

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

VITÓRIA CARNEIRO KOVALHUK

**RELAÇÕES OCEANOGRÁFICAS ENTRE A PLATAFORMA CONTINENTAL
RASA E O COMPORTAMENTO MORFOSEDIMENTAR DAS PRAIAS DO
ARCO PRAIAL DO ESTADO DO PARANÁ**

Pontal do Paraná

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

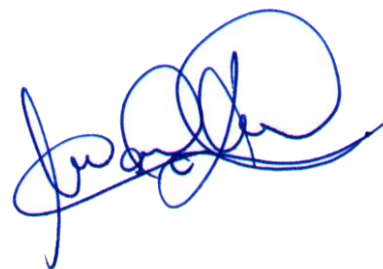
**RELAÇÕES OCEANOGRÁFICAS ENTRE A PLATAFORMA CONTINENTAL
RASA E O COMPORTAMENTO MORFOSEDIMENTAR DAS PRAIAS DO
ARCO PRAIAL DO ESTADO DO PARANÁ**

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

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Renato Lamour.

Pontal do Paraná

2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Marcelo', written in a cursive style.

CATALOGAÇÃO NA FONTE:

UFPR / SiBi - Biblioteca do Centro de Estudos do Mar

Elda Lopes Lira – CRB 9/1295

K88r Kovalhuk, Vitória Carneiro
Relações oceanográficas entre a plataforma continental rasa e o comportamento morfosedimentar das praias do arco praiial do Estado do Paraná. / Vitória Carneiro Kovalhuk. – Pontal do Paraná, 2018.
84f.: il.; 29 cm.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Renato Lamour

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

1. Oceanografia. 2. Plataforma Continental. 3. Estado do Paraná. I. Título. II. Lamour, Marcelo Renato. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD 551.46

AGRADECIMENTOS

Mais um ciclo que se fecha e logo haverá um novo para começar a trilhar. Quantas coisas esse ciclo de 5 anos me ensinou. Tantas diferenças entre o “eu” do primeiro ano e o “eu” de agora, que ainda tem muito o que aprender com a vida. Mas, que orgulho poder crescer, nem que seja um pouquinho.

Agradeço profundamente meus pais, Maria Teresa e Adriano, e minha irmã, Isadora, pelo suporte durante essa caminhada. Pelo carinho. Pelos puxões de orelha. Pelo amor incondicional. Amo vocês.

Agradeço a Universidade por todo o conhecimento científico e experiências acadêmicas. Foi através da UFPR que encontrei minha verdadeira vocação profissional. Serei eternamente grata e levarei comigo todo o aprendizado que me foi proporcionado.

Agradeço ao meu orientador, Marcelo Lamour, por me dar a oportunidade de fazer parte do LoGeo e pelos conhecimentos. Agradeço também a banca, Professor Carlos Soares e Professor Borzone, por aceitarem meu convite e por terem paciência em ler minha monografia.

Agradeço à Lígia, Yan, Janayne, Luana, Mariana, Catherine, Anna Karolyna por comporem minhas equipes das saídas de campo longas e cansativas. Luana agradeço muito pela ajuda com o processamento dos dados de ventos e Mariana por disponibilizar o seu carro em uma das minhas saídas. Agradeço ao Jeremias, motorista parceiro que esteve presente em todas as saídas, sempre agradecerei você por salvar minhas amostras do caminhão de lixo. É...As saídas de campo sempre renderam boas histórias para contar depois.

Além do conhecimento, a Universidade também me proporcionou conhecer as duas pessoas que eu vou levar no meu coração para o resto da vida. Jennifer e Dilson. Meus queridos melhores amigos. Sentirei muitas saudades de vocês. Das conversas, das risadas e de todo o suporte que vocês me deram desde que os conheci.

Por último, e não menos importante, agradeço a Deus. A vontade de gritar e espernear por estar nesta dimensão paralela chamada Pontal do Sul foi bem grande durante esses 5 anos, mas senti minhas forças serem renovadas todos os dias para continuar trilhando o meu caminho.

“É tempo de nascer. É tempo de morrer.
Tempo de plantar e tempo de colher o
que se plantou”

RESUMO

O litoral paranaense possui um extenso arco praial na sua porção centro-norte, que está disposto entre duas desembocaduras estuarinas (Complexo Estuarino de Paranaguá e a Baía de Guaratuba). A extremidade sul, onde se localiza o município de Matinhos, apresenta urbanização mais intensa, havendo problemas relacionados a erosão costeira. Na extremidade norte do arco, o município de Pontal do Paraná possui áreas de restinga preservada. O objetivo do presente trabalho foi determinar as relações oceanográficas entre a plataforma continental rasa e o comportamento morfosedimentar das praias do arco praial do Paraná. Este trabalho considerou dois conjuntos de dados topográficos (pretéritos e atuais), que foram organizados em planilhas no *software* Excel de acordo com sua distribuição espacial e cronologia de obtenção. As informações dos perfis praias pretéritos, obtidas entre 1992 a 1994 e entre 2007 a 2009, serviram como base para a realização dos levantamentos atuais em 2018, que ocorreram em 5 pontos em Pontal do Paraná e 2 pontos em Matinhos (PR). Adicionalmente aos levantamentos topográficos atuais foram coletadas amostras de sedimentos em três seções ao longo de cada perfil, que possibilitaram a determinação dos teores de matéria orgânica, carbonatos e as características granulométricas de cada ponto. A partir dos dados topográficos pretéritos e atuais, foram gerados diagramas 2D no *software* Adobe Illustrator. No *software* Surfer 13 foram gerados diagramas 3D e calculados os volumes de cada perfil, para assim poder correlacionar as variações morfo-sedimentares das praias analisadas com os agentes oceanográficos e a geomorfologia da plataforma rasa. A partir dos diagramas e variações volumétricas totais, pode-se observar que os perfis de Pontal do Paraná apresentaram processos erosivos relacionados às células de deriva litorânea convergentes, de tendências erosivas, e aos paleocanal da plataforma rasa alinhados a esses perfis. Em Matinhos, o ponto mais ao norte do município, apresentou tendências erosivas relacionadas com o desequilíbrio da dinâmica sedimentar. Já o ponto mais ao sul, apresentou tendências depositivas, devido ao delta de maré da Baía de Guaratuba que minimiza a energia das ondas incidentes.

Palavras-chave: *praias; plataforma continental; ondas*

ABSTRACT

The coast of Paraná has an extensive praiial arc in its north-central portion, which is arranged between two estuarine estuaries (Paranaguá Estuary Complex and Guaratuba Bay). The southern end, where the city of Matinhos is located, presents more intense urbanization, with problems related to coastal erosion. At the northern end of the arch, the city of Pontal do Paraná has preserved restinga areas. The objective of the present work was to determine the oceanographic relations between the shallow continental shelf and the behavior of the Paraná coastline. This work considered two sets of topographic data (past and present) that were organized in spreadsheets in the Excel software according to their spatial distribution and chronology of obtaining. The information of the past beach profiles, obtained between 1992 and 1994 and between 2007 and 2009, served as the basis for the present surveys in 2018, which occurred in 5 points in Pontal do Paraná and 2 points in Matinhos (PR). In addition to the presente topographic surveys sediment samples were collected in three sections along each profile, which allowed the determination of the organic matter, carbonates and granulometric characteristics of each point. From previous and present topographic data, 2D diagrams were generated in Adobe Illustrator software. In the Surfer 13 software 3D diagrams were generated and the volumes of each profile were calculated. In order to correlate the morpho-sedimentary variations with the oceanographic agents and the shallow platform geomorphology, so as to be able to correlate the morpho-sedimentary variations of the beaches analyzed with the oceanographic agents and the shallow platform geomorphology. From the diagrams and with the high volumetric values, one can observe the profiles of Pontal do Paraná, the erosive processes with convergent coastal drift cells, erosive erosive, and paleo-platform shallow aligned to these profiles. In Matinhos, the northernmost point of the municipality, presented erosive tendencies related to the imbalance of the sedimentary dynamics. At the southernmost point, it presented deposit tendencies due to the Guaratuba Bay sea delta that minimizes the energy of the incident waves.

Key-words: *beaches; continental shelf; waves*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Zonas de um sistema praial, onde podem ser observadas as principais variações geomorfológicas ao longo do perfil praial.....	20
FIGURA 2: Representação dos 6 estágios morfodinâmicos praiais, onde se destacam as vias das correntes de retorno.....	22
FIGURA 3: Localização do arco praial paranaense, onde podem ser observados os principais corpos estuarinos na região, os limites políticos entre os municípios do litoral paranaense e o Oceano Atlântico Sul.....	25
FIGURA 4: Representação das áreas onde ocorrem as zonas convergência e divergência das células de circulação costeira.....	26
FIGURA 5: Mapa batimétrico da plataforma continental paranaense.	28
FIGURA 6: Mapa de localização dos paleocanais identificados no litoral do Paraná... ..	29
FIGURA 7: Distribuição do diâmetro médio nos sedimentos de fundo da plataforma interna da porção central do litoral paranaense.	30
FIGURA 8: Localização dos 7 perfis ao longo do arco praial.....	32
FIGURA 9: Rés topográficas utilizadas para os trabalhos de campo. (A) Ponto P1; (B) Ponto P2; (C) Ponto P3 e (D) Ponto P4.	34
FIGURA 10: Croquis dos perfis topográficos. (A) Ponto P1 e (B) Ponto P2.....	35
FIGURA 11: Croquis dos perfis topográficos. (C) Ponto P3 e (D) Ponto P4.....	35
FIGURA 12: Rés topográficas utilizadas para os trabalhos de campo. (A) Ponto P5; (B) Ponto P6 e (C) Ponto P7.....	36
FIGURA 13: Croquis dos perfis topográficos. (A) Ponto P5, (B) Ponto P6 e (C) Ponto P7.....	36
FIGURA 14: Representações topográficas dos perfis de Maio de 2007 e Maio de 2008 de P1, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho.	42
FIGURA 15: Representações topográficas dos perfis de Maio de 2008 e Julho de 2008 de P1, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde.	42
FIGURA 16: Representações topográficas dos perfis de Julho de 2008 e Abril de 2009 de P1, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras	

– estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho. 43

FIGURA 17: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2009 e Abril de 2018 de P1, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho. 43

FIGURA 18: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2018 e Junho de 2018 de P1, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde. 44

FIGURA 19:: Representações topográficas dos perfis de Junho de 2018 e Agosto de 2018 de P1, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde. 44

FIGURA 20: Representações topográficas dos perfis de Agosto de 2007 e Maio de 2008 de P2, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho. 47

FIGURA 21: Representações topográficas dos perfis de Maio de 2008 e Abril de 2009 de P2, com escala horizontal e vertical em metros (m). As depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feições erosivas – canais longitudinais – estão destacadas em vermelho. 48

FIGURA 22: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2009 e Abril de 2018 de P2, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho. 48

FIGURA 23: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2018 e Junho de 2018 de P2, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho. 49

FIGURA 24: Representações topográficas dos perfis de Junho de 2018 e Agosto de 2018 de P2, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho. 49

FIGURA 25: Representações topográficas dos perfis de Maio de 2007 e Maio de 2008 de P3, com escala horizontal e vertical em metros (m).. As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto as feições erosivas – canais longitudinais – estão destacadas em vermelho. 52

FIGURA 26: Representações topográficas dos perfis de Maio de 2008 e Julho de 2008 de P3, com escala horizontal e vertical em metros (m). As depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feições erosivas – canais longitudinais – estão destacadas em vermelho 53

- FIGURA 27: Representações topográficas dos perfis de Julho de 2008 e Abril de 2009 de P3, com escala horizontal e vertical em metros (m). As depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feições erosivas – canais longitudinais – estão destacadas em vermelho. 53
- FIGURA 28: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2009 e Abril de 2018 de P3, com escala horizontal e vertical em metros (m). As depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feições erosivas – canais longitudinais – estão destacadas em vermelho. 54
- FIGURA 29: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2018 e Junho de 2018 de P3, com escala horizontal e vertical em metros (m). As depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feições erosivas – canais longitudinais – estão destacadas em vermelho. 54
- FIGURA 30: Representações topográficas dos perfis de Junho de 2018 e Agosto de 2018 de P3, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho. 55
- FIGURA 31: Representações topográficas dos perfis de Maio de 2007 e Julho de 2007 de P4, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde. 58
- FIGURA 32: Representações topográficas dos perfis de Julho de 2007 e Maio de 2008 de P4, com escala horizontal e vertical em metros (m). A feição depositiva – barras – está destacada em verde. 58
- FIGURA 33: Representações topográficas dos perfis de Maio de 2008 e Julho de 2008 de P4, com escala horizontal e vertical em metros (m). A feição depositiva – barras – está destacada em verde. 59
- FIGURA 34: Representações topográficas dos perfis de Julho de 2008 e Abril de 2009 de P4, com escala horizontal e vertical em metros (m). A feições depositivas – barras – estão destacadas em verde. 59
- FIGURA 35: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2009 e Abril de 2018 de P4, com escala horizontal e vertical em metros (m). A feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho. 60
- FIGURA 36: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2018 e Junho de 2018 de P4, com escala horizontal e vertical em metros (m). A feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho. 60
- FIGURA 37: Representações topográficas dos perfis de Junho de 2018 e Agosto de 2018 de P4, com escala horizontal e vertical em metros (m) A feições depositivas – barras – estão destacadas em verde. 61

- FIGURA 38: Representações topográficas dos perfis de Maio de 2007 e Julho de 2007 de P5, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras e falésia – estão destacadas em verde. 64
- FIGURA 39: Representações topográficas dos perfis de Julho de 2007 e Maio de 2008 de P5, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde. 64
- FIGURA 40: Representações topográficas dos perfis de Maio de 2008 e Julho de 2008 de P5, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde. 65
- FIGURA 41: Representações topográficas dos perfis de Julho de 2008 e Abril de 2009 de P5, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde. 65
- FIGURA 42: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2009 e Abril de 2018 de P5, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho. 66
- FIGURA 43: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2018 e Junho de 2018 de P5, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho. 66
- FIGURA 44: Representações topográficas dos perfis de Junho de 2018 e Agosto de 2018 de P5, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde. 67
- FIGURA 45: Representações topográficas dos perfis de Fevereiro de 1994 e Abril de 2018 de P6, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde. 70
- FIGURA 46: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2018 e Junho de 2018 de P6, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde. 70
- FIGURA 47: Representações topográficas dos perfis de Junho de 2018 e Agosto de 2018 de P6, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde. 71
- FIGURA 48: Representações topográficas dos perfis de Julho de 1993 e Fevereiro de 1994 de P7, com escala horizontal e vertical em metros (m). As depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto as feições erosivas – canais longitudinais – estão destacadas em vermelho. 74
- FIGURA 49: Representações topográficas dos perfis de Fevereiro de 1994 e Abril de 2018 de P7, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas –

barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho. 74

FIGURA 50: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2018 e Junho de 2018 de P7, com escala horizontal e vertical em metros (m). A feições depositivas – barras – estão destacadas em verde..... 75

FIGURA 51: Representações topográficas dos perfis de Junho de 2018 e Agosto de 2018 de P7, com escala horizontal e vertical em metros (m). A feições depositivas – barras – estão destacadas em verde..... 75

FIGURA 52: Ventos das regiões de Guaratuba/PR e Paranaguá/PR durante os períodos de 01/04/2018 a 01/09/2018. 77

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Coordenadas das posições das rés dos perfis topográficos em UTM/SAD69 na Zona UTM 22 e Meridiano Central °51 00 00.....	33
TABELA 2: Diferenças volumétricas entre os levantamentos topográficos realizados em P1.....	41
TABELA 3: Teores médios de matéria orgânica e carbonatos das três seções do perfil praial de P1. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.....	41
TABELA 4: Classificação dos sedimentos quanto ao diâmetro, grau de seleção e assimetria dos sedimentos coletados nas três porções do perfil. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.	41
TABELA 5: Diferenças volumétricas entre os levantamentos topográficos realizados em P2.....	46
TABELA 6: Teores médios de matéria orgânica e carbonatos das três seções do perfil praial de P2. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.....	46
TABELA 7: Classificação dos sedimentos quanto ao diâmetro, grau de seleção e assimetria dos sedimentos coletados nas três porções do perfil P2. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.....	47
TABELA 8: Diferenças volumétricas entre os levantamentos topográficos realizados em P3.....	51
TABELA 9: Teores médios de matéria orgânica e carbonatos das três seções do perfil praial de P3. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.....	51
TABELA 10: Classificação dos sedimentos quanto ao diâmetro, grau de seleção e assimetria dos sedimentos coletados nas três porções do perfil P3. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.....	52
TABELA 11: Diferenças volumétricas entre os levantamentos topográficos realizados em P4.	56
TABELA 12: Teores médios de matéria orgânica e carbonatos das três seções do perfil praial de P4. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.....	57

TABELA 13: Classificação dos sedimentos quanto ao diâmetro, grau de seleção e assimetria dos sedimentos coletados nas três porções do perfil P4. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água..... 57

TABELA 14: Diferenças volumétricas entre os levantamentos topográficos realizados em P5..... 63

TABELA 15: Teores médios de matéria orgânica e carbonatos das três seções do perfil praial de P5. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água..... 63

TABELA 16: Classificação dos sedimentos quanto ao diâmetro, grau de seleção e assimetria dos sedimentos coletados nas três porções do perfil P5. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água..... 63

TABELA 17: Diferenças volumétricas entre os levantamentos topográficos realizados em P6..... 68

TABELA 18: Teores médios de matéria orgânica e carbonatos das três seções do perfil praial de P6. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água..... 69

TABELA 19: Classificação dos sedimentos quanto ao diâmetro, grau de seleção e assimetria dos sedimentos coletados nas três porções do perfil P6. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água..... 69

TABELA 20: Diferenças volumétricas entre os levantamentos topográficos realizados em P7..... 73

TABELA 21: Teores médios de matéria orgânica e carbonatos das três seções do perfil praial de P7. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água..... 73

TABELA 22: Classificação dos sedimentos quanto ao diâmetro, grau de seleção e assimetria dos sedimentos coletados nas três porções do perfil P7. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água..... 73

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	16
2.1. GERAL	16
2.2. ESPECÍFICOS	16
3. JUSTIFICATIVA	16
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
4.1. PLATAFORMA CONTINENTAL	17
4.2. PRAIAS	18
4.3. PLANÍCIE COSTEIRA	23
5. ÁREA DE ESTUDO	24
6. MATERIAL E MÉTODOS	31
6.1. LOCALIZAÇÃO DAS RÉS	32
6.1. TRABALHOS DE CAMPO	37
6.2. PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS SEDIMENTARES	37
6.3. PROCESSAMENTO DOS DADOS TOPOGRÁFICOS	38
6.4. DADOS DE VENTOS	39
6.5. FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS DA PLATAFORMA RASA PARANAENSE ...	39
7. RESULTADOS	40
7.1. PERFIS TOPOGRÁFICOS	40
7.1.1. P1	40
7.1.2. P2	45
7.1.3. P3	50
7.1.4. P4	55
7.1.5. P5	62
7.1.6. P6	68
7.1.7. P7	72
7.2. DADOS DE VENTOS	76
8. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	78
9. COMENTÁRIOS FINAIS	80
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

1. INTRODUÇÃO

A zona costeira é a fronteira entre o continente e o oceano, sendo portanto, um ambiente de alta energia, onde atuam forças físicas marinhas, continentais e antrópicas, que promovem processos geomorfológicos constantes tanto em suas áreas emersas quanto submersas (Silva *et al.*, 2004). A plataforma continental, considerada o prolongamento submerso da zona costeira, possui uma topografia que é um resultado a longo prazo do atrito que existe entre a interação da massa água com o fundo e das variações relativas do nível do mar durante o Quaternário (Wright, 1995). A porção mais próxima à costa é onde atuam os agentes hidrodinâmicos modeladores das praias, sendo as ondas e outras forças oceanográficas os principais responsáveis pelo transporte sedimentar entre as zonas do perfil praiial, desencadeando processos depositivos e erosivos nos mesmos (Short, 1999).

Neste contexto erosão, costeira é compreendida por ser um processo natural de suprimento negativo de sedimentos ao longo das praias, também sendo desencadeado por fatores antrópicos, através da urbanização da orla e de obras de contenção costeira, se tornando um fator de risco quando envolve perdas de áreas costeiras de interesse socioeconômico e ambiental. Demandando atenção dos gestores públicos e pesquisas especializadas sobre o tema (Novak *et al.*, 2016).

As variações da linha de costa do arco praiial paranaense além de estarem atribuídas a interferência antrópica, principalmente na porção centro-sul (Novak *et al.*, 2016), também ocorrem devido as dinâmicas naturais presentes, havendo áreas próximas às desembocaduras dos estuários, que são influenciadas pelos deltas de maré, e regiões expostas diretamente à energia ondas (Angulo *et al.*, 2016). Esta energia das ondas, variam de acordo com a incidência de ciclones subtropicais e também ao encontrar as diferentes feições geomorfológicas da plataforma continental (Short, 1999; Nemes, 2011).

O presente trabalho correlacionou a morfologia da plataforma continental rasa paranaense com as mudanças da linha de costa na última década, através da compreensão de como a batimetria influencia nas variações da energia das ondas e conseqüentemente na capacidade de desencadear tendências tanto erosivas quanto depositivas nas praias.

Diversos autores realizaram trabalhos na área de estudo (Soares, 1997; Alves & Lamour, 2011; Novak *et. al*, 2016; Novak, 2017), onde analisaram a morfologia e granulometria dos perfis praias, afim de monitorar tendências erosivas locais. Entretanto, não investigaram em uma maior escala de espaço e tempo os processos erosivos e não os correlacionaram com as feições morfológicas das zonas submersas das praias. Dados desta natureza permitem a identificação de *hotspots* erosivos ao longo de todo o arco praial, fornecendo ferramentas para que os gestores públicos planejem adequadamente as áreas costeiras do litoral do Paraná.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

Determinar as relações oceanográficas entre a plataforma continental rasa e o comportamento morfosedimentar das praias do arco praial do Paraná, evidenciando os principais efeitos da batimetria sobre a capacidade de progressão das ondas e do seu conseqüente direcionamento para *hotspots* erosivos.

2.2. ESPECÍFICOS

- Avaliar as características geomorfológicas da plataforma continental do litoral do Paraná que possam influenciar na progressão das ondas;
- Determinar as principais variações morfo-sedimentares das praias do arco praial paranaense e correlacionar com os aspectos geomorfológicos da plataforma continental;

3. JUSTIFICATIVA

Trabalhos realizados no arco praial paranaense demonstraram a complexidade da dinâmica natural na qual este ambiente é exposto, sendo influenciado constantemente pela dinâmica oceânica da plataforma continental rasa. Como consequência a esses fatores, algumas regiões do litoral do Paraná

apresentam problemas relacionados à erosão costeira, que pode vir a desencadear perdas de áreas ambientais e socioeconomicamente importantes (Soares *et al.*, 1997; Veiga, 2005; Mascari, 2007; Quadros *et al.*, 2007; Santos Filho, 2009; Alves & Lamour, 2011; Nêmes, 2011; Pilato, 2012; Novak *et al.*, 2016; Novak, 2017).

