70 m) a superfície foi rebaixada em média 0,13 m e entre os pontos 4 (40 m) e 5 (50 m) foi observada uma barra de espraiamento (Figura 47). Nesse período foi constatada a erosão de 194 m³ de sedimentos (Figura 55).

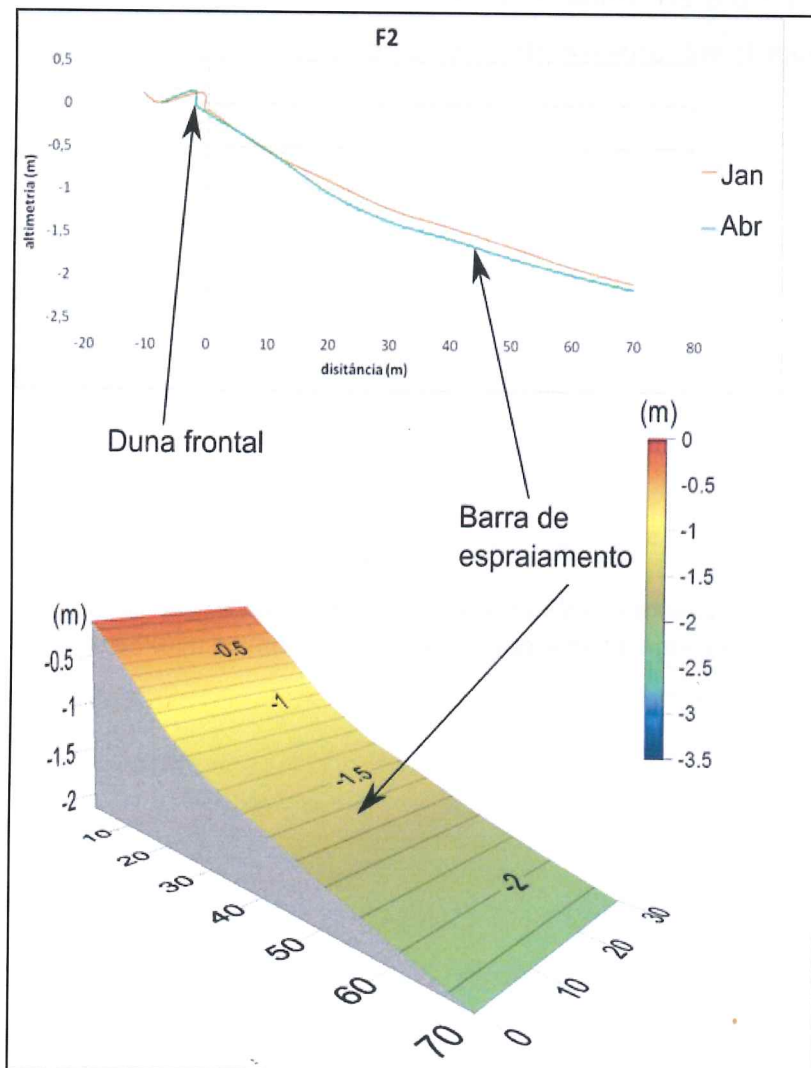


Figura 47: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil F2 em abril de 2010. Gráfico de linha representando esse perfil no mês de janeiro (amarelo) e abril (verde).

Ao longo do período de estudo o perfil F2 alternou entre períodos de acreção e erosão: entre junho e setembro de 2009 o pós-praia foi rebaixado e a antepraia elevada resultando na erosão do volume de sedimentos; entre setembro de 2009 e janeiro de 2010 toda a extensão do perfil foi elevada, resultando em acreção volume de sedimentos; e entre janeiro e abril de 2010 esse perfil voltou a ser erodido, principalmente na região da antepraia (Figura 47). No período entre junho de 2009 e abril de 2010 esse perfil teve a superfície do pós-praia rebaixada e da antepraia foi elevada, totalizando uma acreção de 249 m³ de sedimentos (Figura 55).

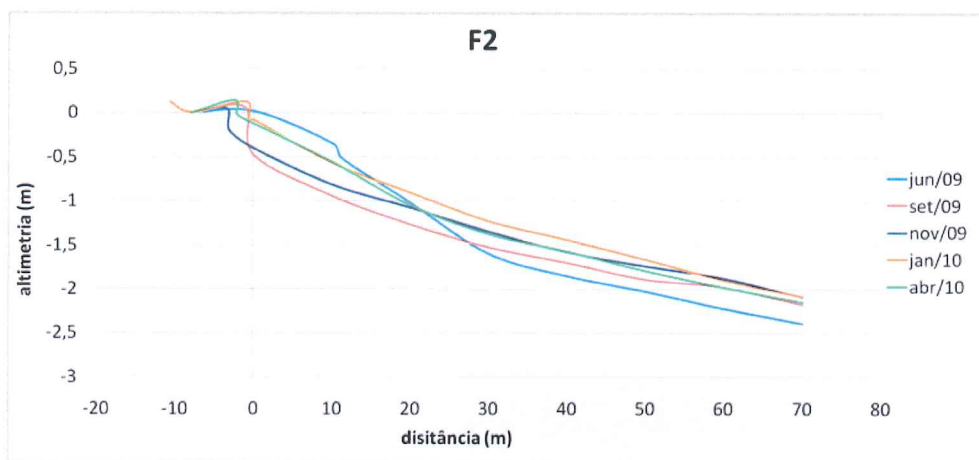


Figura 48: Gráfico de linha representando o perfil F2 nos meses de junho (azul), setembro (vermelho), novembro (preto), janeiro (amarelo) e abril (verde).

6.2.3 – PERFIL F3

No levantamento realizado em junho de 2009 o perfil F3 apresentava um canal de praia próximo à linha de costa com a cava a uma distância de 4,8 m do ponto 0 (0 m), seguido por um trecho plano até a distância de 35 m onde encontrava-se uma berma. Neste ponto a inclinação do perfil aumenta de 0° para 3° , permanecendo assim até o ponto 6 (60 m) e no ponto 5 (50 m) podia ser percebida outra berma (figura 49).

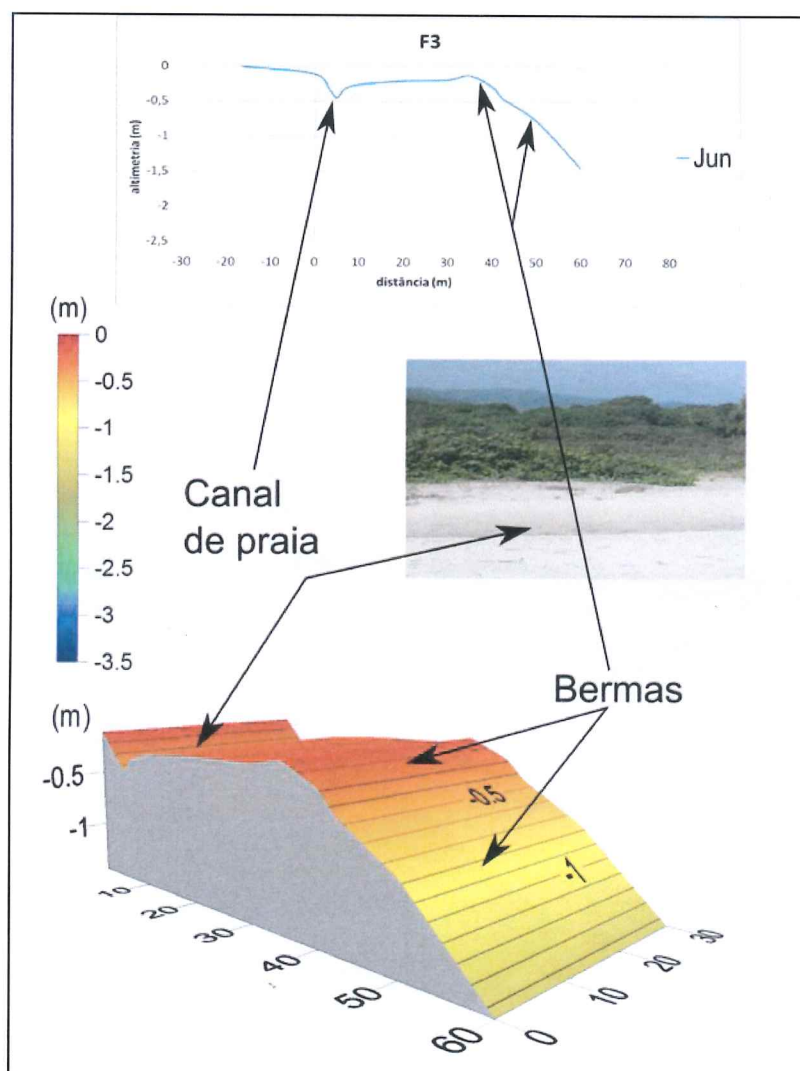


Figura 49: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil F3 em junho de 2009. Gráfico de linha representando esse perfil no mês de junho (azul).

Em setembro a superfície desse perfil estava 0,20 m mais elevada entre os pontos 0 (0 m) e 3 (30 m) e deste ponto até o ponto 6 (60 m) foi rebaixada entre 0,8 m e 1,25 m, em relação a amostragem de junho. O canal de praia ainda estava presente, mas sua cava recuou 3 m em direção ao ponto 0 (0 m). No ponto 2 (20 m) existia uma berma e a 5 m deste ponto foi formada uma falésia de 0,30 m de altura, caracterizada como uma feição erosiva (figura 50). Essas mudanças resultaram na erosão de 994 m³ de sedimentos (Figura 55).

