

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DIÓGENES MAGNO LAUBE

**MORFODINÂMICA PRAIAL DO BALNEÁRIO PONTAL II,
MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ (PR)**

PONTAL DO PARANÁ
2009

DIÓGENES MAGNO LAUBE

**MORFODINÂMICA PRAIAL DO BALNEÁRIO PONTAL II,
MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ (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
2009

TERMO DE APROVAÇÃO

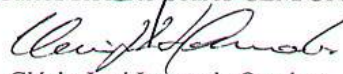
Diógenes Magno Laube

“MORFODINÂMICA PRAIAL DO BALNEÁRIO PONTAL II,
MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ (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. Carlos Roberto Soares-CEM/UFPR



MSc. Clécio José Lopes de Quadros



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

Pontal do Paraná, 10 de dezembro de 2009

À vida

Aos meus pais, Irio e Roselane

Às minhas irmãs, Lorreine e Jenifer

Agradecimentos

Aos meus pais Irio Laube e Roselane da Luz Laube, por tudo. Por simplesmente terem me concedido a dádiva da vida.

Ao meu orientador e querido amigo Marcelo Renato Lamour. Pela orientação na vida acadêmica, por toda sabedoria, paciência, excelentes conversas, algumas bem sérias e outras bem descontraídas. Pelos churrascos, arraiás e cafezinhos de sexta à noite, quando o CEM já estava vazio... Podes deixar que eu vou honrar cada letra daquela porta. Muito obrigado!

As minhas irmãs Lorreine Iria Laube e Jenifer Maira Laube por todo o amor e apoio e por acreditarem no meu potencial.

À Erika Kiemo Pfau Santos. Muito obrigado por todo o apoio e carinho ao longo deste difícil ano que passei. Sem você tudo isso teria sido muito mais difícil.

Ao meu cunhado André Demathé, pelas ajudas com o PC, por sempre me passar jogos muito bons e pelos ótimos churrascos.

Aos meus queridos amigos da Hecatombe: Augusto Luiz Ferreira Júnior, o Tinho, Marco Colossi Brustolin, o Carequinha e Renato Luiz Bot, o Bot. Muito obrigado pelas ajudas nas coletas e por me agüentarem durante quatro anos dividindo o mesmo teto. Jamais esquecerei as incríveis discussões que começavam as 17 h e se estendiam até as 3 h da manhã. Obrigado por todo o apoio sempre!

Aos meus colegas do Laboratório de Oceanografia Geológica, João, Pâmela, Mariana, Suzimara, Juliane, Tuan, Larissa, Bruna, Mirella, Rafael, Felipe, Wilson e Rafaela Zem. Muito obrigado pelas discussões, pela ajuda, pelas conversas, risadas e pelo excelente clima que criamos ao longo dos anos neste laboratório.

À João Regis do Santos Filho. Você meu querido amigo estará sempre na minha mente e no meu coração. Muito obrigado por tudo J. De verdade!

À Elaine Lessmann que me ensinou a ver o mundo de uma forma diferente. Através dos olhos da alma.

À Sancler Lombardi. Cara, não tenho nem o que falar. Foram tantas coisas ao longo desses anos. Somente obrigado por tudo! MESMO!

À Clarissa Esteves. Pela amizade, cumplicidade, risadas, festas e por tudo o que passamos ao longo desses anos de amizade.

À Melina Ueda pelos conselhos e por pacientemente me ouvir e à toda a família Ueda por sempre estarem com as portas abertas para me hospedar. E dona Midori. Eu vou sempre lembrar do delicioso frango com creme de cebola!

À Suzimara Possenti pelas longas conversas sobre a vida em Pontal e sobre as coisas da vida.

À Luiz Zanon pelas sinucas jogadas no bar do Edi, pelas piadas sempre bem humoradas e pelas rochas com as quais você sempre me presenteou.

À todos os professores e funcionários do CEM. Sem o apoio e a paciência de vocês este trabalho jamais poderia ter sido concluído

Aos meus queridos amigos e colegas do CGO2005. Obrigado pelas festas, churrascos, trabalhos, conversas e por terem alegrado esta caminhada, tornando-a menos árdua.

À todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, seja nas coletas, no apoio, nas conversas e nas discussões.

Muito obrigado à todos.

So close no matter how far
Couldn't be much more from the heart
Forever trusting who we are
And nothing else matters

Never opened myself this way
Life is ours, we live it our way
Hold these words I don't just say
And nothing else matters

Trust I seek and I find in you
Every day for us something new
Open mind for a different view
And nothing else matters

Never cared for what they do
Never cared for what they know
But I know

So close no matter how far
Couldn't be much more from the heart
Forever trusting who we are
And nothing else matters

Never cared for what they do
Never cared for what they know
But I know

I never opened myself this way
Life is ours, we live it our way
Hold these words I don't just say
And nothing else matters

Trust I seek and I find in you
Every day for us something new
Open mind for a different view
And nothing else matters

Never cared for what they say
Never cared for games they play
Never cared for what they do
Never cared for what they know
And I know, yeah

So close no matter how far
Couldn't be much more from the heart
Forever trusting who we are
And nothing else matters

(Metallica)

RESUMO

As praias ocorrem em toda a costa do planeta, sendo estas consideradas um dos ambientes mais dinâmicos na superfície do planeta, podendo sofrer ação das ondas, correntes de deriva litorânea, correntes de maré, e tempestades, podendo ser expostas ou protegidas da ação das ondas. Os processos erosivos são uma constante em toda a região costeira do planeta e vem ocorrendo naturalmente ao longo da história geológica. Problemas relacionados aos mesmos são ocasionados a fatores como a má ocupação da orla, com o avanço de construções sobre as praias e a urbanização de áreas instáveis. Neste cenário, está incluído o Balneário Pontal II, onde a estabilização da desembocadura de um canal dragado para drenagem de áreas urbanas (Canal do Departamento Nacional de Obras e Saneamento) interrompeu as correntes de deriva litorânea, gerando déficit sedimentar em áreas adjacentes e conseqüente erosão. O objetivo geral deste trabalho é analisar a morfodinâmica e as variações volumétricas das praias do Balneário Pontal II, localizadas no município de Pontal do Paraná (PR), e suas relações com as intervenções antrópicas para estabilização da costa, abrangendo também os efeitos da passagem de frentes frias sobre a região. Para tanto, foram feitos levantamentos topográficos normais à praia, em quatro locais distintos, entre a desembocadura do canal do DNOS e a desembocadura do rio Penedo, no período entre dezembro de 2007 e fevereiro de 2009, com as posições georeferenciadas com auxílio de GPS, no *datum* horizontal SAD 69. Com auxílio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), foram elaborados modelos digitais de elevação (MDE's) e efetuados os cálculos da variação volumétrica entre as distintas datas dos levantamentos. Para a quantificação das variações da posição da linha de costa, foram comparadas as fotografias aéreas dos anos de 1953, 1980 e 2003. Os dados referentes à variação volumétrica mostraram redução dos volumes para os perfis 1, 2 e 4, e aumento do volume apenas no Perfil 2, com um total de -782,2 m³ erodidos em todos os perfis para o período de estudo entre os meses de dezembro de 2007 e junho de 2008, pode-se notar uma redução dos volumes para todos os perfis. Isto ocorreu devido a grande quantidade de frentes frias, que geram ressacas. Quanto às variações morfológicas, ocorreram migrações no sistema de cavas e barras existentes na face litorânea. Estas modificações não seguiram nenhum padrão sazonal. As maiores modificações foram notadas no Perfil 2, devido a presença de obras rígidas de engenharia, que geram maior reflexão da energia das ondas. Os sedimentos encontrados nesta área são, em média, areias finas bem selecionadas, com teores de carbonato de cálcio variando entre 0,5 e 7,9%. Para as variações da posição da linha de costa, no geral, foi constatado um avanço máximo de 56 m na região do Perfil 4. Entre 1980 e 2003, constatou-se um recuo máximo da linha de costa de 70 m, para o mesmo perfil. Ao longo de toda orla do balneário, foram observadas 20 obras costeiras, sempre em frente a imóveis, sendo em sua maioria enrocamentos constituídos de rocha, que constituem muros longitudinais à costa visando a proteção de residências.

Palavras-chave: Morfodinâmica praial; Erosão costeira; Balneário Pontal II.

ABSTRACT

The beaches occur throughout the coast of the planet, which are considered one of the most dynamic environments on the planet surface. They are being subject to wave action, longshore currents, tidal currents and storms, and may be exposed or protected from wave action. The erosion is a constant throughout the coastal region of the planet and happens naturally over geological history. Problems related to the erosion are caused by factors such as poor occupation of the coastline with the progress of construction on the beaches and urban areas unstable. In this scenario, is included in the Bleary Pontal II, where the stabilization of the mouth of a channel, dredged for drainage of urban areas (Canal National Department of Works and Sanitation) interrupted the longshore currents, creating a deficit in sediment surrounding areas and the consequent erosion. The aim of this paper is to study the morphodynamics and volumetric variations of the beaches of Balneary Pontal II, located in the municipality of Pontal do Paraná (PR), and their relationship with human interventions to stabilize the shore and covers the effects of crossing cold fronts over the region. To this end, surveys were made normal to the beach, in four different locations between the mouth of the channel DNOS and the mouth of the river Penedo, between December 2007 and February 2009, with the positions georeferenced using GPS in horizontal datum SAD 69. With the aid of a Geographic Information System (GIS) have been developed digital elevation models (DEM's) and made the calculations of volume variation between the different dates of the surveys. To quantify the changes in the position of the coastline were compared the aerial photographs of the years 1953, 1980 and 2003. Data on the volume variation showed reduced volumes for profiles 1, 2 and 4, and increasing the volume's only 2, with a total of -782.2 m^3 eroded in all profiles for the period of study between December 2007 and June 2008, it can be noticed a reduction in volumes for all profiles. This was due to large amount of cold fronts that generate storms. As for morphological variations occurred in the migration system of trenches and existing bars in the coastal side. These changes did not follow any seasonal pattern. The biggest changes were noted on Profile 2, because the presence of rigid engineering works, which generate greater reflection of wave energy. The sediments found in this area are, on average, fine sand and selected, with levels of calcium carbonate ranging between 0.5 and 7.9%. For variations in the position of the coastline, in general, were found an advance of up to 56 m in the region's 4. Between 1980 and 2003, there was a drop ceiling of the coast of 70 m for the same profile Throughout the edge of the balneary, were observed 20 coastal structures, always in front of buildings, being mostly made up of embankments rock, forming longitudinal walls to shore in order to protect homes.

Keywords: Tidal Beach Grass, Coastal erosion; Stall Depth II.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: MAPA COM AS PRINCIPAIS LOCALIZAÇÕES DO CEP E A LOCALIZAÇÃO DO BALNEÁRIO PONTAL II	5
FIGURA 2: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS PRAIAIS, DO CANAL DO DNOS, DO RIO PENEDO, DO PÍER DA EMPRESA TECHINTE E A INDICAÇÃO DO SENTIDO DA CORRENTE DE DERIVA LITORÂNEA NO BALNEÁRIO DE PONTAL II	7
FIGURA 3: TERMINOLOGIA DE AMBIENTES E SUBAMBIENTES LITORÂNEOS	18
FIGURA 4: FOTO COM A INDICAÇÃO DA RÉ TOPOGRÁFICA DO PERFIL 1	20
FIGURA 5: FOTO COM A INDICAÇÃO DA RÉ TOPOGRÁFICA DO PERFIL 2	20
FIGURA 6: FOTO COM A INDICAÇÃO DA RÉ TOPOGRÁFICA DO PERFIL 3	21
FIGURA 7: FOTO COM A INDICAÇÃO DA RÉ TOPOGRÁFICA DO PERFIL 4	22
FIGURA 8: CROQUIS ESQUEMÁTICOS COM INDICAÇÕES DAS RÉS, DA LINHA DE COSTA, DA LINHA D'ÁGUA E DOS PONTOS DOS PERFIS PRAIAS NO BALNEÁRIO PONTAL II	23
FIGURA 9: VARIAÇÃO VOLUMÉTRICA (M ³) DOS QUATROS PERFIS DO BALNEÁRIO PONTAL II ENTRE DEZEMBRO DE 2007 E FEVEREIRO DE 2008	27
FIGURA 10: FALÉSIA E CERCA CAÍDA, INDICANDO EROSÃO NA REGIÃO DO PERFIL 3	28
FIGURA 11: MANGUE EM DEGRADAÇÃO, INDICANDO EROSÃO NA REGIÃO DO PERFIL 4	29
FIGURA 12: PERFIL 1 EM DEZEMBRO 2007.	31
FIGURA 13: PERFIL 2 EM DEZEMBRO 2007	32
FIGURA 14: PERFIL 3 EM DEZEMBRO 2007	33
FIGURA 15: PERFIL 4 EM DEZEMBRO 2007	34

FIGURA 16: PERFIL 1 EM JUNHO DE 2008	37
FIGURA 17: PERFIL 2 EM JUNHO DE 2008	38
FIGURA 18: PERFIL 3 EM JUNHO DE 2008	39
FIGURA 19: PERFIL 4 EM JUNHO DE 2008	40
FIGURA 20: PERFIL 1 EM AGOSTO DE 2008	42
FIGURA 21: PERFIL 2 EM AGOSTO DE 2008	43
FIGURA 22: PERFIL 3 EM AGOSTO DE 2008	44
FIGURA 23: PERFIL 4 EM AGOSTO DE 2008	45
FIGURA 24: PERFIL 1 EM DEZEMBRO DE 2008	48
FIGURA 25: PERFIL 2 EM DEZEMBRO DE 2008	49
FIGURA 26: PERFIL 3 EM DEZEMBRO DE 2008	50
FIGURA 27: PERFIL 4 EM DEZEMBRO DE 2008	51
FIGURA 28: PERFIL 1 EM FEVEREIRO DE 2009	53
FIGURA 29: PERFIL 2 EM FEVEREIRO DE 2009	54
FIGURA 30: PERFIL 3 EM FEVEREIRO DE 2009	55
FIGURA 31: PERFIL 4 EM FEVEREIRO DE 2009	56
FIGURA 32: MAPA COM A LOCALIZAÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA OS ANOS DE 19953, 1980 E 2003 NO BALNEÁRIO PONTAL II	58
FIGURA 33: MAPA COM A LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS PRAIAIS, DAS OBRAS PARA ESTABILIZAÇÃO DA COSTA E DAS MORADIAS NO BALNEÁRIO PONTAL II.	59
FIGURA 34: ENROCAMENTOS DE ROCHAS CONSTRUÍDO EM FRENTE À CASA DE VERANISTA	59
FIGURA 35: MURO DE MADEIRA EM FRENTE A LANCHONETE DE MORADOR NA REGIÃO DO PERFIL 1	60
FIGURA 36: OBRA DE CONTENÇÃO MISTA CONSTITUÍDA DE ROCHAS E SACOS PREENCHIDOS COM CIMENTO PRÓXIMO AO PERFIL 3	60
FIGURA 37: MURO DE GABIÕES PRÓXIMO AO CANAL DO DNOS	61

FIGURA 38: OBRA EM CONSTRUÇÃO QUE DARIA ORIGEM A UM FUTURO PÍER	61
FIGURA 39: MOLHES DO CANAL DO DNOS	62
FIGURA 40: ALTURA MÁXIMA AS MARÉS NOS DIAS DE REGISTRO DE RESSACA NO LITORAL DO PARANÁ	64

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: COORDENAS UTM DOS QUATRO PERFIS PRAIAIS DO BALNEÁRIO PONTAL II	19
TABELA 2: BALANÇO DOS VOLUMES DE SEDIMENTOS ERODIDOS (-) OU ACRESCIDOS (+) EM METROS CÚBICOS (M ³), PARA O PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2007 A FEVEREIRO DE 2009 PARA OS QUATRO PERFIS PRAIAIS DO BALNEÁRIO PONTAL II	28
TABELA 3: OCORRÊNCIA DE RESSACAS, DIREÇÃO E ALTURA DAS ONDAS NESTES EVENTOS NA ÁREA CHARLIE NO PERÍODO ENTRE ABRIL DE 2008 E FEVEREIRO DE 2009 (MARINHO DO BRASIL)	64
TABELA 4: FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DAS AMOSTRAS COLETADAS EM DEZEMBRO DE 2007	82
TABELA 5: FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DAS AMOSTRAS COLETADAS EM JUNHO DE 2008	83
TABELA 6: FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DAS AMOSTRAS COLETADAS EM AGOSTO DE 2008	84
TABELA 7: FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DAS AMOSTRAS COLETADAS EM DEZEMBRO DE 2008	85
TABELA 8: FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DAS AMOSTRAS COLETADAS EM FEVEREIRO DE 2009	86

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	iv
AGRADECIMENTOS.....	v
EPÍGRAFE.....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. OBJETIVO GERAL.....	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3. JUSTIFICATIVA.....	4
4. ÁREA DE ESTUDO.....	4
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	4
4.2. CLIMA.....	7
4.3. ONDAS.....	8
4.4. MARÉS, CORRENTES E CORRENTES DE MARÉ.....	9
4.5. VARIAÇÕES DA POSIÇÃO LINHA DE COSTA.....	10
5. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	11
5.1. MORFODINÂMICA.....	11
5.2. ONDAS.....	13
5.3. CORRENTES DE DERIVA LITORÂNEA.....	14
5.4. CORRENTES DE MARÉ.....	15
5.5. OBRAS DE ENGENHARIA COSTEIRA.....	15
5.6. TERMINOLOGIA.....	16
7. MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
7.1. TOPOGRAFIA PRAIAL.....	19
7.2. CARACTERIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE ESTABILIZAÇÃO DA COSTA.....	19

7.3. OBTENÇÃO DOS AVISOS DE RESSACA.....	24
7.4. PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO.....	24
7.5. ANÁLISE DOS DADOS.....	24
8. RESULTADOS.....	26
8.1. VARIAÇÕES VOLUMÉTRICAS.....	26
8.2. VARIAÇÕES MORFOLÓGICAS.....	29
8.3. VARIAÇÕES DA POSIÇÃO DA LINHA DE COSTA.....	57
8.4. ESTRUTURAS DE ESTABILIZAÇÃO DA COSTA.....	58
8.5. PARÂMETROS SEDIMENTOLÓGICOS.....	62
8.6. INCIDÊNCIA DE RESSACAS.....	63
9. DISCUSSÃO.....	65
10. CONCLUSÃO.....	72
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
12. ANEXOS.....	82

1. INTRODUÇÃO

As praias ocorrem em toda a costa do planeta onde ocorra a deposição de sedimentos pela ação das ondas. Estima-se que entre 11% a 34% da costa do planeta seja recoberta por praias, sendo estas consideradas um dos ambientes mais dinâmicos na superfície do planeta (SHORT, 1999). Estas podem ser voltadas para o mar aberto, podendo ser consideradas expostas ou protegidas da ação das ondas, em regiões lagunares, em embaixamentos ou em regiões estuarinas (BIRD, 2008).

Para a formação das praias é necessária uma disponibilidade de sedimentos superior a sua retirada pela ação das ondas de tempestade e das correntes de maré, de deriva longitudinal e de retorno, sendo esta variação entre deposição e erosão de sedimentos, denominada balanço sedimentar. Para que uma praia se mantenha o balanço sedimentar, ao longo do tempo, deve estar em equilíbrio ou ter um balanço positivo. Se este for negativo, ocorrerá erosão parcial ou completa da praia e conseqüentemente um déficit sedimentar (SHORT, 1999).

As correntes de deriva litorânea são correntes contínuas, paralelas à costa, que fluem na zona de surf, sendo originadas através da quebra oblíqua das ondas sobre a face praial, gerando um fluxo ao longo da costa, com velocidades que podem exceder 1,5 m/s, constituindo poderosos agentes de transporte sedimentar. (SHORT, 1999).

As correntes de maré são geradas a partir da subida e descida das marés nas águas costeiras, alternando suas direções conforme o fluxo da água. Estas podem influenciar na formação de esporões arenosos e outras formas de fundo. Geralmente, as correntes de maré não causam erosão ou deposição nas praias. Porém, carregam sedimentos ao longo da costa, que podem, eventualmente, ser depositados nas praias (BIRD, 2008).

A avaliação das modificações na morfodinâmica praial, causadas pela variação da deposição e erosão de sedimentos, é feita por uma caracterização dos parâmetros morfodinâmicos, como o grau de inclinação, a classificação das praias em dissipativas, intermediárias ou reflexivas, se estuarinas ou oceânicas, além de outros parâmetros, como os sedimentares, envolvendo tamanho dos grãos, grau de seleção dos sedimentos e balanço sedimentar.

Tais modificações podem gerar problemas para o gerenciamento costeiro, especialmente se o balanço sedimentar for negativo, que causa o recuo da linha de costa e a perda de áreas continentais (MUEHE, 1996).

Os processos erosivos são uma constante em toda a região costeira do planeta, ocorrendo naturalmente ao longo da história geológica. Problemas relacionados aos mesmos são ocasionados devido a diversos fatores, dentre estes, a má ocupação da orla. Como exemplo, temos o avanço de construções sobre as praias e a urbanização de áreas instáveis, como as desembocaduras fluviais, estuarinas e lagunares. Assim, Pilkey & Thielier (1992) mencionam que os “problemas erosivos” estão relacionados apenas às áreas ocupadas pelo homem. Nestas situações, não foram considerados pelos cidadãos e pelos tomadores de decisão a morfodinâmica natural que muitas vezes não consideram estudos que indicam áreas de risco. Existem diversos casos de problemas erosivos ao redor do planeta, como no litoral português, identificado por Dias (1993), na orla do estado da Carolina do Norte, nos Estados Unidos da América, identificado por McNinch (2004) e em New South Wales na costa australiana, identificado por Beavis (1999). No Brasil, existem exemplos de problemas erosivos costeiros, como as praias do Pacheco e Iparana no Estado do Ceará, identificado por Morais *et. al.* (2005); na enseada dos Anjos, na cidade de Arraial do Cabo, no Estado do Rio de Janeiro, identificado por Savi (2006); e na cidade de Matinhos, no Estado do Paraná, descrito por Angulo (2000). Em sua maioria, os problemas relacionados a erosão costeira levam a destruição de calçadões, desmoronamento de construções, perda de áreas úteis e riscos à sociedade civil, entre outras implicações.

As obras costeiras podem ser divididas em dois principais tipos: As pesadas que visam a construção de obras rígidas na costa e as obras leves, como exemplo a engorda artificial de praias.

A construção das estruturas de engenharia costeira possuem diversos propósitos. Como exemplos os mais perceptíveis são: melhorias à navegação com a proteção das embarcações, sendo uma das estruturas mais utilizadas para este fim os guias-corrente em desembocaduras e a contenção da erosão costeira, com a construção de diversos tipos de estruturas como os enrocamentos e os muros de arrimo ou a utilização de outros métodos como a engorda de praia. (KOMAR, 1976).

No litoral paranaense, constata-se em várias cidades, a utilização de diversos tipos de obras de engenharia costeira para a mitigação de problemas erosivos. Uma destas cidades é Pontal do Paraná, especialmente, no Balneário Pontal II. Segundo os estudos realizados na região (ANGULO, 1993, 1993b; SOARES *et al.*, 1994, 1999; KRUEGER, 1998; KRELLING, 2004), com a construção e estabilização da desembocadura do canal artificial do Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), ocorreu a interrupção da corrente de deriva litorânea. Com isto, deu-se início a um déficit sedimentar, ocasionando o recuo da linha de costa, tendo como consequência a posterior construção de obras para estabilização da costa. Estas obras de contenção por serem abruptas e rígidas, não dissipam de maneira eficiente a energia das ondas, o que acarreta em um maior poder de ataque das mesmas. Isto pode gerar correntes de retorno e a retirada de sedimentos das adjacências base estrutural destas estabilizações, causando maiores chances destas entrarem em colapso, colocando em risco a segurança de civis (DIAS, 1993; SHORT, 1999).

O presente trabalho está inserido em um projeto denominado “Morfodinâmica sedimentar na desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), localizado no Estado do PR, e suas relações com as intervenções antrópicas derivadas de dragagens”. O estudo visa uma melhor compreensão da morfodinâmica regional, em virtude das interferências antrópicas existentes, com o intuito de fornecer subsídios para a segurança a navegação e a gestão adequada desta região, que é uma área de relevante importância econômica, devido a presença dos portos de Paranaguá e Antonina, um dos mais importantes do Brasil.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Analisar a morfodinâmica e as variações volumétricas das praias do Balneário Pontal II, localizadas no município de Pontal do Paraná (PR), e suas relações com as intervenções antrópicas para a estabilização da costa e a resposta da morfodinâmica local devido à passagem de frentes frias.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular a taxa de variação de posição da linha de costa para o Balneário Pontal II como forma a gerar subsídios à gestão costeira local;
- Mapear e caracterizar as obras de estabilização utilizadas na área de estudo, para estabelecer sua ação sobre a dinâmica costeira.

3. JUSTIFICATIVA

O monitoramento morfodinâmico do Balneário Pontal II é importante para geração de dados sobre a resposta sobre o comportamento das diferentes praias em relação às estabilizações costeiras, fornecendo subsídios ao gerenciamento costeiro. Com isto, é possível a prever e mitigar de problemas associados a degradação de um manguezal, riscos à segurança civil, diminuição de áreas habitáveis, perda de áreas de lazer e turismo, e de recursos gerados no município por estas atividades.

4. ÁREA DE ESTUDO

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O litoral do Paraná está situado entre a serra do Mar e o Oceano Atlântico, entre as latitudes 25°18' e 25°58'. Este possui uma costa de pouca extensão, com características oceânicas, possuindo dois estuários: o de Guaratuba, na porção sul do litoral e o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), situado na porção centro-norte do litoral (FIGURA 1). Neste estuário são desenvolvidas atividades de pesca artesanal e lazer. Porém, a principal atividade econômica está relacionada com o transporte de cargas efetuado nos portos de Paranaguá e Antonina (LAMOUR, 2007), sendo que para o ano de 2008 circularam cerca de no canal de Galheta 2.333 navios. Estes navios de grande porte geram ondulações, que segundo Parnell and Kofoed-Hansen (2001; *apud* Hughes *et al.* 2007) podem aumentar o impacto das ondas geradas pelo vento sobre a morfodinâmica das praias.

A desembocadura do CEP é dividida em duas partes, denominadas Norte e Sul, com a Ilha do Mel posicionada entre estas (FIGURA 1). A desembocadura Norte é subdividida em dois canais, devido à presença da Ilha de Palmas, denominados Norte e Sueste. A desembocadura sul possui um único canal, denominado canal da Galheta, posicionado entre a Ilha do Mel e a Ilha da Galheta (LAMOUR, 2007). Nessa região, Angulo (1999) observou a presença de um canal marginal de enchente de um delta de maré, o qual influi diretamente sobre as correntes e a morfodinâmica do Balneário Pontal II.