Diante do exposto, é importante o mapeamento das feições geomorfológicas da plataforma continental para compreender como seus aspectos influenciam nas mudanças da intensidade das ondas e quais são as respostas morfosedimentares que os perfis praias dão em relação a essas variações de energia. Com isto, visa-se compreender, através da integração e expansão do conhecimento sobre a área, se de fato as feições da plataforma rasa estão relacionadas com as variações morfosedimentares das praias do arco praiial. Desta maneira, espera-se demarcar áreas com processos erosivos e auxiliar futuramente os gestores públicos no planejamento do litoral paranaense.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. PLATAFORMA CONTINENTAL

A plataforma continental é definida por Corrêa & Weschenfelder (2015) como uma região rasa e de declividade suave, que circunda os continentes desde a linha de costa até a quebra do talude, possuindo em média 130 m de profundidade, que varia dependendo da latitude. De acordo com esses autores esse ambiente pode ser dividido em duas porções, sendo a primeira a plataforma interna, que compreende desde a linha de costa até 50 m de profundidade, e a segunda é a plataforma externa, que abrange desde os 50 m de profundidade até a quebra do talude.

Os processos morfodinâmicos que ocorrem na plataforma dependem de um conjunto de agentes geológicos, hidrodinâmicos e atmosféricos que interagem com as características morfológicas desse ambiente, criando um sistema de retroalimentação, que tende sempre a encontrar equilíbrio dinâmico (Wright, 1995).

A movimentação e a intensidade do fluido nas camadas próximas ao fundo são os principais fatores de mudança na configuração morfológica e na

dinâmica da plataforma continental, sendo que na porção mais rasa os processos costeiros são mais complexos devido à maior troca de *momentum* entre os sedimentos e as forçantes. Dependendo das feições de fundo sobre as quais o fluido se movimenta, as forças de atrito se alteram e modificam o volume de sedimentos transportado (Wright, 1995).

As feições topográficas encontradas nas plataformas continentais podem ser elevações, planícies, depressões, canais e vales fluviais afogados, terraços e bancos sedimentares, que se formaram durante as variações relativas do nível do mar (NRM) no Quaternário. As migrações da linha de costa e da drenagem costeira durante esses eventos, originaram feições erosivas e depositivas, sendo as responsáveis pelas irregularidades topográficas encontradas em diversas plataformas continentais (Corrêa & Weschenfelder, 2015).

A plataforma continental brasileira apresenta uma grande diversidade em seus ambientes, sedimentos e morfologia, devido sua a grande extensão. Por se localizar em uma margem passiva, sua configuração atual é o resultado da separação dos continentes africano e sul-americano durante a formação do Atlântico Equatorial e Sul e a sedimentação após o desmembramento. Devido ao aporte de sedimentos vindos do continente, ocorreu a progradação da plataforma e do talude continental, criando feições e estruturas geológicas (Vital *et al.*, 2005)

A plataforma continental sul brasileira se estende desde Cabo-Frio (RJ) até o Chuí (RS), apresentando variações de largura e declividades ao longo deste trecho e várias paleolinhas de costas como as feições topográficas que mais se destacam nesta seção. Por se encontrar em uma região de clima subtropical e temperado, os sedimentos da plataforma sul são pobres em carbonatos. Já o aporte de sedimentos continentais modernos através dos rios é significativo, ficando, porém, retidos pelos sistemas lagunares e estuarinos. Portanto, a plataforma sul é dominada principalmente por sedimentos reliquiais, depositados quando o NRM estava a 120 m baixo do nível atual, sendo encontradas classes arenosas na porção interna e classes areno-sílticas na porção externa da plataforma (Vital *et al.*, 2005).

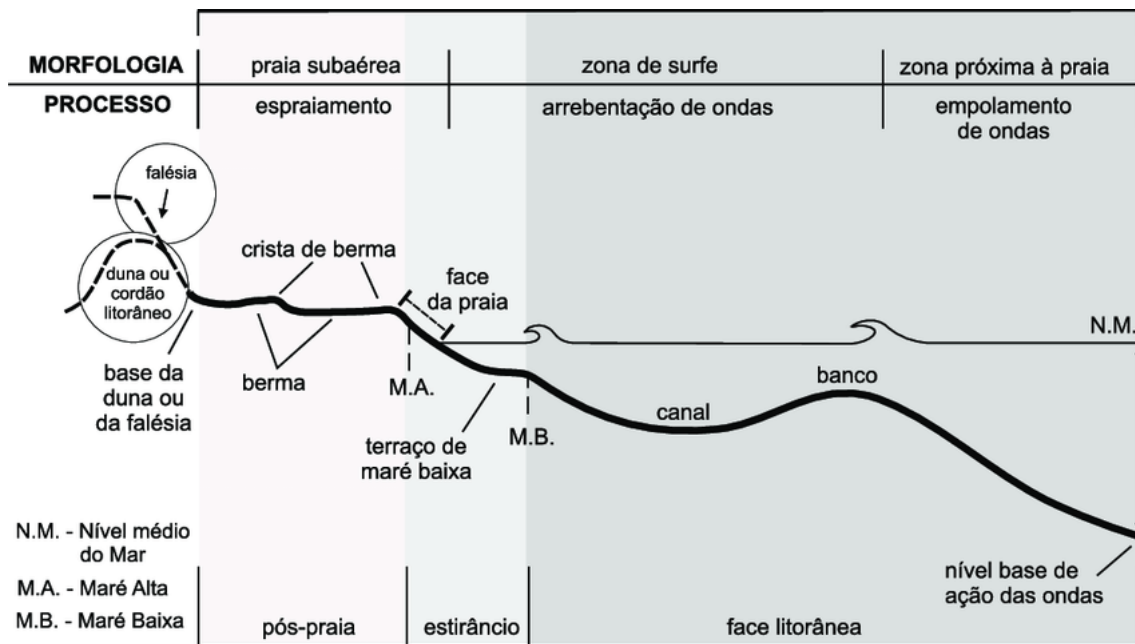
4.2. PRAIAS

As praias são os ambientes mais dinâmicos do planeta, sendo formadas por depósitos de materiais inconsolidados, como areias e cascalhos, que são retrabalhados na interface entre o mar e a terra por agentes oceanográficos (Short, 1999; Bird 2000). Além dos processos dinâmicos naturais, deve ser levado em consideração as atividades humanas neste ambiente. Na maior parte do mundo as praias apresentam um grande adensamento populacional, tornando-as regiões de grande importância socioeconômica (Souza *et al.*, 2005). Portanto, é fundamental ter conhecimento sobre como ocorrem os processos dinâmicos que dominam esses ambientes e quais são as suas respostas diante das forçantes.

Segundo Bird (2000) os agentes oceanográficos atuantes sobre as praias são as ondas, os ventos, as marés e as correntes. De uma maneira geral, o ambiente praiial é composto por zonas que respondem de maneiras diferentes às variações de curto prazo desses agentes. Diante disto, Short (1999) dividiu o perfil praiial em seis subambientes (Figura 1). O primeiro é a Face Litorânea (*Shoreface*), compreendida por estar entre o nível mais baixo da maré de sizígia e onde se inicia a ação das ondas de bom tempo. O Estirâncio (*Foreshore*) se estende entre os níveis mais altos e mais baixos das marés de sizígia. O Pós-Praia (*Backshore*) limita-se entre os níveis mais altos das marés de sizígia e até a linha de vegetação, duna ou falésia (Short, 1999).

A Zona Próximo à Praia (*Nearshore Zone*) estende-se entre o nível de base da ação das ondas e a área onde elas se empilham e arrebetam. A Zona de Surf compreende a área entre a quebra das ondas e a linha de costa. Já a Praia Subaérea ou Zona de Espreadimento (*Wash Zone*) é o limite da quebra das ondas e o máximo do espreadimento de ondas de tempestade (Short, 1999; Short & Jackson, 2013).

FIGURA 1: Zonas de um sistema praial, onde podem ser observadas as principais variações geomorfológicas ao longo do perfil praial.



FONTE: Souza *et al.* (2005) modificado de Short (1999).

Os agentes oceanográficos possuem grande importância quando se trata da morfodinâmica praial. Juntas, essas forças fornecem energia suficiente para a retirada, transporte e deposição de sedimentos, moldando o perfil praial e modificando a linha de costa (Bird, 2000).

Quando as ondas incidem de maneira oblíqua à costa podem gerar correntes de retorno e de deriva litorânea. A corrente de retorno é caracterizada por ser um fluxo forte e superficial, que se desloca da linha de costa transportando sedimentos para a zona de surf. Já a de deriva litorânea compõe um importante agente de transporte sedimentar, pois é um fluxo contínuo e paralelo às praias, que movimenta, retrabalha e distribui os sedimentos ao longo da costa (Short, 1999; Souza *et al.*, 2005).

Dependendo do sentido que a corrente de deriva litorânea se desloca ao longo da costa, pode formar uma célula de circulação costeira, que é composta basicamente por três partes: zona de erosão, com maior energia e onde se origina a corrente; zona de deposição, onde há uma menor energia e a zona de transporte, que consiste na área na qual há locomoção de sedimentos. Ao longo das costas surgem células de circulação paralelas e que interagem entre si

através da convergência e divergência das correntes, ocorrendo respectivamente, processos erosivos e depositivos (Souza *et al.*, 2005).

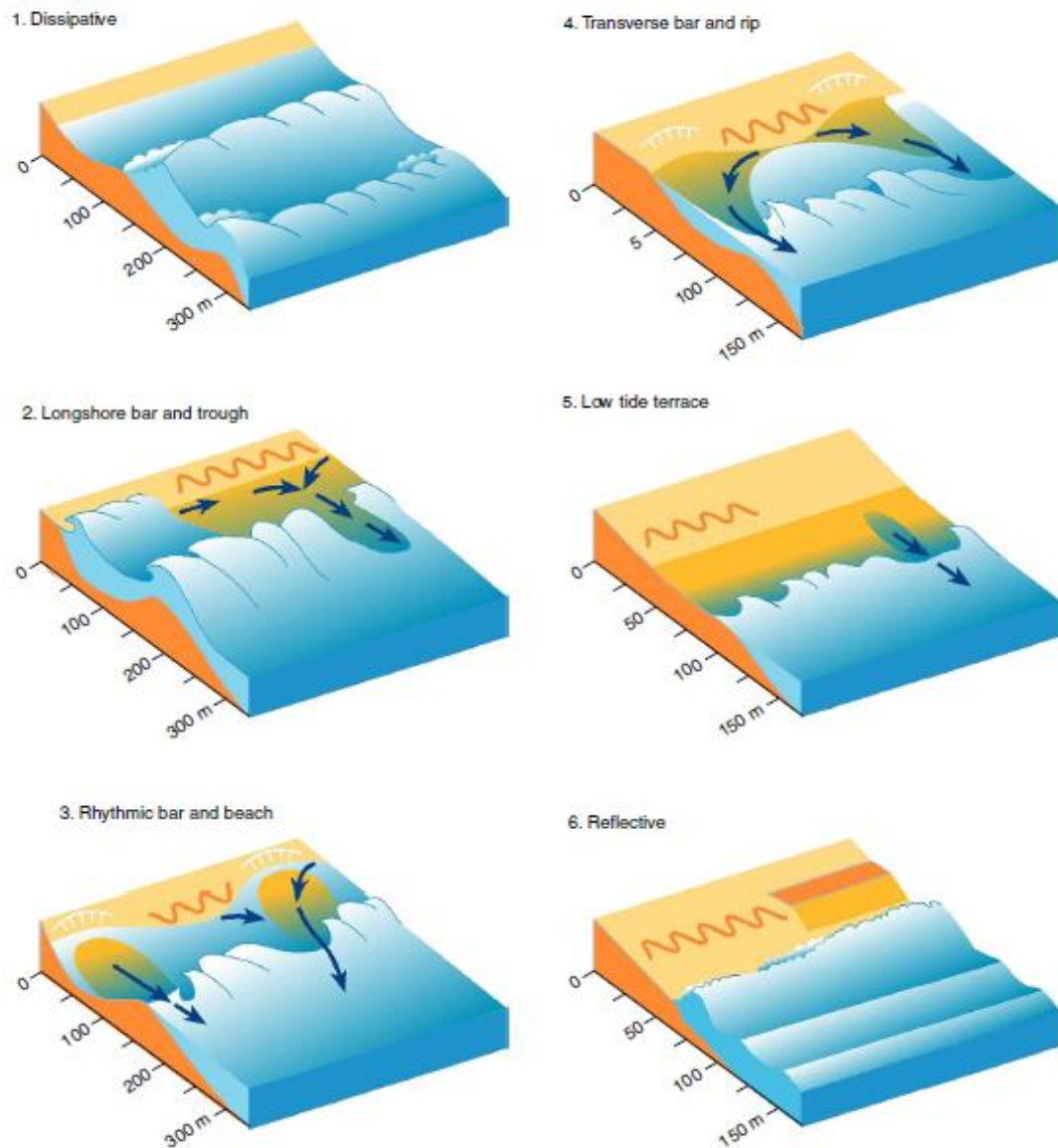
Devido a todas essas relações entre a morfologia do perfil praiial com os processos hidrodinâmicos costeiros, foi desenvolvido por Wright & Short (1984) um modelo de 6 estágios morfodinâmicos (Figura 2) representando as variabilidades espaciais das praias, de acordo com os tipos de granulometria e altura e período das ondas.

As praias que apresentam estágio dissipativo exibem declividade suave, areias finas e ondas que dissipam a energia pela zona de surf. Já praias que apresentam o estágio refletivo, exibem declividade acentuada, areias médias a grossas, desencadeando em curtos períodos grande descarga de energia através da arrebentação de ondas ascendentes. Os outros quatro estágios são chamados de intermediários, pois manifestam características dissipativas e refletivas e possuem areias finas a médias, arrebentação mergulhante e deslizante, além de apresentar barras (Wright & Short, 1984).

No estágio intermediário Banco Transversal em Cúspide se desenvolvem correntes de retorno quando os bancos se deslocam para a porção subaérea do perfil praiial. Também há a formação de cúspides devido ao espraiamento das ondas. Já os perfis praiiais de Terraços de Maré Baixa, possuem uma face plana na maré baixa de características dissipativas, enquanto na maré alta a face se torna íngreme e com características refletivas (Wright & Short, 1984).

Os estágios intermediários de Barras e Cavas Longitudinais e Bancos Rítmicos e Praia, ocorrem a partir do estágio dissipativo, onde as ondas incidentes quebram progressivamente no banco, reformando-se na cava para depois seguir em direção à praia, de maneira refletiva, arrebentando de maneira abrupta e turbulenta (Wright & Short, 1984).

FIGURA 2: Representação dos 6 estágios morfodinâmicos praias, onde se destacam as vias das correntes de retorno.



FONTE: Short & Jackson (2013) modificado de Wright & Short (1984)

As interações entre os processos hidrodinâmicos costeiros com os depósitos sedimentares resultam em uma adaptação constante do perfil praias através da retirada, do transporte e da deposição dos sedimentos para se manter em equilíbrio (Short & Jackson, 2013). As praias geralmente apresentam depósitos sedimentares bem selecionados e maduros, sendo uma consequência à abrasão dos grãos nesse ambiente de alta energia. Diante disto, a granulometria se torna um fator muito importante para a caracterização de um

perfil praial. Através da textura, maturidade, grau de seleção e diâmetro médio dos grãos, pode se identificar como ocorrem os ciclos de erosão-deposição sedimentar no sistema praial (Nichols, 2009).

O balanço sedimentar está relacionado com os ganhos e com as perdas de sedimentos entre o perfil praial com a plataforma continental e/ou com o continente. Os agentes que podem desencadear um balanço negativo (erosão) são de origem tanto natural quanto antrópica, sendo muito difícil identificar qual é o mais atuante, pois ambos interagem no ambiente ao mesmo tempo. Porém, pode-se destacar entre os agentes naturais a morfodinâmica praial; dinâmica de circulação costeira; aporte sedimentar naturalmente ineficiente e irregularidades na linha de costa, como promontórios rochosos, que retém os sedimentos em sua “zona de sombra”. Entre os agentes antrópicos os principais fatores que interrompem a dinâmica sedimentar natural entre as regiões emersas e submersas do perfil praial, correspondem a urbanização do pós-praia, obras de contenção costeira e destruição de dunas e ambientes de manguezais (Souza *et al.*, 2005).

A perduração da erosão costeira por um longo tempo pode vir a se tornar um risco e provocar perdas socioeconômicas e ambientais. Muitos métodos de contenção costeira e recuperação de praias foram desenvolvidos buscando diminuir a vulnerabilidades à erosão desses ambientes. Souza *et al.* (2005) enumeraram uma série de medidas, que consistem em: abandonar a área ameaçada, deixando o fenômeno continuar sem adotar medidas de contenção, sendo uma alternativa para áreas com um risco menor. Restringir a ocupação das áreas de risco, regulamentando as formas de uso da área vulnerável. Implementar medidas de proteção costeira, sendo esta a melhor opção para áreas de grande valor econômico, implementando obras de engenharia rígidas e flexíveis, como estruturas paralelas a costa, ou obras passivas, onde há a reconstrução de dunas e praias artificialmente.

4.3. PLANÍCIE COSTEIRA

As planícies costeiras, segundo Suguio (2010), são superfícies deposicionais de baixo gradiente e margeadas pelos oceanos, sendo suscetíveis a longo prazo às variações do nível relativo do mar. São regiões geologicamente

recentes, formadas por sedimentos marinhos, continentais, fluviomarinhos e lagunares.

A planície costeira brasileira se estende pelas latitudes de 4°N até 33°S, apresentando cerca de 9.200 km de linha de costa e diversos aspectos geomorfológicos, devido as diferentes forçantes geológicas e climáticas atuantes ao longo de toda esta costa. Essa extensa planície é intercalada por falésias e costões rochosos, além de desembocaduras de rios, corpos estuarinos e lagunares. As áreas de restinga e manguezais se destacam por reterem sedimentos e protegerem a costa de eventos de alta energia, além de conterem fauna e flora ricas, sendo vitais para a subsistência de muitas comunidades tradicionais. Outros ambientes presentes as praias, dunas, presente e os cordões litorâneos, que se caracterizam por serem corpos arenosos alongados, dispostos paralelamente, ocupando grandes áreas das zonas costeiras. São feições marcantes nas porções sul e sudeste da zona costeira brasileira (Villwock *et al.*, 2005).

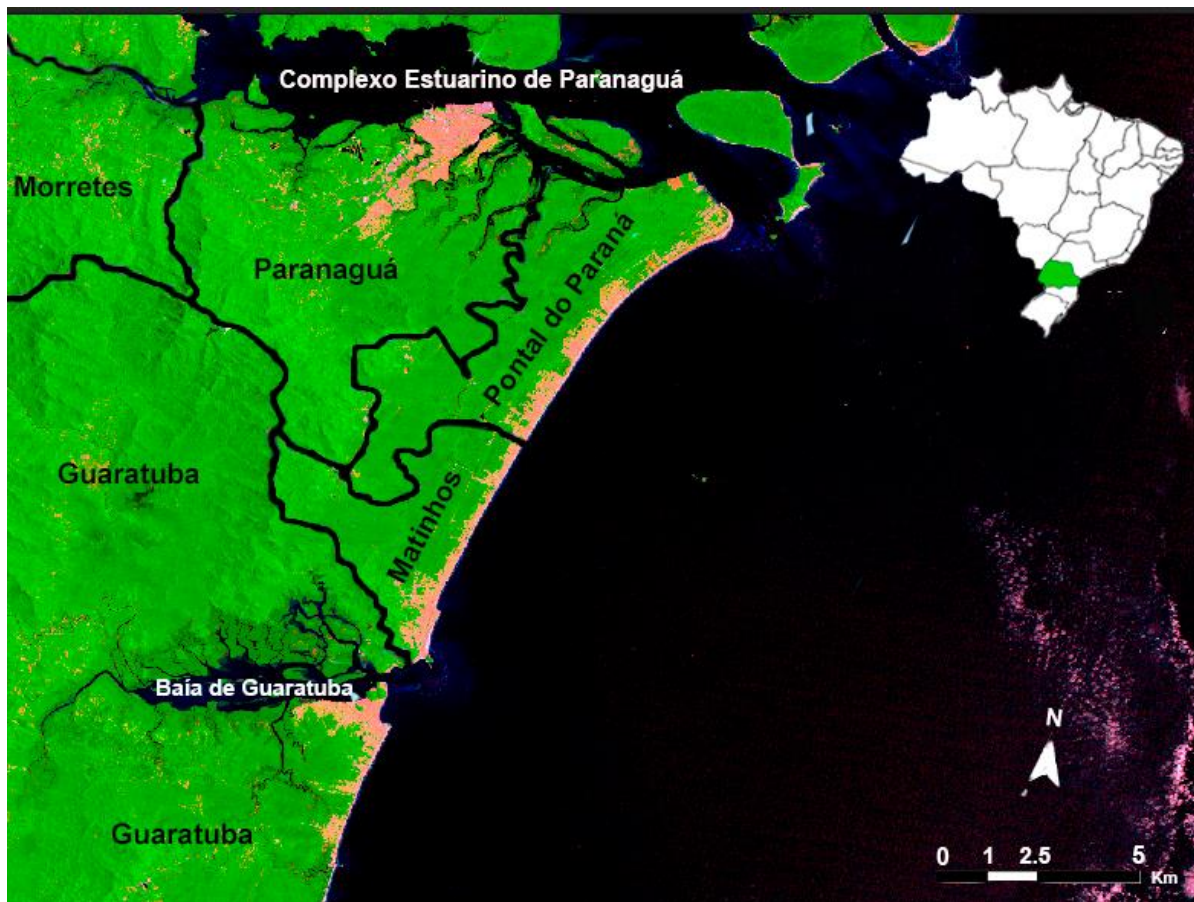
A planície costeira sudeste se estende desde Cabo Frio (RJ) até o Cabo de Santa Marta (SC), sendo marcada pela Serra do Mar, uma cadeia montanhosa, cuja as escarpas que chegam até o mar formam promontórios rochosos, se alternando em reentrâncias. No extremo sul da costa sudeste, em Laguna (SC), se encontra o limite de ocorrência dos ecossistemas de manguezais, devido ao clima mais frio da região. Também se destacam nesta porção da zona costeira brasileira a ocorrência de complexos sistemas estuarinos, como a Baía da Babitonga (SC), Complexo Estuarino Cananeia-Iguape (SP) e o Complexo Estuarino de Paranaguá (PR) (Villwock *et al.*, 2005).

5. ÁREA DE ESTUDO

A planície costeira paranaense está situada entre a Serra do Mar e o oceano Atlântico e sua configuração atual foi formada durante as variações relativas do nível do mar durante o Quaternário (Angulo *et al.*, 2016). Esta planície estende-se por 6.600 km² e é recortada pelo Complexo Estuarino de Paranaguá (25°30'S e 48°25'W) e Baía Guaratuba (25°52'S e 48°38'W). Entre esses estuários ocorre um extenso arco praias de 22 km com orientação de SW-

NE, onde se localizam os municípios de Pontal do Paraná e Matinhos (PR) (Figura 3) (Angulo *et al.*, 2016).

FIGURA 3: Localização do arco praial paranaense, onde podem ser observados os principais corpos estuarinos na região, os limites políticos entre os municípios do litoral paranaense e o Oceano Atlântico Sul.



FONTE: modificada de uma imagem do satélite *LandSat-7*, fornecida pelo Laboratório de Oceanografia Física (CEM/UFPR).