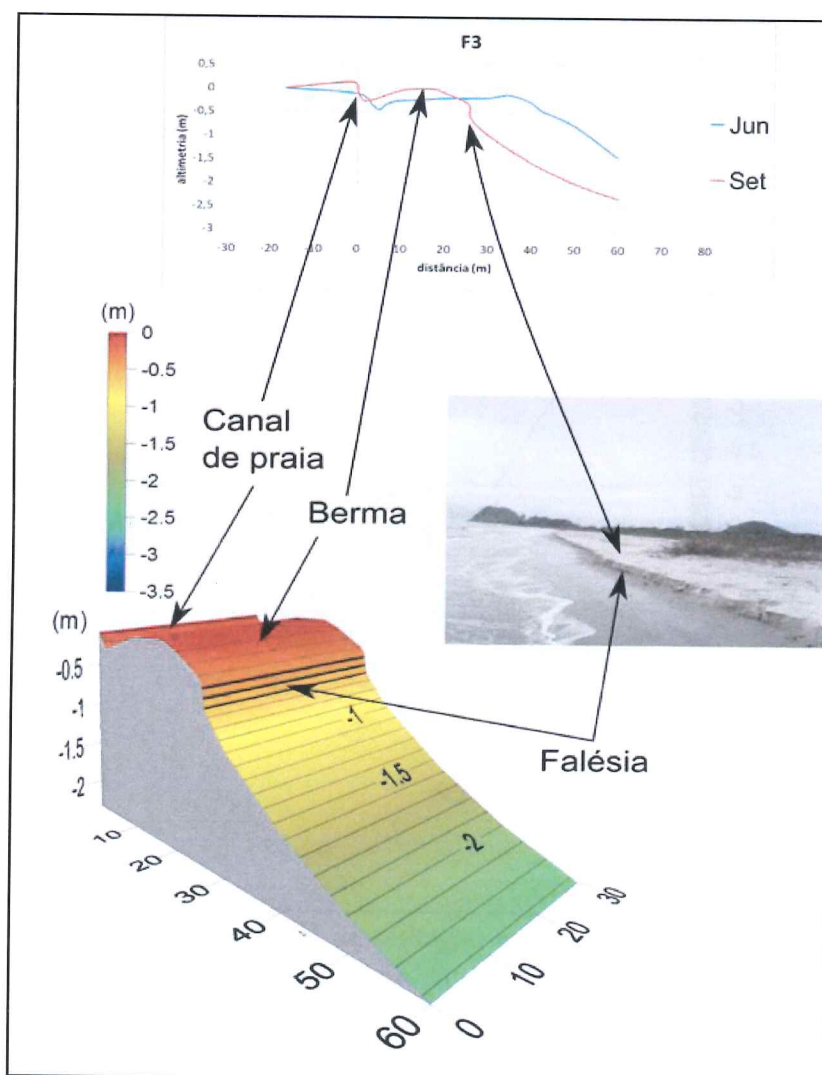


Figura 50: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil F3 em setembro de 2009. Gráfico de linha representando esse perfil no mês de junho (azul) e setembro (vermelho).

No mês de novembro a superfície desse perfil foi rebaixada entre 0,5 m e 1 m do ponto 0 (0 m) até o ponto 4 (40 m). O canal e a falésia presentes nos levantamentos anteriores foram destruídos e foram formadas uma berma, no ponto 1 (10 m) e uma barra de espraiamento no ponto 4 (40 m) (figura 51). Nesse período foi constatada erosão de 671 m³ de sedimentos (Figura 55).

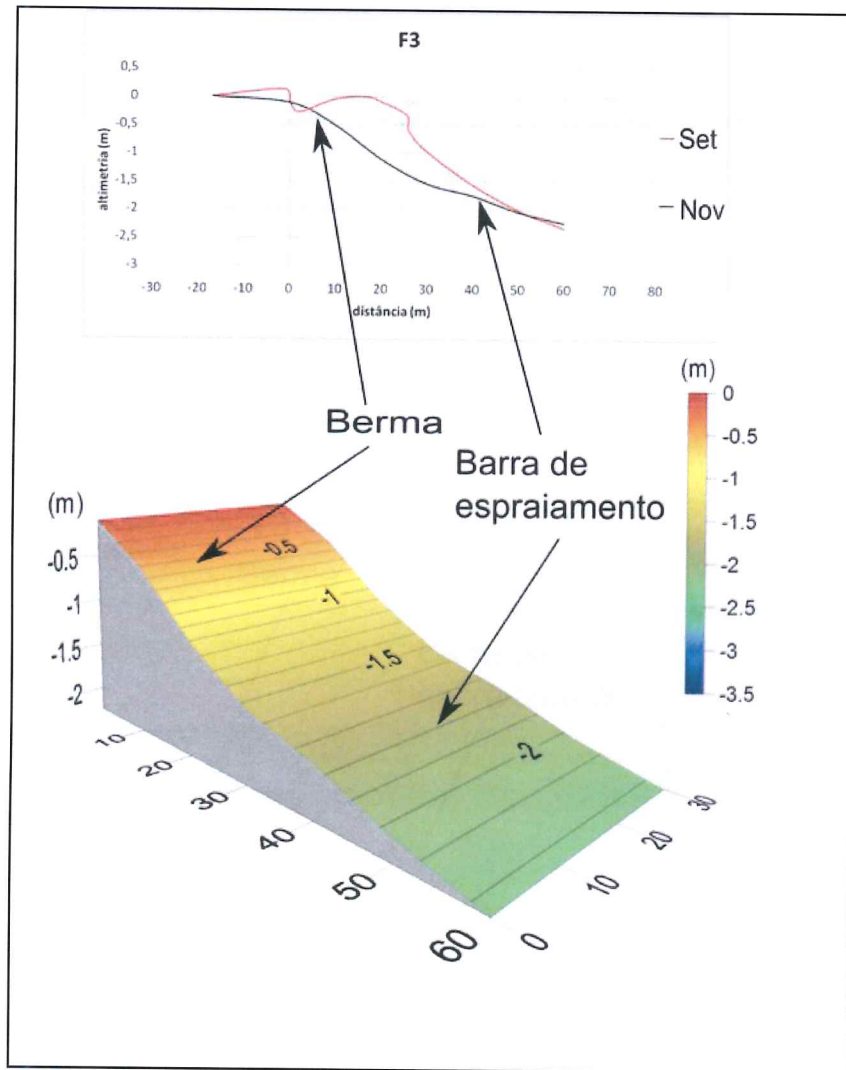


Figura 51: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil F3 em novembro de 2009. Gráfico de linha representando esse perfil no mês de setembro (vermelho) e novembro (preto).

Na amostragem realizada em janeiro de 2010 a superfície do pós-praia foi rebaixada 0,2 m, formando uma falésia com 0,15 m de altura, posicionada 4,5 m antes do ponto 0 (0 m). A berma que existia no ponto 1 (10 m) ainda pode ser observada, mas estava menos evidente do que em novembro. Por outro lado a superfície da antepraia foi elevada em média 0,5 m, e no ponto 4 (40 m) ainda podia ser observada uma barra de espraiamento (figura 52). Essas mudanças acarretaram na acreção de 586 m³ de sedimentos (Figura 55).

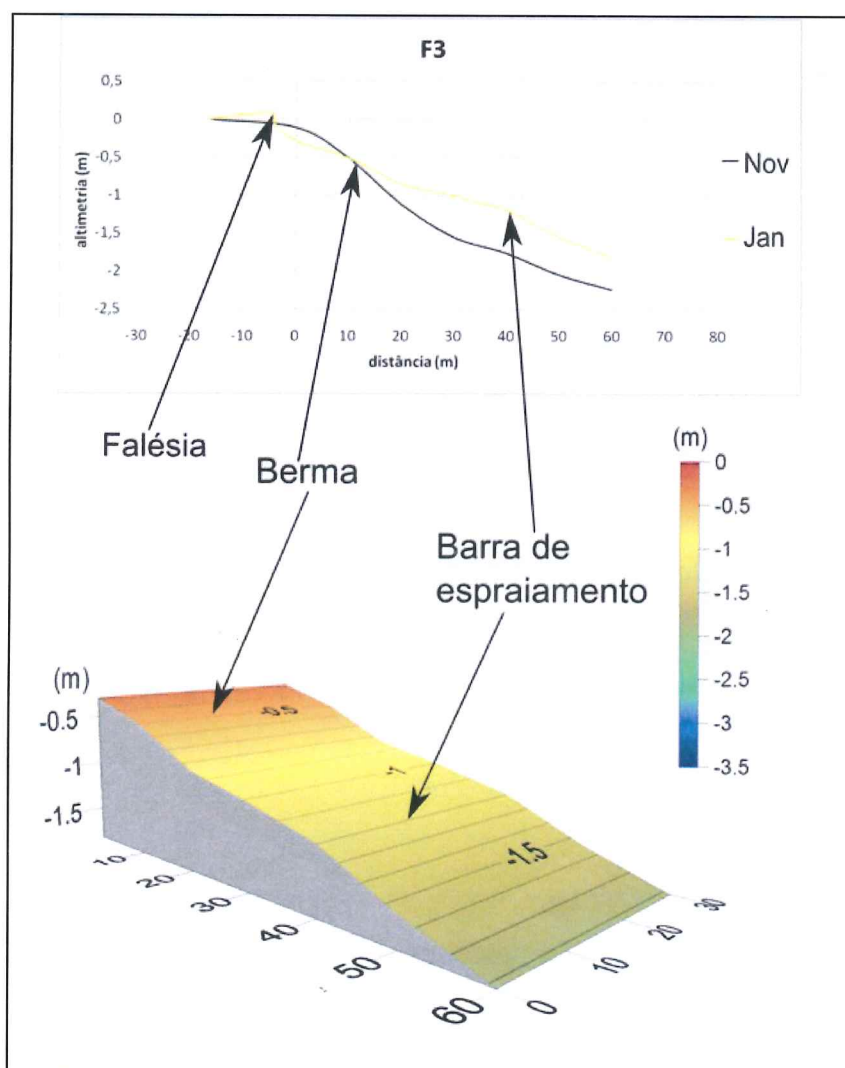


Figura 52: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil F3 em janeiro de 2010. Gráfico de linha representando esse perfil no mês de novembro (preto) e janeiro (amarelo).