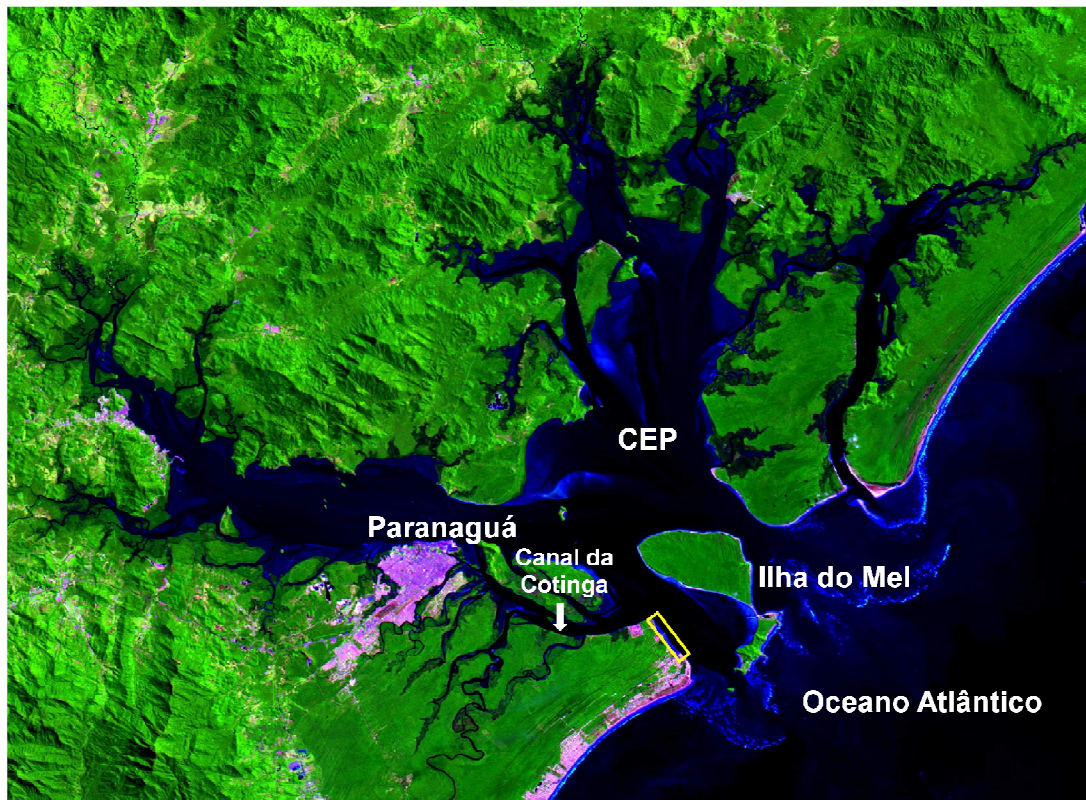


FIGURA 1: FOTO DE SATÉLITE COM A LOCALIZAÇÃO DO CEP DA ILHA DO MEL, DA CIDADE DE PARANAGUÁ E LOCALIZAÇÃO DO BALNEÁRIO PONTAL II.

O Balneário Pontal II está localizado na desembocadura Sul do CEP, a noroeste do Balneário Pontal do Sul no Município de Pontal do Paraná (25°32'S/48°21'W) (FIGURA 2). Por ser uma área de desembocadura, esta possui uma alta dinâmica com a influência de ondas, correntes de maré e ação da corrente de deriva litorânea (ANGULO, 1993a). A circulação da água na região tem elevado grau de complexidade, devido à presença das Ilhas do Mel

e da Galheta, da Ilha da Cotinga e do Canal homônimo e a existência do canal da Galheta e pela presença de bancos arenosos (SOARES *et al.*, 1994).

Estudos preliminares a respeito do litoral paranaense, efetuados por Bigarella (1946), mostraram que em sua maioria as praias do estado possuem sedimentos finos a médios, bem selecionados, e baixo grau de inclinação de 2° a 6° (BIGARELLA *et al.*, 1978).

As praias do Balneário Pontal II, segundo Angulo & Araújo (1996), são praias com influência de desembocaduras, com menor ação das ondas, que têm sua energia diminuída devido à presença de baixios que formam o delta de maré vazante do CEP. Segundo Angulo *et al.* (2006), os sedimentos dessa região são predominantemente arenosos e compostos de areia fina, como na maioria das praias do Sul e Sudeste do Brasil, associadas à desembocaduras. Na área do Balneário Pontal II observa-se uma intensa ação da corrente de deriva litorânea para o interior da baía, identificada por feições geomorfológicas da região e pelo ângulo de aproximação das ondas (KRUEGER *et al.*, 1996; KRUEGER & SOARES, 1998; KRELLING, 2004; LAMOUR, 2000 e SOARES *et al.*, 1994; e ANGULO, 1992) (FIGURA 2).

Na região do balneário Pontal II pode-se identificar o canal do DNOS, no quadrante SE, possuindo obras de estabilização na sua foz, visando o controle de sua desembocadura (FIGURA 2). Este canal já sofreu dragagens devido ao assoreamento causado pelos sedimentos provenientes da montante e das margens deste canal e pelos sedimentos que transpassam os molhes o que dificulta o tráfego de pequenas embarcações. As margens deste canal observam-se inúmeras construções como marinas, bares e residências, havendo poucas obras de estabilização da costa. Na porção central do balneário são identificadas inúmeras obras de engenharia, como enrocamentos, sacos preenchidos com cimento, e muros de arrimo.

Na porção mais para dentro da baía, identificam-se os mesmos tipos de obras costeiras. Esta é a parte do Balneário Pontal II onde se localiza a desembocadura do rio Penedo e o píer da empresa TECHINT (FIGURA 2). Nas proximidades desta desembocadura existe um manguezal, que está sofrendo forte degradação devido à ação erosiva decorrente.

O valor dos terrenos do Balneário Pontal do Sul e do Balneário Pontal II possuem valores muito diferentes. No Balneário Pontal II, o valor médio dos

terrenos de 525 m² é de US\$ 11.049, sendo US\$ 21 por m². Já para Balneário Pontal do Sul, os preços dos terrenos são de US\$ 18.563, sendo US\$ 35 por m², assumindo a cotação do dólar de R\$ 1,81 para a data de 19/11/2009, ocorrendo um valor de mercado menor dos terrenos do Balneário Pontal II em relação ao Balneário Pontal do Sul. No entanto, este balneário possui grande potencial de expansão urbana, que poderá se intensificar com a possível instalação de um terminal portuário de uso privativo, o terminal Porto Pontal, e a ampliação do pátio de obras da empresa TENENGE.

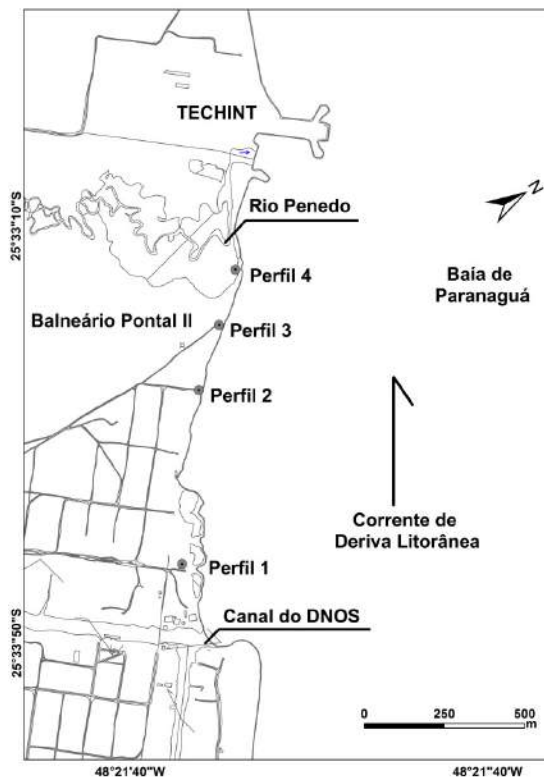


FIGURA 2: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS PRAIAS, DO CANAL DO DNOS, DO RIO PENEDO, DO PÍER DA EMPRESA TECHINT E A INDICAÇÃO DO SENTIDO DA CORRENTE DE DERIVA LITORÂNEA NO BALNEÁRIO DE PONTAL II

4.2. CLIMA

No sul do Brasil ocorre uma variação sazonal das massas de ar atuantes. Durante o verão existe a predominância da Massa Equatorial Continental, que encobre praticamente todo o país. Sua origem vem da zona de baixa pressão próxima a faixa equatorial, possuindo alta temperatura e

umidade, que gera grande nebulosidade e chuvas abundantes. No inverno devido a uma menor radiação solar a massa predominante sobre o país e a Massa Tropical Marítima, determinando a estação seca, por ser uma massa quente com baixa nebulosidade e estável. Esta massa continua a influenciar o sul do Brasil primavera, predominado na maior parte do ano (BIGARELLA *et al.*, 1978).

O clima do litoral paranaense é definido como subtropical úmido mesotérmico. Para o mês mais quente a temperatura média do ar foi de 22° C e para o mês mais frio a temperatura de 3° C (IPARDES, 1990).

Segundo Lana *et al.* (2000), a região possui dois períodos climáticos distintos. Um típico período chuvoso, que se inicia no final da primavera e dura até o final do verão, e um período seco, que se inicia no final do outono e vai até o final do inverno. Geralmente a estação seca é interrompida por curtos e fracos períodos de precipitação. O nível médio de pluviosidade no ano é de 2.500 mm, com picos de até 5.300 mm e umidade média do ar de 85%

Segundo Bigarella *et al.* (1978) os ventos dominantes no litoral paranaense provém dos quadrantes E e SE, seguidos do quadrante S. As velocidades médias dos ventos são de 4 m/s e a máxima de 25 m/s para os quadrantes E e SE. Os ventos provenientes dos quadrantes N e NE são pouco freqüentes ao longo do ano.

A formação dos intensos sistemas frontais que atuam com freqüência no Paraná ocorre com o encontro de duas massas de ar com características diferentes de temperatura e umidade. Durante o inverno a formação destes sistemas é mais propícia devido à maior incidência da Frente Polar Atlântica em latitudes mais baixas (8° a 10°) (BIGARELLA *et al.*, 1978).

4.3. ONDAS

Os dados referentes a ondas foram obtidos apenas para o Balneário Pontal do Sul, devido à escassez de dados na região do Balneário Pontal II. As ondas alturas significativas menores de 0,5 m e períodos significativos de 7 s, provenientes em geral do quadrante SE. Para ondas de inverno, a direção preferencial das ondas é dos quadrantes S SE, com alturas significativas

menores que 0,3 m e períodos de aproximadamente 5 s. (MARONE *et al.*, 1997).

A direção preferencial das ondas na região do Balneário Atami é de S e SE. A altura significativa das ondas é de 0,75 m com períodos médios de 5,9 s. A altura máxima registrada foi de 1,48 m para ondas de SE. O maior período significativo observado foi de 7,3 s para ondas de S. Estes dados são para ondas com mar calmo (MARTINS *et al.*, 2004).

4.4. MARÉS, CORRENTES E CORRENTES DE MARÉ

O regime de marés no CEP, segundo Marone *et al.* (1997), é semidiurno com duas preamares e duas baixamars durante um dia lunar (24 h e 50 min). Os valores médios de amplitude de maré são de 1,4 m, sendo inferior a 2 m (MANTOVANELLI *et al.*, 2004), existindo grande assimetria nas marés com diferentes horários de preamares (MARONE *et al.*, 1999).

A baía de Paranaguá é do tipo positivo, exportando água e material. Assim as correntes de maré vazante geralmente são mais fortes que as de enchente (MARONE *et al.*, 1997).

Os levantamentos efetuados por Araújo *et al.* (1999) na região do Saco do Limoeiro mostram que as correntes de maré mais fortes ocorrem na maré vazante, com 31 cm/s de média, com valor máximo de 46 cm/s. Na maré enchente, os valores médios são de 26 cm/s, e o máximo de 42 cm/s. Para a região da Ponta do Poço, as correntes possuem velocidades maiores. Na maré enchente, chegam a 141 cm/s, e na maré vazante a 119 cm/s. Isto ocorre devido a uma diminuição da área de seção ocasionada pela presença do canal da Cotinga (LAMOUR, 2000). O transporte efetivo dos sedimentos de fundo ocorre em períodos de atuação de sistemas que geram uma maior agitação marinha (LAMOUR, 2007). As feições de fundo em frente ao Balneário Pontal II, descritas por Lamour (2007), são dunas de areia submersas (*sandwaves*), com as faces de sotamar para o quadrante SE, indicando um predomínio da maré vazante sobre a enchente, evidenciando o transporte de sedimentos pelas marés vazantes. Esta predominância afeta diretamente a morfologia das praias do balneário.

A média das correntes residuais para o verão ao sul do canal da Galheta indica uma direção preferencial para E e SE, indicando uma exportação de material do interior da baía para o exterior. Ao norte deste canal, a direção da média das correntes residuais é para E, também indicando exportação de material. Já para o inverno, ocorre um padrão diferente, com a direção das correntes para NE, indicando importação de material (MARONE *et al.*, 1997).

As correntes de deriva litorânea atuantes na região do Balneário Pontal II se dão para NW, para o interior da baía de Paranaguá, fato evidenciado pelas feições morfológicas identificadas na região (KRUEGER *et al.*, 1996; KRUEGER & SOARES, 1998; KRELLING, 2004; LAMOUR, 2000 e SOARES *et al.*, 1994).

4.5. VARIAÇÕES DA POSIÇÃO DA LINHA DE COSTA

Segundo Soares *et al.* (1994), as variações da linha de costa recorrentes no Balneário Pontal II são causadas pela alta dinâmica da região, associada, principalmente, à interrupção da corrente de deriva litorânea. Fatores como alta incidência de sistemas frontais também afetam de forma significativa a variação da linha de costa. Estes sistemas atuam, principalmente, no inverno, gerando ondas com alta energia, que segundo Bigarella *et al.* (1978) retiram sedimento da costa.

Os estudos sobre a variação da linha de costa do Balneário Pontal II foram realizados com métodos indiretos e o uso de DGPS (Differential Geographic Position System) (método direto) sem um monitoramento contínuo da região.

Com a construção do canal artificial do DNOS no final da década de 1950, e posterior estabilização da desembocadura deste canal com molhes, deu-se início a um intenso processo erosivo na região do Balneário Pontal II. Tal processo foi descrito por Angulo (1993a; 1993b) e Soares *et al.* (1994). Os estudos detectaram um recuo da linha de costa da ordem de 150 m, entre 1953 a 1993. Krueger *et al.* (1996) detectaram erosão de aproximadamente 250 m de 1953 a 1996, com recuo médio de 5,8 m/ano, na área próxima a desembocadura do canal. Porém, esta erosão não foi homogênea para todo o local.

Foi estimada uma perda de área continental útil de aproximadamente 66.900 m².em 40 anos Através de estimativas do valor imobiliário da região, assumindo que um m² vale U\$ 5, perdeu-se cerca de U\$ 334.500 até o ano de 1993 (SOARES *et al.*, 1994).

Estudos realizados por Krelling (2004) mostraram uma fase erosiva de 1996 a 2000, com uma erosão de 6.769 m² e uma progradação de 2000 a 2004. O mesmo autor verificou que ao longo da área verificam-se diferentes comportamentos da linha de costa, com maior estabilidade do setor próximo ao canal do DNOS e maior instabilidade na área próxima a desembocadura do rio Penedo.

Observações de campo para este estudo mostram que após o ano de 2004 o processo erosivo ainda ocorre, com a presença de árvores caídas e a aplicação de novas estabilizações por parte dos moradores. Para a região próxima a desembocadura do canal do DNOS, a costa se mantém estável, sem variações da linha de costa, devido à presença de um pequeno manguezal e uma marisma.

5. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

5.1 MORFODINÂMICA

As praias são acúmulos de sedimentos geralmente não consolidados sendo em sua maioria areias ou seixos. Elas são regiões muito dinâmicas e que sofrem influência de diversos fatores como a ação das forçantes meteorológicas, como a direção e intensidade dos ventos, as forçantes astronômicas que são as marés e as forçantes oceanográficas como as ondas e as correntes costeiras ou de maré (SHORT, 1999).

As respostas na morfodinâmica praias refletem a interação dos tipos de sedimentos presentes na praia, e a atuação destas forçantes ao longo do tempo e espaço. Estas respostas podem ocorrer em períodos de anos ou décadas, como no caso do transporte longitudinal de sedimentos pelas correntes de deriva litorânea, ou podem ocorrer diariamente, como o no caso do transporte transversal de sedimentos gerado pelas correntes de retorno. Contudo, variações mensais perceptíveis nos perfis praias podem ser observadas ao longo do ano, devido à modificações no padrão de atuação das

ondas, como o caso das ondas de tempestade e as ondas de bom tempo (BIRD, 2008).

Segundo Bird (2008), as praias podem ser divididas em dois tipos principais, conforme sua exposição a ação das ondas: As praias expostas e as praias protegidas, sendo que neste tópico serão feitas abordagens em relações às praias protegidas, especialmente as estuarinas, que são o foco deste estudo.

As costas estuarinas se estendem da linha de máxima baixa-mar, através da zona entre – marés, até a linha de máxima preamar. Esta linha pode ser marcada pela presença de uma praia, que pode ser parcialmente ou totalmente encoberta pela ação da maré, ou por vegetação de transição, entre o continente e o mar, como manguezais ou marismas. Nestas regiões, a atuação das ondas é reduzida em relação às praias expostas. As praias nestas regiões, no geral, começam a se tornar mais irregulares e menos contínuas, e geralmente na zona entre – marés nota-se a ocorrência de planícies de maré ou *sandflats*, também denominadas planícies lamosas e barras (BIRD, 2008).

As praias estuarinas são geralmente constituídas de sedimentos arenosos, provenientes das regiões costeiras adjacentes ou de regiões de arrebentação próximas. Nestas regiões, a energia é moderada a baixa, com ação efetiva das ondas nas áreas mais expostas, apenas nas marés altas associadas à ação do vento (BIRD, 2008).

A direção das correntes de deriva litorânea é geralmente para o interior dos estuários e baías, gerando lobos praias, que migram ao longo da costa, e esporões, que crescem dentro dos estuários (BIRD, 2008).

As alterações na morfologia das praias estuarinas ocorrem geralmente nas marés altas, quando a costa sofre ação de ventos, amplificando a ação das ondas em conjunto com a ação das correntes de marés e de derivo litorânea. Com isto, o material erodido destas áreas mais expostas é depositado no leito do estuário, ou em regiões mais abrigadas, formando terraços associados a marismas, manguezais e bancos de grama marinha (BIRD, 2008).

Nordstrom & Jackson (1992; *apud* Jackson 2002) observaram em seus estudos que em praias dominadas por transporte transversal, ocorre a movimentação de sedimentos da porção superior da antepraia para a porção posterior da antepraia. Esta movimentação é geralmente ocasionada pela

variação na energia das ondas geradas localmente, devido às variações na velocidade do vento. A elevação da altura das ondas causa erosão na porção superior da antepraia e deposição na parte posterior da antepraia, e com a diminuição da altura das ondas faz com que o sedimento erodido retorne para a parte superior da antepraia.

A ação antrópica nas regiões costeiras e estuarinas, como operações de dragagem e de interferências nas desembocaduras, e a estabilização das mesmas por obras de engenharia, podem causar modificações na morfologia destas praias, como a erosão de marismas, manguezais, planícies de maré e praias estuarinas adjacentes (BIRD, 2008).

5.2. ONDAS

Existem diferentes tipos de ondas que atuam sobre as praias, sendo umas das principais forçantes na modificação de sua morfodinâmica ao longo do tempo. Neste tópico serão feitas explanações sobre a geração, as características e a atuação dos principais tipos de ondas.

As ondas geradas pela ação do vento podem ser classificadas como: ondas de vento ou *seas* e *swells*, mas existem outros tipos de ondas que ocorrem com menos frequência como, ondas de tempestade e tsunamis, e em regiões portuárias ondas geradas por navios (SHORT, 1999).

As ondas de vento são geradas pelo vento soprando sobre o oceano. Estas ondas são as principais responsáveis pela construção das praias ao longo do tempo. Elas possuem alturas de 3 a 5 metros, período de seis a oito segundos, comprimentos entre 50 m a 100 m e velocidades entre 33 km/h a 55 km/h, sendo determinadas por cinco fatores: a) A, velocidade do vento que aumentará a altura da onda exponencialmente, conforme a velocidade do vento aumente; b) a duração do vento, pois quanto maior a duração deste, com velocidade e direção constantes, maiores serão as ondas; c) pista de vento, quanto maior for a extensão onde o vento possa soprar sobre o mar, maiores serão as ondas geradas; d) a direção de propagação das ondas será determinada pela direção do vento e pelo efeito de Coriolis; e) a profundidade é importante em regiões rasas, gerando fricção entre a onda e o fundo, fazendo com que a onda quebre, mas este não é um problema em oceanos com profundidades médias de 4,2 km (SHORT, 1999).

Os *swells* são ondas que se propagam para longe de sua área de geração. As ondas de vento e os *swells* são denominados ondas livres ou progressivas, pois uma vez formadas estão livres de seus mecanismos de geração e podem se propagar por distâncias consideráveis, sem a ação dos mesmos. Os *swells*, à medida que se propagam por longas distâncias, o fazem com uma perda mínima de energia e vão diminuindo em altura, se tornando mais longas e uniformes, possuindo período de aproximadamente 12 s, altura aproximada de 2 m, comprimento em torno de 220 m e velocidade por volta de 66 km/h (SHORT, 1999).

As ondas geradas por tempestades estão entre as maiores ondas que ocorrem no planeta, formando-se entre 40° e 60° de latitude N e S. Elas são geradas anualmente com um máximo no inverno para o hemisfério Sul, sendo formadas pela ação dos ventos que sopram dos ciclones extra-tropicais. Estes ciclones possuem duração de aproximadamente 2 a 3 dias, levando a séries persistentes de ondas de tempestade. Estas ondas possuem alturas entre 2 a 5 m em áreas profundas e períodos de 10 a 14 s. Devido a sua alta energia, este tipo de onda tende a gerar uma retirada de sedimentos da praia, geralmente ocasionando erosão (SHORT, 1999).

5.3. CORRENTES DE DERIVA LITORÂNEA

As correntes de deriva litorânea são outro fator importante nas modificações que ocorrem nas praias ao longo dos anos. Estas correntes contínuas e paralelas à costa, que fluem na zona de surf, são originadas através da quebra oblíqua das ondas sobre a face praial, gerando um fluxo ao longo da costa, com velocidades que podem exceder 1,5 m/s, sendo poderosos agentes de transporte sedimentar. Elas podem estar associadas à erosão ao longo das praias e em regiões de desembocaduras, pois ocasionam a migração destas desembocaduras, devido ao acúmulo de sedimentos a sotamar, fazendo com que a desembocadura migre em direção a barlar. As correntes ao longo da costa não dependem apenas do grau de incidência das ondas, mas também dos ventos e das marés. Na maré alta, estas correntes podem ter sua intensidade aumentada, devido a uma elevação na altura das ondas. Ventos soprando com grande intensidade ao longo da costa podem

gerar um aumento na intensidade das correntes longitudinais, particularmente em praias com inclinações suaves (SHORT, 1999).

5.4. CORRENTES DE MARÉ

As correntes de maré possuem forte influência na morfodinâmica em regiões estuarinas e de desembocadura. Estas são geradas a partir da subida e descida das marés nas águas costeiras, alternando suas direções conforme o fluxo da água (BIRD, 2008).

No oceano, as velocidades das correntes de maré raramente ultrapassam 3 km/h, mas em regiões como estuários suas velocidades podem, raramente, exceder os 20 km/h, sendo estas correntes mais forte geradas pelas marés de sizígia ou marés altas (BIRD, 2008).

Em regiões estuarinas, as correntes de maré possuem grande influência sobre a morfodinâmica, possibilitando a formação de esporões arenosos e outras formas de fundo. Geralmente, as correntes de maré não causam erosão ou deposição nas praias. Porém, carregam sedimentos ao longo da costa, podendo eventualmente depositar sedimentos nas praias ao longo da costa (BIRD, 2008).

As correntes de maré ao longo da costa podem aumentar ou reduzir as correntes longitudinais produzidas pelas ondas, dependendo da direção que as ondas se aproximam da costa. Geralmente, os efeitos das correntes de maré são menores que as correntes de deriva litorânea geradas pelas ondas (BIRD, 2008).

As correntes de maré que fluem transversalmente à costa podem interromper o fluxo das correntes longitudinais, gerando um barramento de sedimentos na região a sotamar (BIRD, 2008).

5.5 INCIDÊNCIA DE RESSACAS

A ação de processos físicos na atmosfera, como ventos, precipitação e sistemas frontais, resultam em grandes influências sobre os processos recorrentes na zona costeira. Devido a passagem de sistemas frontais a energia gerada por estes sistemas é transferida para a coluna d'água, gerando

modificações nos padrões das ondas, das correntes e das marés, que por sua vez acarretam modificações sedimentares, morfológicas e volumétricas. Essas alterações são dependentes da intensidade e da trajetória dos sistemas frontais, podendo gerar, ou não, agitação marítima (BRAUKO, 2008). Quadros (2002), mostram em seu trabalho na região da baía de Paranaguá, que nem todos os sistemas frontais irão gerar agitação marítima acentuada. Sendo assim, nem sempre a passagem de um sistema frontal será capaz de gerar modificações na morfodinâmica costeira.

5.6. OBRAS DE ENGENHARIA COSTEIRA

A implantação de obras de engenharia costeira ocorre em toda a costa do planeta. Nas regiões onde se implantam estas obras podem ocorrer interferências na entrada e na saída de sedimentos das praias, alterando a sua morfologia e dinâmica, podendo ter conseqüências desastrosas com o passar do tempo. Muitos dos casos de problemas erosivos podem ter resultado da implantação inadequada de obras de engenharia costeira, sendo os principais tipos os guias-corrente, os quebra-mares, os muros de arrimo e os enrocamentos (KOMAR, 1976).

Os guias-corrente e molhes são construídos nas desembocaduras de rios, lagunas e estuários. Sua principal função é evitar a migração das desembocaduras e diminuir a ação das ondas de tempestade no interior do canal. Se o canal necessita de dragagens periódicas, os guias-corrente também podem restringir ou direcionar as correntes e os fluxos de maré, melhorando a auto-limpeza e diminuindo o assoreamento destes canais. Para que os sedimentos transportados pelas correntes de deriva litorânea não adentrem o canal, eles são geralmente construídos até o termino da zona de arrebenção. Este tipo de obra pode gerar interferências na corrente de deriva litorânea, modificando o transporte de sedimentos ao longo da costa, causando acreção de sedimentos a barlar e erosão a sotamar (KOMAR, 1976).

Os quebra-mares são construídos, geralmente, para a proteção de aéreas da ação das ondas, podendo estender-se até a zona de arrebenção. Com isto podem ser construídos ancoradouros para embarcações, portos e marinas. Os quebra-mares possuem uma diversidade de formas, mas

geralmente estão ligados a costa em uma ou em ambas as extremidades, com uma abertura para a passagem de embarcações. Outra variedade, o quebra-mar isolado, é construído paralelo a linha de costa, não estando ligado à costa. Pensava-se que este tipo de estrutura permitiria a passagem dos sedimentos, pois não haveria retenção dos mesmos. Porém, esta estrutura diminui a energia das ondas e sua capacidade de transportar sedimentos ao longo da costa, interferindo mais uma vez no balanço sedimentar, podendo gerar erosão a barlamar (KOMAR, 1976).

Os muros de arrimo e os enrocamentos são obras verticais e longitudinais, ou ligeiramente oblíquas a costa, construídas geralmente para proteger terrenos e residências da ação das ondas e do recuo da linha de costa causado pela erosão. Outra função destas obras é diminuir o deslizamento de encostas e falésias. Os muros de arrimo são geralmente constituídos por concreto sólido, blocos de concreto, rochas ligadas com cimento, ou muros de gabião, que são gaiolas de arame preenchidas com rochas. Os enrocamentos são geralmente constituídos de rochas soltas, despejadas em frente à área que se quer proteger (KOMAR, 1976).

5.7. TERMINOLOGIA

Existem diversos trabalhos que abordam a terminologia dos ambientes costeiros, sendo que a maior parte destes trabalhos provém da tradução de trabalhos de língua inglesa, incorrendo em modificações de termos causando diferenças e imprecisões. Para uma melhor compreensão dos termos utilizados nos estudos de morfodinâmica, foi adotada neste trabalho a terminologia proposta por Angulo (1996) (FIGURA 2).