Na região sul do Brasil a circulação atmosférica ocorre principalmente a partir das ações de anticlones, sendo eles o Migratório Polar, responsável pelas massas polares, e o Anticiclone do Atlântico Sul, responsável pela massa tropical marítima. Esses anticlones comandam as trajetórias dos centros de alta pressão e ciclogênese, que influenciam na evolução dos sistemas frontais que incidem no litoral paranaense (Quadros, 2002; Quadros *et al.*, 2007).

Durante o inverno, o sul do Brasil é fortemente influenciado pelos avanços dos sistemas frontais, causando uma maior agitação marítima (Quadros

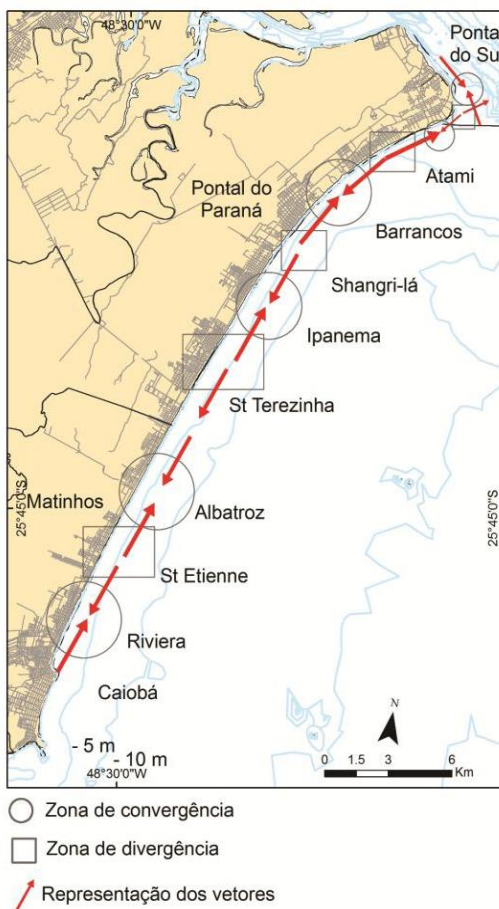
et al., 2007). Na primavera esses sistemas vão começando a perder força. No verão são fracos, raramente atingindo a costa durante essa estação. No outono, recomeça as condições para a formação dos os avanços dos sistemas frontais, porém neste período ainda há a ação de sistemas intertropicais, que impedem o avanço dos sistemas frontais (Angulo *et al.*, 2016).

Os ventos incidentes no litoral paranaense possuem orientação de E-SSE sendo que no inverno os ventos vindos de S são mais intensos devido a maior ação dos sistemas frontais durante esta época do ano (Oliveira & Dourado, 2010; Nêmes, 2011).

Os ventos de E-SSE originam ondas neste mesmo quadrante, com altura média de 1,8 m e período de 11 s, podendo ser classificadas como vagas, por serem formadas por ventos locais e possuem curto período e estarem associadas a condições de bom tempo. Já as ondas *swell* são formadas em pistas de ventos distantes, possuem baixa frequência e maior comprimento e geralmente estão associadas a condições de tempestades (Nêmes, 2011). Esses dois tipos de ondas podem incidir na costa de maneira oblíqua, gerando uma corrente de deriva litorânea de NE e células de circulação, controlando o aporte e a distribuição de sedimentos ao longo da costa paranaense (Giannini, 1993; Noernberg, 2001; Alves & Lamour, 2011). Novak (2017) identificou essas células ao longo de todo o arco praial, mapeando as zonas de convergência e divergência através dos vetores de transporte sedimentar (Figura 4).

A área de estudo também é caracterizada por apresentar marés com duas preamares e duas baixa-mares, que se alternam a cada 6 horas e com amplitudes inferiores a 2 m, se enquadrando respectivamente, nos regimes de micromarés e marés semidiurnas (Soares *et al.*, 1997).

FIGURA 4: Representação das áreas onde ocorrem as zonas convergência e divergência das células de circulação costeira

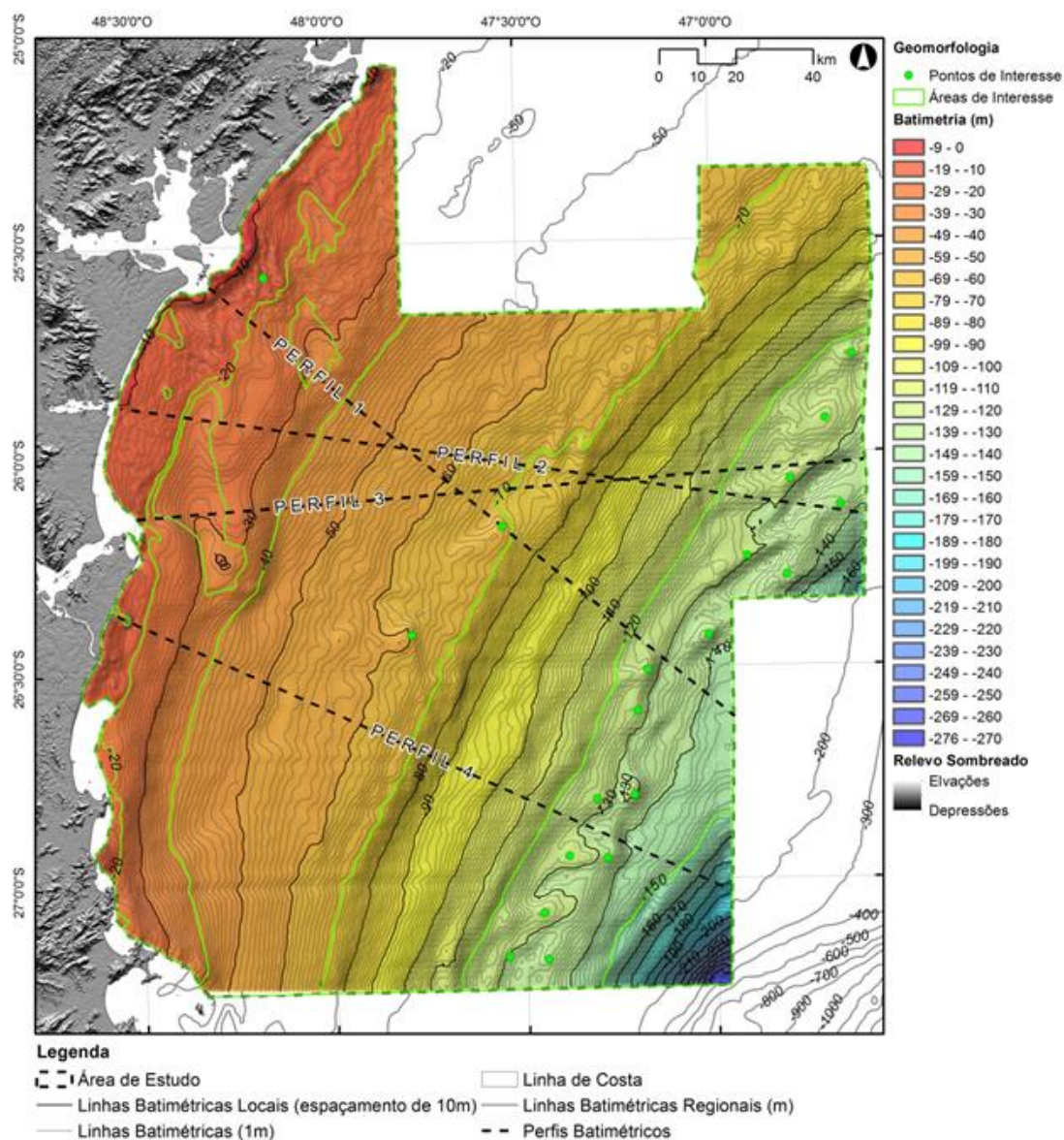


FONTE: Novak (2017)

A plataforma continental paranaense é descrita por Veiga (2005) por ser larga e apresentar gradientes suaves até a quebra do talude continental, devido à alta sedimentação de origem continental. Se enquadrando nas características gerais da plataforma continental sul brasileira.

As profundidades da plataforma do Paraná variam de 2 a 59 m de profundidade, sendo que a porção interna compreende de 2 a 20 m (Figura 5). As regiões de maiores declividades se encontram a E/SE e também associados às desembocaduras dos estuários. As menores declividades se localizam mais próximas a costa e aos arquipélagos oceânicos de Currais e Itacolomis, que alteram a intensidade dos processos morfodinâmicos por serem anteparos fixos, criando ambientes deposicionais em seu entorno (Santos Filho, 2009).

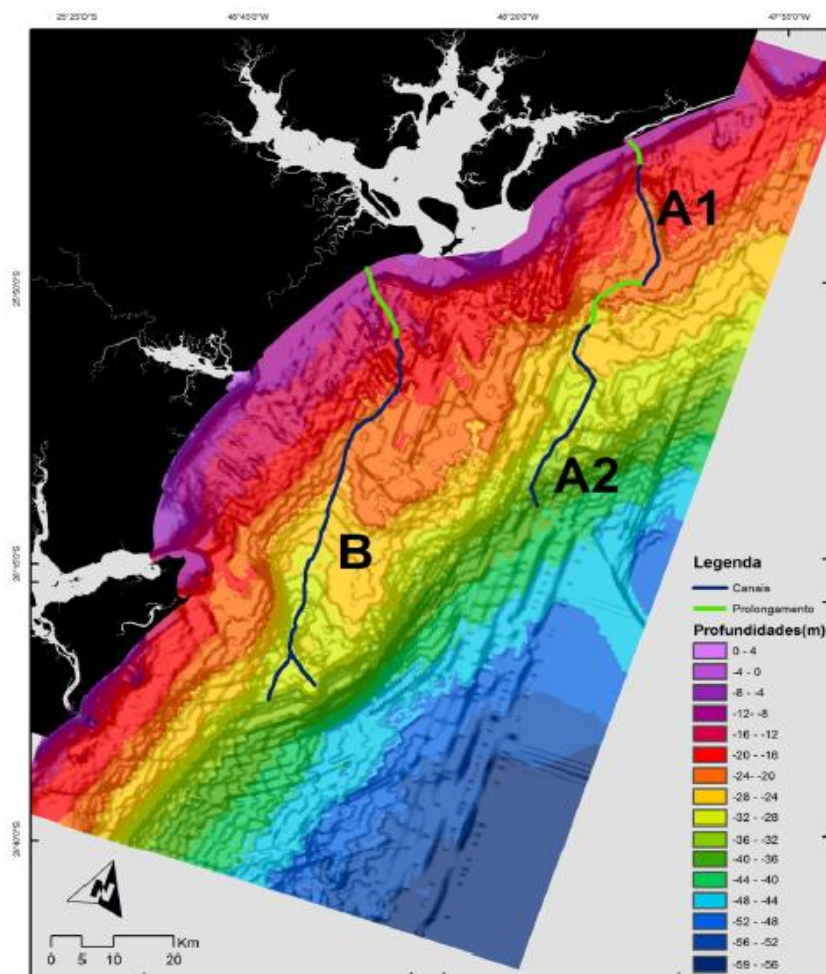
FIGURA 5: Mapa batimétrico da plataforma continental paranaense.



FONTE: Santos Filho (2009)

Santos Filho (2009) identificou dois paleocanais grandes associados a antigos sistemas de drenagem afogados durante as variações relativas do nível do mar durante o Quaternário. O primeiro paleocanal, próximo ao Mar de Ararapira (A1+A2) possui ao todo 58 km de extensão e em média 4 m de profundidade. O segundo, (B) próximo à desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá, possui em média 69 km de extensão e 5 m de profundidade (Figura 6).

FIGURA 6: Mapa de localização dos paleocanais identificados no litoral do Paraná



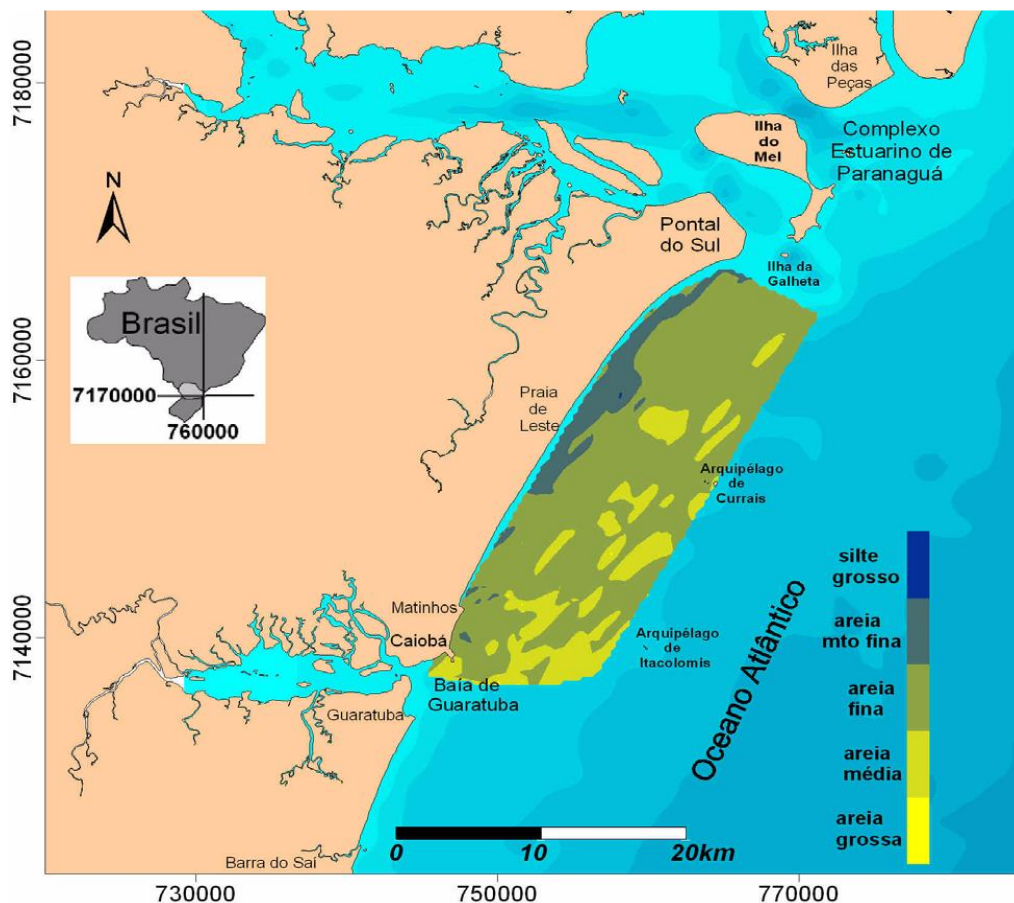
FONTE: Santos Filho (2009)

A morfologia da plataforma paranaense além de estar associada a longo prazo às variações do nível relativo do mar durante o Quaternário, sendo influenciada a curto prazo por agentes oceanográficos atuantes na região, pelo sistema deposicional da planície costeira adjacente e ao tempo de permanência dos sedimentos no ambiente (Veiga, 2005; Santos Filho, 2009).

Veiga (2005) realizou a descrição das características sedimentológicas da porção rasa desta plataforma, identificando que a distribuição dos sedimentos é composta principalmente por areias finas, porém com a presença siltes argilas em áreas mais próximas a costa e areias médias entre 10 e 15 m de profundidade (Figura 7). Essa configuração, segundo o autor, é controlada pela

herança geológica local e também pela dinâmica atual da região, que cria feições de fundo proporcionais aos diâmetros médios dos sedimentos.

FIGURA 7: Distribuição do diâmetro médio nos sedimentos de fundo da plataforma interna da porção central do litoral paranaense.



FONTE: Veiga (2005).

A costa paranaense foi classificada por Angulo *et al.*, (2016) de acordo com os processos dinâmicos que a regem. Segundo esta classificação o arco praias possui dois tipos de dinâmicas que dominam suas praias. A primeira é encontrada próxima às desembocaduras dos Complexo Estuarino de Paranaguá e da Baía de Guaratuba, onde a dinâmica é dominada tanto pelas correntes geradas pelas marés quanto pelas ondas vindas de mar aberto. A segunda dinâmica ocorre ao longo de todo o arco praias, onde as praias são governadas pelas ondas vindas de mar aberto e pelas correntes geradas por essas ondas.

Quadros (2002) classificou as praias do arco praias paranaense de acordo com a sua geomorfologia. Na porção norte do arco elas possuem estado dissipativo, devido ao delta de maré do Complexo Estuarino de Paranaguá. Na

porção centro-sul, as praias são dissipativas e intermediárias, podendo ser refletivas quando há muita agitação marítima. Mas de uma maneira geral, em todo o arco, as praias são predominantemente dissipativas e possuem uma granulometria de areias finas a médias.

Novak (2017) mapeou zonas de risco à erosão em Pontal do Paraná e Matinhos, sendo que esse último apresenta uma vulnerabilidade de 80%, devido às obras de contenção costeira, diminuição da faixa de restinga e intensa urbanização do pós-praia. Todos esses fatores contribuem para o desequilíbrio do sistema sedimentar e modificações da linha de costa, desencadeando perdas ambientais e econômicas.

No estudo em que analisou as linhas de costa do Paraná entre 1953 a 1993, Angulo (1993) descreveu que na porção central-sul do arco praial, influenciada pela dinâmica de mar aberto, apresentou poucas variações em suas respectivas linhas de costa. Neste mesmo período, nas praias com influência das desembocaduras das Baías de Paranaguá e Guaratuba, houve uma progradação de cerca de 700 m. Segundo o mesmo autor isso ocorreu devido à alta dinâmica que as regiões de desembocadura apresentam, desencadeando grandes avanços e recuos da linha de costa.

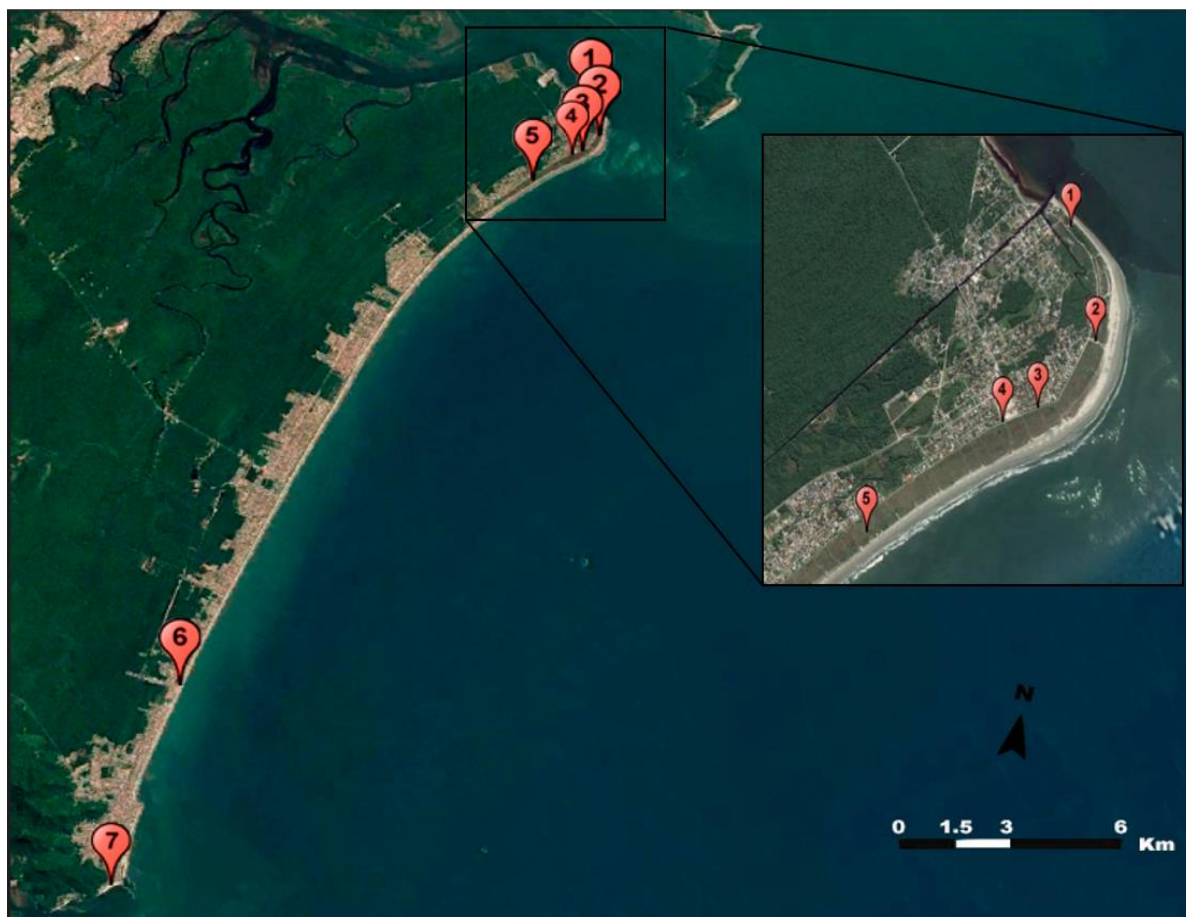
A partir de 1997 a porção norte do arco praial começou a apresentar retrogradação na linha de costa (Lamour, 2000). Alves e Lamour (2011) também descreveram processos erosivos para a região norte do arco, onde em média 30% do volume sedimentar foi retirado no intervalo de um ano.

6. MATERIAL E MÉTODOS

Foram considerados dois conjuntos de dados topográficos altimétricos (pretéritos e atuais). Os dados pretéritos, coletados entre os anos de 1992 a 1994, e 2007 a 2009, geraram 126 planilhas no *software* Excel, onde foram classificadas a partir de suas localizações geográficas (municípios de Pontal do Paraná e Matinhos – PR), ano de aquisição e dados ambientais gerais. Apenas 25 dessas planilhas foram utilizadas neste trabalho, sendo 22 de Pontal do Paraná e 3 de Matinhos, pois continham informações mais completas sobre as localizações das rés, croquis, azimute e cotas dos desníveis relativos dos perfis.

A partir destas planilhas foram escolhidos 5 pontos em Pontal do Paraná e 2 pontos em Matinhos (Figura 8) para as realizações dos levantamentos topográficos de 2018. As informações atuais foram posteriormente incorporadas ao conjunto de dados, classificadas da mesma maneira que os dados pretéritos.

FIGURA 8: Localização dos 7 perfis ao longo do arco praiial



FONTE: Modificado do Google Earth.

6.1. LOCALIZAÇÃO DAS RÉS

O ponto P1 se localiza no Balneário Pontal do Sul - Pontal do Paraná, próximo ao canal DNOS e ao Restaurante Canto das Pedras, defronte a uma edificação privada sobre uma área de restinga. A ré foi definida no pilar ao lado do portão da casa, que possui acesso direto a praia (Figuras 9-A e 10-A), (Tabela 1).

O ponto P2 se localiza no Balneário Pontal do Sul - Pontal do Paraná, em um prolongamento da Avenida Beira-Mar, mais especificamente em um

estacionamento muito utilizado durante períodos de temporada na praia conhecida como Ponta da Farofa. A ré de se encontra no primeiro degrau, lado direito de um poste que conduz energia para a Ilha do Mel (Figuras 9-B e 10-B), (Tabela 1).

O ponto P3 se localiza no Balneário Pontal do Sul - Pontal do Paraná, na esquina norte da Rua das Samambaias com a Avenida Beira-Mar, próximo à Farmácia Hiperfarma. A ré se encontra na calçada, em cima de uma tampa de concreto da Sanepar (Figuras 9-C e 11-C) (Tabela 1).