No mês de abril a superfície desse perfil foi elevada em média 0,20 m na região da pós-praia, entre os pontos 0 (0 m) e 3 (30 m) e a falésia encontrada anteriormente na linha de costa foi encoberta. A berma que estava no ponto 1 (10 m) avançou para o ponto 2 (20 m) e a barra de espraiamento avançou do ponto 4 (40 m) para o ponto 5 (50 m) (figura 53). Nesse período foi verificada uma acreção de 172 m³ de sedimentos (Figura 55).

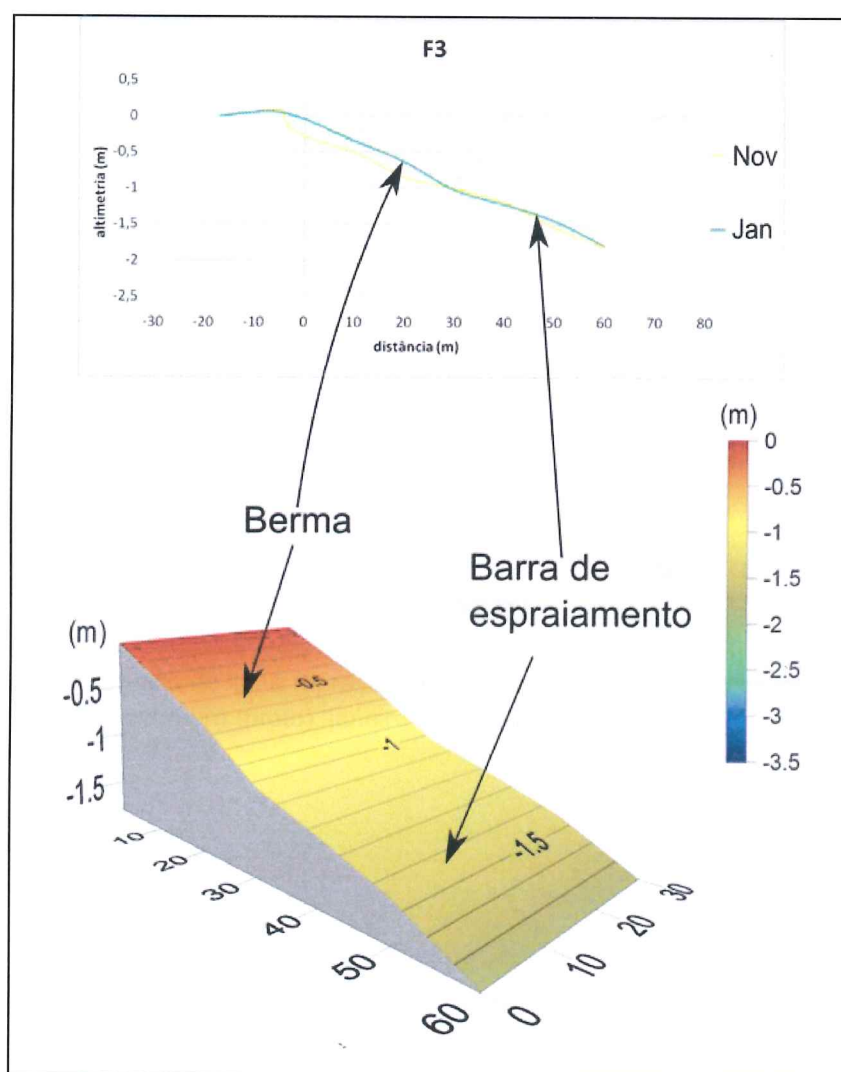


Figura 53: Modelo digital de elevação com indicação das principais feições topográficas do perfil F3 em abril de 2010. Gráfico de linha representando esse perfil no mês de e janeiro (amarelo) e abril (verde).

Ao longo do período de monitoramento o perfil F3 foi o que apresentou maior variação entre cada amostragem, tanto na morfologia quanto no volume, de sedimentos. Entre junho e novembro de 2009 esse perfil teve sua superfície rebaixada, principalmente na região da antepraia, resultando na erosão de 1665 m³ de sedimentos. Por outro lado, entre novembro de 2009 e abril de 2010 ocorreu elevação da superfície, mais evidente na antepraia, gerando acreção de 759 m³ de sedimentos. No período total de monitoramento esse perfil apresentou erosão de 906 m³ de sedimentos (Figura 55).

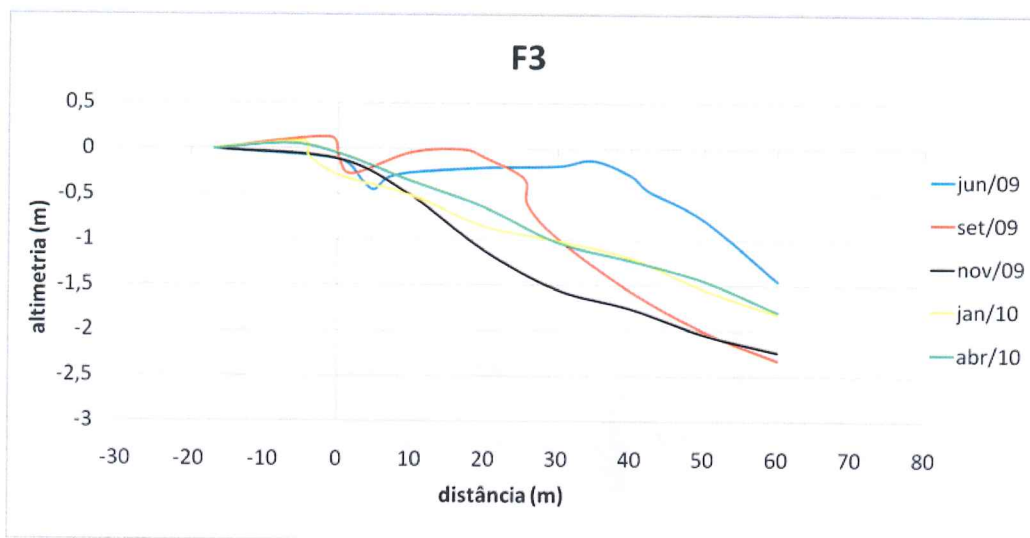


Figura 54: Gráfico de linha representando o perfil F2 nos meses de junho (azul), setembro (vermelho), novembro (preto), janeiro (amarelo) e abril (verde).

6.2.4 – APANHADO GERAL SOBRE A PRAIA DO FAROL

De maneira geral, a Praia do Farol mostrou uma tendência diferente em cada perfil: O perfil F1 apresentou acreção de sedimentos entre junho e janeiro e foi erodido em abril, totalizando um acreção total de 626 m³ de sedimentos; o perfil F2 foi erodido entre junho e setembro, teve acreção entre setembro e janeiro e voltou a ser erodido em abril, totalizando uma acreção de 246 m³ de sedimentos; o perfil F3 foi erodido entre junho e novembro e teve acreção entre novembro e abril, totalizando uma erosão de 906 m³ de sedimentos (figura 55).

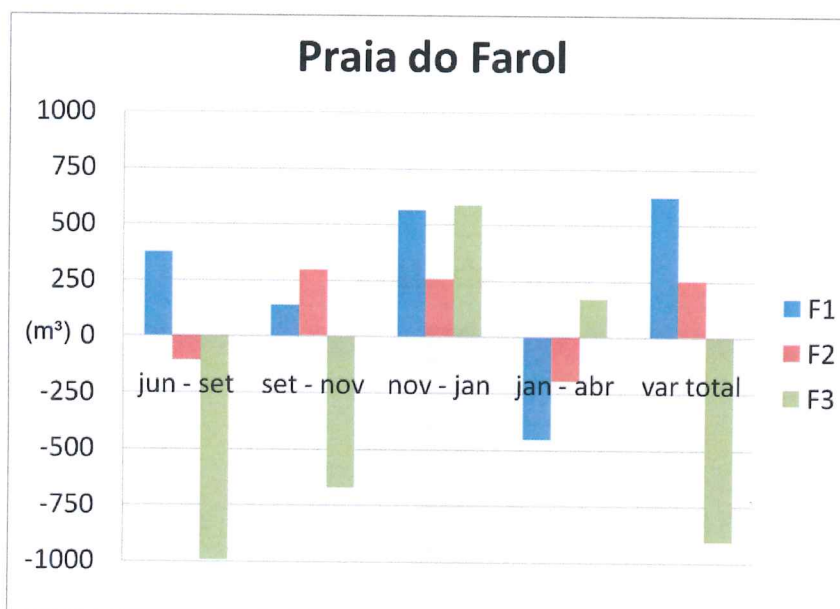


Figura 55: variação volumétrica nos perfis F1, F2 e F3 entre cada amostragem e no período total de monitoramento.