Para a determinação desta terminologia, Angulo (1996) propôs um perfil praial hipotético que leva em consideração variações de curto prazo no nível relativo do mar, como a ação das ondas, das marés, das tempestades e aspectos da morfologia e das características dos sedimentos. Assim, a zona litorânea foi dividida em cinco ambientes: a) o pós-praia (*backshore*); b) a antepraia (*foreshore*); c) a face litorânea (*shoreface*); d) a transição litoral-costa afora (*transition-offshore*); e e) a plataforma continental (*continental shelf*) (FIGURA 2).

O pós-praia estende-se do continente a partir das dunas ou falésias que marcam a linha de costa em direção antepraia, sendo seu limite demarcado por uma mudança morfológica que consiste em uma leve alteração da declividade evidenciado pela crista da berma. A região do pós-praia é delimitada hidrodinamicamente pelo espraiamento das ondas sob a ação da maré alta e o alcance máximo das ondas de tempestade. A antepraia está situada entre o pós-praia e a face litorânea, tendo seu limite hidrodinâmico superior no limite do espraiamento de preamar médio e o limite inferior no nível médio de baixa-mar. A face litorânea situa-se entre a antepraia, em direção ao continente, e a zona de transição litoral-afora em direção ao oceano. Ela está compreendida entre o nível médio de baixa-mar até onde a ação das ondas começa a ser sentida. A zona de transição litoral-afora situa-se entre a face litorânea em direção ao continente e a plataforma continental em direção ao oceano. A plataforma continental tem seu único limite com a zona de transição litoral-afora em direção ao continente, sendo limitada hidrodinamicamente pela média da base das ondas de tempestade (ANGULO, 1996) (FIGURA 2).

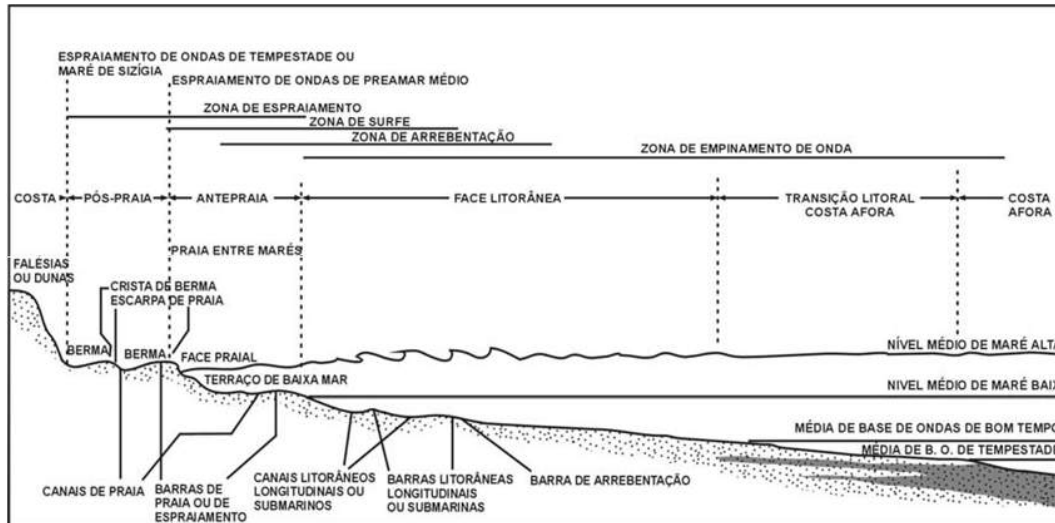


Figura 2: Terminologia de Ambiente e Subambientes Litorâneos.

Fonte: ÂNGULO 1996.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1. TOPOGRAFIA PRAIAL

Para a obtenção dos dados altimétricos foram feitos levantamentos topográficos tradicionais normais a praia, em quatro seções distintas, entre a desembocadura do canal do DNOS e a desembocadura do rio Penedo (Figura 2). As suas posições foram georeferenciadas com auxílio de GPS Garmin, Modelo Etrex, no sistema Universal Transversal de Mercator (UTM), no *South American Datum* de 1969 (SAD 69) (Tabela 1).

TABELA 1: LATITUDES E LONGITUDES DOS QUATRO PERFIS PRAIAIS DO BALNEÁRIO PONTAL II

Perfis	Coordenadas UTM	
Perfil 1	765.44	7.169.992
Perfil 2	765.156	7.170.402
Perfil 3	765.040	7.170.574
Perfil 4	764.940	7.170.722

Em cada perfil foi estabelecida uma ré fixa, sendo esta a quota zero relativa, a partir da qual foram feitas as leituras dos desníveis, com o auxílio de um nível de precisão Nikon, modelo AZ-2S, e mira topográfica graduada em milímetros.

O zero relativo do Perfil 1 localiza-se no lado esquerdo de um terreno à beira mar, na base de uma cerca, estando a 35 m do primeiro ponto do perfil praial. Para o balizamento dos pontos do perfil, foi utilizado o alinhamento dos pilares desta cerca (FIGURA 4).



FIGURA 4: FOTO COM A INDICAÇÃO DO ZERO RELATIVO DO PERFIL 1

O zero relativo ré do Perfil 2 está a 11,5 m do primeiro ponto do perfil praial, estando no lado esquerdo do nono degrau de uma escada que fornece acesso de uma residência à praia. O alinhamento da lateral esquerda desta escada foi utilizado para o balizamento dos pontos do perfil (FIGURA 5).



FIGURA 5: FOTO COM A INDICAÇÃO DO ZERO RELATIVO DO PERFIL 2

O zero relativo ré do Perfil 3 está localizada dentro de um cercado, em frente a um cesto coletor de resíduos (lixreira), a 4,9 metros do primeiro ponto do perfil praial. Para a fixação desta ré foi construído um marco de cimento, com cerca de 50 cm de altura, onde, sobre o mesmo, colocava-se a mira topográfica para evitar variações de altura no local da ré. Para o balizamento dos pontos do perfil foi utilizado o azimute de 246° , cuja obtenção do azimute foi feita através do alinhamento deste marco com o Farol das Conchas, situado na Ilha do Mel (FIGURA 6).



FIGURA 6: FOTO COM A INDICAÇÃO DO ZERO RELATIVO DO PERFIL 3

O zero relativo do Perfil 4 está no pós-praia entre as árvores da restinga, a 4,6 m do primeiro ponto do perfil praial. O estabelecimento do zero relativo se fez tão próximo da face praial, pois as árvores da restinga impediriam a leitura com o nível de precisão. Outro fator que determinou esta localização do zero relativo é a proximidade com o leito do rio Penedo, que impossibilitou a fixação do zero relativo em um local mais distante da face praial. Neste perfil também foi necessária a construção de um marco de cimento para a fixação da ré. A construção e a leitura dos pontos foi efetuada da mesma forma que no Perfil 3. Para facilitar sua localização, foi utilizado um tronco cortado que está fixo na face praial. O balizamento dos pontos foi efetuado com o auxílio do azimute de

270°. A obtenção desse azimute foi efetuada do mesmo modo que no Perfil 3 (FIGURA 7).



FIGURA 7: FOTO COM A INDICAÇÃO DO ZERO RELATIVO DO PERFIL 4

A seleção dos zeros relativos nestes locais ocorreu devido a sua fácil localização no campo, e por não terem suas altitudes e posições alteradas ao longo do período de aquisição dos dados.

Para estender os perfis foram utilizadas estacas e trena, com pontos estabelecidos de 10 em 10 m, totalizando 14 pontos por perfil. Isto foi feito para a obtenção de áreas iguais nos diferentes perfis, sendo assim possível efetuar as comparações volumétricas dos mesmos (FIGURA 8).

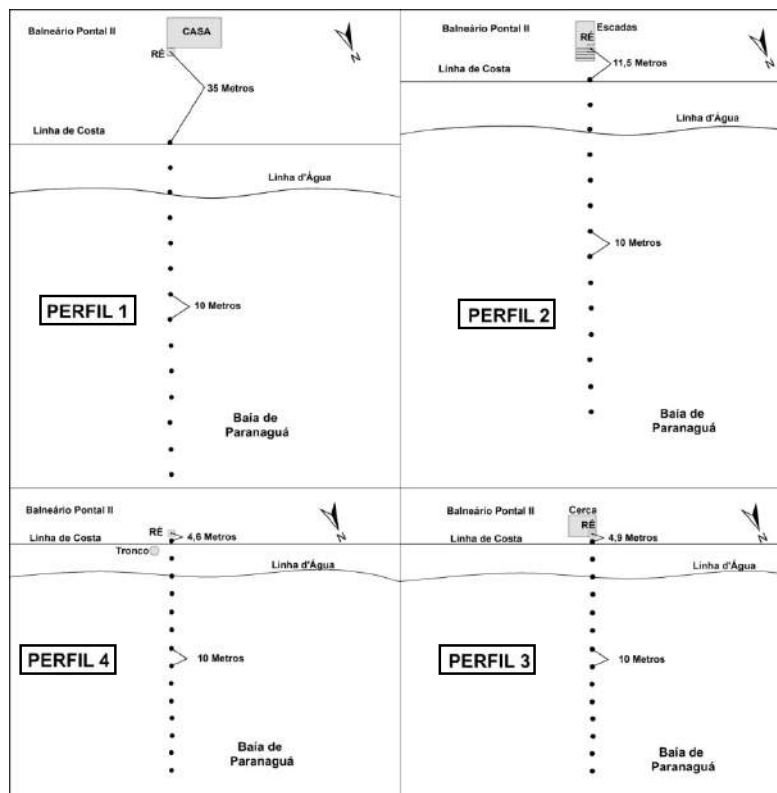


FIGURA 8: CROQUIS ESQUEMÁTICOS COM INDICAÇÃO DAS RÉS, DA LINHA DE COSTA, DA LINHA D'ÁGUA E DOS PONTOS DO PERFIL PRAIAL NO BALNEÁRIO PONTAL II

As amostragens foram realizadas nas seguintes datas: 22/12/2007, 24/02, 20/04, 20/06, 30/08 e 02/12/2008 e em 12/02/2009. Os meses de fevereiro e abril não de 2008 foram utilizados, devido a problemas logísticos nas datas de aquisição dos dados. Para uma avaliação efetiva das variações topográficas e morfológicas, as amostragens foram efetuadas nas marés de sizígia, onde a área emersa do perfil é maior que nas marés de quadratura.

Os sedimentos foram coletados nas feições morfológicas, como os canais de praia e as barras de espraiamento, ao longo do perfil, acondicionadas em sacos plásticos com a identificação, para posterior análise laboratorial

6.2. CARACTERIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE ESTABILIZAÇÃO DA COSTA

Foi realizada uma revisão bibliográfica para a caracterização das obras costeiras da área estudada, seguindo as classificações propostas por Dias (1993) e Komar (1976). As obras foram subdivididas em grupos, de acordo com suas características funcionais, sendo elas: enrocamentos, molhes, píers e muros verticais. Estas obras podem ser constituídas por rochas, concreto, sacos preenchidos com concreto ou areia, madeira e pneus, além de estruturas mistas, contendo diversos tipos de materiais.

A identificação em campo consistiu no senso visual das obras, na obtenção de fotografias e no georeferenciamento das estruturas, com o auxílio de GPS no sistema UTM, no datum SAD 69. O pós-processamento dos dados consistiu na elaboração de um mapa com a localização e a classificação das obras de acordo com suas características e funções com auxílio de ferramenta SIG.

6.3. OBTENÇÃO DOS AVISOS DE RESSACA

Os avisos de ressaca foram obtidos através de um pedido ao Centro de Hidrografia e Navegação da Marinha (CHN). Nestes documentos encontram-se dados referentes aos avisos de mau tempo e os registros de ocorrência de agitação marítima acentuada para os meses correspondentes as coletas no período estudado.

6.4. PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO

As análises granulométricas para a fração arenosa, que possuem menos de cinco por cento de sedimentos finos (silte + argila), foram efetuadas segundo o método proposto por Suguio (1973). As amostras foram secas em estufa a 60° Celsius por 24 h. Posteriormente, foram separadas sub-amostras para a elutriação, peneiramento e determinação dos teores de carbonato de cálcio (CaCO_3). Para a elutriação, foram separados 60g de sedimento seco. Neste procedimento ocorre a eliminando da porção fina contida nos sedimentos

arenosos através da lavagem dos grãos por um fluxo ascendente e contínuo de água doce.

Do sedimento elutriado, foram separados 50 g para peneiramento, num conjunto de 12 peneiras, com tamanho decrescente do topo para base, com intervalos de $0,5 \phi$ (ϕ), de $-1,5 \phi$ a 4ϕ (quatro mm a 0,062 mm respectivamente). As amostras que continham grânulos com tamanho entre $-1,5 \phi$ e $-5,5 \phi$ (4 mm a 32 mm) foram separadas e medidas com paquímetro, para sua classificação dentro a escala ϕ de Wentworth.

Neste processo, utilizou-se o agitador *rot-up*, com frequência moderada por 5 min. As frações de sedimentos foram pesadas para a quantificação das diferentes granulometrias for fração na amostra.

Os teores de CaCO_3 , das frações arenosas foram obtidos pela diferença entre peso final e inicial de sub-amostras de 10 g de sedimento seco, por ataque químico com ácido clorídrico (HCl) a 10% de volume.

6.5. ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados granulométricos foram analisados com o programa SysGran 3.0, através da análise de Folk & Ward, que estabelece os parâmetros estatísticos de granulometria como, média, desvio padrão, assimetria, curtose e grau de seleção da amostra, além da classificação nominal do sedimentos e as porcentagens de cascalho, silte e argila (CAMARGO, 2006).

Os dados topográficos foram organizados em planilhas no *software* Excel (*Microsoft*), contendo as Latitudes, Longitudes e os desníveis relativos em relação à ré (Z) dos pontos. Neste mesmo programa, foram elaborados gráficos de linhas para a avaliação das mudanças dos perfis praiiais ao longo do período de estudo. Em seguida, com o auxílio do *software* Surfer 8.0 (*Golden Co*), foram gerados modelos digitais de elevação (MDE) com áreas iguais de 2.100 m² para cada perfil.

O método utilizado para a elaboração dos MDE's foi o *Triangulated Irregular Network* (TIN). Este método gera uma representação da realidade como uma rede de triângulos interligados, que são desenhados entre pontos espaçados irregularmente com valores de coordenadas (latitude e longitude) e valores de Z (alturas). Após a elaboração destes MDE's, foi feita a comparação

para a par entre os mesmos, o que possibilitou o cálculo da taxa de variação volumétrica no período de estudo.

Para a determinação das variações volumétricas do período estudado foram calculados os volumes dos MDE's para cada mês e em cada perfil. O método empregado para o cálculo dos volumes dos MDE's foi a integral das áreas dos MDE's abaixo de sua cota mínima (plano zero). Para a comparação entre os meses, foi feita a subtração do volume da primeira data de amostragem (22/12/2007) com a segunda (30/06/2008), da segunda data de amostragem com a terceira (30/08/2008) e assim sucessivamente, até a data de 12/02/2009, término da aquisição dos dados.

A determinação da taxa de variação da posição da linha de costa foi realizada pela comparação de fotografias aéreas dos anos de 1953, 1980 e 2003. As fotos aéreas foram georeferenciadas com auxílio de GPS no sistema UTM, no *datum* SAD 69. Com a ferramenta SIG foram traçadas as linhas de costa de cada ano, de acordo com sua posição na fotografia aérea, e posteriormente comparadas entre si na fotografia de 2003, a de data mais recente e que possui recobrimento total do Balneário Pontal II.

7. RESULTADOS

7.1. VARIAÇÕES VOLUMÉTRICAS

A variação volumétrica total para os quatro perfis praias do Balneário Pontal II no período de Dezembro de 2007 a Fevereiro de 2009 foi negativa (-782,2 m³) (Tabela 2), evidenciando um panorama erosivo desta região. Apenas o Perfil 2 mostrou tendência deposicional ao longo do período de estudo, com um volume de 135,8 m³ (FIGURA 9).

Em todos os perfis nota-se a perda de sedimentos entre Dezembro de 2007 e Junho de 2008, onde também são observados os maiores valores erodidos -541,4 m³ para o Perfil 1; -294,4 m³ para o Perfil 2, -144,3 m³ para o Perfil 3 e -340,5 m³ para o Perfil 4 (Tabela 2), podendo haver relação com os eventos de ressaca (FIGURA 9).

O Perfil 1 possui o maior balanço volumétrico total negativo, de

-690,3 m³ (Tabela 2). Na região nota-se deposição, comprovado pela fixação de um pequeno banco de *Spartina alterniflora* e de árvores de *Rizophora mangle* sobre o estirâncio. Nos Perfis 3 e 4 os processos erosivos são evidenciados por uma pequena falésia na linha de costa, árvores e uma cerca caída e pela erosão de um manguezal, respectivamente (FIGURAS 10 e 11).

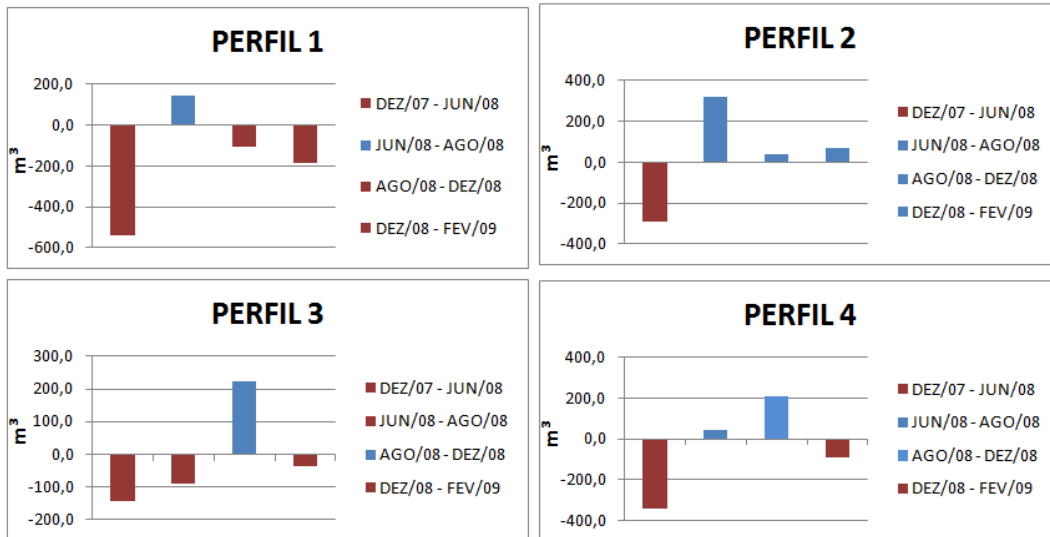


FIGURA 9: VARIAÇÃO VOLUMÉTRICA (M³) DOS QUATRO PERFIS PRAIAIS DO BALNEÁRIO PONTAL II ENTRE DEZEMBRO DE 2007 E FEVEREIRO DE 2009

TABELA 2: BALANÇO DOS VOLUMES DE SEDIMENTOS ERODIDOS (-) OU ACRESCIDOS (+) EM METROS CÚBICOS (m³), PARA O PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2007 A FEVEREIRO DE 2009 PARA OS QUATRO PERFIS PRAIAS DO BALNEÁRIO PONTAL II

Perfil	Período	Volume (m ³)	Balanço Volumétrico (m ³)	Varição Total (m ³)
Perfil 1	Dezembro/2007	4195,2	-	-690,3
	Junho/2008	4736,6	-541,4	
	Agosto/2008	4592,1	144,5	
	Dezembro/2008	4698,9	-106,8	
	Fevereiro/2009	4885,5	-186,5	
Perfil 2	Dezembro/2007	3623,9	-	135,8
	Junho/2008	3918,3	-294,4	
	Agosto/2008	3597,9	320,44	
	Dezembro/2008	3558,2	39,72	
	Fevereiro/2009	3488,2	70,03	
Perfil 3	Dezembro/2007	4520,7	-	-46,1
	Junho/2008	4665,0	-144,3	
	Agosto/2008	4755,4	-90,4	
	Dezembro/2008	4531,0	224,4	
	Fevereiro/2009	4566,8	-35,8	
Perfil 4	Dezembro/2007	3605,6	-	-181,7
	Junho/2008	3946,1	-340,5	
	Agosto/2008	3904,8	41,4	
	Dezembro/2008	3694,9	209,9	
	Fevereiro/2009	3787,3	-92,4	
Todos os Perfis				-782,2



FIGURA 10: FALÉSIA E CERCA CAÍDA, INDICANDO EROSIÃO NA REGIÃO DO PERFIL 3



FIGURA 11: MANGUE EM DEGRADAÇÃO, INDICANDO EROSÃO NA REGIÃO DO PERFIL 4

7.2. VARIAÇÕES MORFOLÓGICAS

As modificações morfológicas geradas nos 4 perfis praias são ocasionadas pelas trocas de sedimento entre a porção superior e inferior da antepraia, ocasionadas pela ação das ondas, como descrito por Nordstrom e Jackson (1992, *apud* Jackson (2002), além da movimentação lateral dos sedimentos pela ação da corrente de deriva litorânea.

Dezembro de 2007

O Perfil 1 apresenta um declive contínuo até o ponto 8 (80 m), onde observa-se um canal de praia (cava). Em seguida, nota-se uma barra de espraiamento, com um comprimento de 40 m, entre os pontos 8 e 10 (80 m e 100 m). Após, percebe-se um declive suave e contínuo até o término do perfil no ponto 14 (FIGURA 12).

O Perfil 2 possui uma declividade mais acentuada e uma face praias mais estreita se comparado com o Perfil 1. A partir do ponto 4, até o ponto 7 nota-se uma barra de espraiamento, com aproximadamente 20 m de comprimento e em seguida um declive até o ponto 10, sendo que neste ponto

está localizado outro canal de praia. Logo em seguida nota-se a presença de outra barra de espraiamento, entre os pontos 10 e 13, com 30 m de comprimento, seguida de um declive até o termino do perfil no ponto 14 (FIGURA 13)

No Perfil 3 pode-se observar para a parte emersa um declive mais suave e mais extenso do que o do Perfil 2, similar ao Perfil 1. Em seguida notam-se três canais de praia situados no ponto 7, no ponto 9 e o último no ponto 13, respectivamente. São observadas também duas barras de espraiamento, sendo a primeira entre os pontos 7 e 9 com 10 m de comprimento e a segunda situada entre os pontos 9 e 13 com 30 m de comprimento. A partir do ponto 13 pode-se observar o início de um aclave, que provavelmente, indica a presença de outra barra de espraiamento mais ao largo do perfil (FIGURA 14).

No Perfil 4 observa-se um declive mais acentuado que o do Perfil 3. Porém, a face praiar é mais extensa que a do Perfil 2. No ponto 8 encontra-se uma canal de praia e em seguida pode-se observar uma barra de espraiamento situada entre os pontos 8 e 11, com uma extensão de 20 m (FIGURA 15).

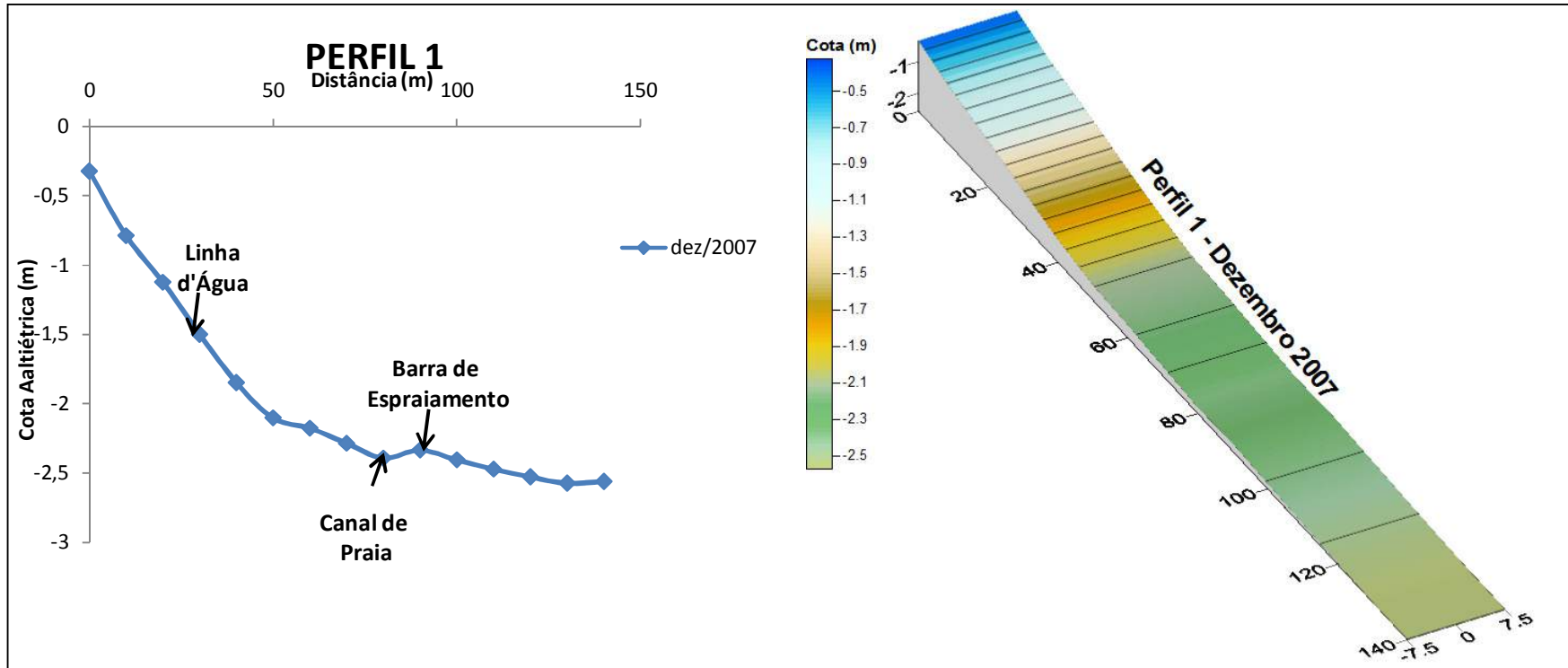


FIGURA 12: PERFIL 1 EM DEZEMBRO DE 2007, MOSTRANDO A TOPOGRAFIA, AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS, O MDE E A COTA RELATIVA.