O ponto P4 se encontra no Balneário Pontal do Sul - Pontal do Paraná, na esquina sul da Avenida Beira-Mar com a Rua dos Eucaliptos. A ré foi definida na garagem da casa de esquina defronte a trilha da restinga que dá acesso à praia (Figuras 9-D e 11-D), (Tabela 1).

O ponto P5 se encontra no Balneário Atami – Pontal do Paraná, na extensão da Rua Índia na trilha da restinga que dá acesso à praia. Nesta trilha há 4 bancos, que formam um losango. A ré se localiza na porção norte do losango (Figuras 12-A e 13-A) (Tabela 1).

O ponto P6 se encontra no Balneário Santa Etienne - Matinhos, na esquina sul da Avenida Beira-Mar com a Rua Lateral. A ré se localiza em um poste em frente ao Edifício Pôr do Sol (Figuras 12-B e 13-B) (Tabela 1).

O ponto P7 se encontra na Praia Mansa de Caiobá. A ré se localiza em um poste na esquina sul da Rua Agílio Leão com a Rua Céu Azul (Figuras 12-C e 13-C), (Tabela 1)

TABELA 1: Coordenadas das posições das ré dos perfis topográficos em UTM/SAD69 na Zona UTM 22 e Meridiano Central °51 00 00.

Perfil	Coordenadas		Azimute (°)	Distância (m) (Ré/P0)
	Longitude	Latitude		
P1	0766045	7169725	72°	0
P2	0766226	7168580	143°	121
P3	0765579	7167973	185°	210
P4	0765190	7167847	178°	264
P5	0763704	7166885	173°	98
P6	0749419	7147010	138°	29
P7	0746323	7138940	190°	17

FONTE: a autora (2018).

FIGURA 9: Rés topográficas utilizadas para os trabalhos de campo. (A) Ponto P1; (B) Ponto P2; (C) Ponto P3 e (D) Ponto P4.



FIGURA 10: Croquis dos perfis topográficos. (A) Ponto P1 e (B) Ponto P2.

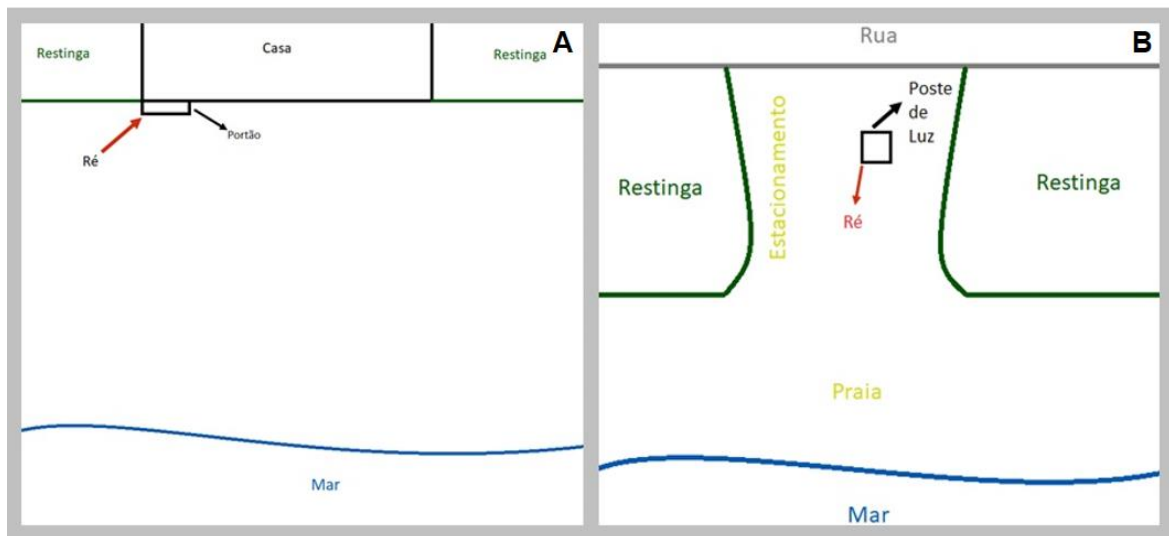


FIGURA 11: Croquis dos perfis topográficos. (C) Ponto P3 e (D) Ponto P4.

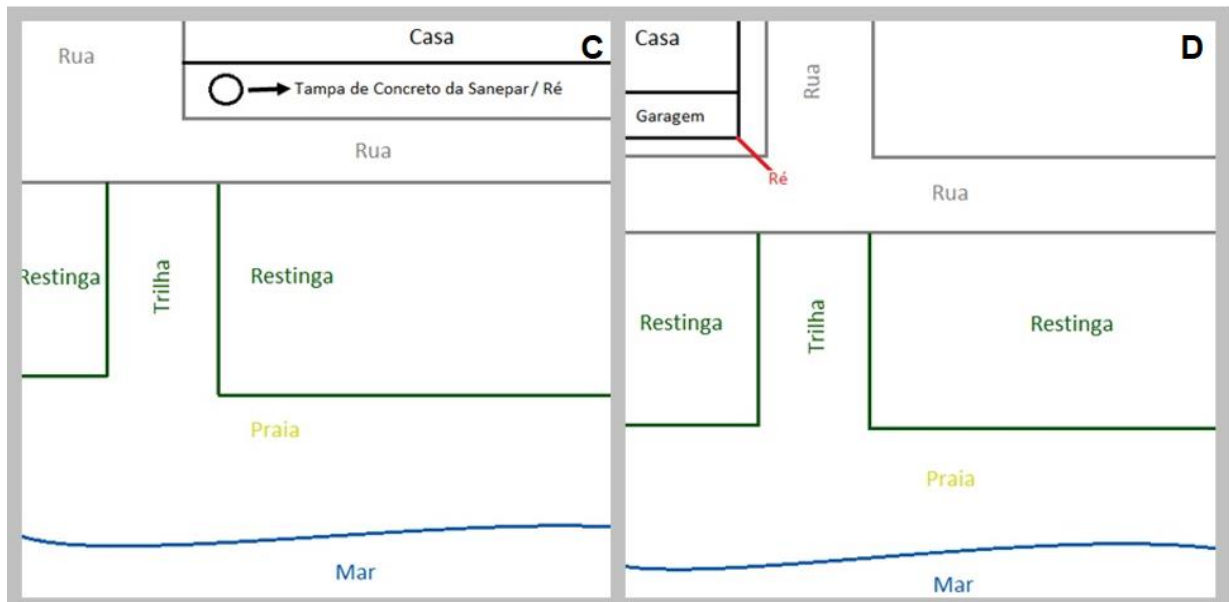


FIGURA 12: Rés topográficas utilizadas para os trabalhos de campo. (A) Ponto P5; (B) Ponto P6 e (C) Ponto P7.

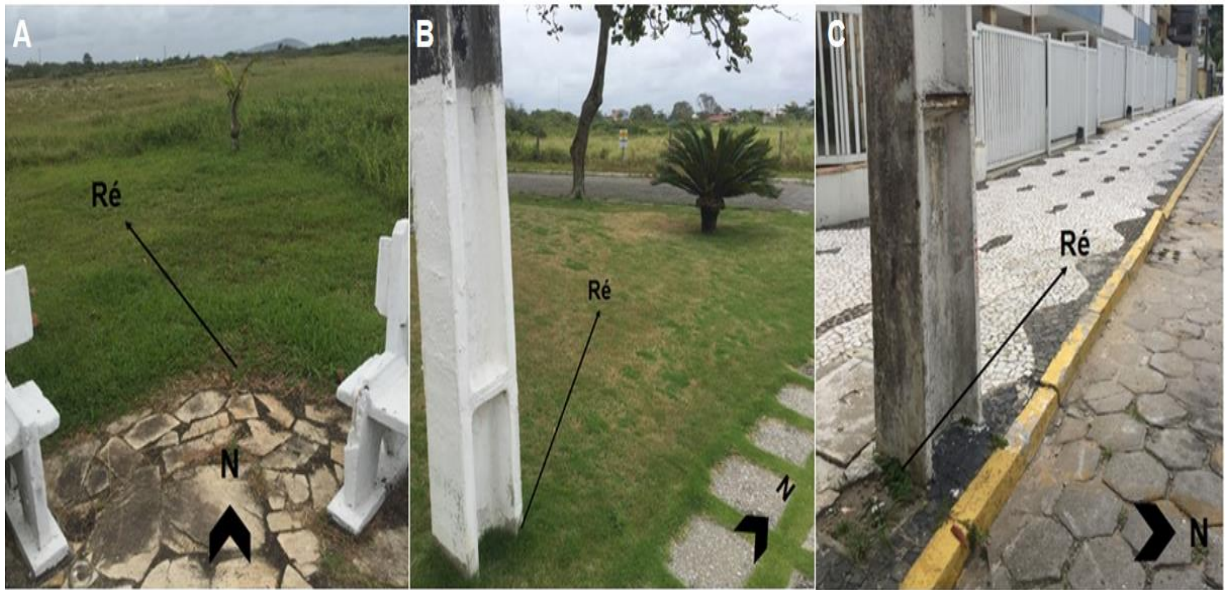
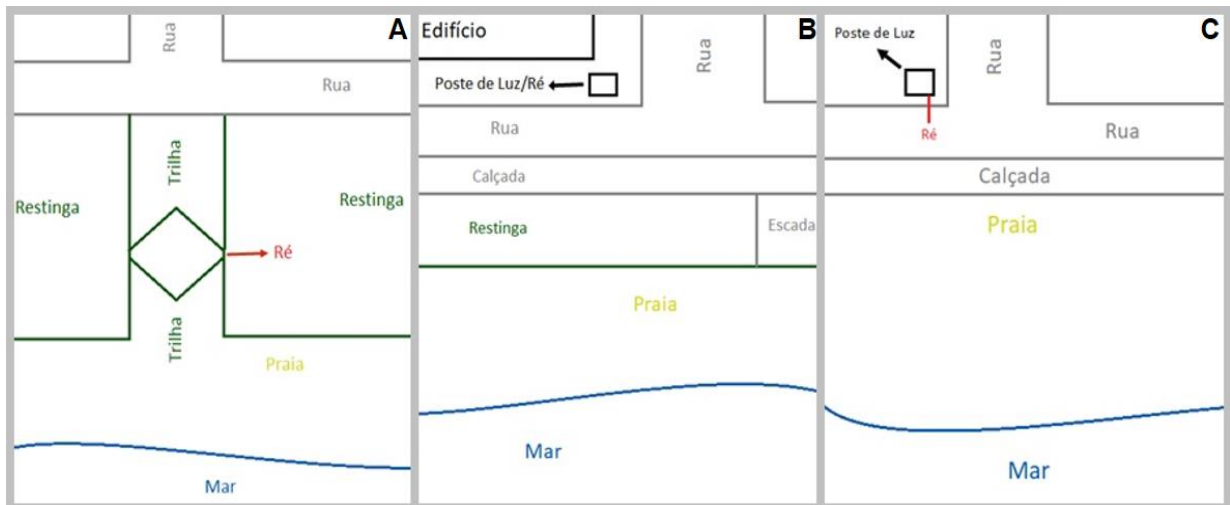


FIGURA 13: Croquis dos perfis topográficos. (A) Ponto P5, (B) Ponto P6 e (C) Ponto P7.



6.1. TRABALHOS DE CAMPO

Os levantamentos topográficos ocorreram nos meses de abril, junho e agosto de 2018, durante as baixa-mares dos períodos de sizígia, com o objetivo de verificar o comportamento espacial e volumétrico de cada perfil praial.

A coleta de dados topográficos foi realizada com um nível ótico de precisão Leica (NA724), trena e régua graduada vertical. O azimute de cada perfil foi medido a partir da referência (ré) com uma bússola. A partir disso, foram medidas as distâncias entre a origem e a linha de costa (P0) com o auxílio da trena, onde considerou-se o início do perfil praial.

Perpendiculares à P0, foram feitos os perfis topográficos com espaçamentos de 10 m entre cada ponto. Para as eventuais feições morfológicas ao longo desses perfis, como bermas e canais longitudinais, foram tomadas medidas intermediárias contemplando as extensões dessas feições.

Para a caracterização sedimentológica de cada ponto, foram coletadas amostras de sedimentos superficiais em 3 seções do perfil praial. Sendo a primeira seção em P0, parte superior do perfil, a segunda no meio do perfil e a terceira próxima à linha d'água. Portanto, por campanha, foram coletadas 21 amostras, totalizando 63 durante todo o período de estudo

6.2. PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS SEDIMENTARES

As 63 amostras de sedimentos superficiais foram levadas ao laboratório para análises granulométricas e quantificação dos teores de matéria orgânica, através da oxidação com peróxido de hidrogênio (H_2O_2) 30%, e dos teores carbonatos (CO_3), através da digestão ácida com ácido clorídrico 10%, ambos os métodos descritos por Gross (1971).

Cada amostra foi homogeneizada e quarteada, realizando uma subamostragem do material original, que foi levada a uma estufa a 60°C para retirar a umidade. Depois de secar completamente, foi pesado 10 g da amostra em um Becker, para a queima de matéria orgânica com H_2O_2 30%, e mais 10 g em outro Becker, para a queima de carbonatos com HCl 10%.

Após essas amostras passarem 24 h sob o efeito dos reagentes, cada uma foi despejada em um filtro (que também foram pesados) e lavadas com água destilada, para retirar ao máximo os reagentes. Ainda dentro dos filtros, as amostras foram levadas à estufa para secarem e depois serem pesadas novamente.

Todo esse procedimento levou em consideração o peso do filtro, o peso inicial da porção analisada (antes dos ataques) e peso final (após os ataques químicos) para saber a quantidade de matéria orgânica e carbonatos de havia em cada amostra.

Para as análises dos parâmetros estatísticos (diâmetro médio, grau de seleção e assimetria), foi retirada uma pequena fração do quarteamento da amostra e levada à estufa para a secagem. Depois da retirada de toda a umidade, essa porção foi submetida tanto ao ataque com H₂O₂ 30%, quanto ao ataque com HCl 10%, para a retirada de matéria orgânica e carbonatos. Após à exposição aos reagentes, a amostra foi levada novamente para secar.

Completamente seca, foi retirado 2 g desta amostra e submetida ao equipamento *BlueWave* (Microtrac), que determinou as características granulométricas através do método de difratometria laser.

6.3. PROCESSAMENTO DOS DADOS TOPOGRÁFICOS

Após a obtenção dos dados topográficos atuais e a organização dos mesmos junto aos dados pretéritos, foram calculadas as cotas dos desníveis relativos, que serviram de base para a geração de diagramas esquemáticos dos perfis topográficos.

Os diagramas 2D foram feitos no *software* Adobe Illustrator 2018 através da ferramenta *Gráficos de Dispersão* onde foram inseridas as cotas dos desníveis e as distâncias acumulativas de dois perfis topográficos a cada vez, afim de analisar as mudanças do perfil praial ao longo do tempo estudado.

Para gerar o modelo digital de elevação (MDE) e calcular o volume de cada perfil praial foi utilizado o *software* Surfer 8. Através da ferramenta *Grid* no item *Data*, foram inseridos os dados das cotas relativas e as distâncias acumulativas, produzindo um arquivo de grades chamado *Surfer Grid*. Na ferramenta *New 3D Wireframe*, foi inserido o arquivo *Surfer Grid*, gerando o MDE

do perfil topográfico. Para o cálculo do volume desse perfil praial, foi utilizada a ferramenta *Grid* item *Volume*, onde novamente foi utilizado o *Surfer Grid* e calculado o volume através da integral da área do MDE abaixo da cota mínima ($Z=0$).

A variação total sedimentar de cada ponto analisado neste estudo foi feita através da subtração do volume do primeiro mês de amostragem do perfil praial com o volume do segundo mês de amostragem. O do segundo mês com o volume do terceiro mês de amostragem e assim sucessivamente, até o término da aquisição de dados

6.4. DADOS DE VENTOS

Para compreender o clima de ondas incidentes no arco praial paranaense, foram obtidos dados de ventos das estações meteorológicas convencionais de Paranaguá (PR) e Guaratuba (PR) através do Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR). Esses dados contemplaram, com periodicidade diária, as direções e as velocidades dos ventos (em graus e metros por segundo) entre os períodos de 01/04/2018 até 01/09/2018.

Os gráficos da rosa dos ventos de cada região foram gerados no *software* MatLab, através da ferramenta *Wind Rose*, onde foram plotados os dados das direções e velocidade dos ventos. Por meio desses gráficos pode-se analisar a climatologia dos ventos e estipular a climatologia das ondas incidentes no litoral paranaense.

6.5. FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS DA PLATAFORMA RASA PARANAENSE

A Figura 6 apresenta dois extensos paleocanais identificadas por Santos Filho (2009) na plataforma continental paranaense. Essas feições foram posteriormente analisadas neste presente estudo, onde foi correlacionado seus aspectos com as variações na progressão de energia das ondas que chega ao litoral paranaense e conseqüentemente com as variações morfosedimentares das praias do arco praial.

7. RESULTADOS

7.1. PERFIS TOPOGRÁFICOS

7.1.1. P1

No perfil de maio de 2007, entre 40 e 50 m, localiza-se uma feição de um canal longitudinal, que em maio de 2008, desapareceu devido à deposição de 12,61 m³ de sedimentos ao longo do perfil, que também levou a formação de duas barras longitudinais, uma entre 10 e 40 m e a outra próxima à linha da água, entre 50 e 70 m, ambas a partir da origem do perfil (Figura 14).

Em julho de 2008, o perfil sofreu uma acreção de 27,30 m³ de sedimentos em sua extensão. A barra que se localizava perto da linha da água se deslocou, posicionando-se entre 30 e 50 m. Enquanto a barra da parte mais superior do perfil apresentou disposição de sedimentos (Figura 15)

Em abril de 2009, o perfil inteiro sofreu erosão em sua extensão (- 67,34 m³) (Tabela 2), ocorrendo a destruição da barra que havia entre 30 e 50 m e a formação de um canal entre 10 e 30 m, a partir da origem do perfil (Figura 16).

Em abril de 2018, ocorreu erosão ao longo de todo o perfil praiial, havendo a destruição do canal formado no levantamento anterior. Mas apesar da perda, houve a construção horizontal de duas barras entre 10 e 20 m e entre 30 e 50 m a partir da origem do perfil (Figura 17), o que levou o balanço sedimentar a apresentar uma suave tendência depositiva (+18,71 m³). Nos levantamentos dos meses de junho e agosto de 2018 as variações verticais foram poucas, ocorrendo a retirada de sedimentos no perfil durante o levantamento de agosto (-32,54 m³) e diminuição da barra localizada na parte superior do perfil, entre 10 e 20 m a partir da origem do perfil (Figura 18 e 19).

De uma maneira geral, este perfil apresentou um balanço sedimentar negativo de - 24,88 m³ entre os períodos de maio de 2007 a agosto de 2018, caracterizando um processo erosivo no perfil praiial (Tabela 2). Durante os levantamentos de 2018, os sedimentos se caracterizaram por serem areias finas bem selecionadas e aproximadamente simétricas, com baixos teores de matéria orgânica e carbonatos (Tabela 3 e 4), ocorrendo um erro laboratorial na amostra de matéria orgânica do ponto inicial do perfil da campanha de junho de 2018.

TABELA 2: Diferenças volumétricas entre os levantamentos topográficos realizados em P1.

Período	Volume (m³)	Balanco Volumétrico (m³)	Varição Total (m³)
Maio/2007	191,66	-	-24,88
Maio/2008	179,05	12,61	
Julho/2008	151,75	27,30	
Abril/2009	219,09	-67,34	
Abril/2018	200,38	18,71	
Junho/2018	184,00	16,38	
Agosto/2018	216,54	-32,54	

TABELA 3: Teores médios de matéria orgânica e carbonatos das três seções do perfil praial de P1. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.

P1	Teores (%)	Abril 2018	Junho 2018	Agosto 2018
1	Carbonatos	2,37	3,13	2,75
	Matéria Orgânica	2,02	9,59	2,55
2	Carbonatos	4,58	5,73	3,85
	Matéria Orgânica	2,54	3,17	2,47
3	Carbonatos	3,13	6,05	3,73
	Matéria Orgânica	2,96	2,83	2,22

TABELA 4: Classificação dos sedimentos quanto ao diâmetro, grau de seleção e assimetria dos sedimentos coletados nas três porções do perfil. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.

P1	Parâmetros	Média Abril 2018	Abril de 2018	Média Junho 2018	Junho de 2018	Média Agosto 2018	Agosto de 2018
1	Diâmetro	0,155	Areia Fina	0,159	Areia Fina	0,169	Areia Fina
	Grau de Seleção	0,355	Bem Selecionado	0,372	Bem Selecionado	0,364	Bem Selecionado
	Assimetria	-0,129	Negativa	0,126	Positiva	-0,016	Aproximadamente simétrica
2	Diâmetro	0,171	Areia Fina	0,170	Areia Fina	0,155	Areia Fina
	Grau de Seleção	0,435	Bem Selecionado	0,473	Bem Selecionado	0,367	Bem Selecionado
	Assimetria	-0,149	Negativa	0,023	Aproximadamente simétrica	0,020	Aproximadamente simétrica
3	Diâmetro	0,168	Areia Fina	0,157	Areia Fina	0,164	Areia Fina
	Grau de Seleção	0,425	Bem Selecionado	0,372	Bem Selecionado	0,449	Bem Selecionado
	Assimetria	0,002	Aproximadamente simétrica	-0,133	Negativa	0,046	Aproximadamente simétrica

FIGURA 14: Representações topográficas dos perfis de Maio de 2007 e Maio de 2008 de P1, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho.

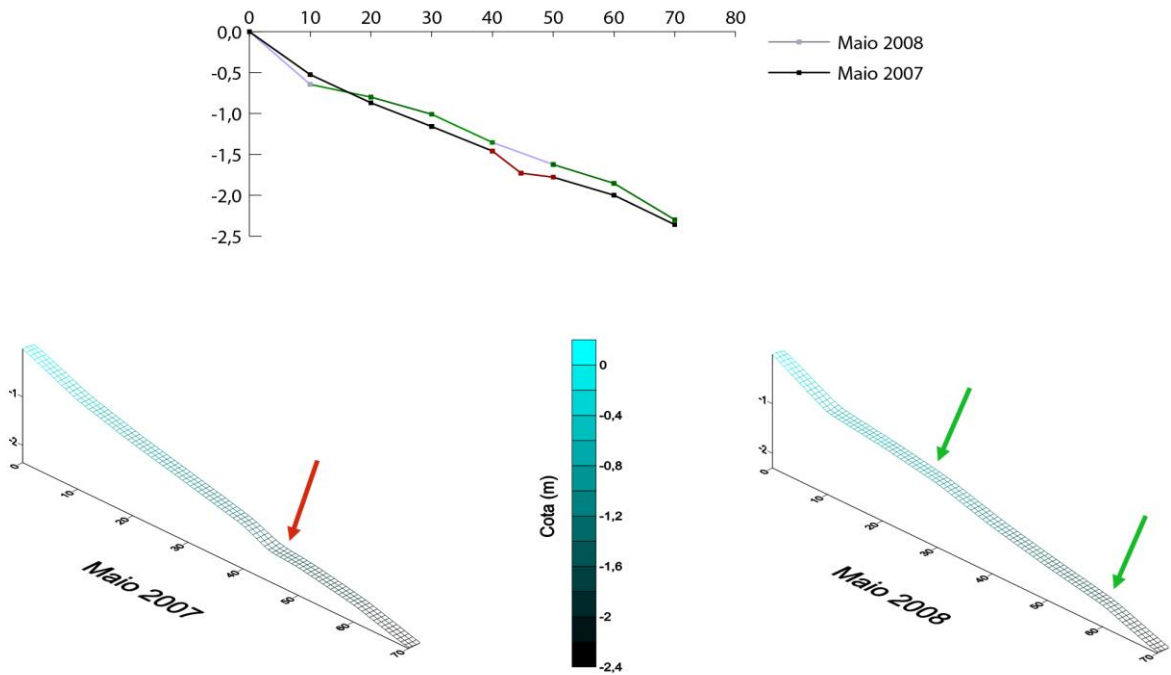


FIGURA 15: Representações topográficas dos perfis de Maio de 2008 e Julho de 2008 de P1, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde.