No período entre junho e setembro de 2009 o perfil F1 apresentou acreção 375 m³ de sedimentos, enquanto os perfis F2 e F3 apresentaram erosão de 107 m³ e 994 m³ de sedimentos, respectivamente (Figura 55). A variação total da Praia do Farol foi estimada como erosão de $0,9 \times 10^4$ m³ (Figura 56). Na amostragem de novembro os perfis F1 e F2 apresentaram acreção de 139 m³ e 294 m³ de sedimentos, respectivamente, enquanto o perfil F3 apresentou erosão de 671 m³ de sedimentos (Figura 55). Apesar da acreção nos perfis F1 e F2 a variação total desse arco praial foi estimada como erro erosão de $0,3 \times 10^4$ m³ de sedimentos (Figura 56).

O levantamento de janeiro foi o único em que os 3 perfis tiveram acreção no volume de sedimentos ($F1 = 564 \text{ m}^3$, $F2 = 257 \text{ m}^3$, $F3 = 586 \text{ m}^3$) (Figura 55). No arco praial como um todo foi estimada a acreção de $1,8 \times 10^4 \text{ m}^3$ de sedimentos (Figura 56). Por fim, no mês de abril, os perfis F1 e F2 foram erodidos 425 m^3 e 194 m^3 de sedimentos, respectivamente, enquanto o perfil F3 apresentou acreção de 172 m^3 (Figura 55). A variação total nesse arco praial foi estimada como erosão de $0,6 \times 10^4 \text{ m}^3$ (Figura 56).

No intervalo entre a primeira e a última amostragem o volume da praia como um todo variou pouco, pois a o volume de sedimentos depositado nos perfis F1e F2 foram superados pelo volume erodido no perfil F3 (figura 55). A partir da variação dos 3 perfis estimou-se que houve erosão de $\approx 0,0413 \times 10^4 \text{ m}^3$ ao longo de todo esse arco praial, que foi considerado estável (figura 56).

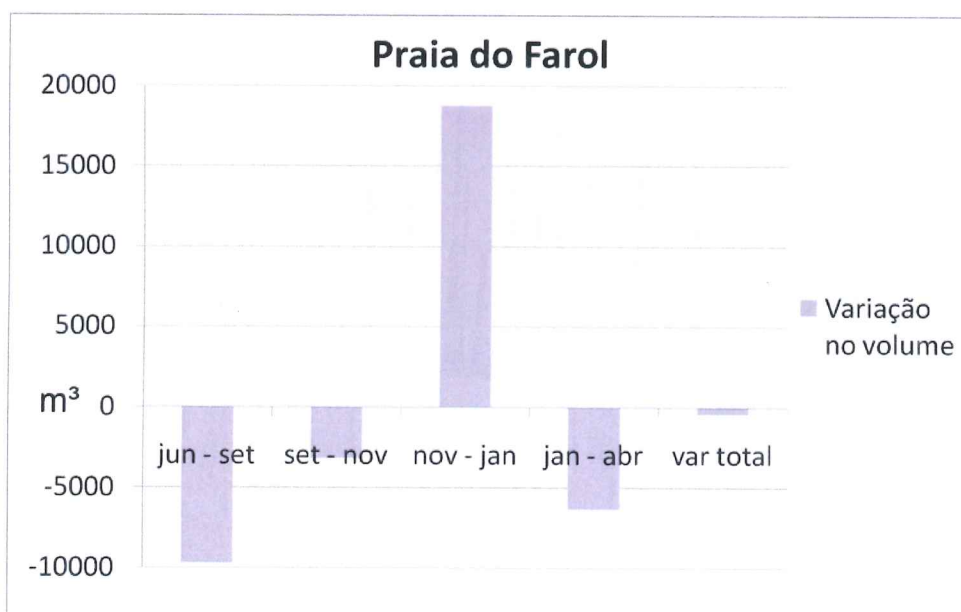


Figura 56: variação volumétrica na Praia Grande entre cada amostragem e no período total de monitoramento.

6.3 – AGITAÇÃO MARÍTIMA

No período entre os meses de junho e setembro de 2009 ocorreram 4 eventos de agitação marítima acentuada. O primeiro ocorreu no dia 26 de junho, quando as ondas em alto mar eram provenientes do quadrante S/SE tinham entre 2,5 m e 3,0 m de altura associadas a ventos de até 8 m/s do quadrante S/SW. No dia 23 de julho, ondas provenientes do quadrante S/SW com até 3,5 m de altura, juntamente com ventos fracos de até 2 m/s do quadrante N/NE. Nos dias 28 e 29 de julho foram registradas ondas de até 3,0 m de altura vindas dos quadrantes S/SE e S/SW, associadas à ventos fracos de até 2 m/s do quadrante S/SW. No dia 20 de agosto, na lua nova, ocorreram ondas de até 3,0 m de altura provenientes do quadrante S/SW de e os ventos atingiram até 8 m/s do quadrante S.

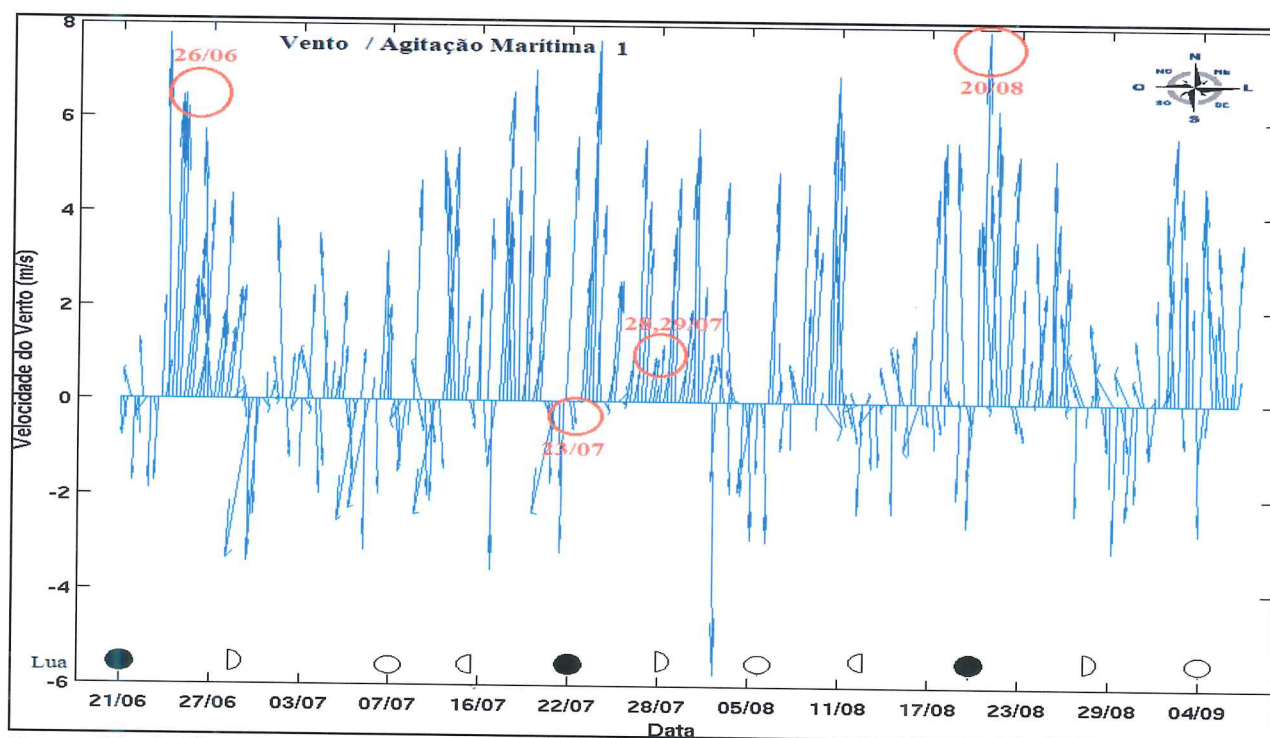


Figura 57: Gráfico de intensidade e direção dos ventos. Os vetores em azul representam direção e intensidade do vento entre junho e setembro de 2009. Em vermelho estão indicadas as ocorrências de agitação marítima acentuada e na porção inferior estão indicadas as fases da lua.

Entre os meses de setembro e novembro ocorreram 3 eventos de agitação marítima. Nos dias 10 e 11 de setembro foram registradas ondas em alto mar de até 3,0 m de altura provenientes do quadrante S/SE e ventos fracos do quadrante N/NW com até 3,0 m/s de velocidade. Nos dias 28, 29 e 30 de setembro as ondas chegaram a 3,0 m de altura, provenientes do quadrante S/SE e os ventos desta direção chegaram a 10 m/s de velocidade. Nos dias 25, 26 e 27 de outubro ocorreram ondas de até 2,5 m de altura vindas do quadrante S/SE e ventos da mesma direção que ultrapassaram 10 m/s de velocidade.