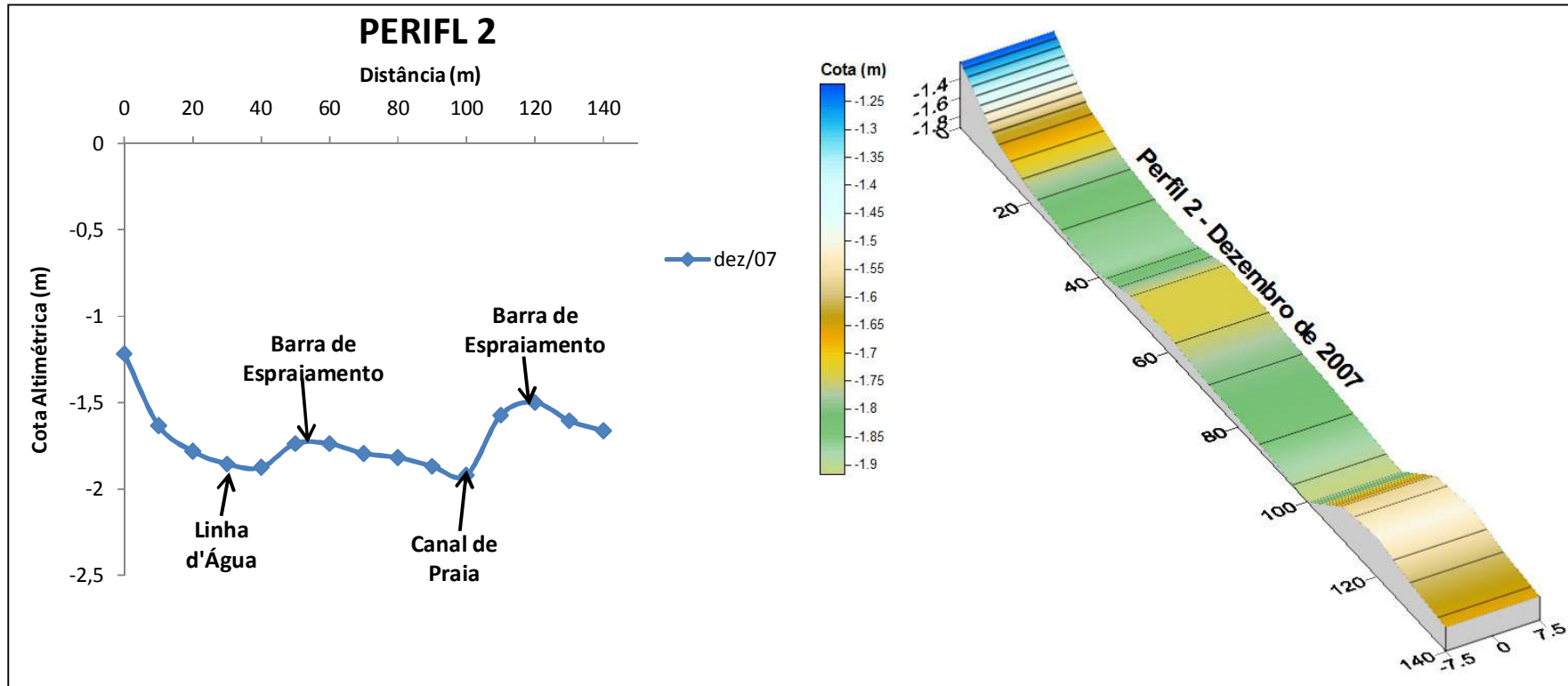


FIGURA 13: PERFIL 2 EM DEZEMBRO DE 2007, MOSTRANDO A TOPOGRAFIA, AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS, O MDE E A COTA RELATIVA.

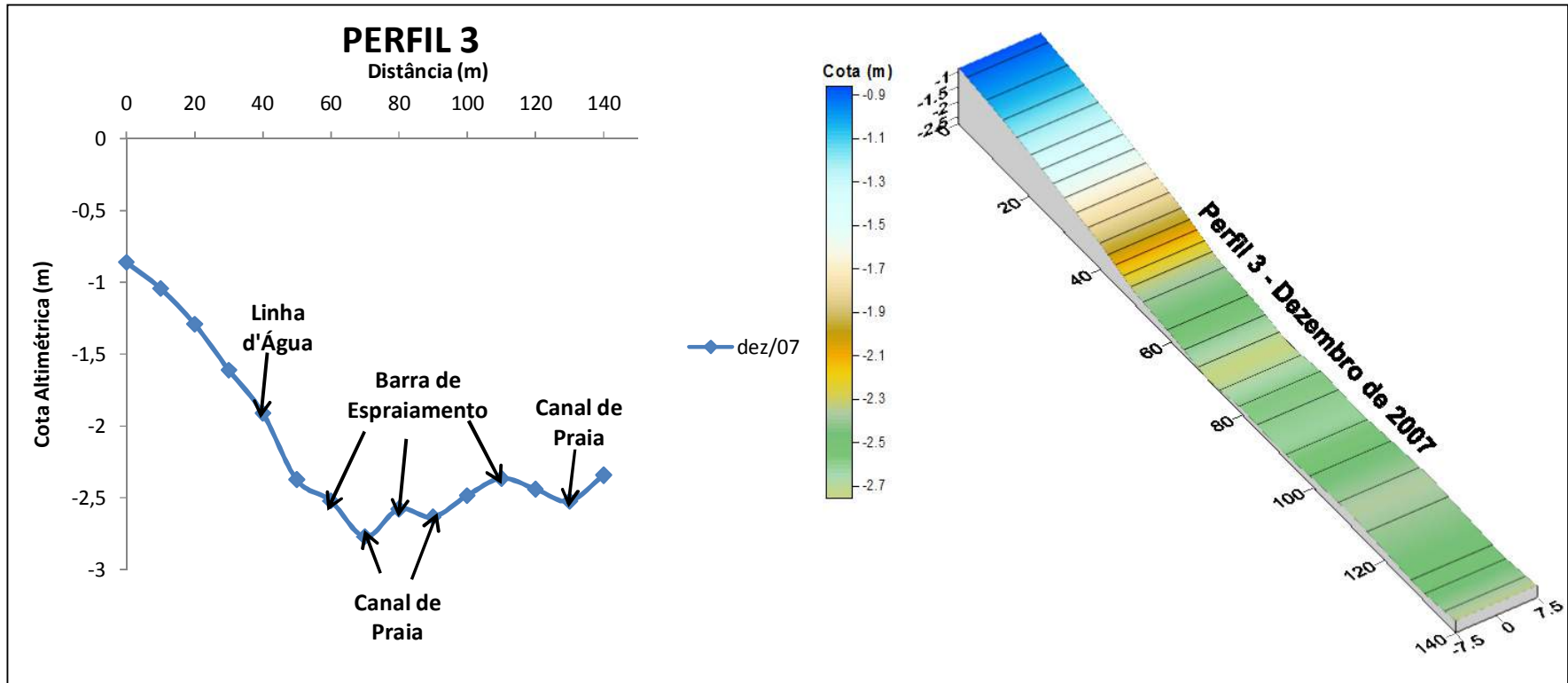


FIGURA 14: PERFIL 3 EM DEZEMBRO DE 2007, MOSTRANDO A TOPOGRAFIA, AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS, O MDE E A COTA RELATIVA.

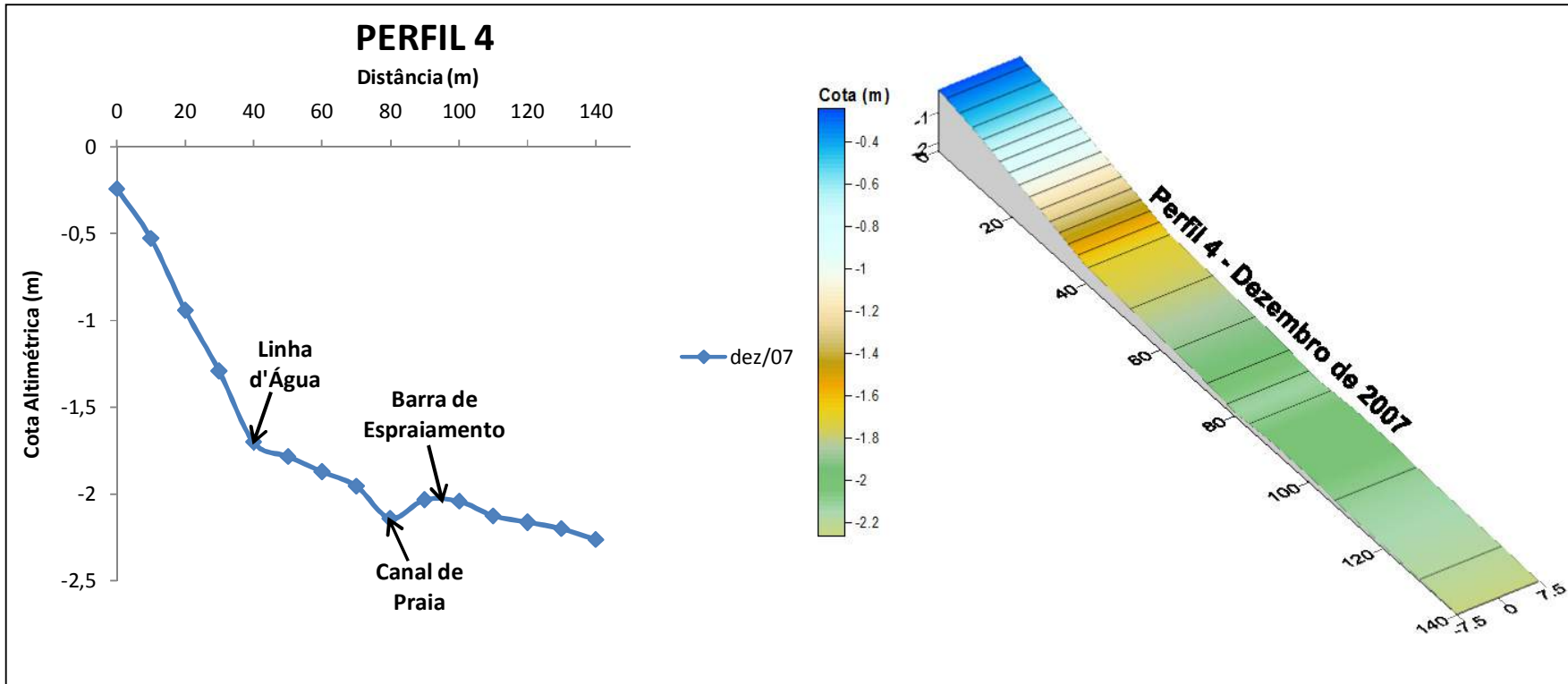


FIGURA15: PERFIL 4 EM DEZEMBRO DE 2007, MOSTRANDO A TOPOGRAFIA, AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS, O MDE E A COTA RELATIVA.

Junho de 2008

Em relação a dezembro de 2007, no Perfil 1 ocorreu uma remoção de sedimentos do perfil entre os pontos 1 e 12. A maior erosão ocorreu na área do ponto 3 com uma diminuição do perfil de 40 cm, gerando uma maior inclinação da face praial em relação ao período anterior. Na área entre os pontos 7 e 8 não ocorreram mudanças significativas no perfil, notando-se uma pequena redução da elevação neste local. Entre os pontos 9 e 12 pode-se perceber uma erosão do perfil com um máximo de 20 cm. Nos pontos 13 e 14 é observada acreção de cerca de 30 cm. Com estas mudanças são notadas a criação de uma extensa e bem desenvolvida barra de espraiamento entre os pontos 4 e 12, com 70 m de extensão, seguida de um canal de praia situado no ponto 12. A segunda barra de espraiamento encontra-se entre os pontos 12 e 14, com 10 m de comprimento (FIGURA 16).

Para o Perfil 2 pode-se observar uma face praial com uma inclinação maior em relação a dezembro de 2007. Nota-se uma erosão do perfil a partir do ponto 1 até o ponto 9, com um máximo de 47 cm, sendo que este máximo se encontra no ponto 6, onde existe um canal de praia. Outro canal de praia pode ser observado no ponto 13. Entre os pontos 9 e 13 observa-se o surgimento de uma barra de espraiamento, com 30 m de comprimento (FIGURA 17).

No Perfil 3 pode-se observar uma elevação nos pontos 0 e 1. A partir do ponto 2 ocorreu erosão nesta área do perfil, gerando um aumento da inclinação da face praial que nos Perfis 1 e 2. Nota-se uma erosão do perfil com um máximo de 60 cm na região do ponto 4. Após observa-se acreção neste perfil, com um crescimento das barras de espraiamento já existentes em dezembro de 2007, porém, sem maiores alterações na topografia (FIGURA 18).

No Perfil 4 observa-se o mesmo aumento na inclinação da face praial que nos três outros perfis, e uma erosão com um máximo de 49 cm para a região do ponto 2. Em seguida, nota-se uma leve inclinação até o ponto 5 e após um aclive até o ponto 8, onde entre os pontos 6 e 9 encontra-se uma barra de espraiamento, com 20 m de comprimento. No ponto 9 observa-se a presença de um canal de praia, assim como no ponto 11, e entre esses dois pontos observa-se uma barra de com 10 m de comprimento, seguida de outra

barra de espraiamento entre os pontos 11 e 14, com um comprimento de 20 m (FIGURA 19).

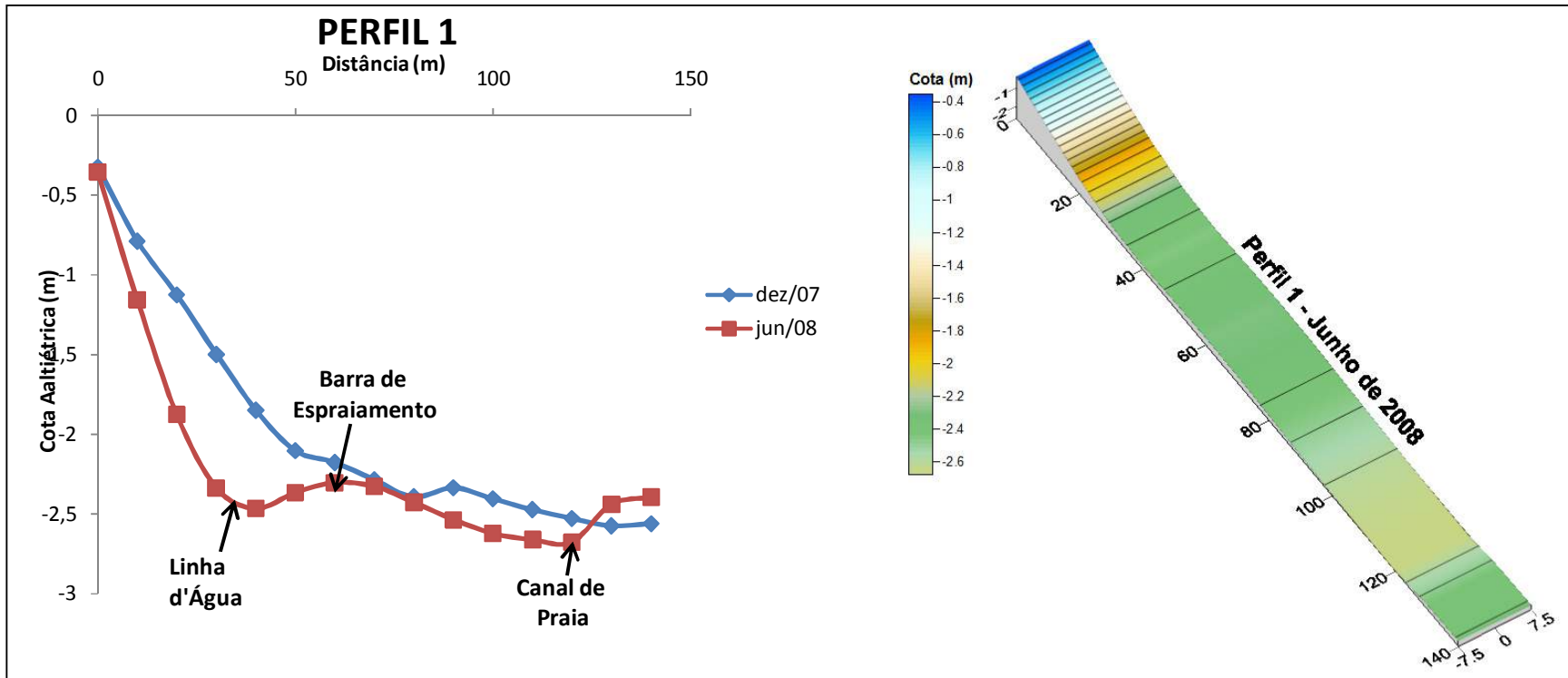


FIGURA 16: PERFIL 1 EM JUNHO DE 2008, MOSTRANDO A TOPOGRAFIA, AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS, O MDE E A COTA RELATIVA.

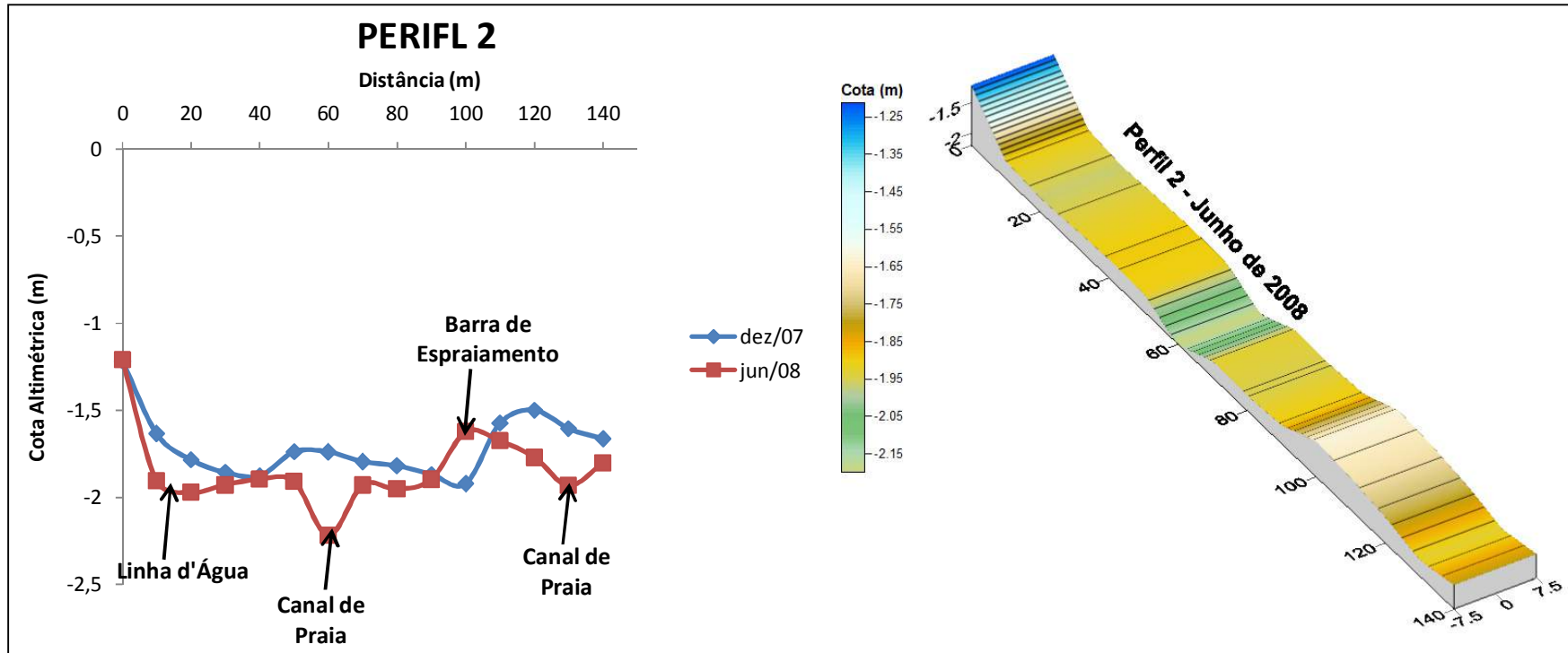


FIGURA 17: Perfil 2 em junho de 2008

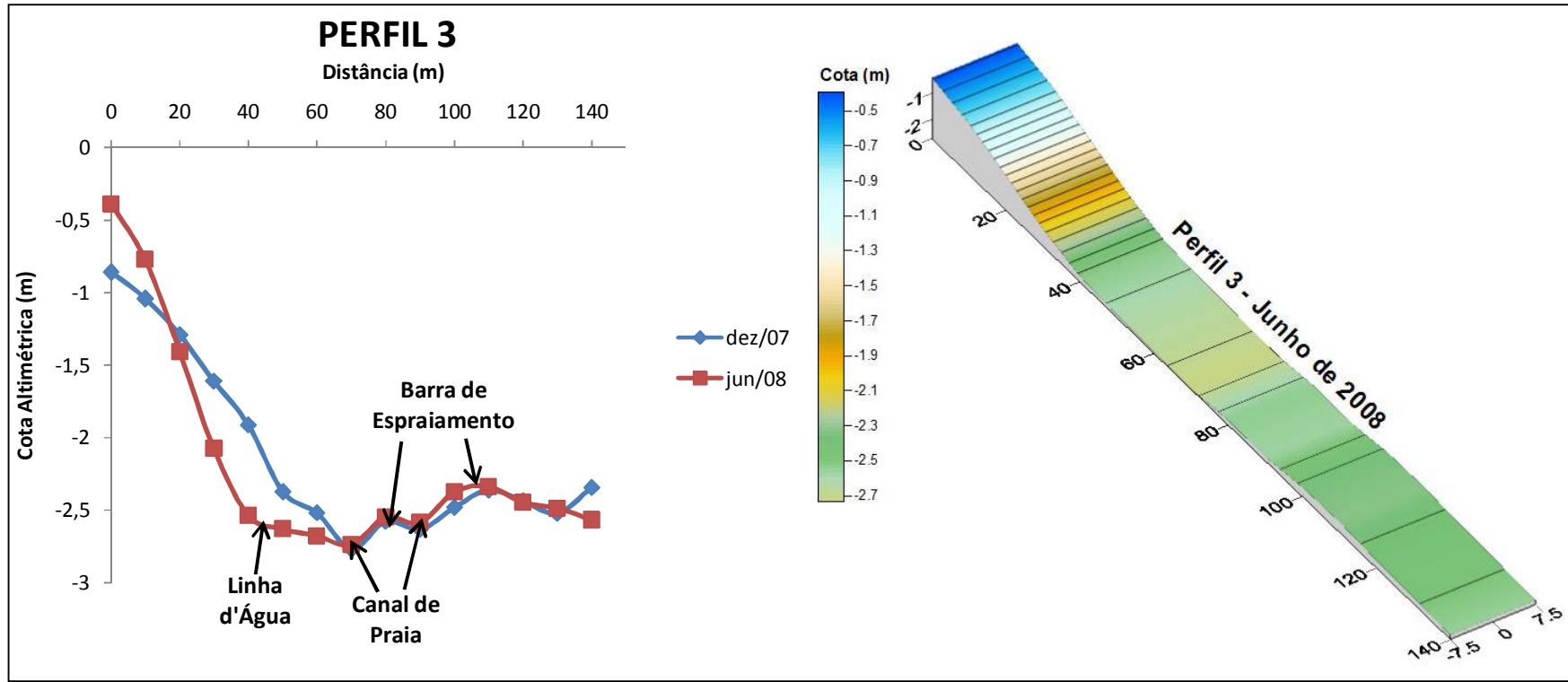


FIGURA 18: PERFIL 2 EM JUNHO DE 2008

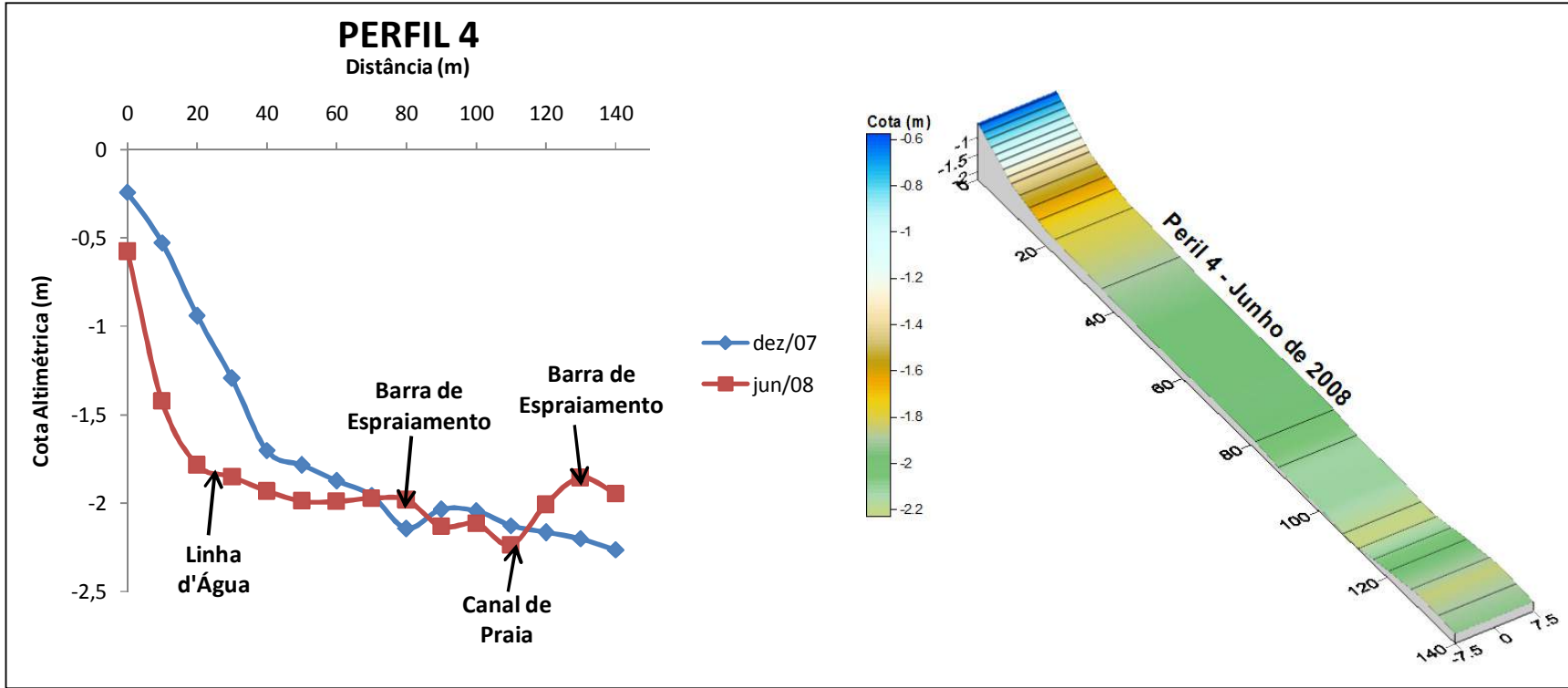


FIGURA 19: PERFIL 4 EM JUNHO DE 2008

Agosto de 2008

No mês de agosto a partir do ponto 2 nota-se acresção do Perfil 1 com uma máximo de 10 cm. Nesta campanha amostral as barras de espraiamento localizadas entre os pontos 4 e 12 e os pontos 12 e 14, tiveram um pequeno deslocamento em direção ao continente, ocorrendo um aumento das mesmas. O canal de praia, localizado no ponto 12, não sofreu alterações quanto a sua posição em relação ao mês anterior (FIGURA 20).

Para o Perfil 2 pode-se observar um aumento da cota em praticamente todo perfil praial, com um máximo de 44 cm na região do ponto 9. Com isto, a barra de espraiamento, que se localizava no ponto 10 no mês de junho, deslocou-se 10 m em direção ao continente localizando-se agora no ponto 9. Esta elevação não ocorreu apenas no ponto 13, onde houve um pequeno aprofundamento do canal de praia existente. Pode-se notar o desaparecimento do canal de praia que existia na região do ponto 6 (FIGURA 21).

No Perfil 3 ocorreu erosão até o Ponto 4. Entre os pontos 5 e 8 não ocorreram modificações significativas na altura do perfil praial. Em seguida nota-se o desaparecimento do canal de praia que existia no ponto 9, sendo substituído por uma barra de espraiamento que se localiza entre os pontos 7 e 11, com 30 m de comprimento e em seguida nota-se o surgimento de um canal de praia no ponto 13 (FIGURA 22).

Para o Perfil 4 entre os pontos 0 e 5 ocorreu acresção com um máximo de 40 cm na área do ponto 1, deixando um declive mais suave da face praial em relação ao mês de junho. Em seguida, ocorreu uma diminuição da cota, compreendida na área do ponto 6 até o ponto 10, ocorrendo o desaparecimento das barras de espraiamento existentes na campanha amostral anterior. Com erosão, nota-se o surgimento de um canal de praia no ponto 10. Para o restante do perfil não ocorreram modificações topográficas significativas entre os meses de junho e agosto (FIGURA 23).