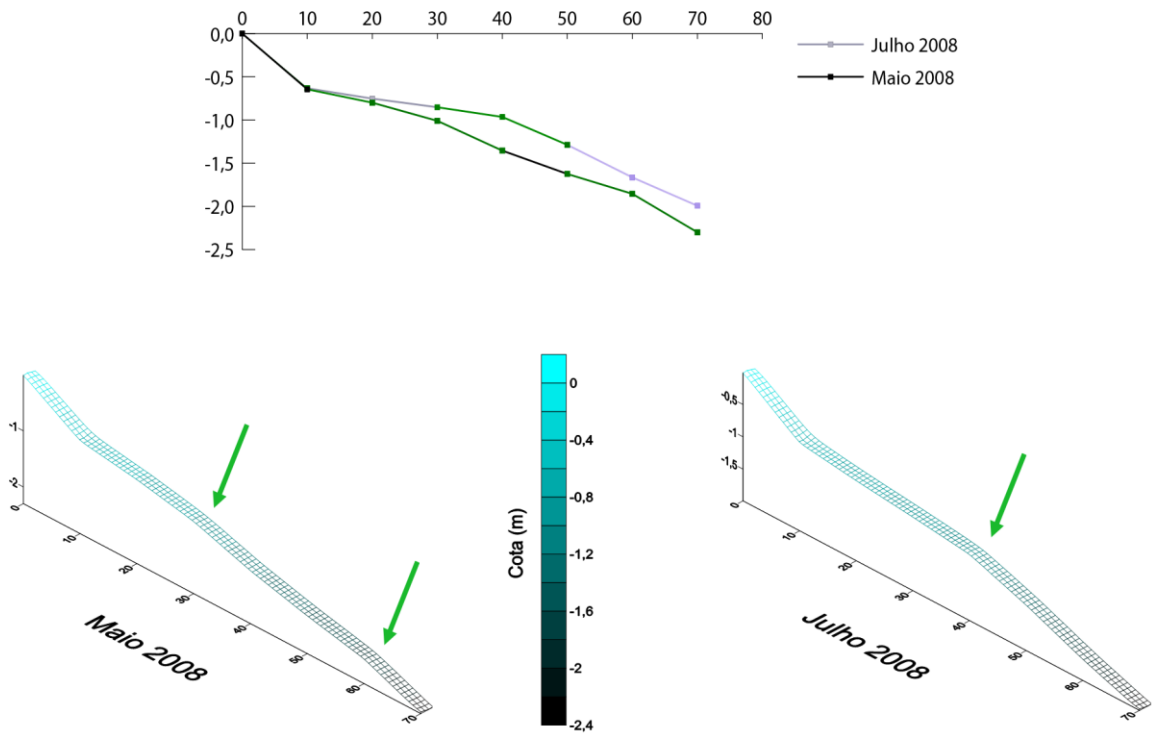


FIGURA 16: Representações topográficas dos perfis de Julho de 2008 e Abril de 2009 de P1, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho.

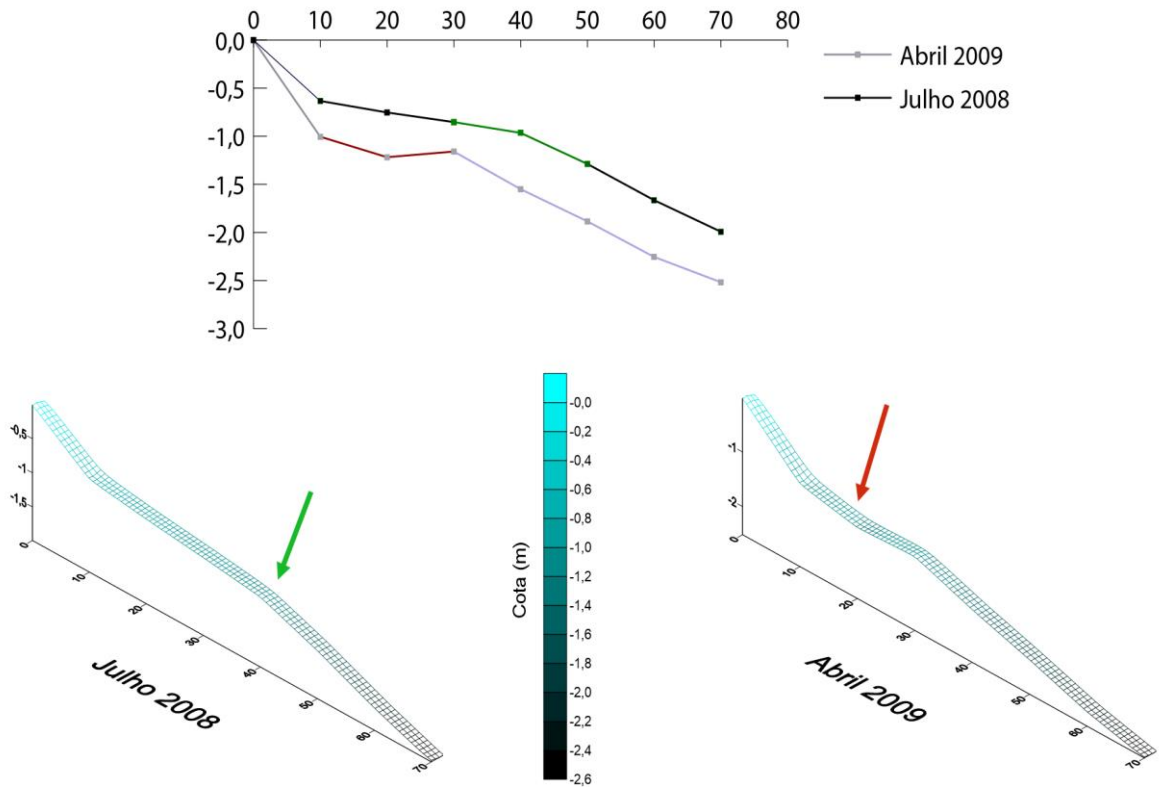


FIGURA 17: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2009 e Abril de 2018 de P1, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho.

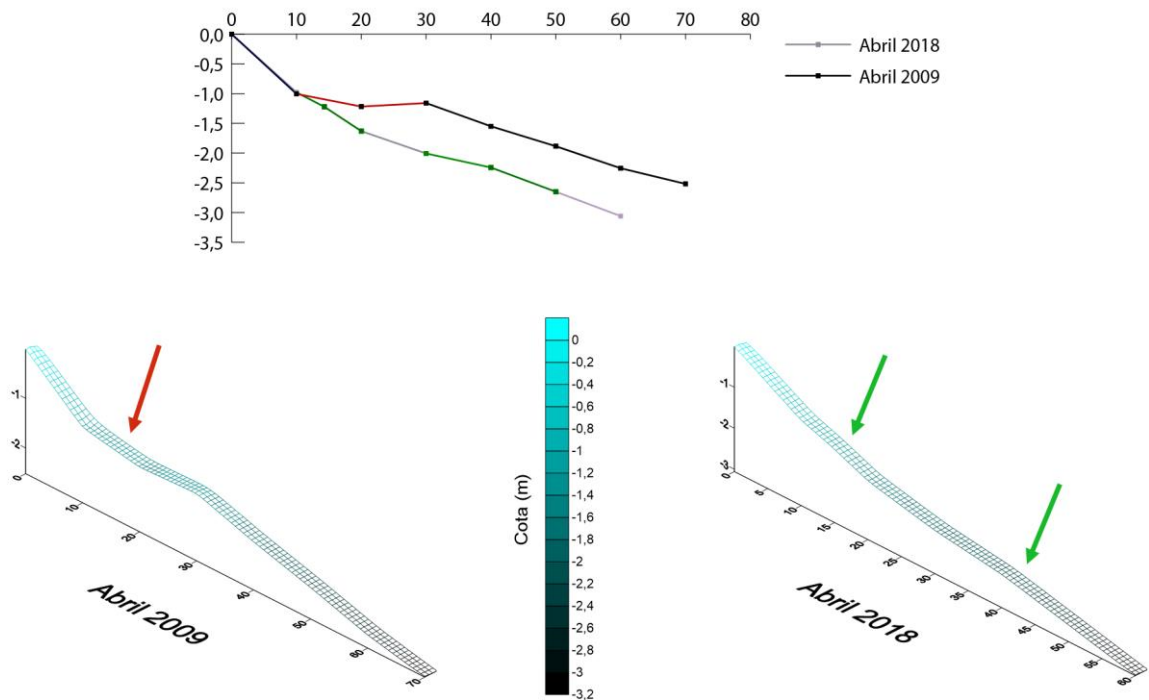


FIGURA 18: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2018 e Junho de 2018 de P1, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde.

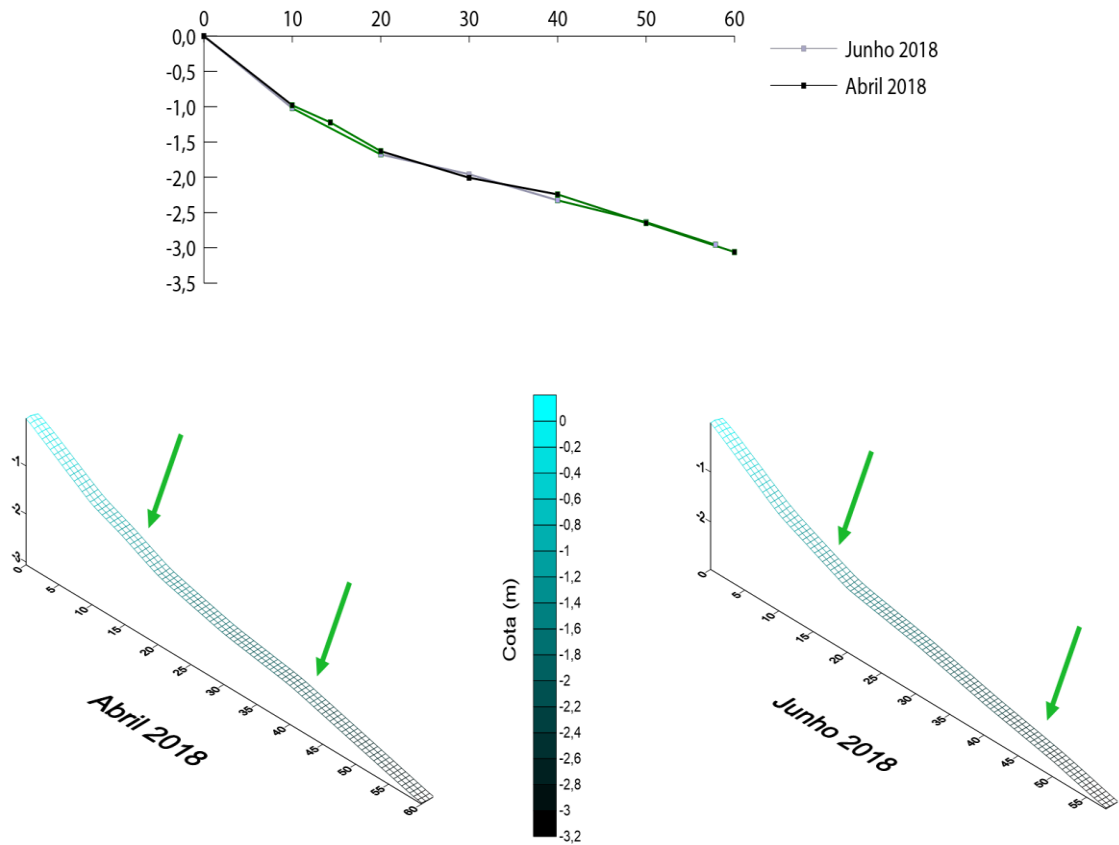
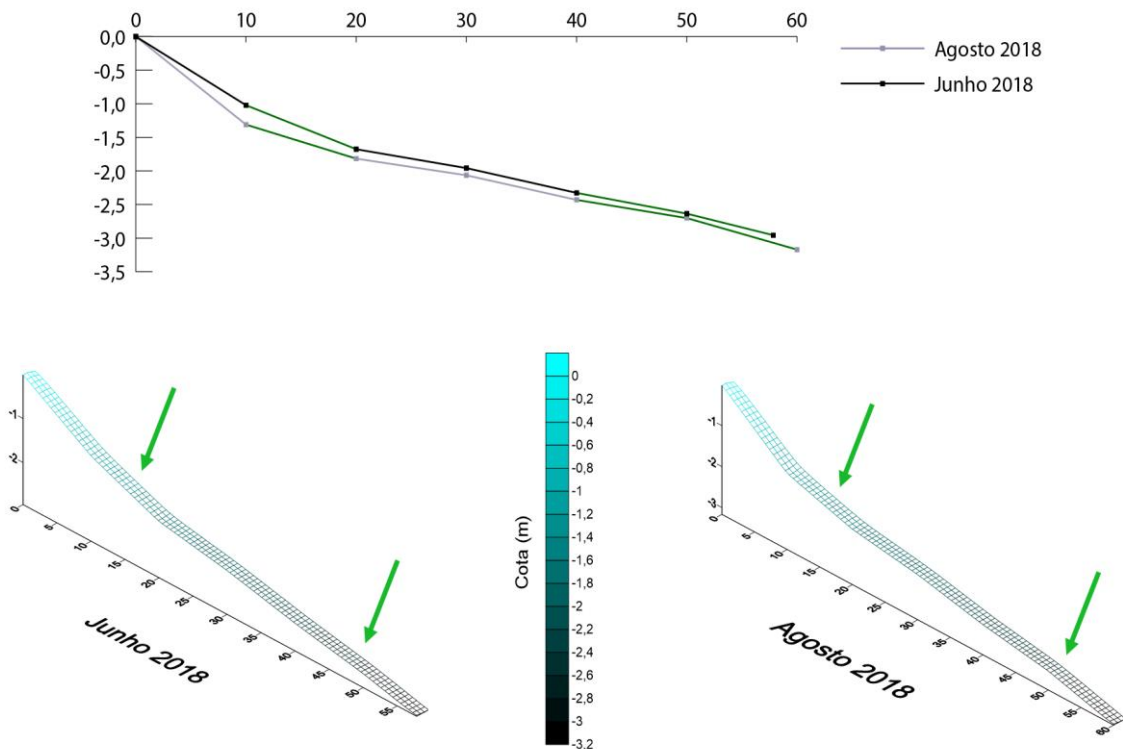


FIGURA 19:: Representações topográficas dos perfis de Junho de 2018 e Agosto de 2018 de P1, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde.



7.1.2. P2

Em agosto de 2007, entre 53 e 73 m a partir do início do perfil, se localizava uma feição de barra, que no próximo levantamento, em maio de 2008, desapareceu devido a deposição vertical que o perfil obteve, formando-se ao longo de sua extensão um canal longitudinal entre 10 e 70 m e uma barra entre 70 e 100 m, ambas as feições a partir da origem do perfil (Figura 20), ocorrendo ganho volumétrico de 161 m³ (Tabela 5). Em abril de 2009, essas feições sofreram mudanças, devido à erosão do perfil, com uma perda de -495,68 m³ de sedimentos (Tabela 5). A barra longitudinal apresentou perda de sedimentos, mas não sendo totalmente destruída. Já o canal longitudinal diminuiu de extensão, se localizando entre 10 e 40 m, a partir da origem do perfil, e assim como a barra teve perda vertical (Figura 21).

Em abril de 2018, ocorreu uma grande variação vertical e volumétrica de -465,16 m³ no perfil praial (Figura 22). A barra longitudinal que havia entre 70 e 110 m, a partir do ponto de origem do perfil, em abril de 2009 foi completamente destruída, ocorrendo a formação de um canal longitudinal entre 60 e 90 m ao longo do perfil praial. O canal existente anteriormente desapareceu, surgiu uma barra entre 10 e 30 m a partir da origem do perfil.

Os levantamentos de 2018 apresentaram grandes taxas de variação ao longo do perfil praial. Entre os meses de abril de 2018 e junho de 2018 ocorreu um ganho volumétrico significativo de 467,16 m³ ao longo de todo o perfil (Figura 23). A barra do mês anterior teve ganho de sedimentos, aumentando de tamanho. Onde havia o canal, ocorreu deposição sedimentar formando uma nova barra extensa entre 80 e 120 m em relação ao ponto de origem do perfil. Em agosto de 2018, houve uma perda volumétrica de -581,61 m³ ocorrendo a destruição das barras formadas no mês anterior. Neste levantamento, na porção superior do perfil formou-se um canal longitudinal entre 30 e 40 m, em relação ao ponto de origem do perfil. Já na porção média, houve a formação de uma barra longitudinal entre 60 e 90 m, porém a partir dela, na perto da linha da água, o perfil sofreu erosão (Figura 24).

De uma maneira geral, P2 apresentou entre os períodos de agosto de 2007 a agosto de 2018 um valor negativo significativo no balanço sedimentar

(Tabela 5), estando associado às variações verticais, construção e destruição de feições.

Os sedimentos de P2, coletados durante os levantamentos de 2018, se caracterizaram por serem areias finas, bem selecionadas e de assimetria distribuição aproximadamente e baixos teores de matéria orgânica e carbonatos (Tabela 6 e 7).

TABELA 5: Diferenças volumétricas entre os levantamentos topográficos realizados em P2

Período	Volume (m³)	Balço Volumétrico (m³)	Varição Total (m³)
Agosto/2007	954,70	-	-914,35
Maior/2008	793,70	161	
Abril/2009	1289,38	-495,68	
Abril/2018	1754,54	-465,16	
Junho/2018	1287,39	467,16	
Agosto/2018	1870	-581,61	

TABELA 6: Teores médios de matéria orgânica e carbonatos das três seções do perfil praiar de P2. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.

P2	Teores (%)	Abril 2018	Junho 2018	Agosto 2018
1	Carbonatos	2,35	5,06	3,06
	Matéria Orgânica	1,49	2,89	2,25
2	Carbonatos	3,01	4,43	2,95
	Matéria Orgânica	2,15	2,98	2,42
3	Carbonatos	4,40	4,48	5,11
	Matéria Orgânica	2,65	3,07	3,22

TABELA 7: Classificação dos sedimentos quanto ao diâmetro, grau de seleção e assimetria dos sedimentos coletados nas três porções do perfil P2. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.

P2	Parâmetros	Média Abril 2018	Abril de 2018	Média Junho 2018	Junho de 2018	Média Agosto 2018	Agosto de 2018
1	Diâmetro	0,158	Areia Fina	0,156	Areia Fina	0,159	Areia Fina
	Grau de Seleção	0,357	Bem Selecionado	0,365	Bem Selecionado	0,363	Bem Selecionado
	Assimetria	0,091	Aproximadamente simétrica	0,010	Aproximadamente simétrica	0,022	Aproximadamente simétrica
2	Diâmetro	0,158	Areia Fina	0,156	Areia Fina	0,162	Areia Fina
	Grau de Seleção	-0,390	Bem Selecionado	0,336	Muito Bem Selecionado	0,338	Muito Bem Selecionado
	Assimetria	0,024	Aproximadamente simétrica	-0,009	Aproximadamente simétrica	-0,190	Negativa
3	Diâmetro	0,165	Areia Fina	0,175	Areia Fina	0,168	Areia Fina
	Grau de Seleção	0,435	Bem Selecionado	0,493	Bem Selecionado	0,416	Bem Selecionado
	Assimetria	-0,019	Aproximadamente simétrica	0,037	Aproximadamente simétrica	0,007	Aproximadamente simétrica

FIGURA 20: Representações topográficas dos perfis de Agosto de 2007 e Maio de 2008 de P2, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho.

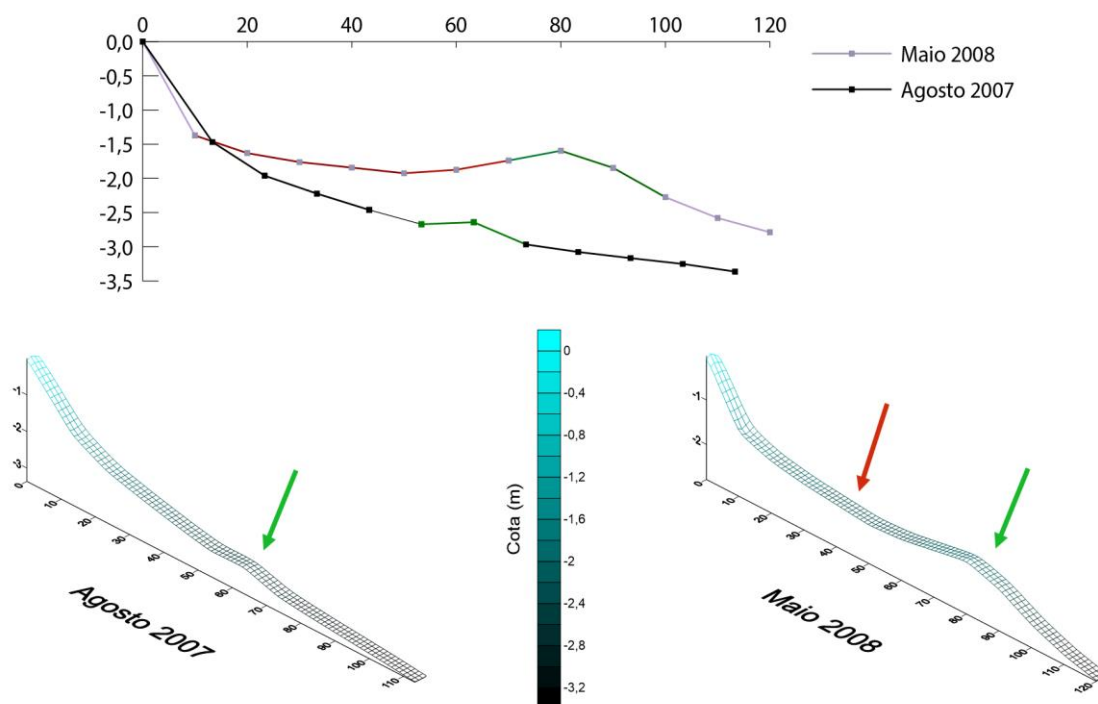


FIGURA 21: Representações topográficas dos perfis de Maio de 2008 e Abril de 2009 de P2, com escala horizontal e vertical em metros (m). As depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feições erosivas – canais longitudinais – estão destacadas em vermelho.