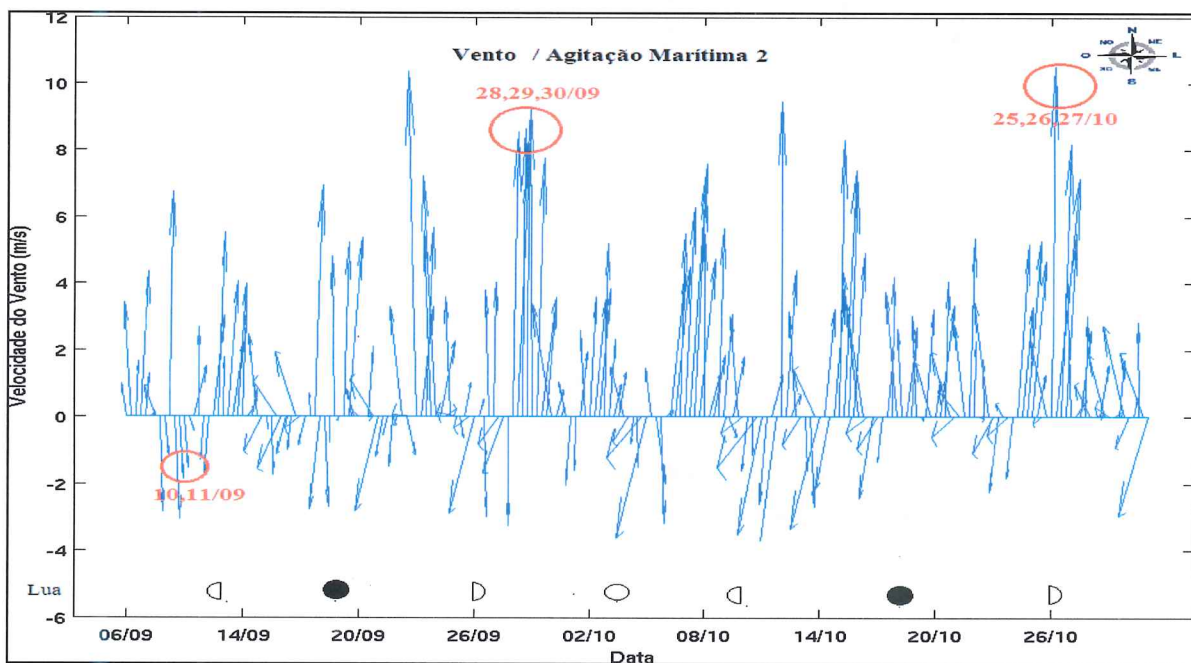


Figura 58: Gráfico de intensidade e direção dos ventos. Os vetores em azul representam direção e intensidade do vento entre setembro e novembro de 2009; em vermelho estão indicadas as ocorrências de agitação marítima acentuada e na porção inferior estão indicadas as fases da lua.

Do mês de novembro de 2009 ao mês de janeiro 2010 ocorreram 2 eventos de agitação marítima. No dia 4 de dezembro as ondas em alto mar atingiram 2,5 m de altura chegando do quadrante S/SE e os ventos vindos do mesmo quadrante chegaram a 8,0 m/s de velocidade. No dia 11 de dezembro foram registradas ondas de até 3,0 m de altura provenientes dos quadrantes SE e NE associadas a ventos vindos de sul que ultrapassaram 10 m/s de velocidade.

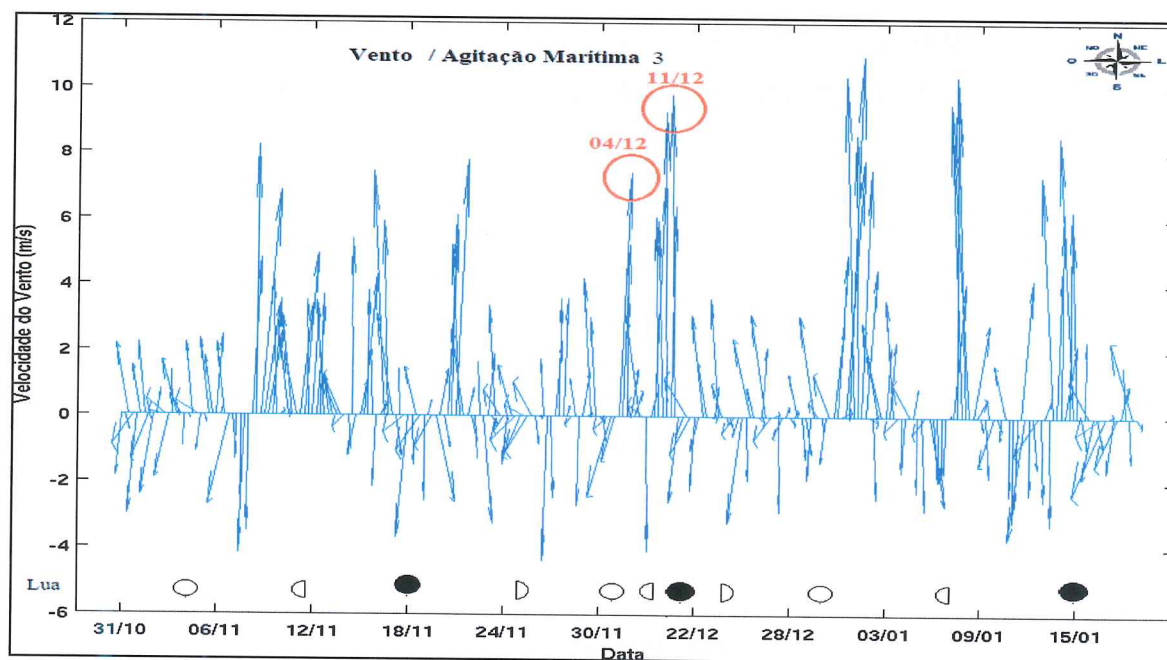


Figura 59: Gráfico de intensidade e direção dos ventos. Os vetores em azul representam direção e intensidade do vento entre novembro de 2009 e janeiro de 2010. Em vermelho estão indicadas as ocorrências de agitação marítima acentuada e na porção inferior estão indicadas as fases da lua.

No período entre os meses de janeiro e abril de 2010 foram registrados 4 eventos de agitação marítima acentuada. No dia 16/02 foram registradas ondas em alto mar provenientes do quadrante SE, que atingiram 3,5 m de altura e ventos do quadrante S/SE que atingiram 8,0 m/s de velocidade. Nos dias 24 e 25 de fevereiro, ondas dos quadrantes S/SE e SW atingiram 2,5 m de altura e os ventos da mesma direção ultrapassaram 10 m/s de velocidade. Nos dias 7 e 8 de março as ondas provenientes do quadrante E/NE atingiram 2,5 m de altura e ocorreram ventos variando entre os quadrantes SW e NW chegando a 3 m/s de velocidade.

Em abril foi registrada a mais intensa agitação marítima de todo o período. Nos dias 4 e 5 as ondas provenientes do quadrante S/SW atingiram 2,5 m de altura e no dia 07 a direção das ondas mudou para S/SE e a altura chegou a 4,0 m, permanecendo assim até o dia 09; Nestes 6 dias os ventos sopraram do quadrante S/SE e atingiram até 12 m /s de velocidade.

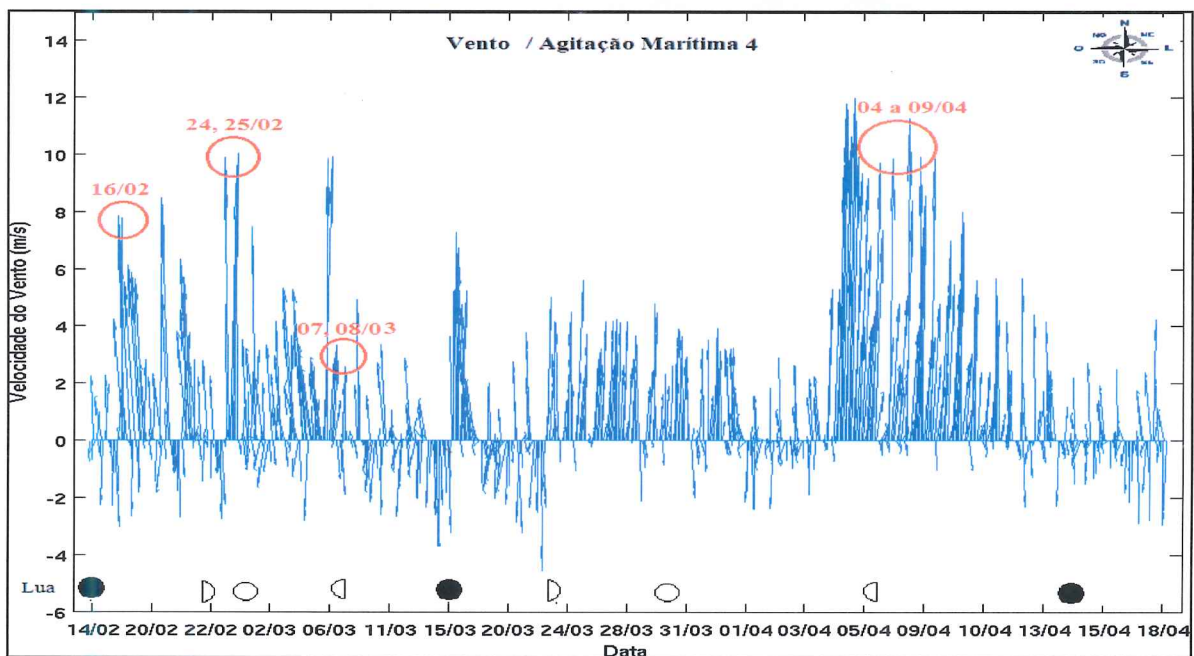


Figura 60: Gráfico de intensidade e direção dos ventos. Os vetores em azul representam direção e intensidade do vento entre janeiro e abril de 2010. Em vermelho estão indicadas as ocorrências de agitação marítima acentuada e na porção inferior estão indicadas as fazes da lua.