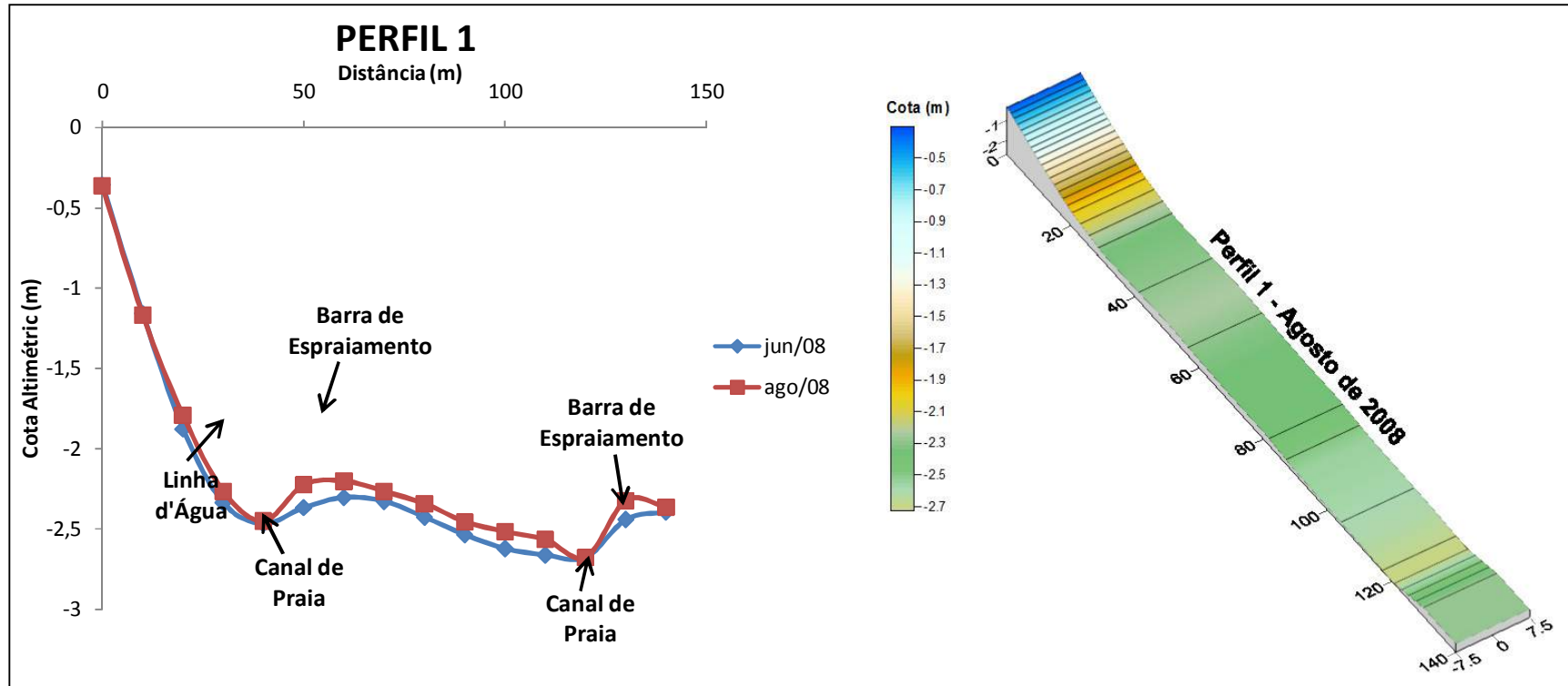


FIGURA 20: PERFIL 1 EM AGOSTO DE 2008, MOSTRANDO A TOPOGRAFIA, AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS, O MDE E A COTA RELATIVA.

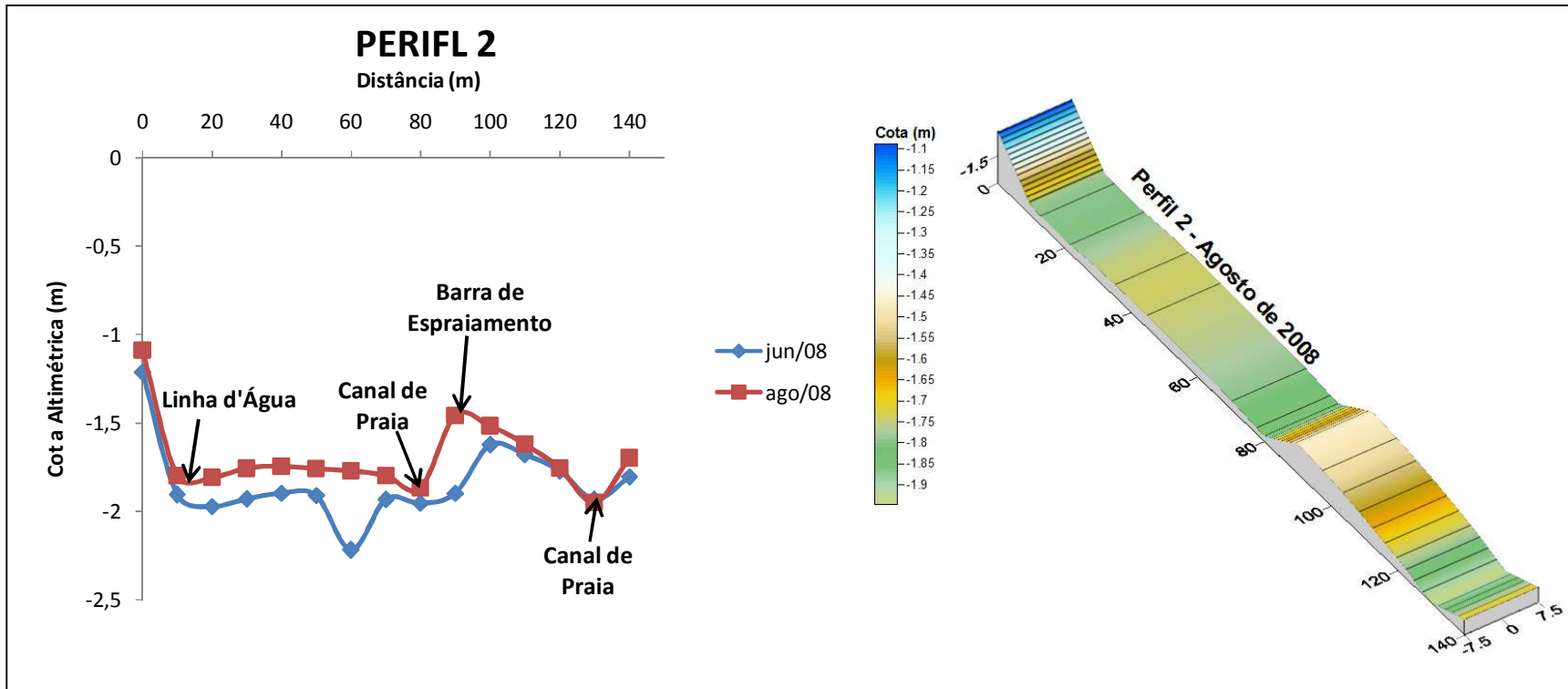


FIGURA 21: PERFIL 2 EM AGOSTO DE 2008, MOSTRANDO A TOPOGRAFIA, AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS, O MDE E A COTA RELATIVA.

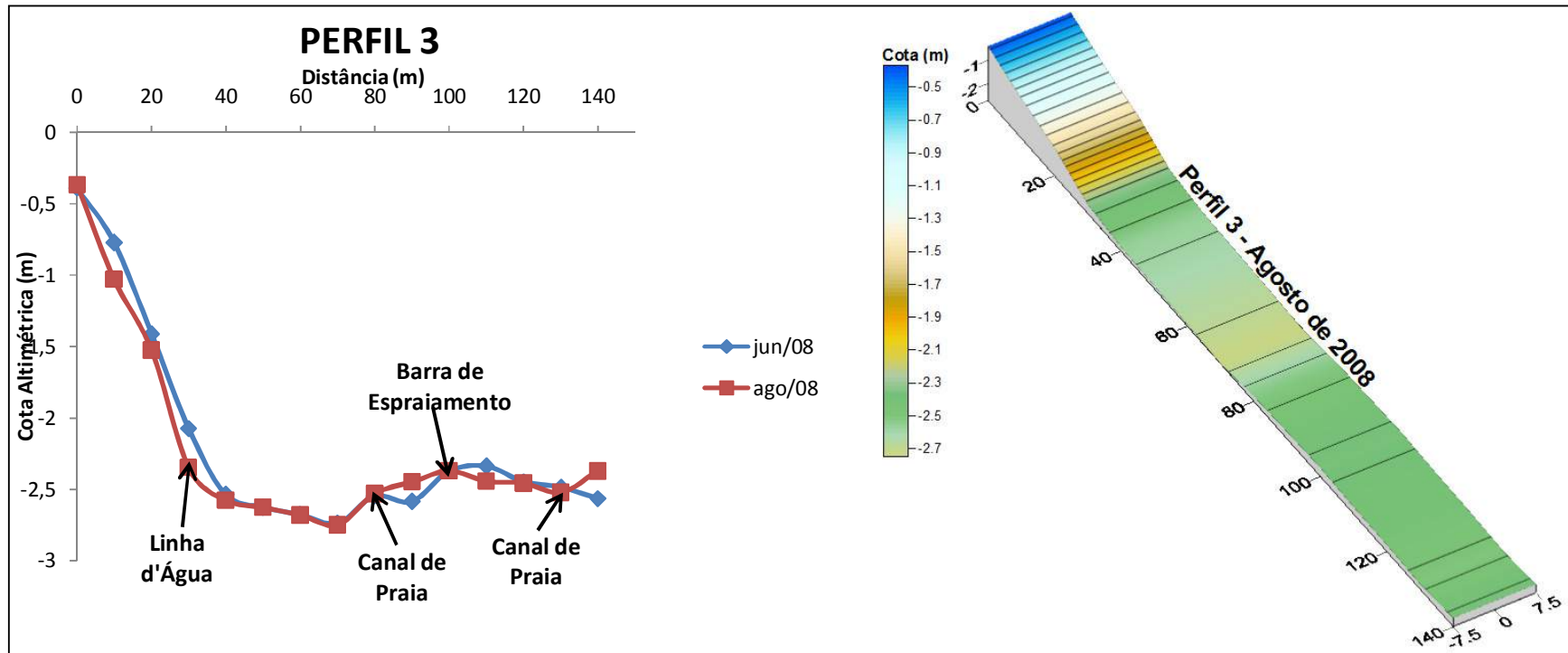


FIGURA 22: PERFIL 3 EM AGOSTO DE 2008, MOSTRANDO A TOPOGRAFIA, AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS, O MDE E A COTA RELATIVA.

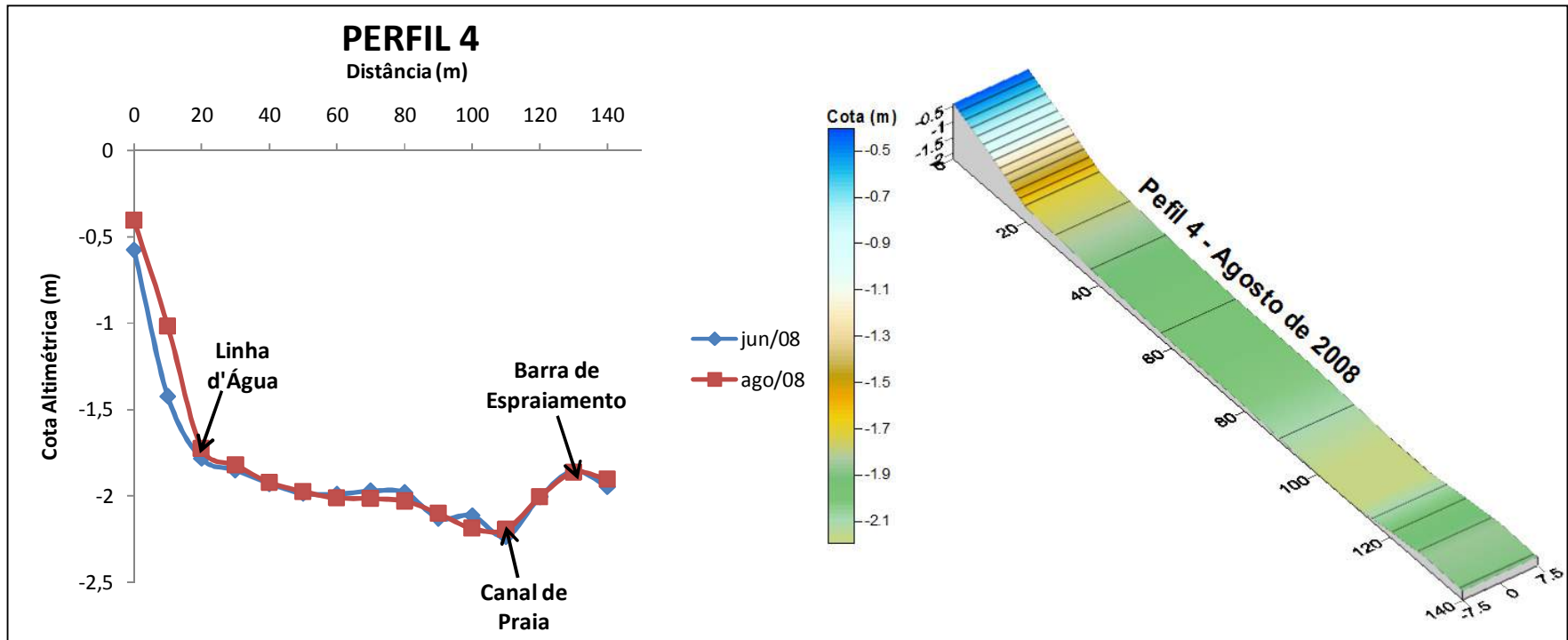


FIGURA 23: PERFIL 4 EM AGOSTO DE 2008, MOSTRANDO A TOPOGRAFIA, AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS, O MDE E A COTA RELATIVA.

Dezembro de 2008

Em relação à amostragem de agosto o Perfil 1 do ponto 2 até o ponto 3, ocorreu erosão de aproximadamente 20 cm, gerando um aumento na inclinação da face praial. Em seguida, pode-se notar o surgimento de uma barra de espraimento entre os pontos 3 e 7, com 30 m de comprimento. Logo após, observa-se o surgimento de um canal de praia no ponto 7, com provável gênese na mobilização da barra de espraimento, que se observava no mês de agosto. Entre os pontos 7 e 9 foi gerada outra barra de espraimento, com 10 m de comprimento. Após, nota-se um declive até a região do ponto 12 onde observa-se o aprofundamento do canal de praia existente na campanha amostral anterior. Entre os pontos 12 e 14 observa-se o aumento da barra de espraimento já existente nesta área (FIGURA 24).

No Perfil 2 não observam-se mudanças significativas entre os pontos 0 e 1. Na região dos pontos 1 e 2 pode-se notar acresção seguido de erosão com a formação de um canal de praia entre os pontos 5 e 6. A seguir, observa-se a movimentação da barra de espraimento do ponto 9 para o ponto 8, ocorrendo uma diminuição da altura da mesma, notando-se a substituição desta barra por um canal de praia no ponto 10. O canal de praia, que existia em agosto, foi substituído por uma barra de espraimento, situada entre os pontos 11 e 13, possuindo 10 m de comprimento (FIGURA 25).

Para o Perfil 3 pode-se notar acresção de praticamente todo o perfil praial. Com a movimentação da barra de espraimento do ponto 10 para o ponto 7 ocorreu uma diminuição de sua extensão, de 30 m em agosto para 10 m em dezembro, com um aumento de sua elevação. Devido a este mesmo fenômeno, no ponto 10, observa-se o surgimento de um canal de praia. Entre os pontos 10 e 14 nota-se o surgimento de outra barra de espraimento com 30 m de comprimento, onde antes existia um canal de praia (FIGURA 26).

No Perfil 4 pode ser notado um aumento da cota para praticamente todo o perfil praial, com um máximo de 42 cm, exceto no área do ponto 1 onde ocorreu uma pequena erosão de 1 cm. Nota-se no ponto 5 o surgimento de um canal de praia e a gênese de uma barra de espraimento entre os pontos 5 e 7 e observa-se um declive até o ponto 10, onde encontra-se um canal de praia, seguido da movimentação da barra de espraimento para a região entre os

pontos 10 e 12, com uma diminuição de seu comprimento para 10 m, mas com um aumento de sua altura (FIGURA 27).

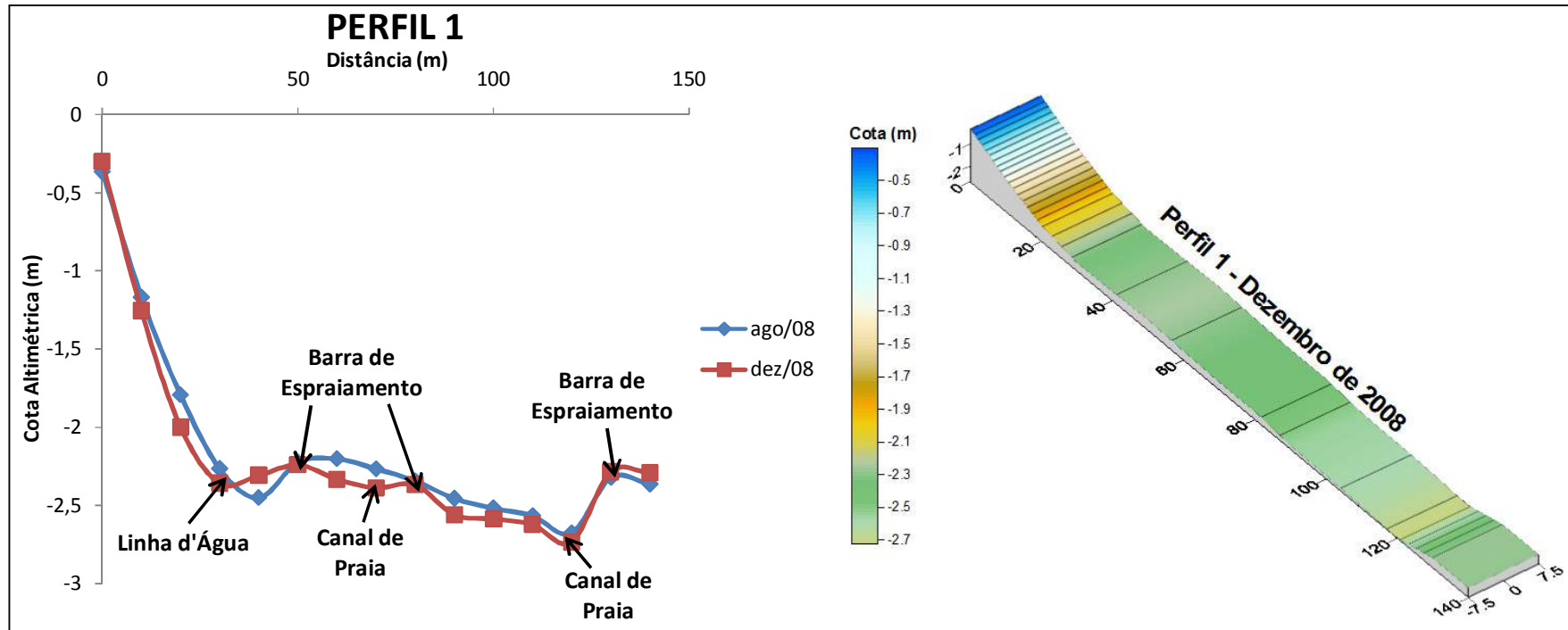


FIGURA 24: PERFIL 1 EM DEZEMBRO DE 2008, MOSTRANDO A TOPOGRAFIA, AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS, O MDE E A COTA RELATIVA.

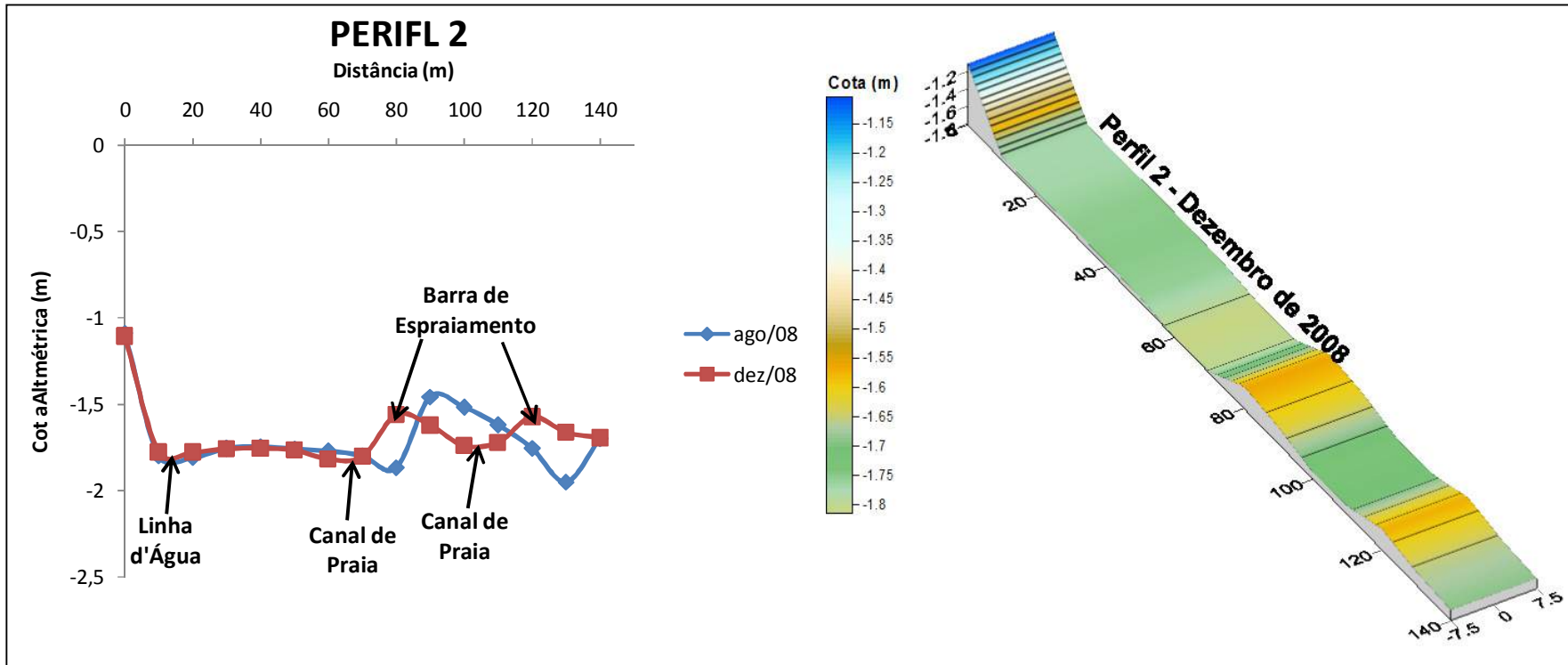


FIGURA 25: PERFIL 2 EM DEZEMBRO DE 2008, MOSTRANDO A TOPOGRAFIA, AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS, O MDE E A COTA RELATIVA.

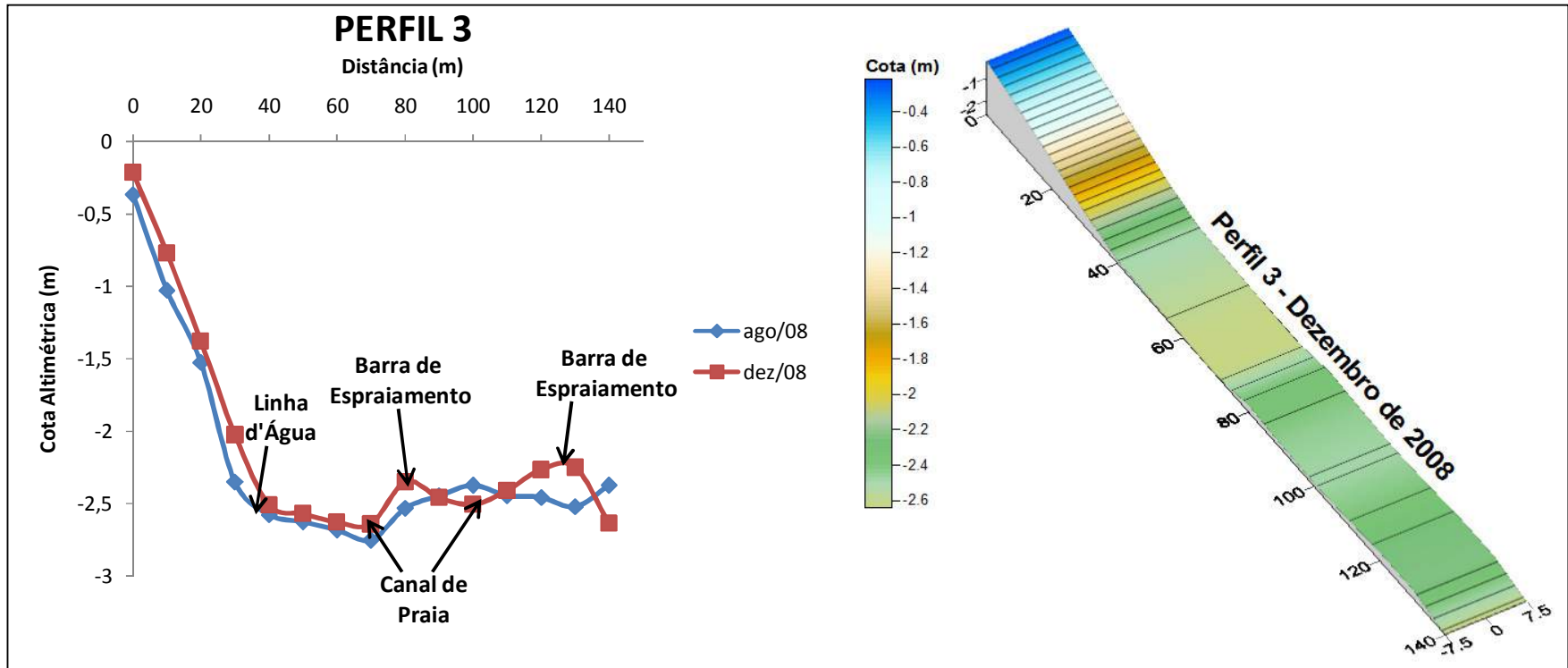


FIGURA 26: PERFIL 3 EM DEZEMBRO DE 2008, MOSTRANDO A TOPOGRAFIA, AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS, O MDE E A COTA RELATIVA.