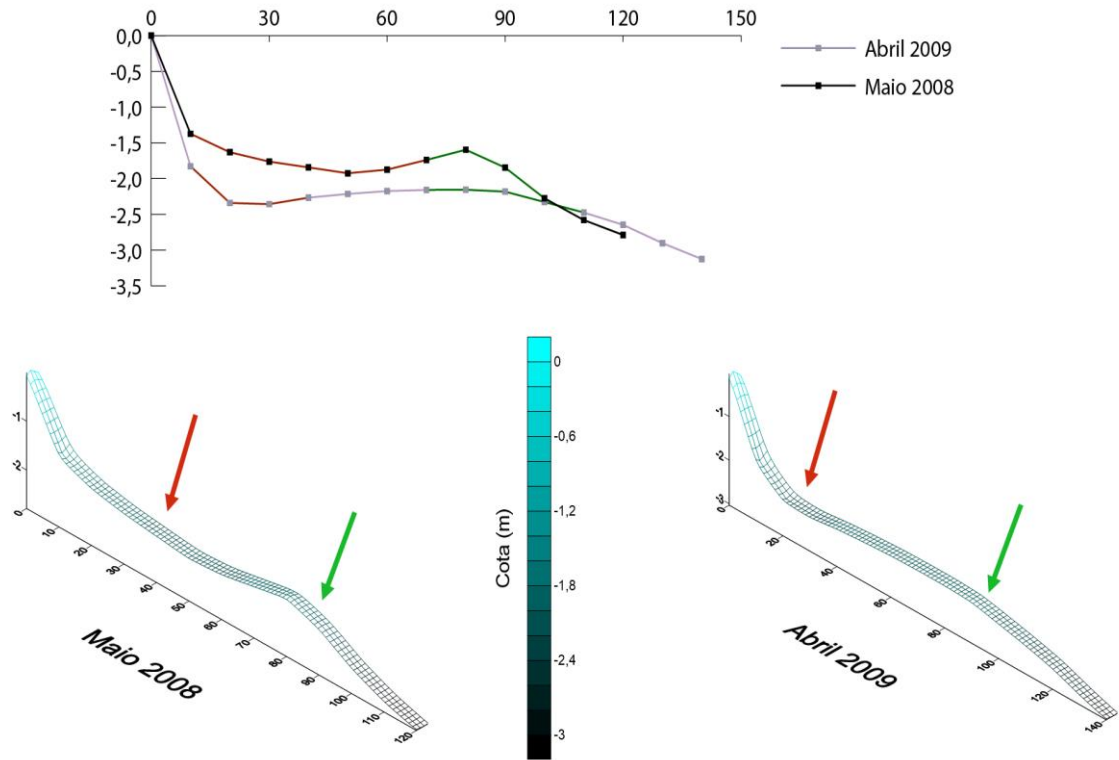


FIGURA 22: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2009 e Abril de 2018 de P2, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho.

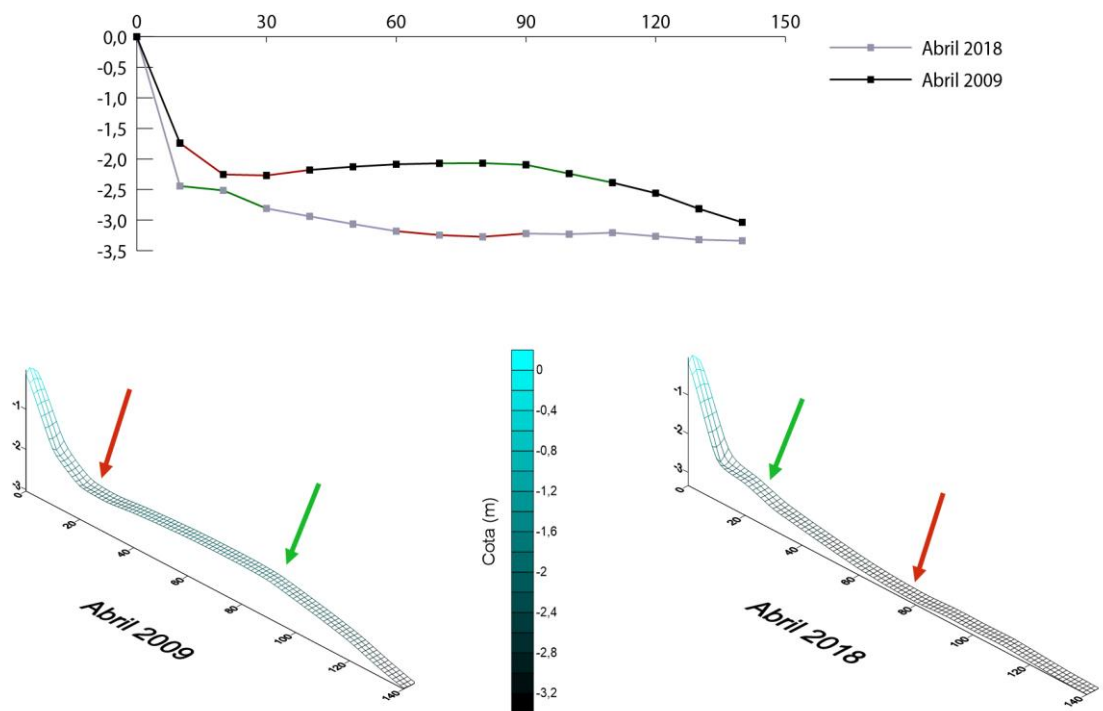


FIGURA 23: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2018 e Junho de 2018 de P2, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho.

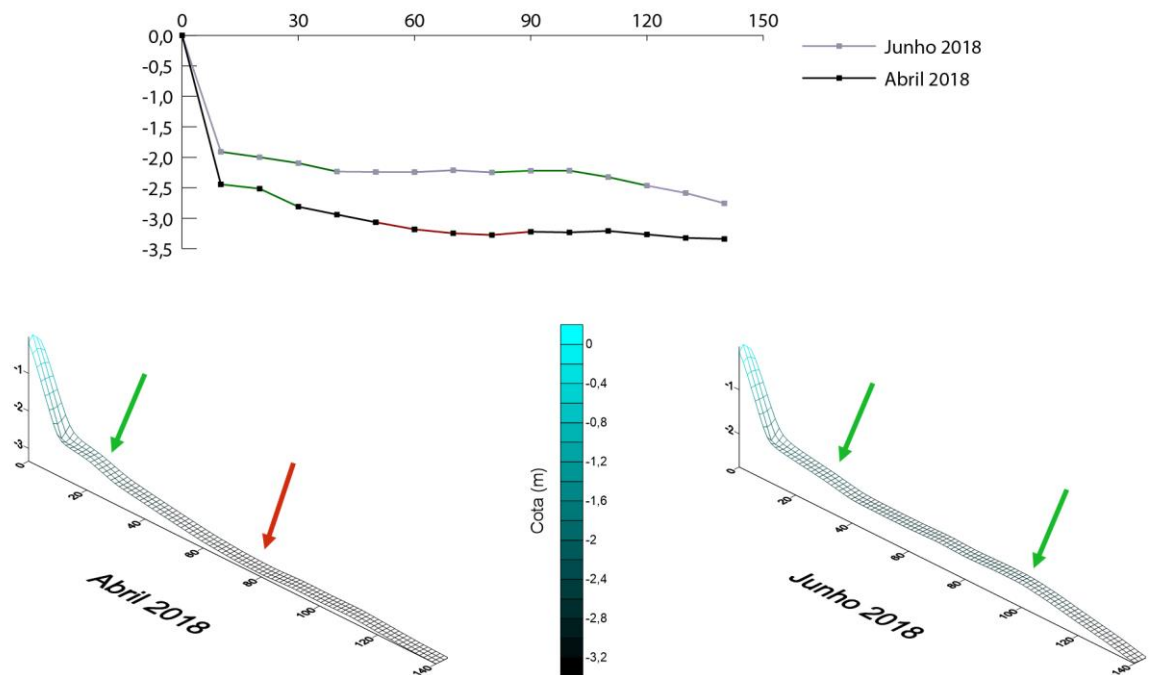
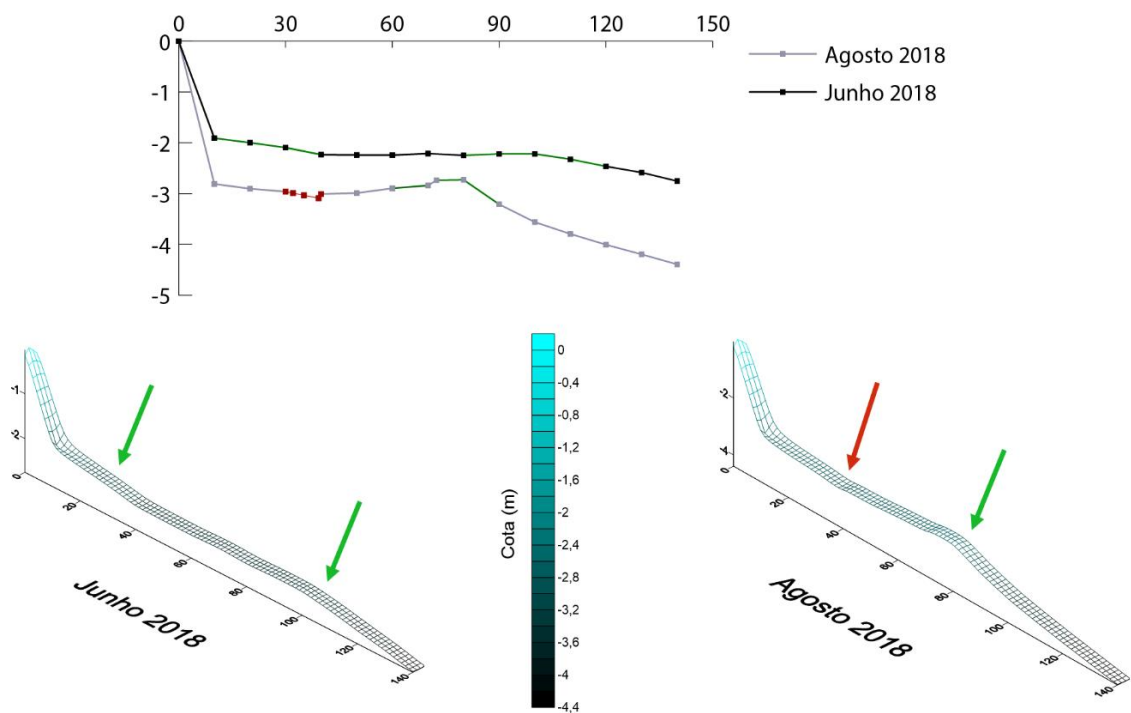


FIGURA 24: Representações topográficas dos perfis de Junho de 2018 e Agosto de 2018 de P2, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho.



7.1.3. P3

No perfil de maio de 2007, entre 6 e 30 m em relação a origem do perfil, havia uma barra longitudinal. Na porção média do perfil, entre os 60 e 90 m, e próximo a linha d'água, entre os 110 e 130 m, haviam duas barras respectivamente. Já no levantamento de maio de 2008, entre 30 e 60 m a partir da origem do perfil, formou-se uma feição de canal longitudinal, contribuindo para um balanço volumétrico positivo deste período (+188,31 m³) (Tabela 8), em consequência à deposição sedimentar que as barras da porção superior e média do perfil obtiveram durante esse período do perfil e próximas (Figura 25).

Em julho de 2008, o perfil sofreu erosão ao longo de toda sua extensão, influenciando no balanço sedimentar negativo de -124,33 m³. A barra e o canal longitudinal, que antes haviam na porção superior foram destruídas, enquanto a barra que se encontrava entre 60 e 90 m, em relação à origem do perfil, se deslocou, ficando entre 10 e 40 m, perdendo volume sedimentar neste processo. No resto do perfil formou-se uma barra, entre 40 e 60 m, e um canal longitudinal entre 80 e 120 m, ambas em relação à origem do perfil (Figura 26).

Em abril de 2009, volta a ocorrer processos erosivos ao longo do perfil praiado (-160,95 m³). A barra que havia na porção superior, foi destruída formando-se um canal longitudinal entre 10 e 30 m a partir da origem do perfil. A barra que se localizava entre 40 e 60 m, se deslocou, se posicionando entre 30 e 50 m em relação à origem do perfil. Uma nova barra se formou entre 60 e 90 m. O canal longitudinal perto da linha da água foi destruído, dando lugar a uma zona de espraiamento de 40 m (Figura 27).

Em abril de 2018, o perfil sofreu erosão (-182,19 m³), sendo que todas as feições construídas anteriormente foram destruídas, havendo a formação de dois canais longitudinais, uma entre 40 e 50 m e outra entre 70 e 80 m em relação à origem do perfil. Onde havia a zona de espraiamento formou-se uma barra entre 90 e 110 m (Figura 28).

Em junho de 2018 houve deposição de de (+186,16³) ao longo do perfil, influenciando em seu balanço volumétrico (Tabela 8). As feições do levantamento anterior desapareceram, formando-se uma barra entre 80 e 120 m em relação à origem do perfil (Figura 29). Já em agosto de 2018, não ocorreram muitas variações no perfil, a mais visível é entre 50 e 90 m ao longo do perfil

praial, onde formou-se um canal longitudinal. A barra longitudinal da porção mais próxima a linha da água obteve acreção, porém não se deslocou pelo perfil (Figura 30).

De uma maneira geral, P3 apresentou entre os períodos de maio de 2007 a agosto de 2018 um valor negativo significativo no balanço sedimentar (Tabela 8), podendo estar associado às variações verticais, construção e destruição de feições, e a extensão deste perfil durante os levantamentos.

Os sedimentos de P3, coletados durante os levantamentos de 2018, se caracterizaram areias finas, bem a muito bem selecionadas e de assimetria de distribuição aproximadamente simétricas a negativas e baixos teores de matéria orgânica e carbonatos (Tabela 9 e 10).

TABELA 8: Diferenças volumétricas entre os levantamentos topográficos realizados em P3.

Período	Volume (m ³)	Balanço Volumétrico (m ³)	Varição Total (m ³)
Maio/2007	311,23	-	-462,34
Maio/2008	122,92	188,31	
Julho/2008	247,25	-124,33	
Abril/2009	408,20	-160,95	
Abril/2018	590,39	-182,19	
Junho/2018	776,55	-186,16	
Agosto/2018	773,57	2,98	

TABELA 9: Teores médios de matéria orgânica e carbonatos das três seções do perfil praial de P3. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.

P3	Teores (%)	Abril 2018	Junho 2018	Agosto 2018
1	Carbonatos	4,44	6,12	3,84
	Matéria Orgânica	2,82	14,45	2,64
2	Carbonatos	4,50	5,82	3,90
	Matéria Orgânica	2,51	2,69	5,37
3	Carbonatos	4,10	9,13	6,04
	Matéria Orgânica	2,89	3,60	2,92

TABELA 10: Classificação dos sedimentos quanto ao diâmetro, grau de seleção e assimetria dos sedimentos coletados nas três porções do perfil P3. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.

P3	Parâmetros	Médias Abril 2018	Abril de 2018	Médias Junho 2018	Junho de 2018	Médias Agostos 2018	Agosto de 2018
1	Diâmetro	0,152	Areia Fina	0,149	Areia Fina	0,157	Areia Fina
	Grau de Seleção	0,330	Muito Bem Selecionado	0,340	Muito Bem Selecionado	0,353	Bem Selecionado
	Assimetria	-0,162	Negativo	0,091	Aproximadamente simétrica	-0,094	Aproximadamente simétrica
2	Diâmetro	0,151	Areia Fina	0,174	Areia Fina	0,162	Areia Fina
	Grau de Seleção	0,326	Muito Bem Selecionado	0,491	Bem Selecionado	0,332	Muito Bem Selecionado
	Assimetria	-0,178	Negativo	0,105	Positivo	-0,173	Negativo
3	Diâmetro	0,160	Areia Fina	0,151	Areia Fina	0,172	Areia Fina
	Grau de Seleção	0,380	Bem Selecionado	0,326	Muito Bem Selecionado	0,393	Bem Selecionado
	Assimetria	0,024	Aproximadamente simétrica	-0,212	Negativo	-0,040	Aproximadamente simétrica

FIGURA 25: Representações topográficas dos perfis de Maio de 2007 e Maio de 2008 de P3, com escala horizontal e vertical em metros (m).. As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto as feições erosivas – canais longitudinais – estão destacadas em vermelho.

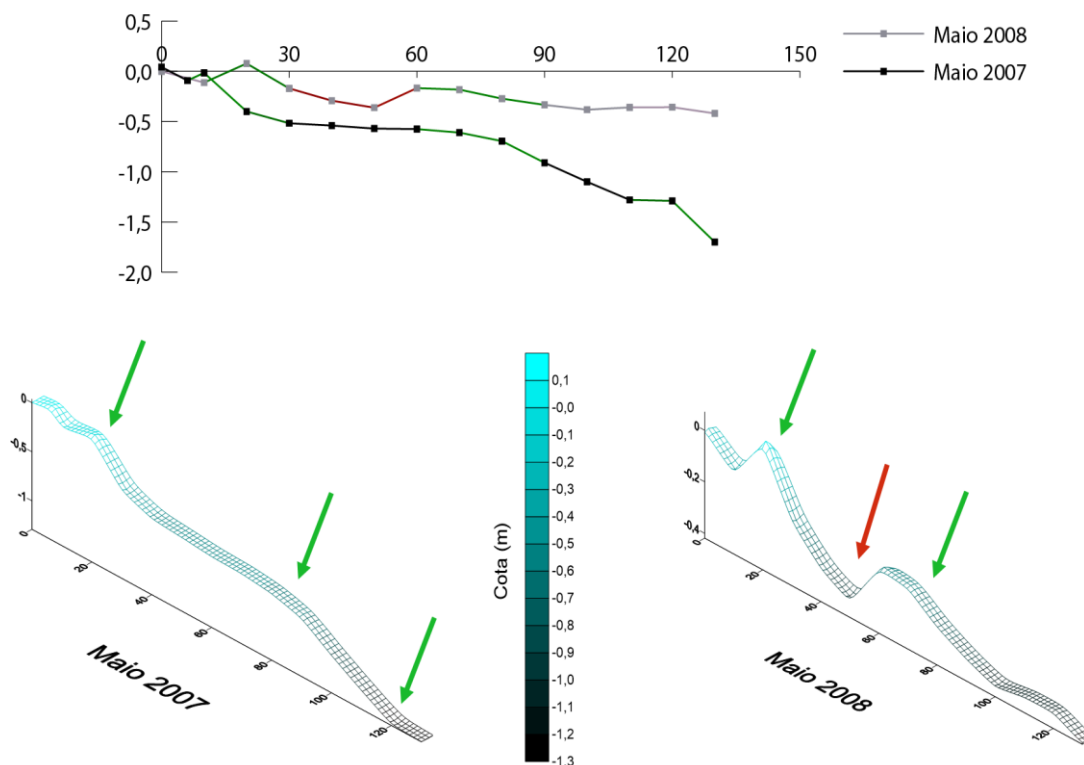


FIGURA 26: Representações topográficas dos perfis de Maio de 2008 e Julho de 2008 de P3, com escala horizontal e vertical em metros (m). As depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feições erosivas – canais longitudinais – estão destacadas em vermelho

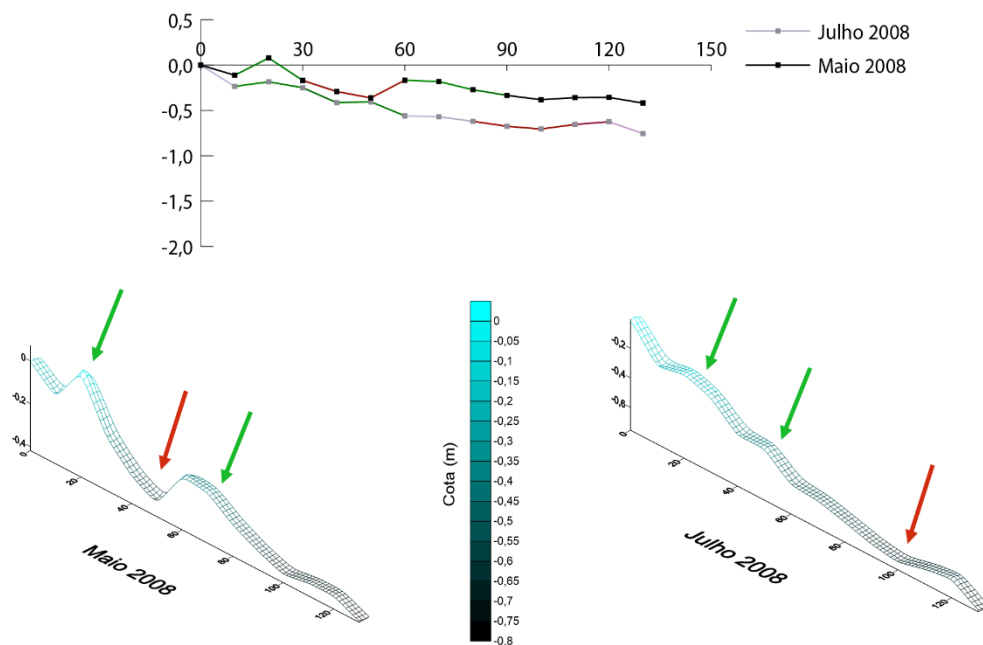


FIGURA 27: Representações topográficas dos perfis de Julho de 2008 e Abril de 2009 de P3, com escala horizontal e vertical em metros (m). As depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feições erosivas – canais longitudinais – estão destacadas em vermelho.

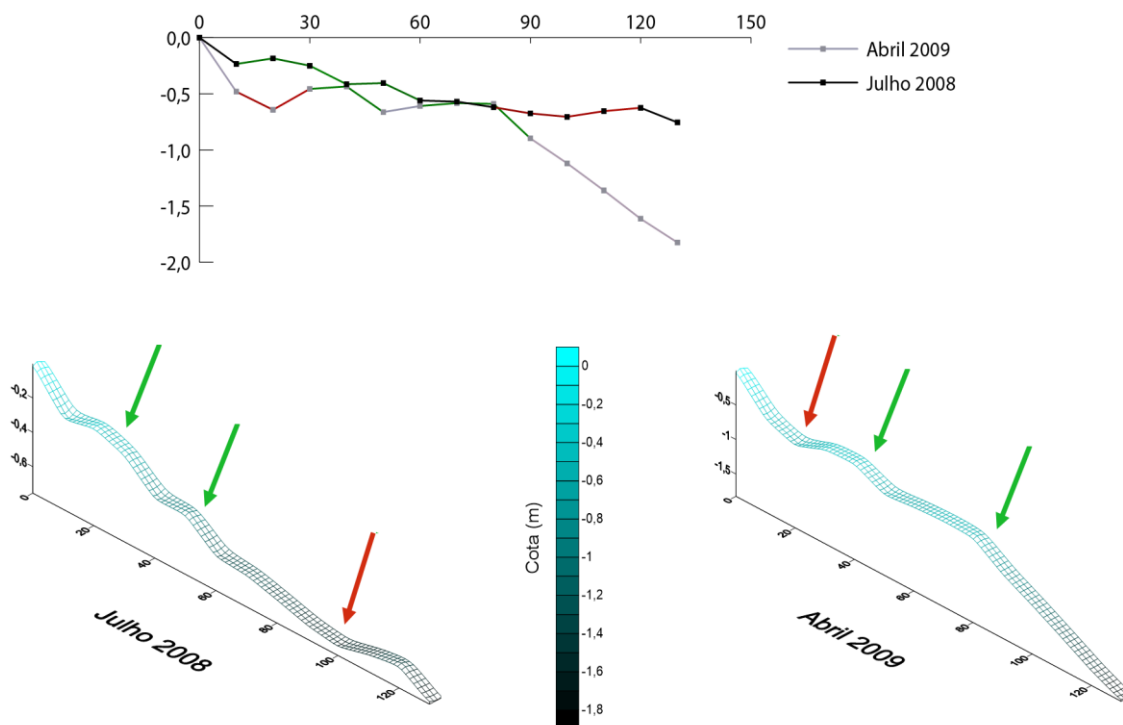


FIGURA 28: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2009 e Abril de 2018 de P3, com escala horizontal e vertical em metros (m). As depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feições erosivas – canais longitudinais – estão destacadas em vermelho.