6.4 – PARAMETROS SEDIMENTOLÓGICOS.

Nos meses de junho, setembro e novembro de 2009, 96% das amostras de sedimentos analisadas e pertenciam à classe areia fina (figura 61). O grau de seleção desses sedimentos variou de muito bem selecionado na linha de costa a bem selecionado linha de água (figura 62).

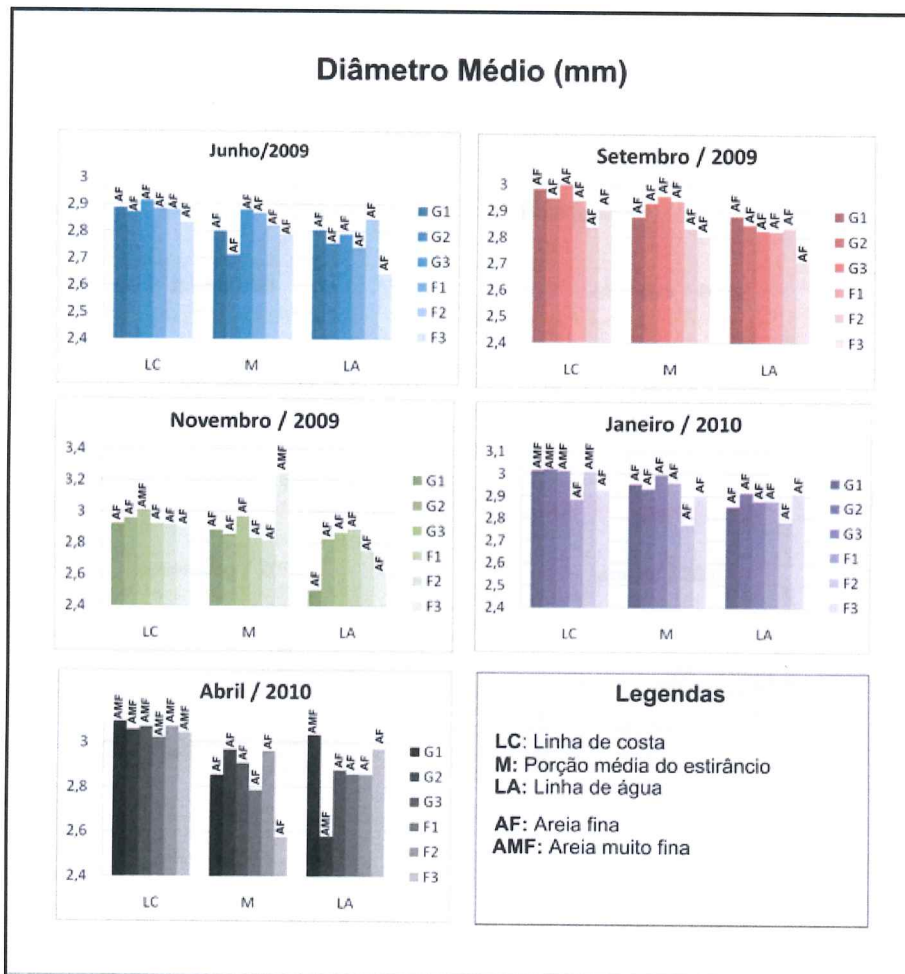


Figura 61: variação do diâmetro médio dos sedimentos em cada porção do perfil praial e a relativa classificação nominal: LC – linha de costa; M – porção média do estirâncio; LA – linha de água; AF – areia fina; AMF – areia muito fina.

No mês de janeiro de 2010 as partículas variaram entre areias muito finas, muito bem selecionadas na região da linha de costa e areias finas, bem selecionadas na região da linha de água (figuras 61 e 62).

Em abril de 2010 ocorreu uma redução no grau de seleção das partículas. Os sedimentos variaram de variaram entre as areias muito finas, bem selecionadas na região da linha de costa e areias finas, moderadamente selecionadas na região da linha de água (figuras 61 e 62).

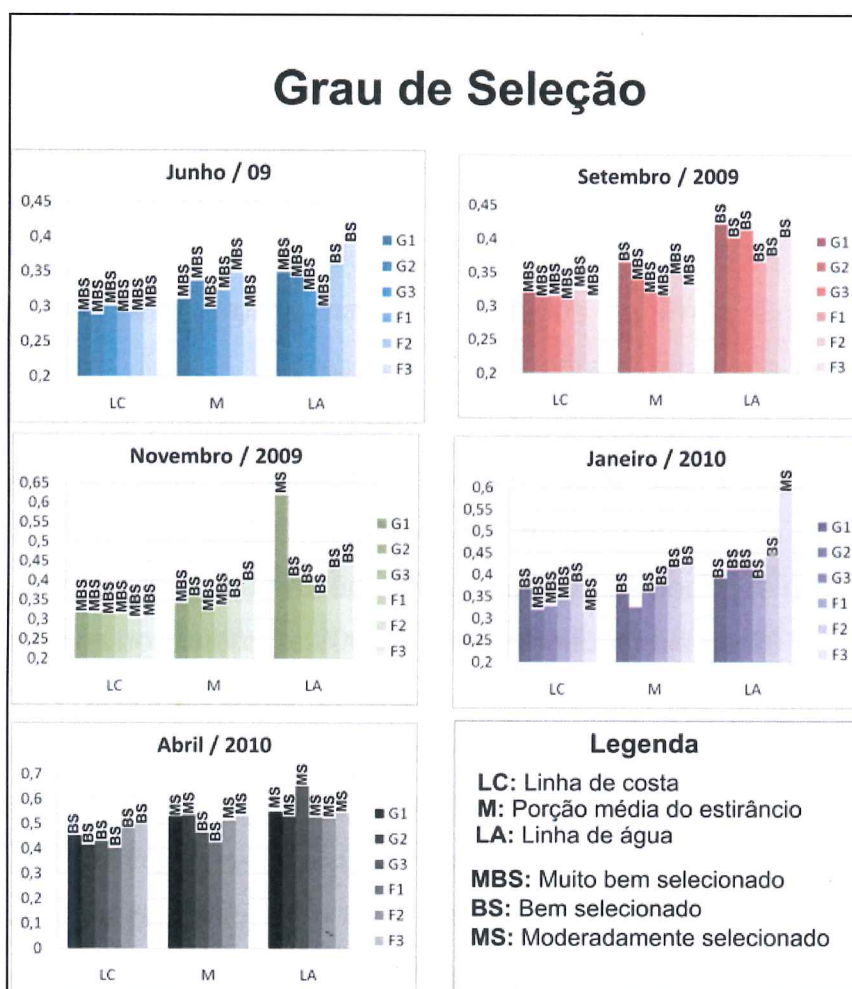


Figura 62: variação do grau de seleção dos sedimentos em cada porção do perfil praial e a relativa classificação nominal: LC – linha de costa; M – porção média do estirâncio; MBS – muito bem selecionado; BS – bem selecionado; MS – moderadamente selecionado.

7 – DISCUSSÃO

De uma maneira geral, os dois arcos praias apresentaram variações volumétricas semelhantes ao longo do período estudado. Apenas entre junho e setembro de 2009, quando predominaram ondulações do quadrante S/SW, a Praia do Farol, que é mais protegida das ondas, sofreu erosão, enquanto a Praia Grande, mais exposta às ondas apresentou acreção de sedimentos.

Após um ano de monitoramento a Praia Grande apresentou redução no volume total de sedimentos, que pode ser exemplificado pelo comportamento dos perfis G1 e G3, localizados nas extremidades do arco praias, que apresentaram erosão. Em contrapartida, o comportamento do perfil G2, no meio da praia, foi de estabilidade.

O caráter erosivo nas extremidades da Praia Grande pode estar ligado à presença dos pontais rochosos que favorecem a formação de correntes de retorno junto a eles. Essa praia está voltada para o quadrante SE e recebe diretamente as ondas provenientes desta direção, o que aparentemente causa erosão, como ocorreu nos períodos entre setembro e novembro de 2009 e entre janeiro e abril de 2010.

A praia Grande apresentou acreção entre junho e setembro de 2009, mesmo sendo atingida por grandes ondas provenientes do quadrante S/SW. Provavelmente quando essas ondas 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 gerem transporte dos sedimentos ao longo dessa praia, da extremidade sudoeste para a extremidade nordeste. Assim explicando porque o volume do perfil G1 foi erodido e dos perfis G2 e G3 foram acrescidos.

Por outro lado a Praia do Farol apresentou erosão nesse mesmo período. As ondas do quadrante S/SW, não chegam a

atingir essa praia, mas ela ainda fica exposta à atuação das correntes de maré do estuário. Essas correntes podem transportar os sedimentos na direção a Desembocadura Norte causando erosão na praia.