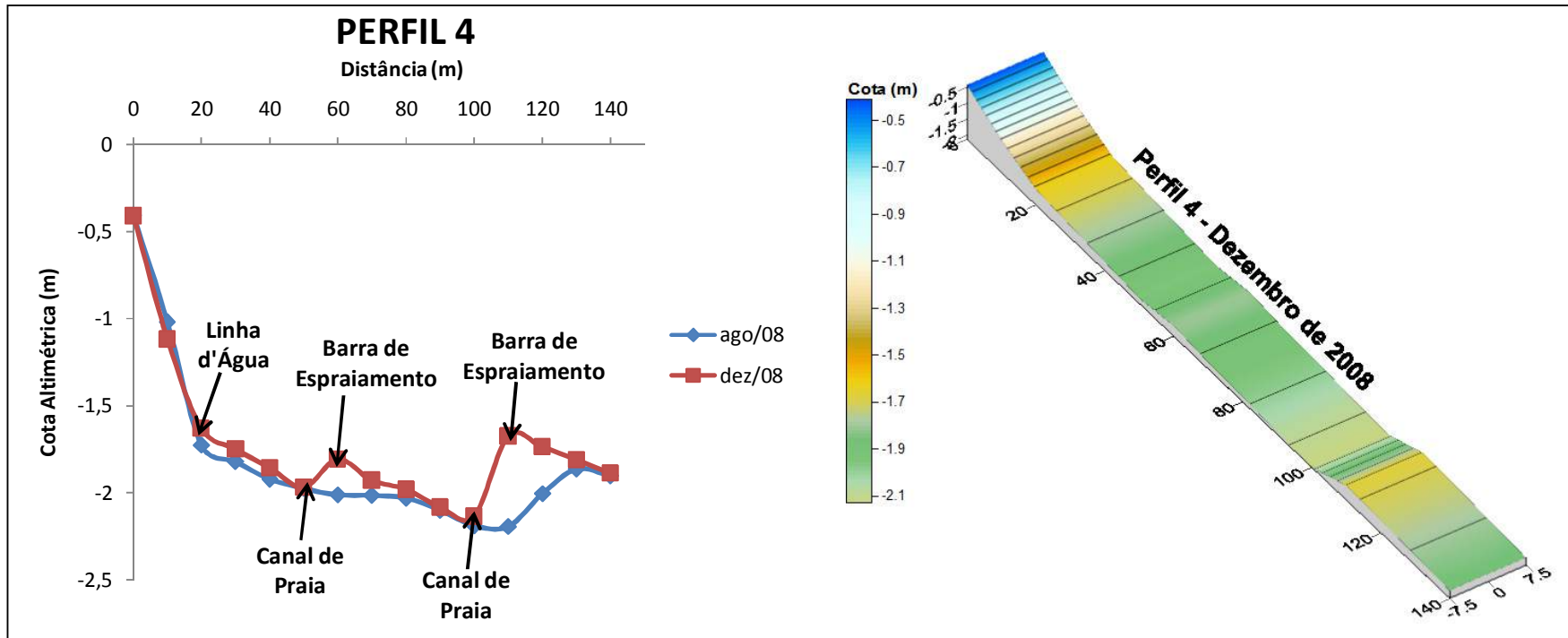


FIGURA 27: PERFIL 4 EM DEZEMBRO DE 2008, MOSTRANDO A TOPOGRAFIA, AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS, O MDE E A COTA RELATIVA.

Fevereiro de 2009

No Perfil 1 ocorreu erosão entre os pontos 5 e 8, onde no ponto 7 formou-se um canal de praia. Entre os pontos 7 e 9 observa-se a diminuição da altura barra de espraiamento já existente. No ponto 10 ocorreu a formação de um canal de praia e, logo após observa-se a formação de uma barra de espraiamento, entre os pontos 10 e 14, com 30 m de comprimento, substituindo o canal de praia que existia nesta região no mês de dezembro, com um aumento da cota de 52 cm (FIGURA 28).

Para o Perfil 2, em relação a campanha amostral anterior, nota-se erosão do perfil praial até o ponto 6, com a formação de um canal de praia com uma erosão máxima de 18 cm neste ponto. Entre os pontos 6 e 9 encontra-se uma barra de espraiamento com 20 m de comprimento e no ponto 9 a formação de um canal de praia. Entre os pontos 9 e 14 nota-se a formação de outra barra de espraiamento bem desenvolvida, com um aumento da elevação de 60 cm e um comprimento de 40 m (FIGURA 29).

No Perfil 3 notam-se várias modificações em relação a campanha amostral de dezembro. Com a movimentação dos sedimentos ao longo do perfil, ocorreu erosão, formando três canais de praia, sendo o primeiro no ponto 6, o segundo no ponto 9 e o terceiro no ponto 11. Devido a esta mesma movimentação de sedimentos, pode-se observar a formação de três barras de espraiamento. A primeira está localizada entre os pontos 6 e 9. Isto ocasionou a relocação desta barra para esta região do perfil, a diminuição da altura e o aumento do comprimento da barra para 30 m. Para a segunda barra de espraiamento, um processo semelhante é observado, com a relocação da barra do ponto 12 para o ponto 10. Entre os pontos 11 e 14, observa-se a gênese de uma nova barra de espraiamento, com 20 m de comprimento (FIGURA 30).

No Perfil 4 pode-se notar a ausência do canal de praia que se localizava no ponto 5 na campanha amostral anterior, e uma diminuição generalizada da cota do perfil. Isto gerou o desaparecimento da barra de espraiamento que existia em dezembro de 2008 e a formação de um canal de praia na área entre os pontos 8 e 9. Para o restante do perfil não foram observadas grandes modificações para esta campanha amostral (FIGURA 31).

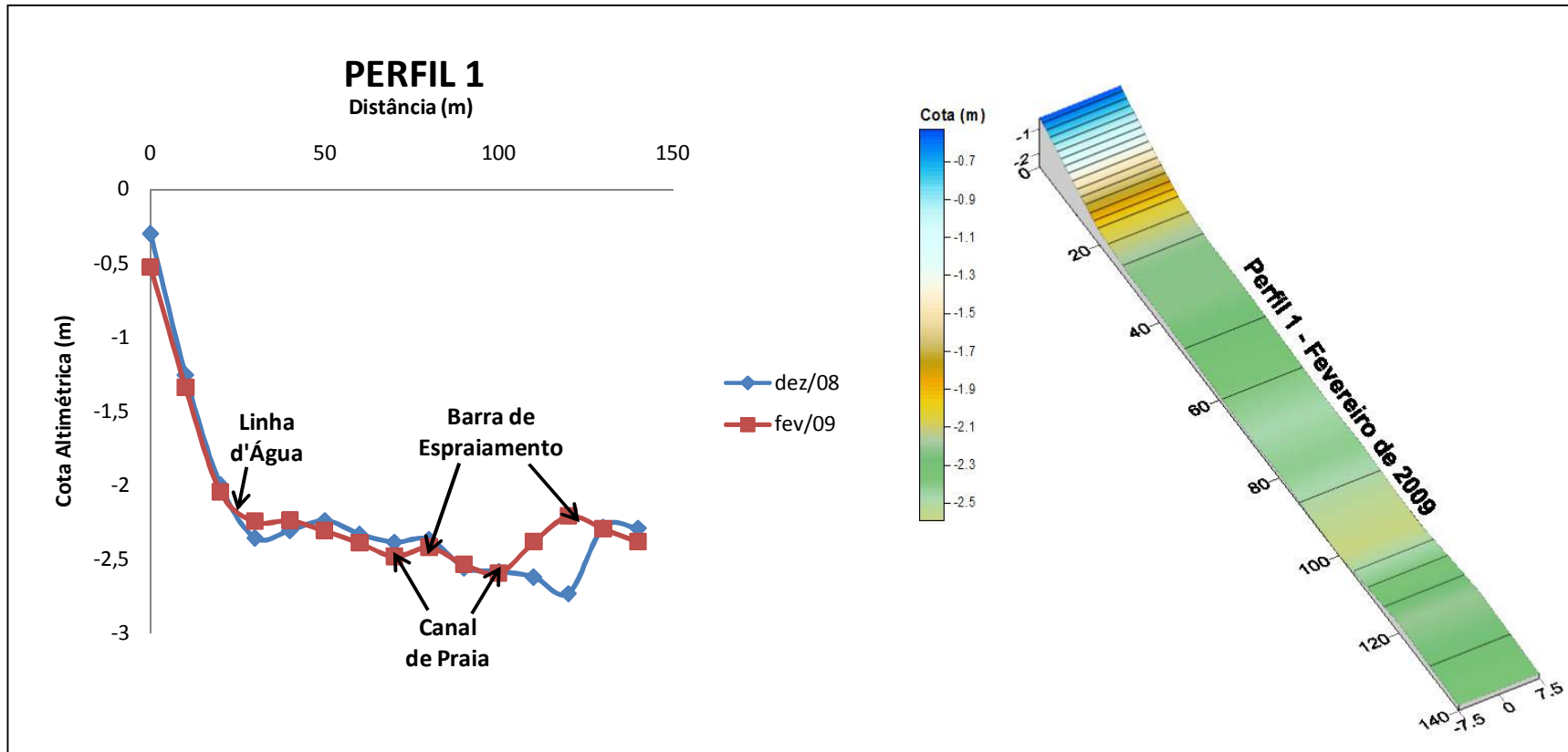


FIGURA 28: PERFIL 1 EM FEVEREIRO DE 2009, MOSTRANDO A TOPOGRAFIA, AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS, O MDE E A COTA RELATIVA.

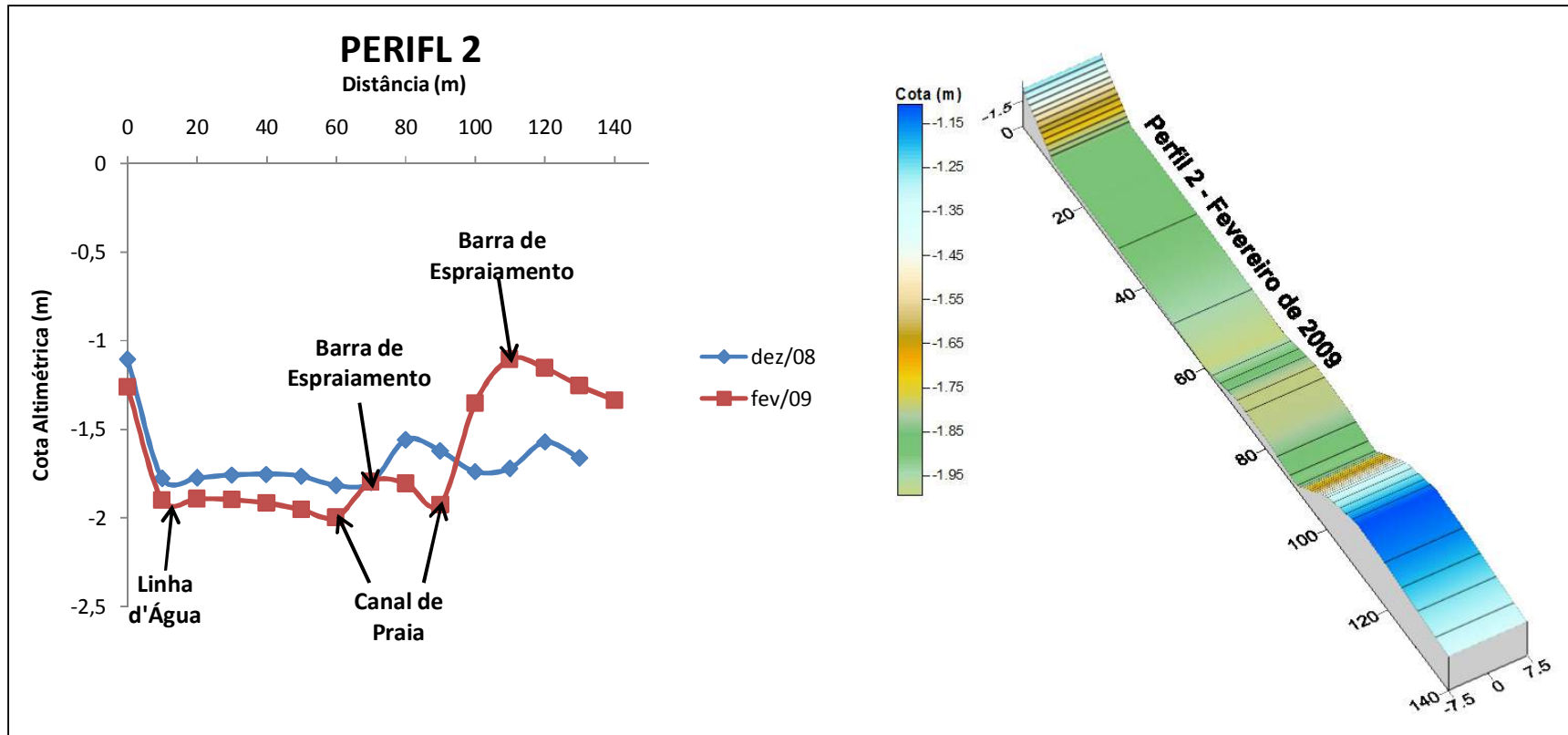


FIGURA 29: PERFIL 2 EM FEVEREIRO DE 2009, MOSTRANDO A TOPOGRAFIA, AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS, O MDE E A COTA RELATIVA.

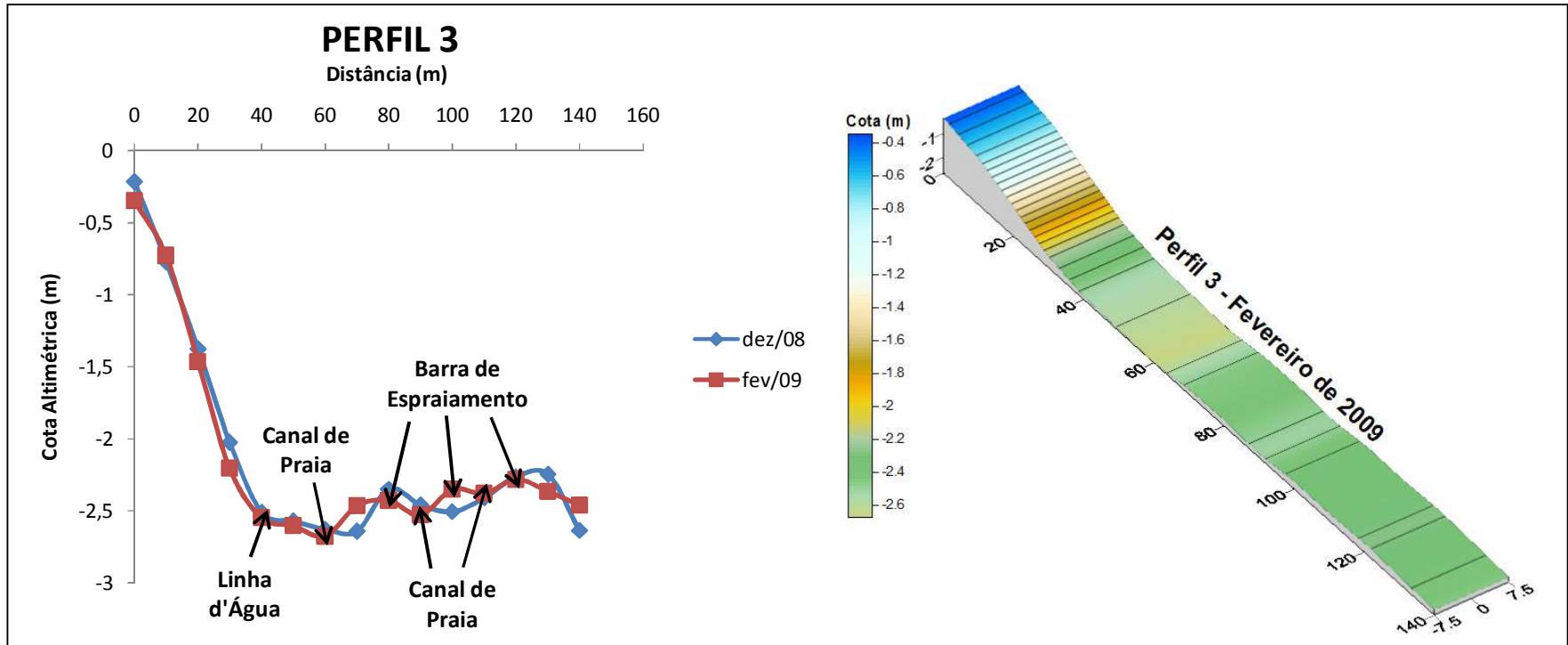


FIGURA 30: PERFIL 3 EM FEVEREIRO DE 2009, MOSTRANDO A TOPOGRAFIA, AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS, O MDE E A COTA RELATIVA.

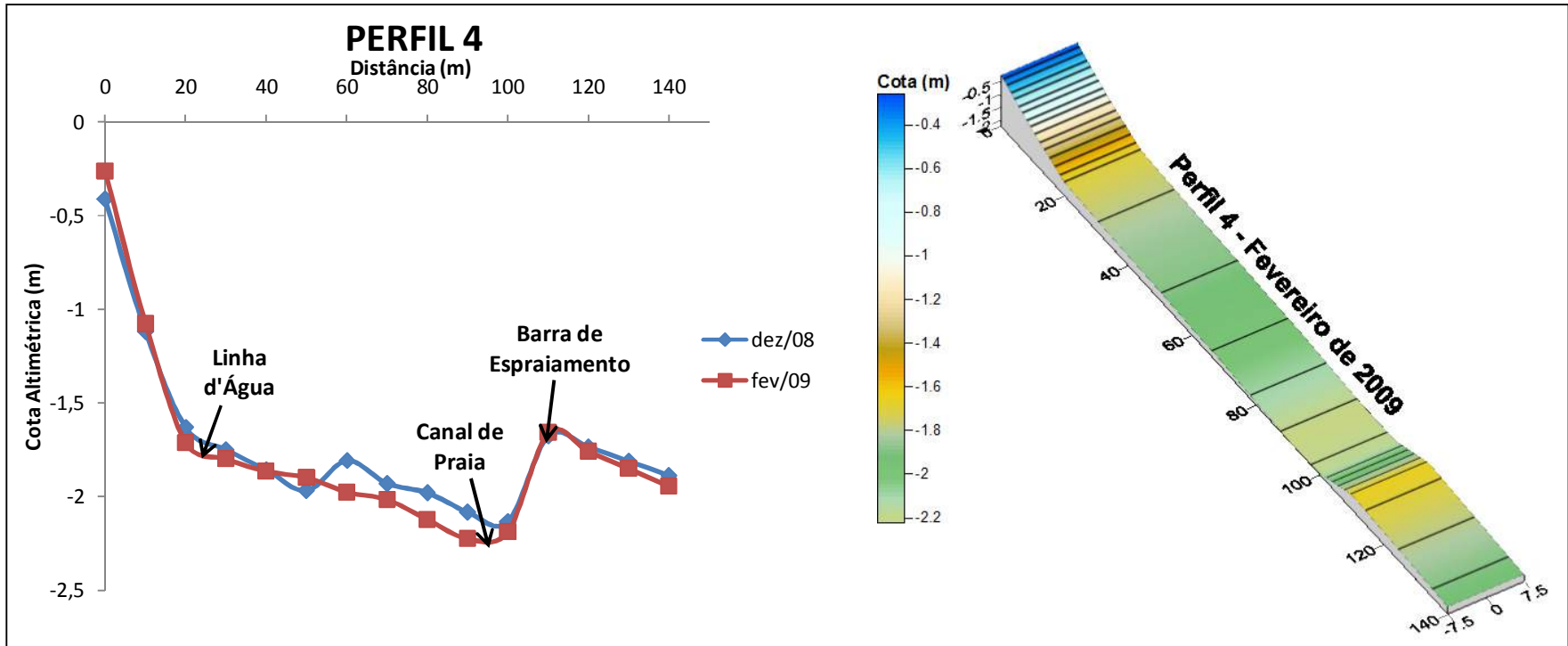


FIGURA 31: PERFIL 4 EM FEVEREIRO DE 2009, MOSTRANDO A TOPOGRAFIA, AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS, O MDE E A COTA RELATIVA.

7.3. VARIAÇÕES DA POSIÇÃO DA LINHA DE COSTA

No Balneário Pontal II, na região do Perfil 4, ocorreram as maiores variações da linha de costa ao longo de 60 anos. Para o período de 1953 a 1980 houve uma progradação de aproximadamente 56 m. Entre os anos de 1980 a 2003 ocorreu um recuo da linha de costa, da ordem de 70 m. Assim, em 60 anos, de 1953 a 2003, ocorreu uma progradação de aproximadamente 50 m da linha de costa.

Na região do Perfil 3, de 1953 a 1980, houve uma progradação de 58 m, e um recuo da linha de costa da ordem de 35 m, de 1980 a 2003, totalizando 23 m de progradação da linha de costa de 1953 a 2003.

Para a região do Perfil 2, a linha de costa manteve-se mais estável que nos outros perfis para o período de 60 anos, ocorrendo uma pequena progradação, de aproximadamente 3 m de 1953 a 2003, sendo que para o período de 1953 a 1980 houve uma progradação por volta de 9 m, e um recuo de 13 m de 1980 a 2003.

Na área do Perfil 1 ocorreu o único caso de recuo da linha de costa de 1953 até 1980, sendo este recuo da ordem de 85 m. Para o período de 1980 a 2003 ocorreu uma progradação da linha de costa de aproximadamente 60 m. Assim, em 60 anos houve um recuo da linha de costa por volta de 30 m. Na região, mais próxima do canal do DNOS a E do perfil 1, a aproximadamente 100 m de distância à esquerda deste perfil, um panorama diferente é observado. Neste local, a linha de costa recuou cerca de 86 m, e entre 1953 a 1980 e 1980 e 2003 houve uma progradação de aproximadamente 70 m, totalizando cerca de 16 m de recuo de 1953 a 2003 (FIGURA 36).

O que se observa no geral para o Balneário Pontal II, para os perfis 2, 3 e 4, é a progradação da linha de costa entre 1953 a 1980, com valores variando entre 56 m a 3 m de progradação e entre 1980 e 2003 o recuo da linha de costa, variando de 70 m a 13 m de recuo (FIGURA 36).



FIGURA 32: MAPA COM A LOCALIZAÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA OS ANOS DE 1953, 1980 E 2003 NO BALNEÁRIO PONTAL II

7.4. ESTRUTURAS DE ESTABILIZAÇÃO DA COSTA

Ao longo de todo balneário são identificadas estruturas longitudinais rígidas, que possuem comprimento aproximado de 30 m e alturas em torno de 4 m (FIGURA 37). As obras são geralmente constituídas por rochas, como os enrocamentos, concreto ou sacos preenchidos com areia ou concreto e os muros de contenção (FIGURAS 38 e 39). Nota-se o uso de madeira e de pneus em alguns locais. Porém, este tipo de estabilização possui uma durabilidade muito reduzida se comparada as outras obras, como os enrocamentos construídos em frente a uma árvore para sua proteção (FIGURAS 40 e 41).

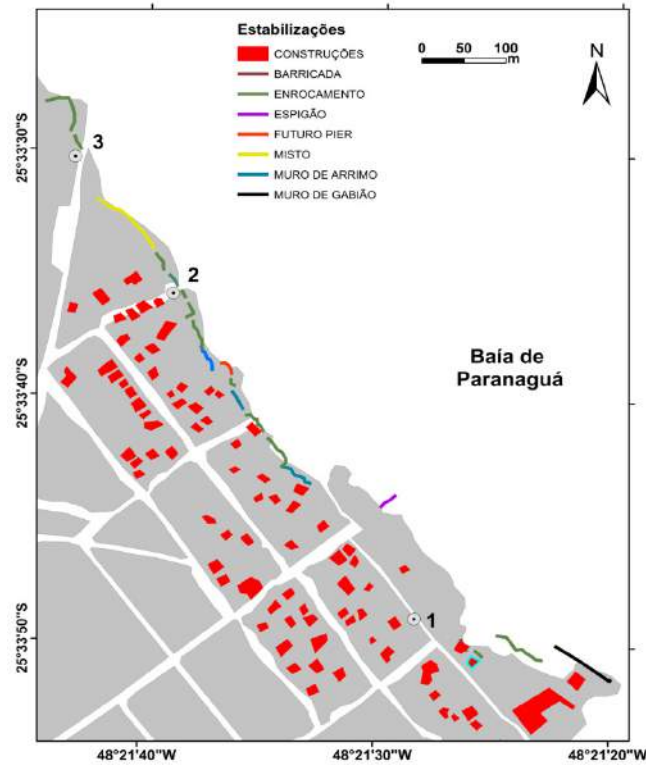


FIGURA 33: MAPA COM A LOCALIZAÇÃO DOS ZEROS RELATIVOS DOS PERFIS PRAIAS, DAS OBRAS PARA ESTABILIZAÇÃO DA COSTA E DAS MORADIAS NO BALNEÁRIO PONTAL II
 FONTE: LAUBE & LAMOUR., 2009



FIGURA 34: ENROCAMENTO DE ROCHAS CONSTRUÍDO EM FRENTE À CASA DE ALTO PADRÃO



FIGURA 35: MURO DE MADEIRA EM FRENTE A LANCHONETE DE MORADOR NA REGIÃO DO PERFIL 1



FIGURA 36: OBRA DE CONTENÇÃO MISTA CONSTITUÍDA DE ROCHAS E SACOS PREENCHIDOS COM CIMENTO PRÓXIMO AO PERFIL 3

Ao total foram quantificadas 20 obras, das quais 12 eram enrocamentos, dos mais diversos tamanhos e tipos (FIGURA 3). As outras estabilizações observadas foram três muros de contenção constituídos de rochas e concreto, um muro confeccionado com gabiões (FIGURA 42), além de uma obra mista de rochas e sacos preenchidos com concreto (FIGURA 39), um pequeno espigão

confeccionado com rochas e uma barricada construída com caixas plásticas. Nota-se a presença de uma obra constituída de rochas e concreto que daria origem a um píer, onde seria instalada uma marina, na região central do Balneário Pontal II (FIGURA 43).



FIGURA 37: MURO DE GABIÕES PRÓXIMO AO CANAL DO DNOS



FIGURA 38: OBRA EM CONSTRUÇÃO QUE DARIA ORIGEM A UM PÍER

Nas extremidades do balneário observa-se a fixação deste por duas estruturas transversais. Na porção NE encontram-se os molhes do canal do DNOS e na porção W o píer da empresa TECHINT (FIGURA 40). A primeira obra é constituída por rochas dos mais diversos tipos e tamanhos. O molhe externo, voltado para a porção externa da desembocadura, é o mais desenvolvido, possuindo aproximadamente 40 m de comprimento e 3 m de altura. O píer é constituído por paredes verticais de concreto, possuindo um comprimento de aproximadamente 150 m e uma altura em torno de 7 m.



FIGURA 39: MOLHES DO CANAL DO DNOS

7.5. PARÂMETROS SEDIMENTOLÓGICOS

Os dados referentes às amostras de sedimentos indicam que os sedimentos encontrados no Balneário Pontal II pertencem a classe areia fina..Para todo o período amostrado não ocorreram variações na classificação dos sedimentos, tanto para os meses de verão (dezembro de 2007, dezembro de 2008 e fevereiro de 2009), quanto para os meses de inverno (junho e agosto de 2008). O grau de seleção das amostras variou entre muito bem selecionado a moderadamente selecionado, não mostrando uma relação com os meses do ano. A maior parte das amostras mostrou assimetria positiva com uma maior predominância de frações arenosas mais finas. Isto pode ser constatado, na maioria dos casos, pela ausência de sedimento nas peneiras com $\phi -1,5$ e -1 ,

sendo que quando existentes, eram ou fragmentos de conchas ou fragmentos vegetais. Contudo, existem amostras com assimetria variando de muito negativa a muito positiva, não existindo uma correlação da assimetria das amostras com a sazonalidade.

Em relação ao local e à granulometria das amostras, não se pode notar nenhuma tendência para estes parâmetros. No entanto, nota-se a presença de uma maior quantidade de grânulos nas amostras dos Perfis 2 e 3, e a presença de seixos na amostra do Ponto 1 no Perfil 3 para a data de 03/12/2008.

Para os dados referentes aos teores de carbonato de cálcio presente nas amostras, de todos os perfis, os resultados mostraram valores variando entre 0,5 e 7,9%. No geral, as amostras referentes ao Perfil 4 possuem os maiores teores de carbonato de cálcio presentes nos sedimentos. Contudo, não se encontra um padrão sazonal nas amostras, pois tanto as amostras dos meses de verão quanto as dos meses de inverno possuíram grande variação nos teores de carbonato de cálcio.