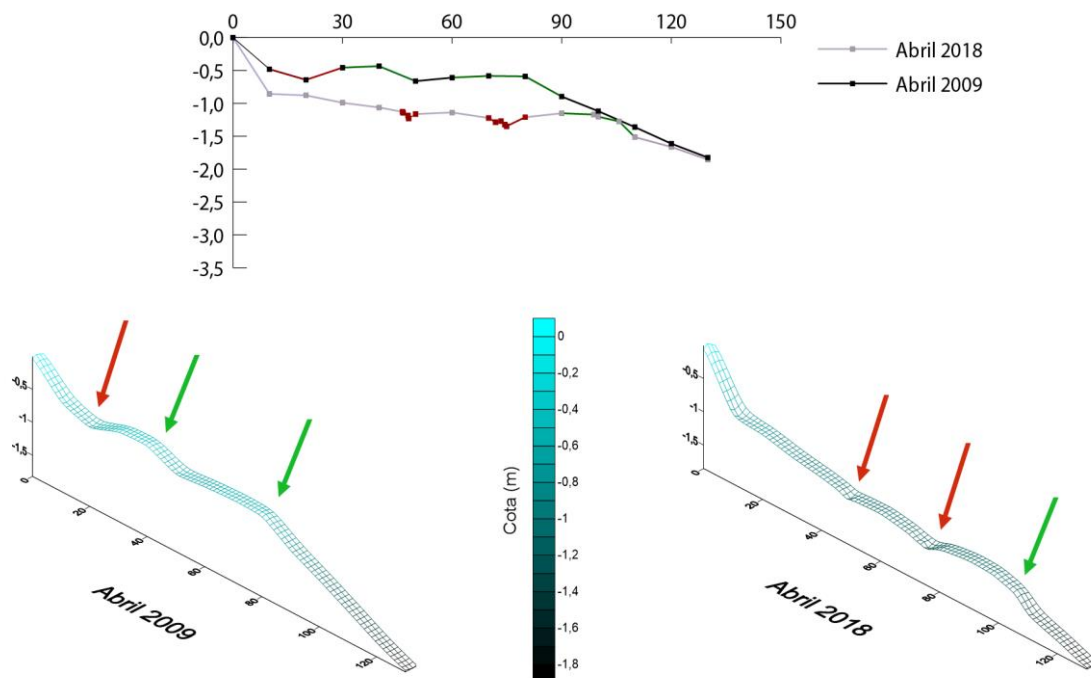


FIGURA 29: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2018 e Junho de 2018 de P3, com escala horizontal e vertical em metros (m). As depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feições erosivas – canais longitudinais – estão destacadas em vermelho.

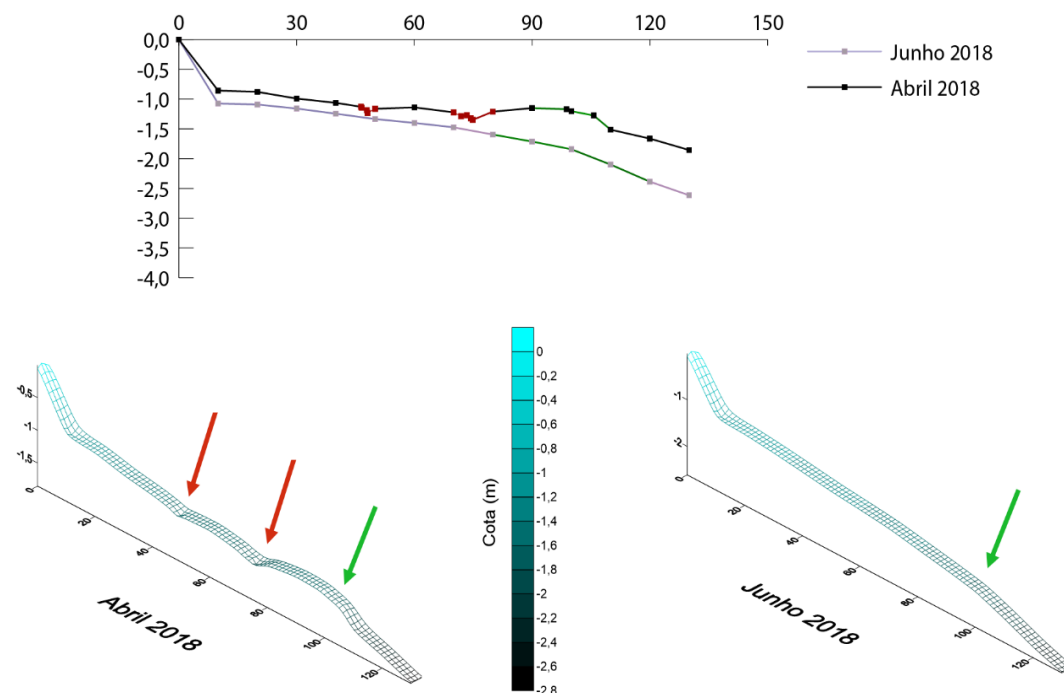
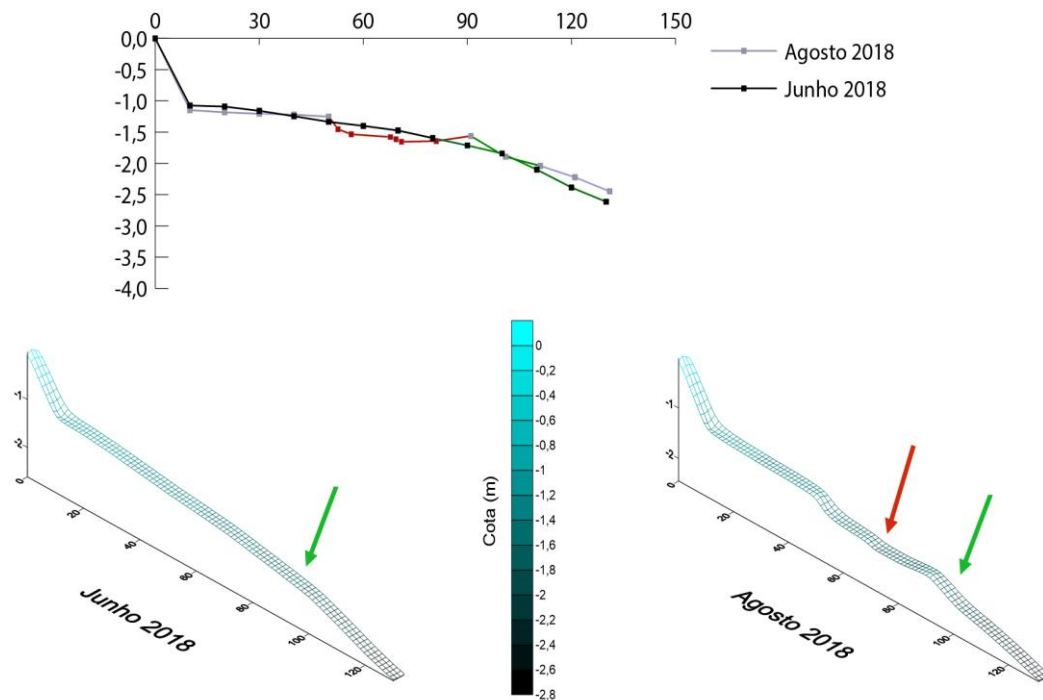


FIGURA 30: Representações topográficas dos perfis de Junho de 2018 e Agosto de 2018 de P3, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho.



7.1.4. P4

O perfil de P4 em maio de 2007 apresentou em sua extensão uma barra na porção superior, entre 14 e 24 m, e duas barras, entre 44 e 64 m, 64 a 84 m em relação à origem do perfil. Em julho de 2007 essas feições foram completamente destruídas, devido à erosão de $-51,16 \text{ m}^3$ que o perfil obteve. A barra da porção superior, se manteve apesar de ter sofrido perda de volume (Figura 31). Durante maio de 2008 ocorreu a destruição da barra da porção superior (Figura 32) apesar disso o perfil não sofreu grandes variações, sendo que o período apresentou deposição de $12,1 \text{ m}^3$ de sedimentos.

Em julho de 2008, novamente o perfil sofreu poucas variações no seu balanço sedimentar ($+0,04 \text{ m}^3$), ocorrendo erosão entre 60 e 80 m e a construção de uma barra entre 40 e 60 m em relação ao início do perfil praiado (Figura 33), que em abril de 2009, foi destruída, formando-se uma nova barra entre 10 e 30 m em relação à origem do perfil (Figura 34).

Em abril de 2018, o perfil sofreu erosão, havendo a destruição da barra, que se localizava na porção superior, e a formação de um canal longitudinal entre

30 e 40 m em relação à origem do perfil (Figura 35). Neste levantamento em questão, a extensão do perfil é menor em relação ao anterior, contribuindo para um volume menor e conseqüentemente no balanço sedimentar foi positivo (+68,47 m³).

Em junho de 2018, o perfil não sofreu grandes perdas de sedimentos, porém houve a destruição do canal longitudinal do levantamento anterior e a construção de uma barra longitudinal em seu lugar (entre 30 e 40 m em relação ao início do perfil) (Figura 36). Em agosto de 2018, essa barra se deslocou, ficando entre 20 e 30 m e uma outra barra foi formada próxima a linha da água, entre 60 e 80 m em relação à origem do perfil (Figura 37).

. De uma maneira geral, P4 apresentou um balanço sedimentar negativo de -44,35 m³ entre os períodos de maio de 2007 a agosto de 2018, caracterizando um processo erosivo suave no perfil praial (Tabela 11). Durante os levantamentos de 2018, os sedimentos se caracterizaram por serem areias finas, muito bem selecionadas e de assimetria de distribuição aproximadamente simétricas a negativas e baixos teores de matéria orgânica e carbonatos (Tabela 12 e 13), ocorrendo um erro laboratorial na amostra de matéria orgânica na porção média do perfil na campanha de junho de 2018.

TABELA 11: Diferenças volumétricas entre os levantamentos topográficos realizados em P4.

Período	Volume (m ³)	Balanço Volumétrico (m ³)	Varição Total (m ³)
Maio/2007	89,60	-	-44,35
Julho/2007	140,76	-51,16	
Maio/2008	128,66	12,1	
Julho/2008	128,62	0,04	
Abril/2009	131,87	-3,25	
Abril/2018	63,40	68,47	
Junho/2018	154,30	-90,9	
Agosto/2018	133,95	20,35	

TABELA 12: Teores médios de matéria orgânica e carbonatos das três seções do perfil praial de P4. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.

P4	Teores (%)	Abril 2018	Junho 2018	Agosto 2018
1	Carbonato de Cálcio	4,06	6,02	3,44
	Matéria Orgânica	2,65	2,30	2,04
2	Carbonato de Cálcio	4,99	6,76	3,91
	Matéria Orgânica	3,07	9,78	2,82
3	Carbonato de Cálcio	3,98	5,64	3,91
	Matéria Orgânica	2,38	3,07	3,76

TABELA 13: Classificação dos sedimentos quanto ao diâmetro, grau de seleção e assimetria dos sedimentos coletados nas três porções do perfil P4. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.

P4	Parâmetros	Médias Abril 2018	Abril de 2018	Médias Junho 2018	Junho de 2018	Médias Agosto 2018	Agosto de 2018
1	Diâmetro	0,149	Areia Fina/Muito Fina	0,148	Areia Fina	0,149	Areia Fina
	Grau de Seleção	0,318	Muito Bem Selecionado	0,347	Muito Bem Selecionado	0,318	Muito Bem Selecionado
	Assimetria	-0,176	Aproximadamente simétrica	0,068	Aproximadamente simétrica	-0,176	Negativa
2	Diâmetro	0,158	Areia Fina	0,151	Areia Fina	0,158	Areia Fina
	Grau de Seleção	0,349	Muito Bem Selecionado	0,322	Muito Bem Selecionado	0,349	Muito Bem Selecionado
	Assimetria	-0,070	Aproximadamente simétrica	-0,237	Negativa	-0,070	Aproximadamente simétrica
3	Diâmetro	0,158	Areia Fina	0,171	Areia Fina	0,158	Areia Fina
	Grau de Seleção	0,352	Muito Bem Selecionado	0,419	Muito Bem Selecionado	0,352	Bem Selecionado
	Assimetria	-0,051	Muito Negativa	-0,036	Aproximadamente simétrica	-0,051	Aproximadamente simétrica

FIGURA 31: Representações topográficas dos perfis de Maio de 2007 e Julho de 2007 de P4, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde.

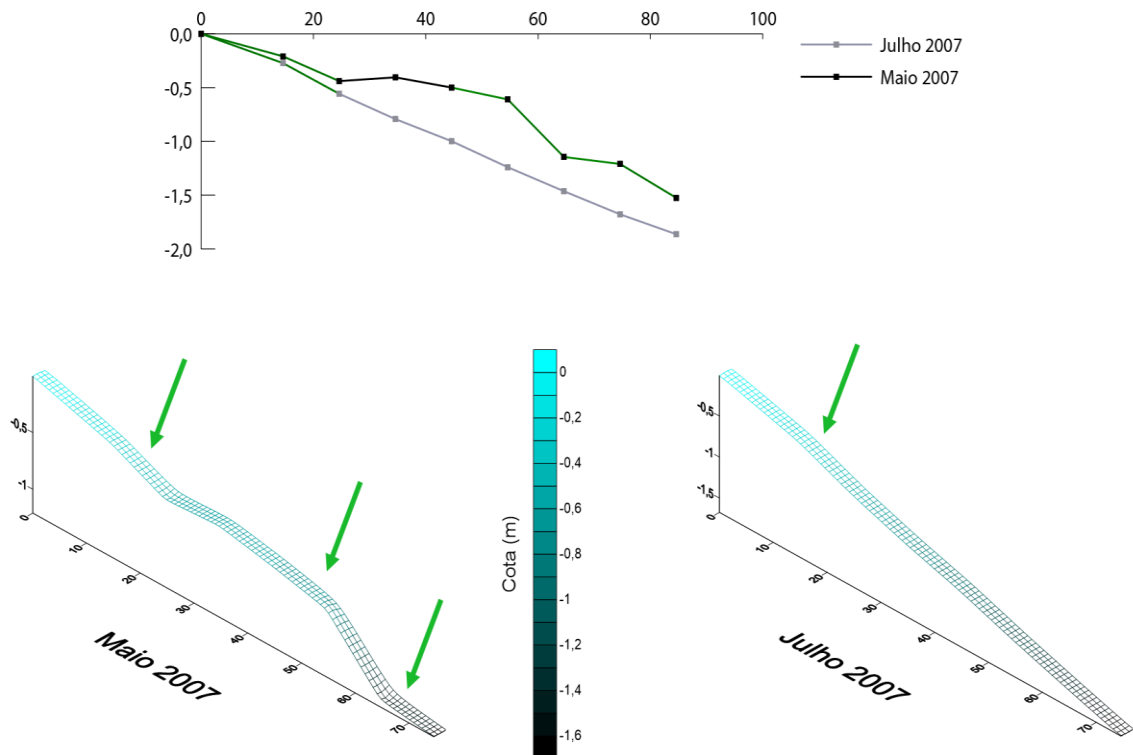


FIGURA 32: Representações topográficas dos perfis de Julho de 2007 e Maio de 2008 de P4, com escala horizontal e vertical em metros (m). A feição depositiva – barras – está destacada em verde.

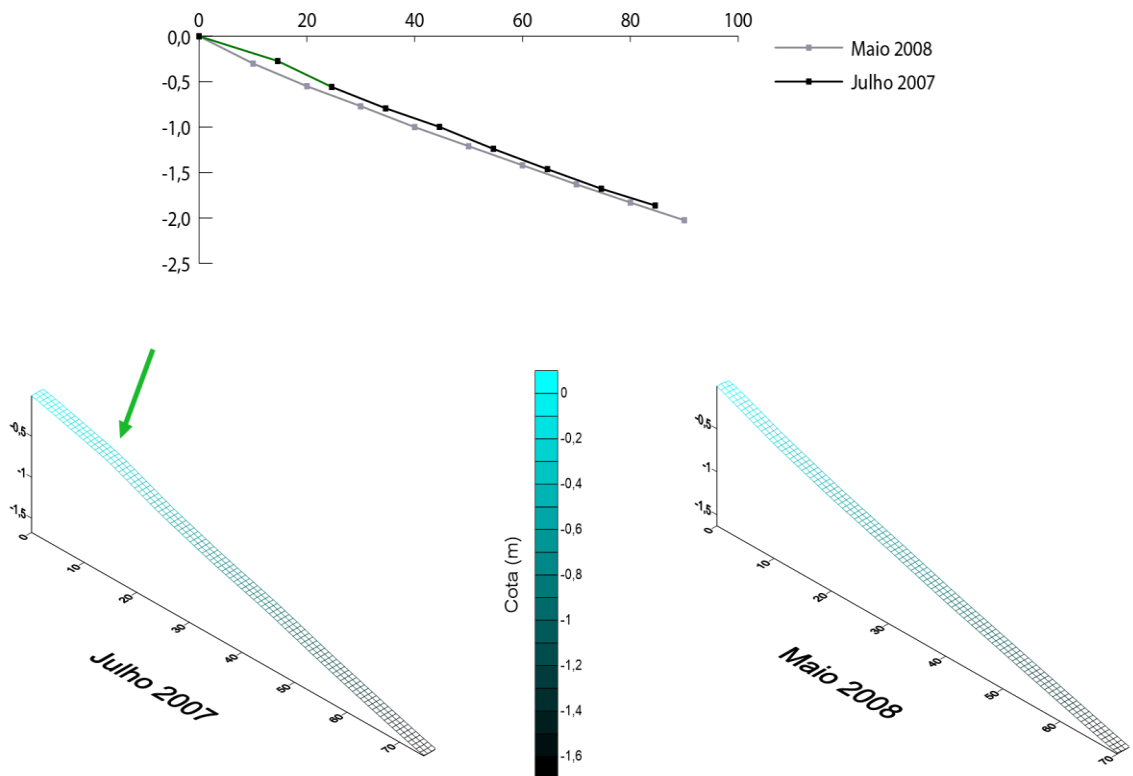


FIGURA 33: Representações topográficas dos perfis de Maio de 2008 e Julho de 2008 de P4, com escala horizontal e vertical em metros (m). A feição depositiva – barras – está destacada em verde.

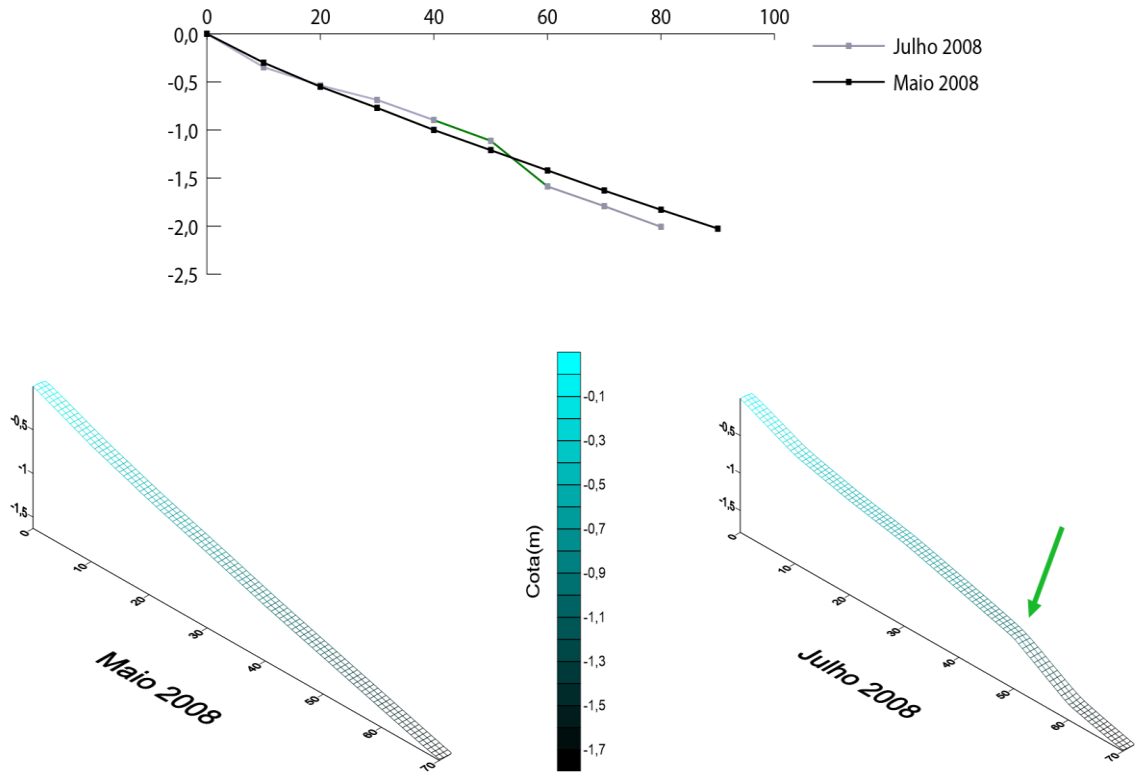


FIGURA 34: Representações topográficas dos perfis de Julho de 2008 e Abril de 2009 de P4, com escala horizontal e vertical em metros (m). A feições depositivas – barras – estão destacadas em verde.