Ao longo do monitoramento a Praia do Farol apresentou uma tendência de deposição nos perfis F1 e F2 e uma tendência erosiva no perfil F3. Por outro lado, entre janeiro e abril de 2010, houve erosão nos perfis F1 e F2 e acreção no perfil F3. Essa desigualdade pode ter sido causada pela diferença no posicionamento de cada perfil em relação ao Morro do Farol e em relação à incidência das ondas.

Nessa praia também foi observado o crescimento de um segundo esporão arenoso sobre o primeiro, já relatado por GIANNINI (2004), confirmando a tendência deposicional junto ao Moro do Farol. Segundo LAMOUR (2007), as ondas dos quadrantes SE e E/SE são refratadas ao passar por esse pontal rochoso e chegam a Praia Grande de forma relativamente paralela à linha de costa. Sendo assim, elas atingem a praia de forma diferente em cada perfil devido a variações no formato da praia (figura 63).

O perfil F1 apresentou a maior acreção dentre os seis perfis. Segundo LAMOUR (2007), no local em que ele está situado existe uma sombra energética que propicia uma maior deposição de sedimentos, pois está mais perto do Morro do Farol e assim mais protegido das ondas. Sendo assim faz sentido que esse perfil tenha apresentado tal comportamento.

O perfil F2 também apresentou acreção ao final do monitoramento, mas foi o que menos variou nessa praia entre as amostragens. Esse é o perfil onde as ondas atingem a praia de maneira mais oblíqua e provavelmente com menos energia (figura 63).

O perfil F3, localizado na ponta do 1º esporão recebe as ondas diretamente (figura 63), e foi a porção do arco praial que apresentou a maior variação e maior volume erodido ao longo

do monitoramento. Geralmente esse perfil apresentava comportamento oposto aos outros dois, em abril, quando o perfil F1 foi erodido o perfil F3 teve acréscimo de sedimentos.

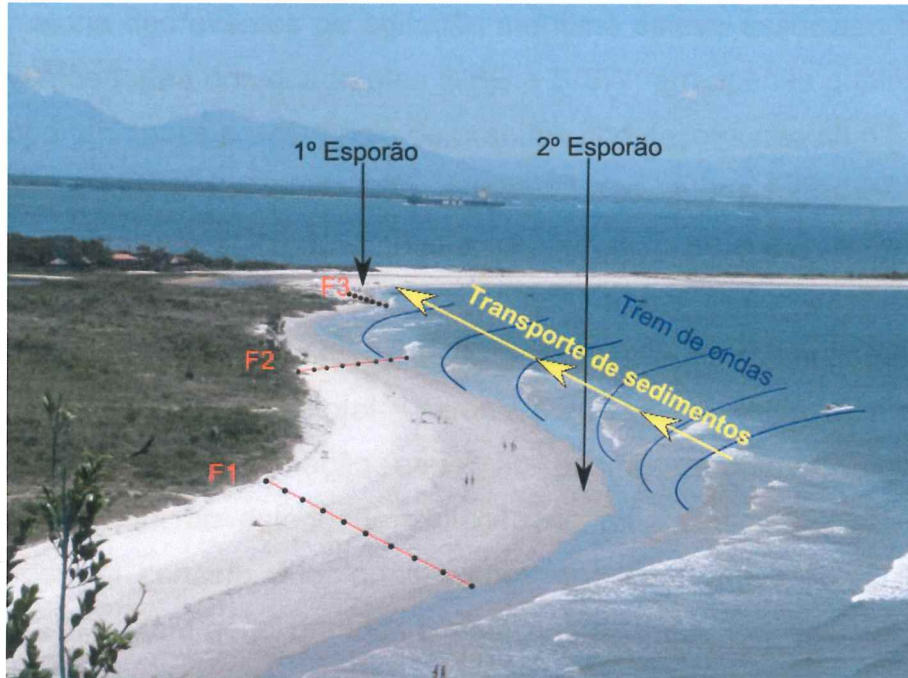


Figura 63: Localização dos dois esporões e a direção preferencial dos trens de ondas incidentes e do transporte de sedimentos na Praia do Farol.

Aparentemente, os sedimentos chegam à Praia do Farol na região do perfil F1 e são transportados no sentido do istmo arenoso, passando pelos perfis F2 e F3. Esse processo pode estar contribuindo para o aumento do istmo arenoso nas últimas décadas, como já foi observado por GIANNINI *et al.*, (2004) e PEIXOTO (2008).

Segundo SHORT (1999), os processos erosivos e deposicionais e o formato de praias ancoradas por pontais rochosos variam em função do ângulo formado entre estes pontais e o trem de ondas incidente. Nas praias monitoradas, os pontais rochosos formam ângulos diferentes em relação aos trens de ondas incidentes e apresentaram comportamentos diferentes. A Praia Grande apresentou acreção quando ocorrem ondas do quadrante sudoeste enquanto a Praia do

Farol apresentou erosão. A relação do Morro do Farol com a direção das ondas também ajuda a explicar a tendência de acreção no perfil F1.

No período entre junho de 2009 e abril de 2010, a maioria dos eventos de agitação marítima esteve associada a ventos fortes dos quadrantes S/SE e S/SW; em apenas quatro oportunidades a ocorrência de grandes ondulações não se deu desta forma. Por outro lado, a maioria dos ventos fortes não acarretou em agitação marítima, confirmando as observações de QUADROS (2007).

Segundo NOERNBERG (2001), as variações morfológicas no litoral paranaense estão intimamente relacionadas à variação anual no padrão de ventos, que influenciam no estado de agitação do mar. Sendo assim é possível concluir que fortes ventos dos quadrantes S/SE e S/SW podem gerar grandes ondulações e causar modificações na morfologia das praias da Ilha do Mel. O que de fato aconteceu nas duas praias monitoradas e foi mais evidente no mês de abril, quando ocorreram grandes ondas associadas a fortes ventos do quadrante S/SE causando erosão.

Durante o período de monitoramento, as duas praias apresentaram variação na morfologia e nos volumes de sedimentos, na maioria das vezes relacionados com a ocorrência de agitação marítima acentuada. Entre setembro e novembro de 2009 e entre janeiro e abril de 2010, foram registradas ondas em alto mar com mais 2,5 m de altura do quadrante S/SE e as duas praias foram erodidas. No período entre novembro e janeiro, quando o mar esteve mais calmo com poucas ocorrências de ondas grandes, as duas praias apresentaram acreção de sedimentos.

Aparentemente as ondas que atingem as praias localizadas na área da desembocadura do CEP variam na intensidade e no ângulo de incidência, devido à configuração geomorfológica e batimétrica de cada ponto. Sendo assim, o

grau de influência das ondas sobre as praias e a configuração geomorfológica destas são interdependentes e variáveis no tempo. Desta forma, uma ondulação de determinada direção pode gerar respostas diferentes em cada local da desembocadura.

Uma possível explicação para o aumento do aporte de sedimentos que vem causando o crescimento do esporão na Praia do Farol é o despejo do material dragado na plataforma continental. Esses sedimentos podem estar sendo transportados pelas ondas para a costa da Ilha do Mel. 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.

Os resultados dos parâmetros sedimentológicos estão de acordo com outros trabalhos realizados na região. LAMOUR (2007) encontrou predomínio de sedimentos da classe de areia fina, variando de pobremente selecionados a bem selecionados na região da desembocadura da CEP. Nas duas praias monitoradas parâmetros granulométricos variaram em relação à posição da praia. Próximo à linha de costa os sedimentos são mais finos e melhor selecionados, enquanto junto à linha de água os sedimentos são mais grossos e pior selecionados. Provavelmente essa variação ocorre porque a região da Linha d'água está mais exposta à energia das ondas acarretando maior ressuspensão e transporte de sedimentos.

No mês de abril de 2010 ocorreu redução no grau de seleção, provavelmente devido à ocorrência de uma forte agitação marítima poucos dias antes do levantamento, quando as ondas com alta energia atingiram as porções superiores da praia retrabalhando os sedimentos.

8 – CONCLUSÃO

De uma forma geral, as duas praias responderam à variação de energia das ondas, porém os eventos de agitação marítima acentuada nem sempre estão ligados à ocorrência de erosão e podem gerar respostas diferentes em cada praia.

Ao longo do monitoramento, houve erosão de $\approx 1,3 \times 10^4 \text{ m}^3$ de sedimentos na Praia Grande. As extremidades foram erodidas e a porção central do arco praial se manteve estável. Esta praia está mais exposta às ondas provenientes do quadrante S/SE que ocasionam erosão, enquanto as ondas do quadrante S/SW podem gerar acreção.

Na Praia do Farol a variação volumétrica foi considerada e estável, houve erosão de $\approx 0,04 \times 10^4 \text{ m}^3$ de sedimentos. A acreção nos locais mais próximos ao Morro do Farol (F1 e F2) foi superada pela erosão na região mais afastada deste (F3). Essa praia está protegida das ondas de tempestade provenientes do quadrante S/SE, pois é voltada para norte e conta com a presença do Morro do Farol que cria uma área de sobra energética a oeste dele. Os sedimentos provavelmente chegam à Praia do Farol no perfil F1 e são retransportados para oeste alimentando o esporão arenoso e o istmo arenoso de Nova Brasília.