7.6. INCIDÊNCIA DE RESSACAS

No período em que se realizou este estudo não houve nenhum registro de ressaca para o mês de dezembro de 2007. Já para o ano de 2008, foram registrados 13 episódios de ressaca no litoral do Paraná, sendo 6 no mês de abril, 3 no mês de junho, 3 no mês de agosto e 1 no mês de dezembro. Para fevereiro de 2009, não foi registrado nenhum evento de ressaca no litoral paranaense. Nota-se uma maior incidência de ressacas no outono e nos meses de inverno, com a ocorrência de apenas um evento no verão, coincidindo com uma das etapas de campo no dia 02/12/2008 (Tabela 3).

TABELA 3: OCORRÊNCIA DE RESSACAS, DIREÇÃO E ALTURA DAS ONDAS NESTES EVENTOS NA ÁREA CHARLIE NO PERÍODO ENTRE ABRIL DE 2008 E FEVEREIRO DE 2009 (MARINHA DO BRASIL)

RESSACA		
Data	Direção das ondas	Altura das Ondas (m)
14/04/2008	S	2/3
24/04/2008	SE	2,5/3
26/04/2008	S/SE	2,5
28/04/2008	SW/S	2,5
29/04/2008	SW/S	2,5/3
30/04/2008	SW/S	2,5
10/06/2008	SW/S	2,5
15/06/2008	SW/S	2,5/3
27/06/2008	E/NE	2,5/3,
07/08/2008	S/SE	2,5/3
08/08/2008	S/SE	2,5/3
09/08/2008	SE	2,5
02/12/2008	S/SE	2,5/3,5

Fazendo uma relação entre a incidência de ressacas e a previsão das alturas da maré para as mesmas datas, nota-se uma maior incidência de ressacas nos períodos de quadratura, sendo que a altura máxima da maré para esse período foi de 1,3 m. Já para os períodos de maré de sizígia, a altura máxima da maré foi de 1,4 m (FIGURA 44).

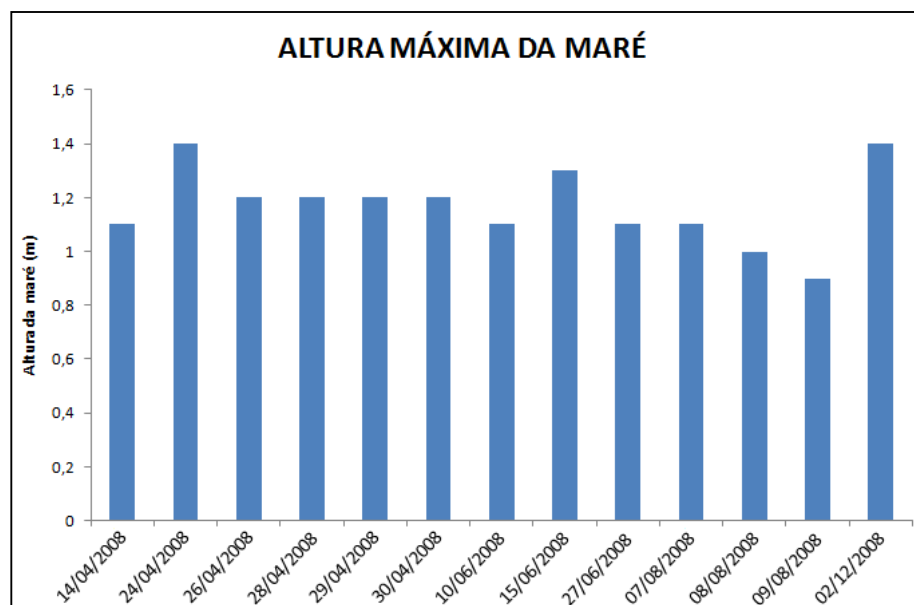


FIGURA 40: ALTURA MÁXIMA DAS MARÉS NOS DIAS DE REGISTRO DE RESSACA NO LITORAL DO PARANÁ.

8. DISCUSSÃO

No geral o Balneário Pontal II mostrou uma tendência erosiva entre dezembro de 2007 e fevereiro de 2009 (-782,2 m³). Soares *et al.* (1994) identificaram uma deposição de 41.520 m³ entre 1953 e 1993 na região próxima ao canal do DNOS, voltada para mar aberto. Posteriormente, Alves & Lamour (2009) e Alves *et al.* (2008) identificaram volumes de sedimentos depositados de 6.303,2 m³ em uma área de 4.200 m², entre março de 2008 e abril de 2009. Este fato indica que os molhes do canal do DNOS continuam a interromper o transporte de sedimentos realizado pela corrente de deriva litorânea, gerando deposição a barlamar e erosão a sotamar.

No ano de 2009, segundo dados levantados neste trabalho, o volume de sedimentos retirado foi de -690,3 m³. Fazendo um balanço geral entre 1993 e 2009 observa-se uma deposição de sedimentos de 30.389,7 m³ em 17 anos. Esta acresção provavelmente está ligada ao fato de que esta região estaria na zona de sombra dos molhes do canal do DNOS, permitindo um balanço volumétrico positivo ao longo desses 17 anos. Porém, ao longo de um ano, o balanço volumétrico foi negativo (-690,3 m³), indo contra os indícios de estabilização encontrados na área como a presença de uma mancha de marisma, a presença de árvores de mangue e a progradação da linha de costa. A causa desta erosão pode estar associada à maior facilidade das ondas, de períodos de tempestades, para adentrarem o estuário pelo canal marginal de enchente, identificado por Lamour (2000). Estas ondas podem estar difratando nos molhes do canal do DNOS, retirando sedimentos desta região.

Para o Perfil 2 ocorreu uma deposição no período de estudo de 135,8 m³. Entre dezembro de 2007 e junho de 2008 ocorreu erosão, que provavelmente deve-se ao grande intervalo de tempo entre as amostragens, pois nos meses de outono e inverno ocorreram as maiores incidências de ressaca vide TABELA 3. Porém, esta deposição foi apenas vertical, sendo observada no final do perfil em especial entre os meses de dezembro de 2008 e fevereiro de 2009. A deposição de sedimentos nesse local pode ter relação com o sentido da corrente de deriva litorânea, que segundo Krueger *et al.* (1996), Krueger & Soares (1998), Krelling (2004), Lamour (2000) e Soares *et al.* (1994), tem sentido para o interior do estuário. Com isto os sedimentos que

estão sendo erodidos no Perfil 1 poderiam ser remobilizados e carregados por esta corrente e depositados na região do Perfil 2 durante o período estudado.

Os Perfis 3 e 4 mostraram, no geral, volumes erodidos da ordem de - 46,1 m³, e -181,7 m³, respectivamente. Em ambos os perfis nota-se tanto erosão vertical quanto recuo da linha de costa, evidenciada pela presença de falésias e de árvores caídas no Perfil 3 e a degradação de um manguezal com diversos troncos de árvores mortas expostos na face praial no Perfil 4. Um dos fatores que podem influenciar na erosão de ambos os perfis é a difração das ondas num promontório rochoso durante a maré alta. Este pontal rochoso foi criado artificialmente para a proteção de uma árvore situada entre ambos os perfis. Associado ao fenômeno de difração das ondas no promontório, à ação das ondas difratadas pelos enrocamentos e muros verticais, para a direção dos perfis 3 e 4, podem ter criado estas células de erosão nestes dois perfis. Efeitos semelhantes foram identificados por autores como Bird (2008); Komar (1976); Nordstrom & Jackson (1992 *apud* Jackson *et al.* 2002) e Short (1999).

As variações morfológicas entre dezembro de 2007 e fevereiro de 2009 foram mais marcantes na região da face litorânea com diversas migrações do sistema de barras e canais identificados em todos os perfis executados na região. Porém, não foi identificado um padrão entre os meses amostrados para estas variações. A única modificação observada que pode estar associada aos meses do ano é a erosão de todos os perfis entre dezembro de 2007 e junho de 2008. Este fato pode provavelmente ter relação com os sucessivos eventos de ressaca que ocorreram entre nos meses de abril e junho de 2008, gerando uma maior inclinação da face praial em junho se comparada com dezembro.

As migrações que ocorrem no sistema de canais e barras das praias do Balneário Pontal II possuem similaridades com estudos realizados por diversos autores. Jackson *et al.* (2002) mostram que as trocas de sedimento entre a região superior da face litorânea e a parte inferior da mesma são geradas por mudanças no nível de energia das ondas, geradas localmente e por variações na intensidade do vento. O aumento da altura das ondas gera erosão da região superior da face litorânea e deposição na parte inferior da mesma, enquanto uma diminuição da altura das ondas faz com que os sedimentos retornem para a porção superior da face litorânea. Em eventos de tempestade ocorre erosão

da região superior da face litorânea e deposição na região inferior da mesma. Estas mudanças morfológicas e as migrações das barras são controladas pelo tempo de exposição no qual a crista da barra está sob ação do espraiamento e da quebra das ondas. A migração das barras em direção à parte superior da face litorânea ocorre quando as ondas de energia baixa a moderada conseguem sobrepor a crista da barra (WIJNBERG & KROON, 2002). Esta ação do espraiamento e da quebra das ondas é mais longa e mais efetiva durante as marés de quadratura, devido a menor amplitude da maré, fazendo com que existam menores profundidades, tornando a ação das ondas se torna mais efetiva (KROON & MASSELINK, 2002).

No presente estudo a migração das barras de espraiamento em direção à porção superior da face litorânea foi identificada nos perfis 1 e 2 para o mês de agosto de 2008, e nos perfis 2, 3 e 4 para o mês de dezembro de 2008. A migração destas barras em direção a porção inferior da face litorânea está relacionada com condições de ondas de alta energia, que geralmente estão ligadas ao aumento da velocidade do vento (KROON, 1994 *apud* WIJNBERG & KROON, 2002), sendo observada nos perfis 1, 2 e 4 para o mês de junho de 2008, e nos perfis 1 e 3 para o mês de fevereiro de 2009.

Com a intensa passagem de navios de grande porte na região em frente ao Balneário Pontal II, 2.333 para o ano de 2008 (SOARES 2009), nota-se a geração de ondulações provenientes do deslocamento dos mesmos. Estas ondulações podem gerar influências sobre morfodinâmica e a redistribuição de sedimentos da área estudada, como demonstrado nos estudos de Hughes *et al.* (2007) e Parnell *et al.* (2007).

Hughes *et al.* (2007) em seu estudo realizado na região do Porto de Boston, demonstram que as ondulações geradas pelas embarcações aumentam a energia das ondas naturais que chegam nas praias desta região, contribuindo significativamente para a morfologia das praias e para a redistribuição de sedimentos finos em regiões abrigadas da área mais interior da região do porto. Durante os eventos com ação de ondas de tempestade os autores identificaram que as ondulações provenientes das embarcações pouco contribuem para um aumento da energia das ondas. São nestes eventos que ocorre maior ação erosiva nas falésias que existem nas praias desta região.

Assim, as ondulações não contribuem para uma efetiva ação erosiva destas falésias.

Parnell *et al.* (2007) em seu estudo em praias de seixos de Marlborough Sounds, na costa neozelandesa, concluíram que em corpos aquosos confinados, com ondas naturais de baixa energia, as ondulações geradas por embarcações podem gerar modificações significativas nestas praias. Estas ondulações geraram maiores modificações nas praias mais distantes da rota das embarcações, não encontrando relação com erosão nas imediações da rota de navegação.

Contudo, não se podem fazer afirmações efetivas devido à dinâmica complexa do local e a escassez de dados para a porção mais rasa desta região, referentes a fatores como intensidade e direção de ondas, intensidade de correntes de deriva litorânea e vetores de tendência de transporte.

Ao longo dos anos ocorreram diversas modificações na posição da linha de costa do Balneário Pontal II, como é típico em ambientes de desembocadura, que possuem dinâmica acentuada devido à ação das ondas, das correntes e das marés (SOARES *et al.*, 1994). Ao longo de 60 anos, as áreas próximas aos perfis 2,3 e 4 apresentaram progradações da linha de costa de 17 m, 23 m e 50 m, respectivamente. Isto se deve à alternância de períodos de progradação entre 1953 a 1980 e de recuo entre 1980 e 2003.

Krelling (2004) realizou caminhamentos com DGPS e observou o mesmo padrão erosivo entre 1996 e 2004, identificando na região um recuo da linha de costa na região do Perfil 4 da ordem de 150 m para o período. O único local onde este padrão se mostrou invertido foi nas adjacências do Perfil 1. Nesta região observou-se em 60 anos um recuo da ordem de 16 m, sendo que entre 1953 e 1980 ocorreu um recuo da ordem de 86 m e entre 1980 e 2003 uma progradação da ordem de 70 m. Isto provavelmente ocorreu devido a esta área estar na zona de sombra da corrente de deriva litorânea, possibilitando uma deposição ao de sedimentos ao longo destes 23 anos. Este fato também foi observado por Soares *et al.* (1994) entre os anos de 1980 e 1993.

Krueger & Soares (1998) fizeram caminhamentos com DGPS por toda a extensão do Balneário Pontal II e observaram que a posição da linha de costa manteve-se estável no período de um ano (1997 – 1998).

Comparando os resultados encontrados por Krueger & Soares (1998) com os resultados encontrados por Krelling (2004), Soares *et al.* (1994) e no presente estudo, nota-se que variações significativas da linha de costa geralmente ocorrem em períodos maiores que um ano.

Com relação às obras de contenção, estas são sempre encontradas protegendo construções ou terrenos (DIAS, 1993) o que também observado em todo litoral paranaense. Como exemplo, temos as cidades de Guaratuba, Matinhos, Pontal do Paraná e a ilha do Mel (ANGULO, 1993b; BESSA JR., 2003). Este fato também é observado no Balneário Pontal II onde nota-se que as obras construídas pelos moradores são de materiais precários e pouco resistentes, e que os veranistas utilizam rochas e podem construir obras mais robustas, pois em geral possuem maior poder aquisitivo (LAUBE & LAMOUR, 2008). A diferença na robustez das obras construídas por estas duas populações é evidenciada por um enrocamento construído para proteger uma árvore que um veranista aprecia, que ficou conhecida popularmente como “Árvore do Alemão”, e pelo pequeno muro de contenção feito de madeira construído por uma moradora para a proteção de sua lanchonete (LAUBE & LAMOUR, 2008).

As principais modificações associadas às obras costeiras no Balneário Pontal II são: o barramento dos sedimentos na porção do Balneário Pontal do Sul, devido a modificações na corrente de deriva litorânea, que continua a gerar erosão na região do Balneário Pontal II, como já constatado por Soares *et al.*,(1994) e Krueger & Soares (1998). A provável presença de uma célula de erosão na região dos perfis 3 e 4, associada ao promontório rochoso originado da construção de um enrocamento, que pode estar ocasionando difração das ondas incidentes nas praias. A presença de muros de arrimo e enrocamentos, que segundo Short (1999), geram uma maior deflexão e aceleração das correntes geradas na zona de surf, ocasionando erosão nas praias naturais adjacentes, além do forte impacto visual devido aos grandes comprimentos do píer da empresa TECHINT e dos molhes do canal do DNOS.

Segundo Short (1999) a presença de muros de arrimo geram maior reflexão das ondas e por consequência maiores modificações morfológicas e maior potencial erosivo. Com relação às modificações morfológicas, pode-se dizer que esta maior influencia dos muros sobre a reflexão das ondas tem ação

direta na área do Perfil 2, pois quando se observam os MDE's deste perfil, notam-se modificações mais abruptas na morfologia que nos outros perfis com menor influencia das obras. Para a questão do maior potencial erosivo, não se observa essa tendência na região do Perfil 2. Pelo contrário, nesta região ocorreu deposição de sedimentos entre dezembro de 2007 e fevereiro de 2009.

As obras mais robustas, como os muros de arrimo e os enrocamentos, parecem estar surtindo certo efeito, pois não foram visíveis variações da posição da linha de costa em frente às propriedades entre os anos de 1980 e 2003, e nem no período deste estudo.

Na área do Balneário Pontal II o valor médio dos imóveis foi cotado em US\$ 11.049, sendo US\$ 21 por m². Comparando este valor com o dos imóveis do Balneário Pontal do Sul (US\$ 18.563, sendo US\$ 35 por m²) nota-se que o valor de mercado na região do Balneário Pontal II é menor que no Balneário Pontal do Sul. Isto pode estar associado à forte erosão que vem ocorrendo nas praias desta região, da ordem de 70 m de 1980 até 2003. Devido esta erosão os proprietários de imóveis na região instalaram obras para contenção da erosão, que geram um forte impacto sobre a beleza cênica desta área.

A desvalorização dos imóveis no Balneário Pontal II fica evidente quando são comparados os valores dos imóveis dos dois balneários. Nota-se um valor mais elevado do metro quadrado no balneário vizinho, onde existe uma progradação da linha de costa da ordem de 116,6 m de 1985 a 2004 (LAMOUR, 2007), aumentando a área útil passível de loteamento e com uma maior extensão da face praial que no Balneário Pontal II, que também valoriza esta região devido às melhores condições de balneabilidade e ao apelo turístico.

Os sedimentos encontrados, pertencentes à classe areia fina, encontrados na região do Balneário Pontal II neste trabalho, concordam com os estudos realizados por Angulo & Araújo (1996) e Angulo (2006), que classificaram os sedimentos desta porção da baía de Paranaguá como pertencentes às classes areia fina a areia média e com os resultados de Lamour *et al.* (2004) e Lamour (2007).

Lamour (2007) encontrou um grau de seleção moderado para os sedimentos adjacentes à área estudada, discordando com os resultados encontrados neste estudo, que mostram um grau de seleção das amostras

classificado como bem selecionado para 49,21%, muito bem selecionado para 36,71%, moderadamente selecionado para 13,28% e pobremente selecionado para 0,78%. Isto se deve provavelmente, a uma seleção dos sedimentos encontrados por Lamour (2007) que provém de regiões mais profundas próximas ao balneário. Esta seleção pela ação das ondas, provavelmente, geram um maior grau de seleção dos sedimentos. Com isto observa-se esta diferença, pois, nas praias a ação das ondas é principal forçante sobre o grau de seleção dos sedimentos (KOMAR, 1976).

Os sedimentos encontrados nas praias do Balneário Pontal II não apresentaram variações marcantes no diâmetro médio e no grau de seleção ao longo do período de estudo, nem em relação ao local de amostragem. Isso provavelmente ocorre por esta região ser protegida da ação das ondas pelo delta de maré vazante do CEP, onde ação das ondas é diminuída ao adentrar a desembocadura Sul do estuário, como proposto por Angulo & Araújo (1996). Outro fator que provavelmente influi sobre estes resultados é a fonte marinha dos sedimentos, sendo compostos por areias finas a muito finas (ANGULO, 1992). Assim, a principal fonte de sedimentos para a área seriam as praias do arco praial da planície de Praia de Leste . Através da erosão das mesmas e do retrabalhamento dos sedimentos, da plataforma continental rasa pela ação das ondas, estes seriam transportados para o interior do estuário pela corrente de deriva litorânea, que nesta região possui um direcionamento para o interior do estuário (SOARES *et al.*, 1994; KRELLING, 2004; KRUEGER & SOARES, 1998). Com isto não são observadas maiores modificações no diâmetro médio e no grau de seleção dos sedimentos ao longo do período de estudo.

A única modificação efetiva encontrada foi no grau de seleção das amostras, no mês de dezembro no Perfil 3, devido à ação das ondas de ressaca. Estas ondas, por possuírem uma maior energia, provavelmente remobilizaram para o pós-praia grânulos e seixos encontrados nas obras de estabilização, com partes soltas e quebradas, presentes no local estudado. Isto ocasionou um moderado grau de seleção da amostra para este mês, sem modificação no diâmetro médio da amostra, ainda pertencente à classe areia fina.

Para os teores de carbonato de cálcio não foram observadas variações ao longo do período estudado. Lamour *et al.* (2004) e Lamour (2007)

encontraram teores 0 a 5 % nesta região, concordando com a maioria dos valores observados por este estudo. Na região do Perfil 4 foram observados, no geral, os maiores teores de CaCO_3 , com um valor máximo de 5,8%. Isto provavelmente está relacionado ao fato de um manguezal associado a desembocadura do rio Penedo, onde, geralmente, ocorre uma maior quantidade de nutrientes presente na água e nos sedimentos, agregando uma maior quantidade de organismos, incluindo os detentores de carapaças carbonáticas. Com isto o carbonato de cálcio encontrado nos sedimentos seriam biodetríticos.

9. CONCLUSÃO

Durante o período compreendido entre dezembro de 2007 e fevereiro de 2009, no geral, as praias do Balneário Pontal II sofreram erosão, exceto na região do Perfil 2, onde ocorreu um processo de deposição de sedimentos. Conclui-se que os molhes do canal do DNOS continuam a interromper o transporte de sedimentos, efetuado pela corrente de deriva litorânea.

Com relação às diferenças entre aos meses de amostragem, o único processo que teve relação com os meses foi a erosão em todos os perfis entre de dezembro de 2007 e junho de 2008, tendo provável relação com os diversos eventos de ressaca que ocorreram nos meses de abril e junho de 2008.

As alterações morfológicas ocorridas no Balneário Pontal II foram mais marcantes na região da face litorânea, constatando-se diversas migrações do sistema de barras e canais, ao longo do período estudado. Estas migrações estão associadas às variações na intensidade das ondas incidentes nesta região, não sendo observado um padrão no período estudado para as variações das barras e dos canais. Em frente ao Perfil 2, devido a presença de muros de arrimo e enrocamentos, ocorre uma maior reflexão da energia das ondas, fazendo com que ocorram modificações mais abruptas na morfologia do sistema de cavas e barras.

As variações da posição da linha de costa mostraram dois períodos distintos, um processo de progradação entre 1953 e 1980 e um recuo da linha de costa entre 1980 e 2003. Isto obrigou os proprietários de imóveis situados em frente ao mar a construir obras para a estabilização da costa. Estas

estabilizações foram construídas apenas em frente das propriedades para proteção das mesmas.

Com este estudo não se pôde observar uma relação direta das ondulações geradas pela movimentação dos navios no anal da Galheta com as modificações na morfodinâmica das praias do Balneário Pontal II. Para uma melhor compreensão da influência destas ondulações sobre as praias do Balneário Pontal II, deve-se fazer um estudo específico, com dados concretos da ação das ondas e destas ondulações sobre a morfodinâmica local.

Para um entendimento efetivo da morfodinâmica das praias desta região, devem ser realizados mais estudos, com um monitoramento contínuo da topografia e das variações da posição da linha de costa na região, além da obtenção de dados concretos em relação à ação das ondas, das correntes de deriva litorânea e de maré, com a geração de vetores de tendência de transporte de sedimentos na região.

O monitoramento topográfico das Praias do Balneário Pontal II mostrou ser importante a construção de um banco de dados, que vise o subsídio e a gestão costeira da área afetada, com o intuito de solucionar os problemas relacionados a ocupação do solo, segurança civil e mitigação da degradação do manguezal que vem ocorrendo na região do Perfil 4. A mitigação desta degradação é relevante para a conservação deste ambiente sensível e que é habitat de diversas espécies, que também serve como berçário para muitas outras espécies de organismos

Para um monitoramento mais efetivo e ágil, recomenda-se o desenvolvimento de um novo método de obtenção direta de dados topográficos ao invés da utilização de nível topográfico, como o Diferencial Geographic System (DGPS), e o Precision Diferencial Geographic System (PDGPS). Estes métodos possuem boa precisão, apesar de também poderem sofrer pequenas variações na altura, mas possuem uma taxa de aquisição de dados mais rápida que do nível de precisão. Apesar do método que utiliza o nível possuir grande precisão os perfis praias nesta região são muito longos com até 300 m de comprimento o que dificulta as leituras da topografia. Além deste fator, a região da face litorânea possui um substrato menos compactado que o da face praial. Isto pode gerar pequenas variações na altura do nível topográfico, que pode resultar erros na leitura da topografia. Outro fator que dificulta os estudos, com

a utilização de nível topográfico, é a rápida elevação da maré nesta região, que torna o substrato ainda mais mole, podendo gerar variações na altura do nível topográfico.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L.C.; FERREIRA JR, A.L.; LAMOUR, M.R. Dados Preliminares do Monitoramento Morfodinâmico nas Praias do Balneário de Pontal do Sul, PR. **In: XX Semana Nacional de Oceanografia**. Anais v.1, p. 3, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, 19 a 24 de Outubro, 2008.

ALVES, L.C. & LAMOUR, M.R. Monitoramento Morfodinâmico nas Praias do Balneário de Pontal do Sul (PR) no Biênio 2008/09. **In: XII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**. Anais v. 1, p. 1, La Plata, Argentina, 21 a 23 de Setembro, 2009.

ANGULO, R.J. **Geologia da planície costeira do estado do Paraná**. 334 p. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

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

ANGULO, R. J. A Ocupação urbana no litoral paranaense e as variações da linha de costa. **Boletim Paranaense de Geociências**. n. 41. 73-81p. Editora UFPR. Curitiba: 1993b.

ANGULO, R. J. Nota sobre a erosão na Ilha do Mel (PR). **Boletim Paranaense de Geociências**. n 42. 153-159p. Editora UFPR. Curitiba: 1994

ANGULO, R.J. & ARAÚJO, A.D. Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 44. 7-17p. Curitiba, UFPR, 1996.

ANGULO, R.J. Problemas na terminologia de ambientes e subambientes litorâneos clásticos dominados por ondas. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 44, p. 51-57, 1996.

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

ANGULO, R. J. As Praias do Paraná: problemas decorrentes de uma ocupação inadequada. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, n. 99. Curitiba, 97-103p. , jul./dez. 2000.

ANGULO, R. J.; SOUZA, M. C. ; LAMOUR, Marcelo Renato . Efeito das dragagens nos canais de acesso aos portos de Paranaguá e São Francisco no transporte de sedimentos nas praias e deltas de maré do litoral paranaense e norte catarinense. **In: Simpósio brasileiro de oceanografia Anais**. v. 1. 1-1p. São Paulo. São Paulo IO-USP, 2002.

ANGULO, R. J.; SOARES, C. R.; MARONE, E.; SOUZA, M. C.; ODRESKI, L.L.R.; NOERNBERG, M. A. Paraná. In: MUEHE, D. **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. p. 347-400.

ARAÚJO, A. D.; ANGULO, R. J.; NOERNBERG, M. A.; ODRESKY, L. L. R. Levantamento inicial de informações estratigráficas e hidrodinâmicas do saco do Limoeiro, Ilha do Mel, estado do Paraná. In: **CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO QUATERNÁRIO – ABQUA, 8. Anais**. Porto Seguro: UFBA. 1 CD-ROM, 1999.

AWOSIKA, L.; GREEN D.; FOLORUNSHO R. **Bar Beach Erosion Problem: Available Options Towards a Lasting Solution To The Erosion Problem**. Nigerian Institute for Oceanography and Marine Research Lagos.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. 3ª edição. Editora Bertrand Brasil S.A. Rio de Janeiro, 1991. 332p.

BEAVIS, S. G. Structural controls on the orientation of erosion gullies in mid-western New South Wales, Australia. **Geomorphology**,. Amsterdam, v. 33, p. 59–72, 2000.

BESSA JUNIOR, O. Interferência entre a ocupação urbana e a dinâmica natural n Litoral Sul do Paraná. **Análise Conjuntural**, v. 25, n.11-12. Curitiba, p. 13., nov/dez 2003.

BIGARELLA, J.J. **Contribuição ao estudo da planície litorânea do estado do Paraná**. Arquivo de Biologia e Tecnologia. N.1 Curitiba, 1946. 75-111p.

BIGARELLA, J.J; BEKER, R.D.; DE MATOS, D.J.; WENER, A. **A Serra do mar e a porção oriental do estado do Paraná. Um problema de segurança ambiental e nacional (contribuição à geografia, geologia e ecologia regional)**. Governo do Estado do Paraná, Secretaria de Estado do Planejamento – Associação de Defesa e Educação Ambiental (ADEA). Curitiba, 1978. 248p.

BIRD, E. C. F. **Coastal geomorphology : an introduction**. Segunda edição. Editora John Wiley & Sons Ltd. West Sussex, Inglaterra, 2008. 411p.

BOOTH, B. **Using ArcGIS 3D Analyst**. Environmental Systems Research Institute, Inc., 2001. 218p.

BRAUKO, K. M. **Efeitos da passagem de sistemas frontais sobre a macrofauna bêntica de praias arenosas do Paraná (Brasil)**. 62p. Dissertação (mestrado em Ciências Biológicas) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CAMARGO, M. G. SysGran: Um sistema de código aberto para análises granulométricas de sedimento. **Revista Brasileira de Geociências**, v 36, n. 2, p. 371-378. 2006.

- CARVER, R.E. **Procedures in Sedimentary Petrology**. Wiley-Interscience; New York, 1971. 672 p.
- CHRISTOFOLETI, A. **Geomorfologia**. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, 1974. 99-117p.
- CUNHA, S. B.; GUERRA, A.J.T. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Bertrand Brasil Ltda., Rio de Janeiro, 1994. 472 p.
- DE MORAIS, J. O.; PINHEIRO L. S.; DE OLIVEIRA G. G.; MOURA M. R. Morfodinâmica Praial e suas Implicações no Surgimento de Riscos no uso das Praias de Iparana e Pacheco, Caucaí – CE. **II Congresso Brasileiro de Oceanografia**, v. 1. Vitória - ES – Brasil. 09 a 12 de Outubro de 2005.
- DIAS, J.M.A. **Estudo de Avaliação da Situação Ambiental e Proposta de Medidas de Salvaguarda para a Faixa Costeira Portuguesa**. Relatório não publicado. Lisboa, 1993. 137p.
- HUGHES, Z.J., FITZGERALD, D.M. HOWES, N.C. and ROSEN, P.S. The impact of natural waves and ferry wakes on bluff erosion and beach morphology, Boston Harbor, USA. **Journal of Coastal Research**. SI 50 (Proceedings of the 9th International Coastal Symposium), 497 – 501. Gold Coast, Australia, 2007.
- IPARDES. (1990). **Macrozoneamento da APA de Guaraqueçaba**. Curitiba. Volume 2.
- JENNINGS, S. Coastal Tourism and Shoreline Management. **Annals of Tourism Research**, Vol. 31, No. 4, pp. 899–922, 2004.
- KLEIN. A. H. F.; DIEHL F. L.; RIBEIRO JUNIOR O.; BENEDET FILHO O. O Litoral de Santa Catarina e a Ocupação Desordenada das suas Praias. **Gerenciamento Costeiro Integrado**, n. 2, p. 06-07. Itajaí, SC, 2002.
- KOMAR, P. D. **Beach Processes and Sedimentation**. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1976. 428p.
- KRELLING, A.P. (2004). **Caracterização Sócio-Ambiental da Ponta do Poço**. Monografia (Graduação em Oceanografia) - Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2004.
- KROON, A. & MASSELINK, G. Morphodynamics of intertidal bar morphology on a macrotidal beach under low energy wave conditions, North Lincolnshire, England. **Marine Geology**, Amsterdam, v. 190, p. 591-608, 2002.
- KRUEGER, C.P.; Soares, C.R.; Marone, E., Rieseberg, C.E.; Pilati, F.B.; Krüger, M.M.; Prado, A; Masuko, H.A.. Levantamento com GPS da linha de costa na área erosiva da Ponta do Poço (PR). **In: 2º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário**. Anais, III-184 - III-192. Florianópolis, 1996.

- KRUEGER, C.P.; SOARES, C.R.; DO PRADO, A.1996. Monitoramento do Recuo e da Progradação da Linha de Costa Utilizando o Sistema de Posicionamento Global (GPS). **COBRAC 98. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário**. UFSC Florianópolis 18 a 22 de Outubro 1998.
- LAMOUR, M. R. **DINÂMICA SEDIMENTAR DO CANAL DA GALHETA, VIA DE ACESSO AO PORTO DE PARANAGUÁ – PR 102P**. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, 2000.
- LAMOUR, M. R.; ODRESKI, L.L.R.; SOARES, C.R. Considerations Regarding Shoreline Morphology Variations at an Inlet in Southern Brazil. **Journal of Coastal Research**. SI 39 (Proceeding of the 8th International Coastal Symposium). Itajaí, SC Brazil, 2003.
- LAMOUR, M. R.; Noernberg, M. A.; De Quadros C. J. L.; Odreski L. L. R.; Soares C. R. Erosão na Desembocadura Sul da Baía de Paranaguá e sua Relação com o Assoreamento do Canal da Galheta. **II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa**. 4p. Brasil, 2003.
- LAMOUR, M.R.; SOARES, C.R.; CARRILHO, J.C. Mapas dos parâmetros texturais dos sedimentos de fundo do Complexo Estuarino de Paranaguá – Pr. **Boletim. Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 55, p. 77-82, 2004.
- LAMOUR, M. R. **MORFODINÂMICA SEDIMENTAR DA DESEMBOCADURA DO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ – PR 107**. Tese (Doutorado em Geologia) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, 2007.
- LAMOUR, M.R.; ANGULO R.J.; SOARES C.R. Bathymetrical Evolution of Critical Shoaling Sectors on Galheta Channel, Navigable Access to Paranaguá Bay, Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 23 p. 49-58. West Palm Beach, Florida. January, 2007.
- LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. **In: Ecological Studies, Coastal Marine Ecosystems of Latin America**. 144,131-145 p.Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000.
- LAUBE, D.M., LAMOUR, M.R. Caracterização e Quantificação das Obras de Estabilização do Balneário Pontal II. **In: XX Semana Nacional de Oceanografia**. Anais v.1, p. 3, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, 19 a 24 de Outubro, 2008.
- LAUBE, D.M. & LAMOUR, M. R. A Dinâmica Erosiva do Balneário Pontal II e suas Implicações para a Gestão Costeira. **In: XII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**. Anais v. 1, p. 1, La Plata, Argentina, 21 a 23 de Setembro, 2009.

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

MARONE, E.; NOERNBERG, M. A.; MANTOVANELLI, A.; LAUTERT, L. F. C.; KLIGENFUSS, M. S.; PRATA JUNIOR, V. P.; QUADROS, C. L.; Martins G. J. **Cartas de correntes de maré da Baía de Paranaguá**. Relatório técnico do convênio APPA/CEM. Pontal do Sul, 1999.

MANTOVANELLI, A.; MARONE, E.; DA SILVA, E.T.; LAUTERTA, L.F.; KLINGENFUSS, M.S.; PRATA, JR., V.P.; NOERNBERG, M.A.; KNOPPERS, B.A.; ANGULO, R.J. Combined tidal velocity and duration asymmetries as a determinant of water transport and residual flow in Paranaguá Bay estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** n. 59 Elsevier. 523-537p., 2004.

MARTINS, G. J.; MARONE, E.; ANGULO, R. J.; NOERNBERG, M. A.; QUADROS, C. J. L. **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 Editora UFPR. Curitiba: 51-64p., 2004.

MCNINCH, J. E. Geologic control in the nearshore: shore-oblique sandbars and shoreline erosional hotspots, Mid-Atlantic Bight, USA, **Marine Geology**, Amsterdam, v. 211, p. 121–141, 2004.

MIHALY, P. **Dinâmica Sedimentar do Litoral Norte Paranaense e Extremo Sul Paulista**. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997

MINAMI, M. **Using ArcMap**. Environmental Systems Research Institute, Inc., 2001. 538p.

MUEHE, D. Geomorfologia costeira. In: CUNHA, S.B. da & GUERRA, A.J.T. **Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, p. 191–238, 1996.

JACKSON, N. L.; NORDSTROM, K.F.; ELIOT, I. MASSELINK, G. 'Low Energy' Sandy Beaches in Marine and Estuarine Environments: a Review. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 48, p. 147-162, 2002.

PARNELL, K.E, MCDONALD, S.C. AND BURKE, A.E. Shoreline effects of vessel wakes, Marlborough Sounds, New Zealand. **Journal of Coastal Research**. SI 50 (Proceedings of the 9th International Coastal Symposium), p. 502 – 506. Gold Coast, Australia, 2007.

PILKEY, O. H. & THIELER, E.R.. **Erosion of the United States shoreline. Quaternary Coasts of the United States: Marine and Lacustrine Systems**, SEPM Special Publication nº 48, 7 p., 1992.

QUADROS, C.J.L. **Morfodinâmica praias associada a passagens de sistemas frontais em duas praias arenosas do litoral paranaense**. Dissertação (Mestrado em Geologia) Universidade Federal do Paraná., Curitiba, 2002.

SAVI, D.,C. Erosão e Acresção Costeira na Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, RJ, **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, v. 25, p. 91-99, 2006.

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

SOARES, C. R.; PARANHOS FILHO, A.C.; SOUZA, M.C.; BRANCO,J.C.; FABIANOVICZ, R.; DOS PRAZERES FILHO, H.J; KOGUT, J.S. Variações da Linha de Costa no Balneário Pontal do Sul (PR) no Período 1953-1993: Um Balanço Sedimentar. **Boletim Paranaense de Geociências**. n.42. 161-171p. Editora UFPR. Curitiba, 1994.

SOARES, C. R; BORZONE, C. A & SOUZA, J. R. B. Variações morfológicas e sedimentológicas ao longo de um ciclo anual numa praia arenosa no sul do Brasil. **Ecologia de Praias Arenosas do Litoral Brasileiro**. N.03. 245-258p., 1997.

SORES, C. R.; MARONE, E.; DO PRADO. A.; ARAÚJO, A. D.; KRUEGER, C.P.; CARRILHO, J.C.; ODRISKI, L.L.R.; LAMOUR, M.R.; NETO, M.N.. Cadastro da Posição da Linha de Costa da Desembocadura da Baía de Paranaguá com o Emprego do Sistema de Posicionamento Global (GPS), para a Atualização de Cartas Náuticas. **Relatório do Convênio APPA**. Pontal do Paraná, 1999.

SOARES, C.R. **Os portos de Paranaguá (PR) e Itajaí (SC): análise comparativa das suas relações com as cidades de inserção, da estrutura operacional atual e das condições sócio-ambientais das regiões de entorno**. 184p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

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.

VIENNEAU, A. **Using ArcCatalog**. Environmental Systems Research Institute, Inc., 2001. 294p.

WIJNBERG, K. M. & KROON, A. Barred Beaches. **Geomorphology**. v.48. 103 - 120 p. Editora Elsevier, 2002.

ZEM, R. C.; MARONE, E.; PATCHINEELAM, S. M. Síntese de Métodos de Análises Granulométrico em Sedimentos. **In: XI Congreso Latino Americano de Ciencias del Mar**. Viña Del Mar. Programa y Resúmenes, v. único. P211, 2005.

11. ANEXOS

TABELA 4: FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DA AMOSTRAS COLETADAS EM DEZEMBRO DE 2007

Amostra	Média	Classificação	Mediana	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação
P1-P0	2,46	Areia fina	2,411	0,3604	Bem selecionado	0,2417	Positiva	0,8588	Platicúrtica
P1-P3	2,723	Areia fina	2,751	0,4639	Bem selecionado	-0,1696	Negativa	1,566	Muito leptocúrtica
P1-P5	2,786	Areia fina	2,782	0,4211	Bem selecionado	-0,0067	Aproximadamente simétrica	0,9943	Mesocúrtica
P1-P7	2,687	Areia fina	2,716	0,3342	Muito bem selecionado	-0,08401	Aproximadamente simétrica	1,333	Leptocúrtica
P1-P11	2,591	Areia fina	2,649	0,3114	Muito bem selecionado	-0,2962	Negativa	0,9515	Mesocúrtica
P1-P14	2,476	Areia fina	2,437	0,3459	Muito bem selecionado	0,1927	Positiva	0,8128	Platicúrtica
P2-P0	2,492	Areia fina	2,616	0,6592	Moderadamente selecionado	-0,2692	Negativa	0,9241	Mesocúrtica
P2-P1	2,468	Areia fina	2,371	0,4042	Bem selecionado	0,4052	Muito positiva	0,9971	Mesocúrtica
P2-P2	2,453	Areia fina	2,392	0,377	Bem selecionado	0,2947	Positiva	0,9175	Mesocúrtica
P2-P3	2,678	Areia fina	2,674	0,4433	Bem selecionado	0,0417	Aproximadamente simétrica	0,8831	Platicúrtica
P2-P8	2,479	Areia fina	2,449	0,3296	Muito bem selecionado	0,1231	Positiva	0,7478	Platicúrtica
P2-P10	2,578	Areia fina	2,628	0,3043	Muito bem selecionado	-0,2504	Negativa	0,8522	Platicúrtica
P2-P14	2,731	Areia fina	2,731	0,193	Muito bem selecionado	-0,134	Negativa	1,008	Mesocúrtica
P3-P0	2,373	Areia fina	2,322	0,3026	Muito bem selecionado	0,3209	Muito positiva	1,211	Leptocúrtica
P3-P2	2,623	Areia fina	2,653	0,474	Bem selecionado	-0,0910	Aproximadamente simétrica	1,022	Mesocúrtica
P3-P7	2,648	Areia fina	2,686	0,2813	Muito bem selecionado	-0,2876	Negativa	1,169	Leptocúrtica
P3-P9	2,48	Areia fina	2,438	0,3623	Bem selecionado	0,2172	Positiva	0,8541	Platicúrtica
P3-P13	2,724	Areia fina	2,724	0,2714	Muito bem selecionado	-0,0609	Aproximadamente simétrica	1,32	Leptocúrtica
P4-P0	2,444	Areia fina	2,433	0,3564	Bem selecionado	-0,0278	Aproximadamente simétrica	0,8648	Platicúrtica
P4-P3	2,412	Areia fina	2,447	0,5642	Moderadamente selecionado	-0,0413	Aproximadamente simétrica	0,8679	Platicúrtica
P4-P7	2,412	Areia fina	2,344	0,3764	Bem selecionado	0,2935	Positiva	1,126	Leptocúrtica
P4-P9	2,516	Areia fina	2,483	0,4017	Bem selecionado	0,1919	Positiva	0,8775	Platicúrtica
P4-P14	2,592	Areia fina	2,649	0,4454	Bem selecionado	-0,1656	Negativa	1,096	Mesocúrtica

TABELA 5: FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DA AMOSTRAS COLETADAS EM JUNHO DE 2008

Amostra	Média	Classificação	Mediana	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação
P1-P0C	2,279	Areia fina	2,277	0,4555	Bem selecionado	-0,0202	Aproximadamente simétrica	1,087	Mesocúrtica
P1-P2C	2,381	Areia fina	2,609	0,7057	Moderadamente selecionado	-0,4330	Muito negativa	0,9901	Mesocúrtica
P1-P4C	2,438	Areia fina	2,359	0,9333	Moderadamente selecionado	-0,1665	Negativa	3,715	Extremamente leptocúrtica
P1-P8C	2,22	Areia fina	2,135	0,5392	Moderadamente selecionado	0,2515	Positiva	0,7454	Platicúrtica
P1-P11C	2,527	Areia fina	2,517	0,4561	Bem selecionado	0,0214	Aproximadamente simétrica	1,051	Mesocúrtica
P1-P13C	2,462	Areia fina	2,419	0,3292	Muito bem selecionado	0,1869	Positiva	0,7699	Platicúrtica
P2-P0C	2,357	Areia fina	2,321	0,2738	Muito bem selecionado	0,2506	Positiva	1,068	Mesocúrtica
P2-P1C	2,548	Areia fina	2,576	0,4266	Bem selecionado	-0,0998	Aproximadamente simétrica	1,056	Mesocúrtica
P2-P3C	2,366	Areia fina	2,318	0,298	Muito bem selecionado	0,3076	Muito positiva	1,184	Leptocúrtica
P2-P6C	2,461	Areia fina	2,418	0,3589	Bem selecionado	0,2129	Positiva	0,8378	Platicúrtica
P2-P8C	2,517	Areia fina	2,512	0,324	Muito bem selecionado	0,0199	Aproximadamente simétrica	0,7374	Platicúrtica
P2-P11C	2,318	Areia fina	2,303	0,2491	Muito bem selecionado	0,2395	Positiva	1,193	Leptocúrtica
P2-P13C	2,766	Areia fina	2,766	0,3085	Muito bem selecionado	-0,0354	Aproximadamente simétrica	1,51	Muito leptocúrtica
P3-P2C	2,427	Areia fina	2,377	0,3838	Bem selecionado	0,1432	Positiva	0,9737	Mesocúrtica
P3-P3C	2,407	Areia fina	2,382	0,498	Bem selecionado	-0,1795	Negativa	1,57	Muito leptocúrtica
P3-P5C	2,449	Areia fina	2,358	0,3895	Bem selecionado	0,408	Muito positiva	1,073	Mesocúrtica
P3-P7C	2,373	Areia fina	2,323	0,2988	Muito bem selecionado	0,3095	Muito positiva	1,176	Leptocúrtica
P3-P10C	2,535	Areia fina	2,524	0,3789	Bem selecionado	0,1189	Positiva	0,8753	Platicúrtica
P3-P13C	2,409	Areia fina	2,342	0,3434	Muito bem selecionado	0,3651	Muito positiva	1,152	Leptocúrtica
P4-P0C	2,251	Areia fina	2,251	0,3035	Muito bem selecionado	0,0239	Aproximadamente simétrica	1,449	Leptocúrtica
P4-P3C	2,843	Areia fina	2,849	0,4347	Bem selecionado	-0,0587	Aproximadamente simétrica	0,8798	Platicúrtica
P4-P4C	2,905	Areia fina	2,865	0,3449	Muito bem selecionado	0,0966	Aproximadamente simétrica	0,9626	Mesocúrtica
P4-P12C	2,552	Areia fina	2,564	0,4384	Bem selecionado	-0,0078	Aproximadamente simétrica	0,9753	Mesocúrtica
P4-P14C	2,498	Areia fina	2,489	0,6858	Moderadamente selecionado	-0,2718	Negativa	2,283	Muito leptocúrtica

TABELA 6: FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DA AMOSTRAS COLETADAS EM AGOSTO DE 2008

Amostra	Média	Classificação	Mediana	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação
P1-P0	2,344	Areia fina	2,3	0,4152	Bem selecionado	0,08206	Aproximadamente simétrica	1,201	Leptocúrtica
P1-P2	2,207	Areia fina	2,278	0,7348	Moderadamente selecionado	-0,221	Negativa	1,404	Leptocúrtica
P1-P3	2,557	Areia fina	2,567	0,374	Bem selecionado	0,04546	Aproximadamente simétrica	0,8868	Platicúrtica
P1-P6	2,816	Areia fina	2,802	0,4175	Bem selecionado	-0,01832	Aproximadamente simétrica	1,075	Mesocúrtica
P1-P12	2,715	Areia fina	2,738	0,3675	Bem selecionado	-0,08066	Aproximadamente simétrica	1,366	Leptocúrtica
P2-P0	2,33	Areia fina	2,287	0,3676	Bem selecionado	0,1161	Positiva	1,409	Leptocúrtica
P2-P1	2,433	Areia fina	2,345	0,44	Bem selecionado	0,2618	Positiva	1,327	Leptocúrtica
P2-P3	2,759	Areia fina	2,759	0,2533	Muito bem selecionado	0,02802	Aproximadamente simétrica	1,297	Leptocúrtica
P2-P7	2,84	Areia fina	2,802	0,3704	Bem selecionado	0,05856	Aproximadamente simétrica	1,148	Leptocúrtica
P2-P12	2,901	Areia fina	2,87	0,3803	Bem selecionado	0,009094	Aproximadamente simétrica	0,9951	Mesocúrtica
P3-P0	2,421	Areia fina	2,369	0,3285	Muito bem selecionado	0,2369	Positiva	0,8307	Platicúrtica
P3-P1	2,337	Areia fina	2,302	0,2895	Muito bem selecionado	0,2465	Positiva	1,187	Leptocúrtica
P3-P2	2,364	Areia fina	2,318	0,2951	Muito bem selecionado	0,3048	Muito positiva	1,182	Leptocúrtica
P3-P3	2,427	Areia fina	2,346	0,701	Moderadamente selecionado	-0,06797	Aproximadamente simétrica	2,665	Muito leptocúrtica
P3-P7	2,648	Areia fina	2,686	0,2813	Muito bem selecionado	-0,2876	Negativa	1,169	Leptocúrtica
P3-P13	2,725	Areia fina	2,725	0,2009	Muito bem selecionado	-0,1513	Negativa	1,058	Mesocúrtica
P4-P0	2,418	Areia fina	2,386	0,3951	Bem selecionado	0,02015	Aproximadamente simétrica	0,9415	Mesocúrtica
P4-P1	2,257	Areia fina	2,292	0,8428	Moderadamente selecionado	-0,3503	Muito negativa	2,916	Muito leptocúrtica
P4-P2	2,6	Areia fina	2,633	0,4026	Bem selecionado	-0,02812	Aproximadamente simétrica	0,9355	Mesocúrtica
P4-P6	2,593	Areia fina	2,583	0,5453	Moderadamente selecionado	-0,02248	Aproximadamente simétrica	0,9367	Mesocúrtica
P4-P14	2,734	Areia fina	2,734	0,1841	Muito bem selecionado	-0,106	Negativa	0,9361	Mesocúrtica

TABELA 7: FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DA AMOSTRAS COLETADAS EM DEZEMBRO DE 2008

Amostra	Média	Classificação	Mediana	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação
P1-P1	2,433	Areia fina	2,353	0,366	Bem selecionado	0,396	Muito positiva	1,122	Leptocúrtica
P1-P2	2,464	Areia fina	2,397	0,5052	Moderadamente selecionado	0,1377	Positiva	1,054	Mesocúrtica
P1-P3	2,204	Areia fina	2,328	0,7724	Moderadamente selecionado	-0,2644	Negativa	1,585	Muito leptocúrtica
P1-P5	2,346	Areia fina	2,304	0,3029	Muito bem selecionado	0,3163	Muito positiva	1,269	Leptocúrtica
P1-P7	2,333	Areia fina	2,29	0,3582	Bem selecionado	0,269	Positiva	1,673	Muito leptocúrtica
P1-P12	2,264	Areia fina	2,264	0,232	Muito bem selecionado	0,2221	Positiva	1,327	Leptocúrtica
P1-P14	2,599	Areia fina	2,637	0,3494	Muito bem selecionado	-0,0837	Aproximadamente simétrica	0,9456	Mesocúrtica
P2-P1	2,424	Areia fina	2,362	0,4575	Bem selecionado	0,1468	Positiva	1,15	Leptocúrtica
P2-P2	2,527	Areia fina	2,477	0,4143	Bem selecionado	0,2373	Positiva	0,8701	Platicúrtica
P2-P3	2,453	Areia fina	2,367	0,3914	Bem selecionado	0,385	Muito positiva	1,014	Mesocúrtica
P2-P8	2,429	Areia fina	2,363	0,3589	Bem selecionado	0,3254	Muito positiva	0,9736	Mesocúrtica
P2-P14	2,404	Areia fina	2,347	0,3154	Muito bem selecionado	0,2851	Positiva	0,9413	Mesocúrtica
P3-P1	2,571	Areia fina	2,569	1,407	Pobrememente selecionado	-0,3884	Muito negativa	4,129	Extremamente leptocúrtica
P3-P2	2,362	Areia fina	2,311	0,3733	Bem selecionado	0,1367	Positiva	1,218	Leptocúrtica
P3-P3	2,473	Areia fina	2,4	0,804	Moderadamente selecionado	-0,1272	Negativa	2,069	Muito leptocúrtica
P3-P6	2,668	Areia fina	2,394	0,6249	Moderadamente selecionado	0,5889	Muito positiva	1,083	Mesocúrtica
P3-P11	2,529	Areia fina	2,52	0,3654	Bem selecionado	0,1046	Positiva	0,857	Platicúrtica
P4-P1	2,283	Areia fina	2,272	0,423	Bem selecionado	0,02559	Aproximadamente simétrica	1,069	Mesocúrtica
P4-P2	2,585	Areia fina	2,51	0,4387	Bem selecionado	0,2675	Positiva	0,8234	Platicúrtica
P4-P7	2,374	Areia fina	2,315	0,3369	Muito bem selecionado	0,3616	Muito positiva	1,35	Leptocúrtica
P4-P14	2,531	Areia fina	2,481	0,4025	Bem selecionado	0,2427	Positiva	0,8746	Platicúrtica

TABELA 8: FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DA AMOSTRAS COLETADAS EM FEVEREIRO DE 2009

Amostra	Média	Classificação	Mediana	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação
P1-P0	2,363	Areia fina	2,315	0,3023	Muito bem selecionado	0,3002	Muito positiva	1,164	Leptocúrtica
P1-P1	2,454	Areia fina	2,41	0,457	Bem selecionado	0,07485	Aproximadamente simétrica	1,124	Leptocúrtica
P1-P4	2,421	Areia fina	2,365	0,3227	Muito bem selecionado	0,2649	Positiva	0,8626	Platicúrtica
P1-P8	2,37	Areia fina	2,321	0,3084	Muito bem selecionado	0,2731	Positiva	1,127	Leptocúrtica
P1-P13	2,61	Areia fina	2,646	0,381	Bem selecionado	-0,04461	Aproximadamente simétrica	0,9728	Mesocúrtica
P2-P1	2,53	Areia fina	2,447	0,4272	Bem selecionado	0,3205	Muito positiva	0,8602	Platicúrtica
P2-P4	2,399	Areia fina	2,341	0,3154	Muito bem selecionado	0,3059	Muito positiva	1,014	Mesocúrtica
P2-P8	2,388	Areia fina	2,319	0,3934	Bem selecionado	0,2677	Positiva	1,464	Leptocúrtica
P2-P12	2,269	Areia fina	2,269	0,2187	Muito bem selecionado	0,1811	Positiva	1,157	Leptocúrtica
P2-P14	2,519	Areia fina	2,505	0,3551	Bem selecionado	0,1109	Positiva	0,8342	Platicúrtica
P3-P0	2,421	Areia fina	2,369	0,3285	Muito bem selecionado	0,2369	Positiva	0,8307	Platicúrtica
P3-P1	2,337	Areia fina	2,302	0,2894	Muito bem selecionado	0,2472	Positiva	1,186	Leptocúrtica
P3-P3	2,39	Areia fina	2,352	0,5022	Moderadamente selecionado	-0,1305	Negativa	1,607	Muito leptocúrtica
P3-P9	2,366	Areia fina	2,32	0,2954	Muito bem selecionado	0,2925	Positiva	1,143	Leptocúrtica
P3-P14	2,532	Areia fina	2,434	0,4261	Bem selecionado	0,3607	Muito positiva	0,8596	Platicúrtica
P4-P0	2,582	Areia fina	2,563	0,4056	Bem selecionado	0,1373	Positiva	0,8686	Platicúrtica
P4-P1	2,558	Areia fina	2,462	0,4486	Bem selecionado	0,32	Muito positiva	0,8236	Platicúrtica
P4-P3	2,572	Areia fina	2,596	0,3825	Bem selecionado	-0,00137	Aproximadamente simétrica	0,9109	Mesocúrtica
P4-P7	2,49	Areia fina	2,6	0,5844	Moderadamente selecionado	-0,2119	Negativa	0,8551	Platicúrtica
P4-P14	2,37	Areia fina	2,321	0,3083	Muito bem selecionado	0,2734	Positiva	1,127	Leptocúrtica