Para confirmar se os resultados apresentados representam uma tendência real a longo prazo ou apenas o reflexo de um evento atípico, assim como para melhorar entendimento dos processos morfodinâmicos da região se faz necessária a continuidade do monitoramento da topografia, das ondas, das correntes e outras forçantes físicas, juntamente com a criação de um banco que centralize o conhecimento de toda a região. A construção deste banco de dados poderá auxiliar na gestão da ilha do Mel, uma área importante para a conservação de espécies animais, vegetais e comunidades tradicionais.

9 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGULO, R. J. (1992). Geologia da planície costeira do Estado do Paraná. São Paulo. 334 f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

ANGULO, R. J. (1993). Variações na configuração da linha de costa no Paraná nas últimas quatro décadas. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 41, p. 52-72.

ANGULO, R. J., ARAÚJO, A. D. (1996). 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.

ANGULO, R. J.; LESSA, G. C. 1997 The Brazilian sea-level curves: a critical review with emphasis on the curves from the Paranaguá and Cananeia regions. **Marine Geology**, v. 140, p. 141-166

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. 1999. **Morphological characterization of the tidal deltas on the coast of the State of Paraná**. An. Acad. Bras. Cienc., Rio de Janeiro, v. 71, n.4-II. p. 935-959..

ANGULO, R. J. 2004. Mapa cenozóico do litoral do estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 55, p. 25-42. Curitiba, PR.

ANGULO, R. J.; SOUSA, M. C.; LAMOUR, M. R. 2004. 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.

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.

CHANG, Y.H.; SCRIMSHAW, M.D.; LESTER, J.N. 2001. A revised grain-size trend analysis program to define net sediment transport pathways. **Computers & Geosciences**. v. 27. p. 109-114.

CRUZ, O. 1993. **Estudo geomorfológico de áreas costeiras da ilha de Santa Catarina e do continente circunvizinho (municípios de Florianópolis, São José, Palhoça, Biguaçu e Governador Celso Ramos)**. Florianópolis. Relatório Técnico Final de Pesquisa para o CNPq.

CRUZ, O. 1998. **A ilha de Santa Catarina e o continente próximo; um estudo de geomorfologia costeira**. Florianópolis: Ed. UFSC.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. 1957. Brazos River Bay: study of grain size parameters. **Journal of sedimentary petrology**, v. 27, p. 3 – 27.

GIANNINI, P.C.F.; ANGULO, R.J.; SOUZA, M.C.; KOGUT, J.S.; DELAI, M.S. A. 2004. Erosão na Costa Leste da Ilha do Mel, Baía de Paranaguá, Estado do Paraná: Modelo Baseado na Distribuição Espacial de Formas Depositionais e Propriedades Sedimentológicas. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, n. 2, p. 231 – 242

LAMOUR, M.R. 2000. **Dinâmica Sedimentar do Canal da Galheta, Via de Acesso ao Porto de Paranaguá – Pr.** Curitiba. 100 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Paraná.

LAMOUR, M.R.; ANGULO, R.J.; SOARES, C.R. 2007. **Bathymetric evolution of critical silting sectors on Galheta channel, access way to Paranaguá port, Paraná State – Brazil..** Journal of Coastal Research.

LAMOUR, M. R. 2007. **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.

LEAL, P. C. 1999. **Sistema praiial Moçambique – Barra da Lagoa, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil: Aspectos morfológicos, morfodinâmicos, sedimentológicos e ambientais.** Florianópolis. 125 p. Dissertação de Mestrado. Geografia, UFSC.

LIMA, M. G. P.; MARONE, E.; NOERNBERG, M. A.; PEREIRA NETO Jr. J. B.; ANGULO, R. J. 2009. **CLIMA DE ONDAS NO ESTADO DO PARANÁ.** VIII Simpósio sobre Ondas, Marés, Engenharia Oceânica e Oceanografia por Satélite – OMAR-SAT. Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira.

MARONE, E; GUIMARÃES, M.R.F.; CAMARGO, R.; PRATA JUNIO, V. P.; KLINGEFUSS, M. S. 1995. **Caracterização física das condições oceanográficas, meteorológicas e costeiras das zonas estuarinas da Baía de Paranaguá.** In: CONGRESSO

LATINO – AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR, 6., Mar del Plata, Argentina. Resumos. p. 129.

MARONE, E.; MANTOVANELLI, A.; NOERNBERG, M.A.; KLINGENFUSS, M.S.; LAUTERT, L.F.C.; PRATA JUNIOR, V.P. 1997. **Caracterização física do complexo estuarino da Baía de Paranaguá. Pontal do Sul: UFPR. v. 2. Relatório consolidado do convênio APPA/CEM.**

MARONE, E. & CAMARGO, R. 1994. Marés Meteorológicas no Litoral do Estado do Paraná: evento de 18 de agosto de 1993. **Revista Nerítica. V. 8(1): 73 – 85 pp**

MARTINS, G. J.; MARONE, E.; ANGULO, R. J.; NOERNBERG, M. A. QUADROS, C. J. L. 2004 DINÂMICA DA ZONA DE RASA DE SHOALING E O TRANSPORTE DE SEDIMENTOS NA DESEMBOCADURA SUL DO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ – PR. **Boletim Paranaense de Geociências. n. 54, p. 51-64. Editora UFPR**

MIHÁLY, P. & ANGULO, R.J. 2002. Dinâmica da desembocadura do corpo lagunar do Ararapira. **Revista Brasileira de Geociências, n. 32, v. 2. 217-222.**

MORENO, D. A. 2000. Aspectos morfodinâmicos da praia da Galheta, Florianópolis, SC. In: SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, XIII. Itajaí, 2000. **Resumos Expandidos... Itajaí. 132-133pp.**

NOERNBERG, M. A. 2001. **Processos Morfodinâmicos no Complexo Estuarino de Paranaguá – Paraná – Brasil: Um Estudo a Partir de Dados in situ e LANDSAT – TM.** Curitiba. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade Federal do Paraná.

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

PEIXOTO, A. C. G. 2008. **Monitoramento topo-sedimentar do istmo arenoso de Nova Brasília, Ilha do Mel, Litoral do Paraná.** Pontal do Paraná, 73 p. dissertação (Trabalho de conclusão de curso de oceanografia), Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná.

QUADROS, C. J.; MARONE, E.; ANGULO, R. J.; MARTINS, G. J.; PEREIRA NETO Jr. J. B. 2007 DINÂMICA MORFOSEDIMENTAR ASSOCIADA À INCIDÊNCIA DE SISTEMAS FRONTAIS EM DUAS PRAIAS DO LITORAL PARANAENSE **Boletim Paranaense de Geociências, n. 60-61, p. 65-74. Editora UFPR**

RAMOS, E. D. L. 2005. **Variações morfológicas e volumétricas associadas á incidência de sistemas frontais em uma praia arenosa da Ilha do Mel, PR.** Pontal do Paraná, 66 p. dissertação (Trabalho de conclusão de curso de oceanografia), Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná.

SANTOS, C. R. 1995. **Inter-relação entre a dinâmica da vegetação pioneira e os padrões morfosedimentológicos sazonais da praia da Joaquina, ilha de Santa Catarina, Brasil.** Florianópolis. 207p. Dissertação de Mestrado. Geografia. UFSC.

SHEPARD, F. P. 1973. **Scripps institution of oceanography submarine geology.** 3. ed. New work: Harper & Raw, Publishers.

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

SOUSA, E. C. B; KRUEGUER, C. P. SLUTER, C. R. 2003. Determinação da Variação Volumétrica no Istmo da Ilha do Mel Utilizando PDGPS. **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 9, no 1, p.53-74.

SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia.** USP, São Paulo, 1973. 316 p.

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

SURFER. **User's Guide.** Golden Software Inc. USA 2003.

TOLDO Jr., E. E.; DILLENBURG, S. R.; ALMEIDA, L. E. S. B.; TABAJARA, L. O. B. P. 1993. Parâmetro Morfodinâmicos da Praias de Imbé, RS. **Pesquisas 20 (1):** p. 27-32

VEIGA, F.A.; ANGULO, R.J.; MARONE, E.; BRANDINI, F.P.; CARRILHO, J.C. 2003. **Medidas de Velocidade de Corrente e Vazão na Plataforma Continental Interna Paranaense Utilizando Perfilador de Corrente Acústico Doppler – ADCP.** In: Congresso Brasileiro da Associação Brasileira do Quaternário, IX, 2003. Recife. Resumos.

VEIGA, F. A., NOERNBERG, M. A., ANGULO, R. J. (2004). O caso da Praia Grande – Ilha do Mel: Progradação da Linha de Costa induzida pelo despejo de material dragado? In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 1.,** Itajaí, SC. Anais... Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí. p. 226-7

VEIGA, F. A. 2005. **PROCESSOS MORFODINÂMICOS E SEDIMENTOLÓGICOS NA PLATAFORMA CONTINENTAL RASA PARANAENSE**. 193 p. Tese (doutorado em Geologia Ambiental) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

VILLWOCK, J. A. 1987. Processos costeiros e a formação das praias arenosas e campos de dunas ao longo da costa sul e sudeste brasileira. In: **II Simpósio sobre ecossistemas da costa Sul e Sudeste**, ACIESP, v.1, p.380-98

WRIGHT, L. D. **Morphodynamics of inner continental shelves**. CRC Marine Science Series. Flórida - EUA. 241 p. 1995.