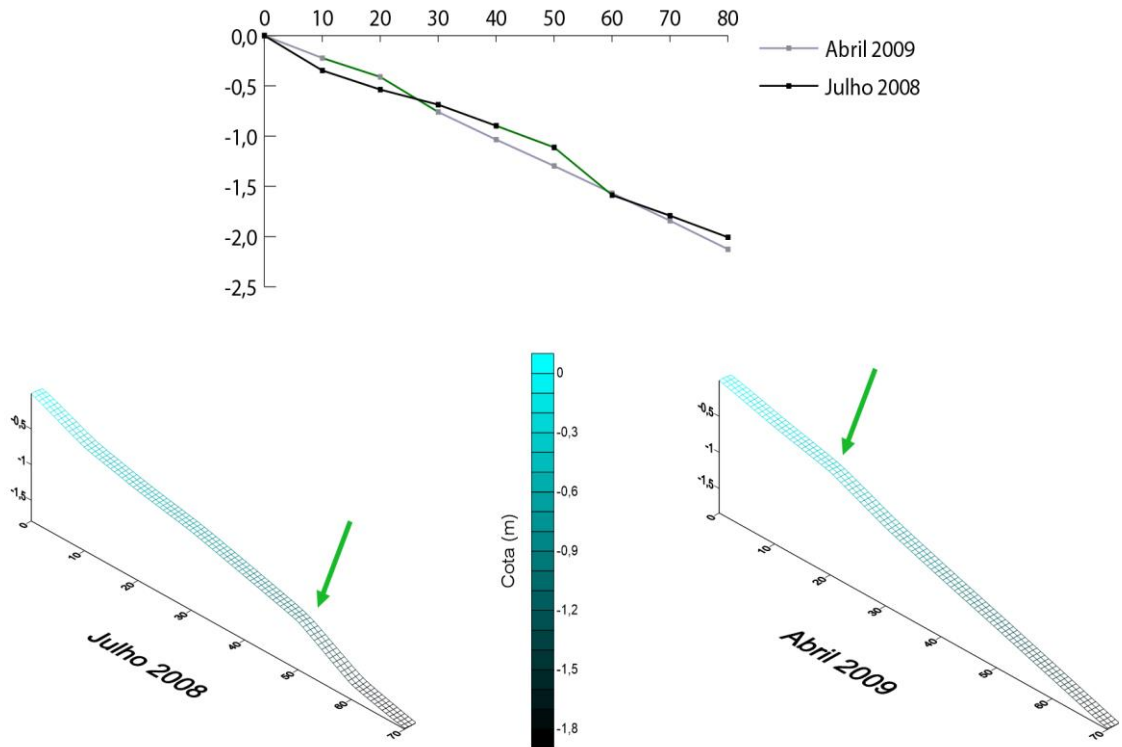


FIGURA 35: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2009 e Abril de 2018 de P4, com escala horizontal e vertical em metros (m). A feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho.

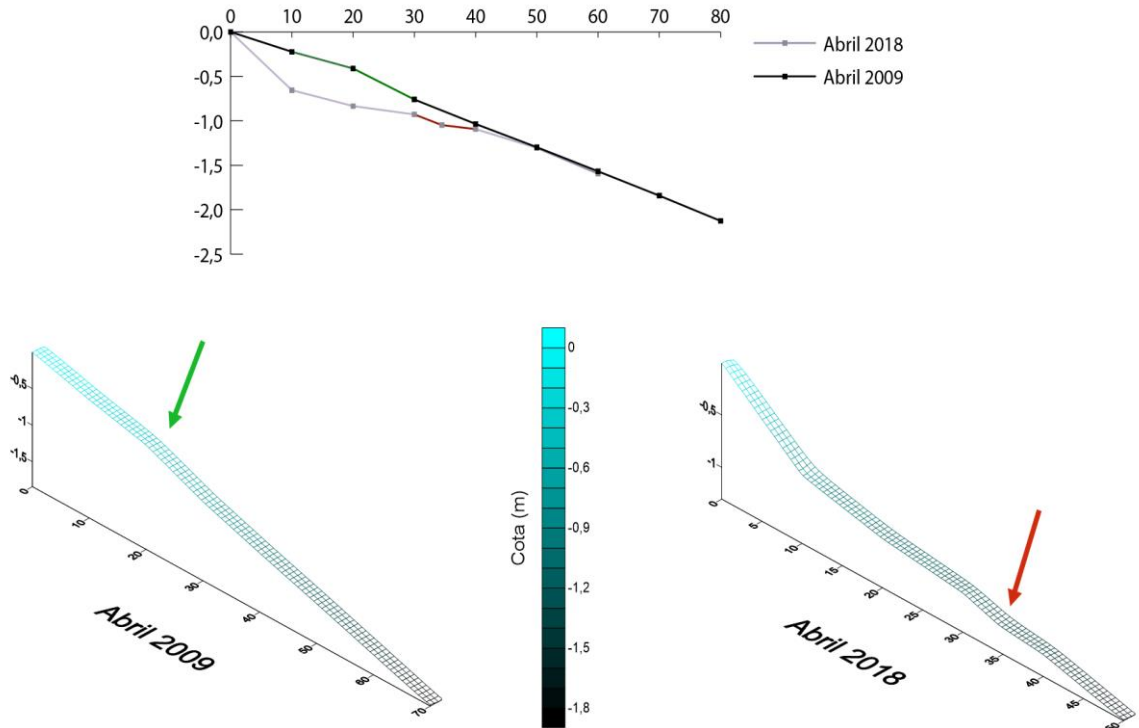


FIGURA 36: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2018 e Junho de 2018 de P4, com escala horizontal e vertical em metros (m). A feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho.

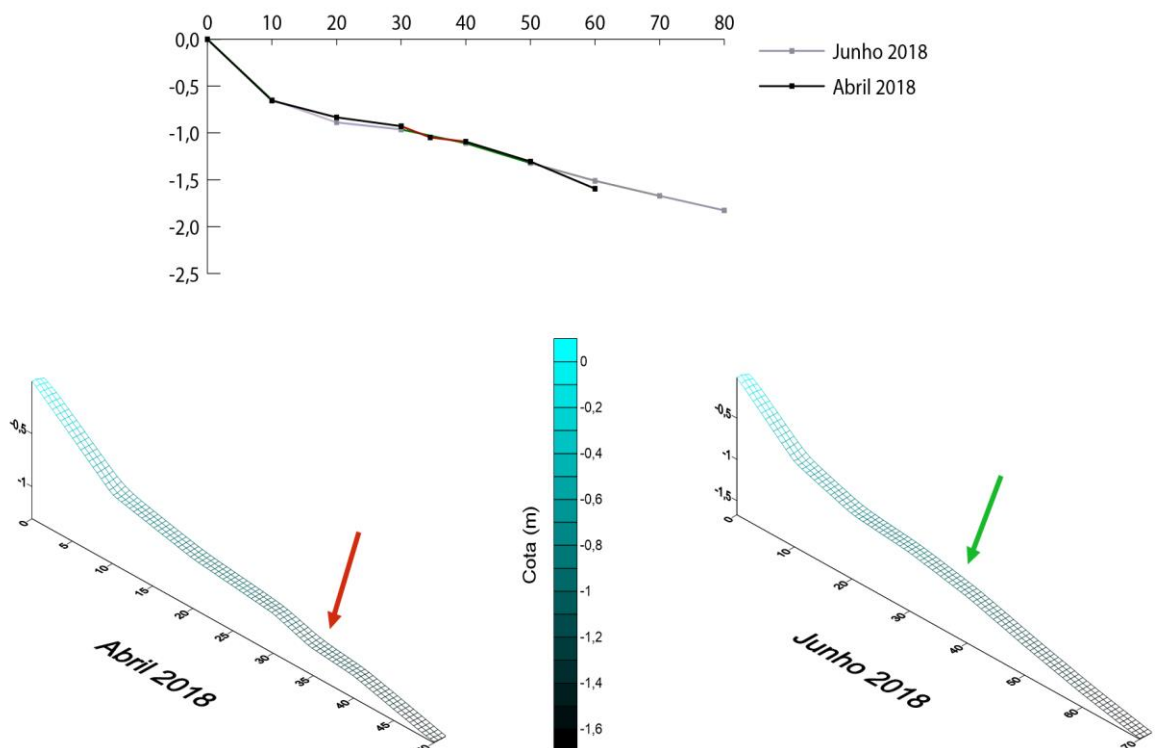
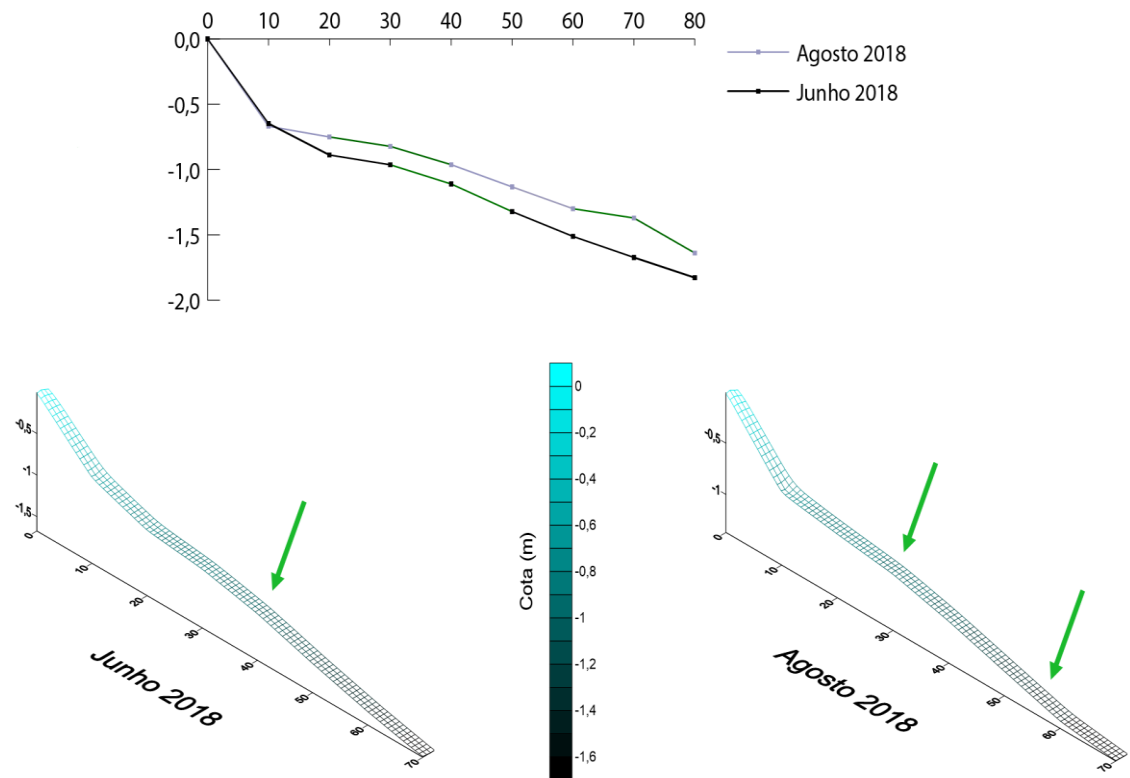


FIGURA 37: Representações topográficas dos perfis de Junho de 2018 e Agosto de 2018 de P4, com escala horizontal e vertical em metros (m) A feições depositivas – barras – estão destacadas em verde.



7.1.5. P5

No perfil de maio de 2007 havia uma falésia na porção superior do perfil entre a origem do perfil e 10 m e uma barra próxima a linha da água, entre 50 e 70 m (Figura 38). Em julho de 2007, o perfil obteve deposição de sedimentos e conseqüentemente no balanço sedimentar (+127,57 m³). As feições do levantamento anterior sofreram com a acreção, desaparecendo por conta disso, formando-se duas novas barras, uma entre 6 e 26 m e a outra entre 56 e 76 m a partir da origem do perfil (Figura 39). Porém, maio de 2008, essas barras foram destruídas devido a erosão de -100,4 m³ de sedimentos (Figura 40).

Em julho de 2008, o perfil sofreu deposição de (+95,01 m³) ao longo de sua extensão, formando-se duas barras (Figura 41), uma entre 10 e 30 m e a outra entre 30 e 50 m a partir da origem do perfil. Em abril de 2009, também havia uma barra longitudinal entre 30 e 50 m, porém com um volume menor devido à perda vertical de -124,9 m³ que o perfil sofreu ao longo de um ano para outro. Entre 10 e 20 m se localizava uma barra em relação à origem do perfil (Figura 42)

Em abril de 2018 ocorreu acreção de (+84,38 m³) de sedimentos ao longo do perfil, fazendo com que as barras construídas anteriormente desaparecessem e simultaneamente ocorrendo a formação de um canal longitudinal entre 15 e 20 m em relação ao início do perfil (Figura 43). Em junho de 2018 voltou a ter deposição no perfil (+82,17 m³), provocando o desaparecimento do canal e a formação de uma berma entre 10 e 30 m em relação à origem do perfil (Figura 44).

Em agosto de 2018 o perfil praiado sofreu com erosão de (-104,73 m³) em toda sua extensão afetando o balanço sedimentar. A barra da porção superior do perfil sofreu com a variação, porém ainda presente, e na porção média ocorreu a formação de uma nova barra entre 30 e 50 m em relação à origem do perfil (Figura 45).

De uma maneira geral, P5 apresentou um balanço sedimentar positivo entre os períodos de maio de 2007 a agosto de 2018, caracterizando um processo depositivo no perfil praiado (Tabela 14).

Durante os levantamentos de 2018, os sedimentos se caracterizaram por areias finas, bem selecionadas e de assimetria de distribuição aproximadamente simétricas a negativas e baixos teores de matéria orgânica e carbonatos (Tabela 15 e 16).

TABELA 14: Diferenças volumétricas entre os levantamentos topográficos realizados em P5.

Período	Volume (m ³)	Balço Volumétrico (m ³)	Varição Total (m ³)
Maio/2007	281,62	-	59,1
Julho/2007	154,05	127,57	
Maio/2008	254,45	-100,4	
Julho/2008	159,44	95,01	
Abril/2009	284,34	-124,9	
Abril/2018	199,96	84,38	
Junho/2018	117,79	82,17	
Agosto/2018	222,52	-104,73	

TABELA 15: Teores médios de matéria orgânica e carbonatos das três seções do perfil praial de P5. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.

P5	Teores (%)	Abril 2018	Junho 2018	Agosto 2018
1	Carbonatos	2,58	8,41	3,06
	Matéria Orgânica	2,18	1,59	2,81
2	Carbonatos	4,54	4,99	5,23
	Matéria Orgânica	2,50	2,52	3,00
3	Carbonatos	2,96	4,68	4,19
	Matéria Orgânica	1,77	2,66	3,09

TABELA 16: Classificação dos sedimentos quanto ao diâmetro, grau de seleção e assimetria dos sedimentos coletados nas três porções do perfil P5. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.

P5	Parâmetros	Médias Abril 2018	Abril de 2018	Médias Junho 2018	Junho de 2018	Médias Agosto 2018	Agosto de 2018
1	Diâmetro	0,156	Areia Fina	0,160	Areia Fina	0,163	Areia Fina
	Grau de Seleção	0,293	Bem Selecionado	0,341	Bem Selecionado	0,331	Bem Selecionado
	Assimetria	-0,187	Negativa	0,094	Positiva	-0,257	Aproximadamente simétrica
2	Diâmetro	0,150	Areia Fina	0,162	Areia Fina	0,156	Areia Fina
	Grau de Seleção	0,319	Bem Selecionado	0,365	Bem Selecionado	0,377	Bem Selecionado
	Assimetria	-0,027	Negativa	0,002	Aproximadamente simétrica	0,040	Aproximadamente simétrica
3	Diâmetro	0,152	Areia Fina	0,152	Areia Fina	0,161	Areia Fina
	Grau de Seleção	0,357	Bem Selecionado	0,379	Bem Selecionado	0,410	Bem Selecionado
	Assimetria	-0,020	Aproximadamente simétrica	0,053	Negativa	0,088	Aproximadamente simétrica

FIGURA 38: Representações topográficas dos perfis de Maio de 2007 e Julho de 2007 de P5, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras e falésia – estão destacadas em verde.

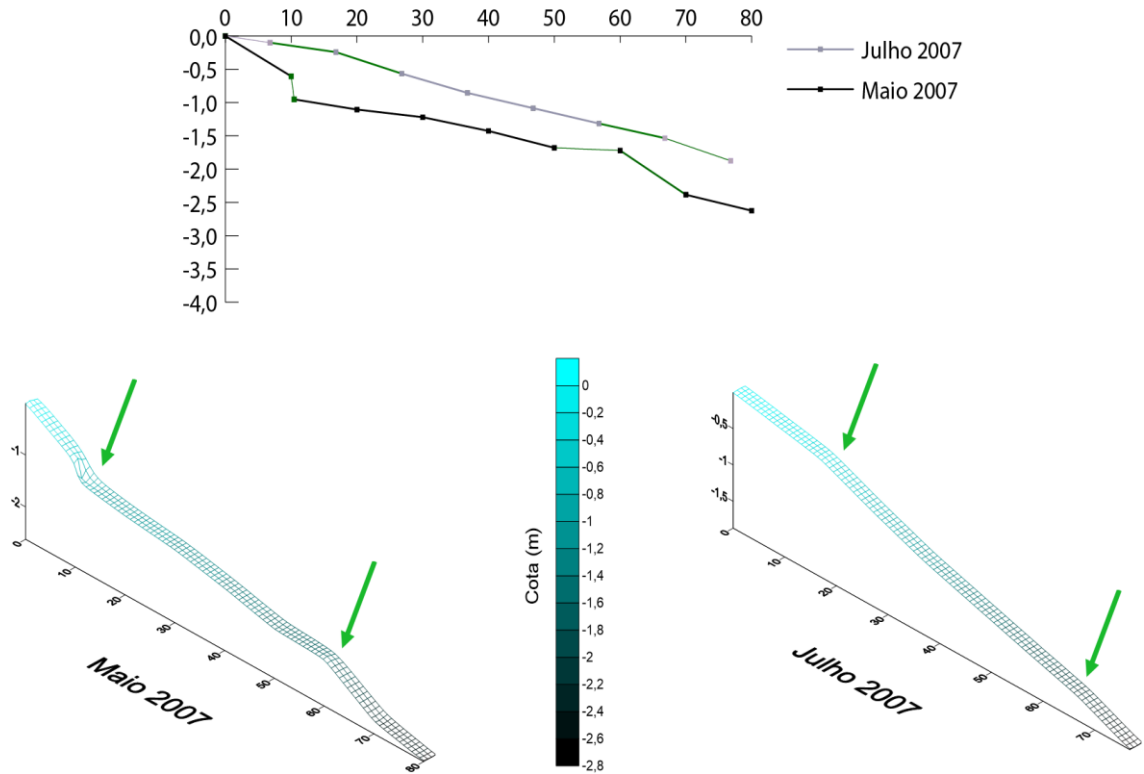


FIGURA 39: Representações topográficas dos perfis de Julho de 2007 e Maio de 2008 de P5, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde.

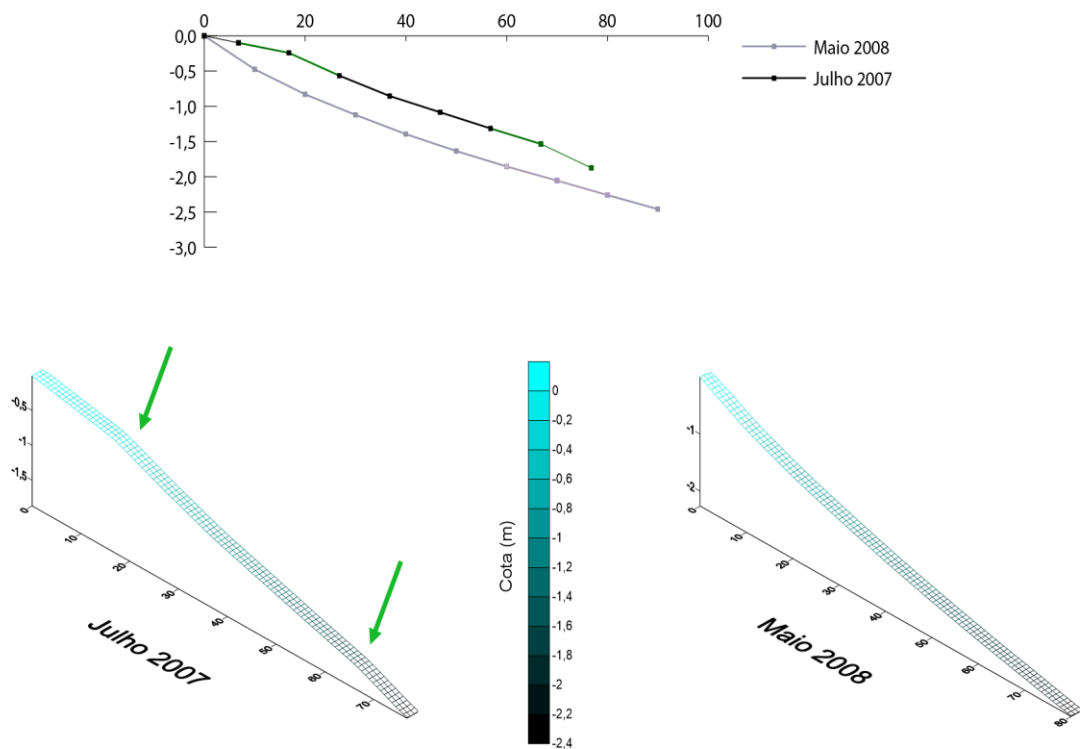


FIGURA 40: Representações topográficas dos perfis de Maio de 2008 e Julho de 2008 de P5, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde.

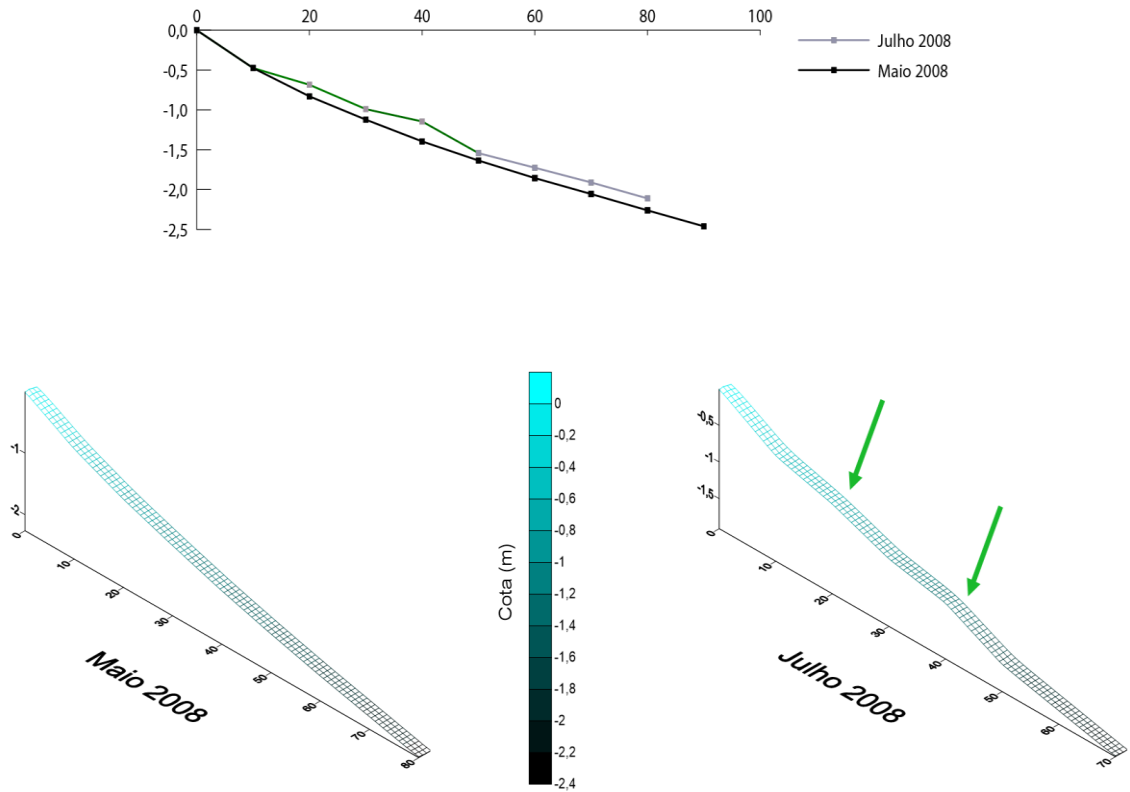


FIGURA 41: Representações topográficas dos perfis de Julho de 2008 e Abril de 2009 de P5, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde.

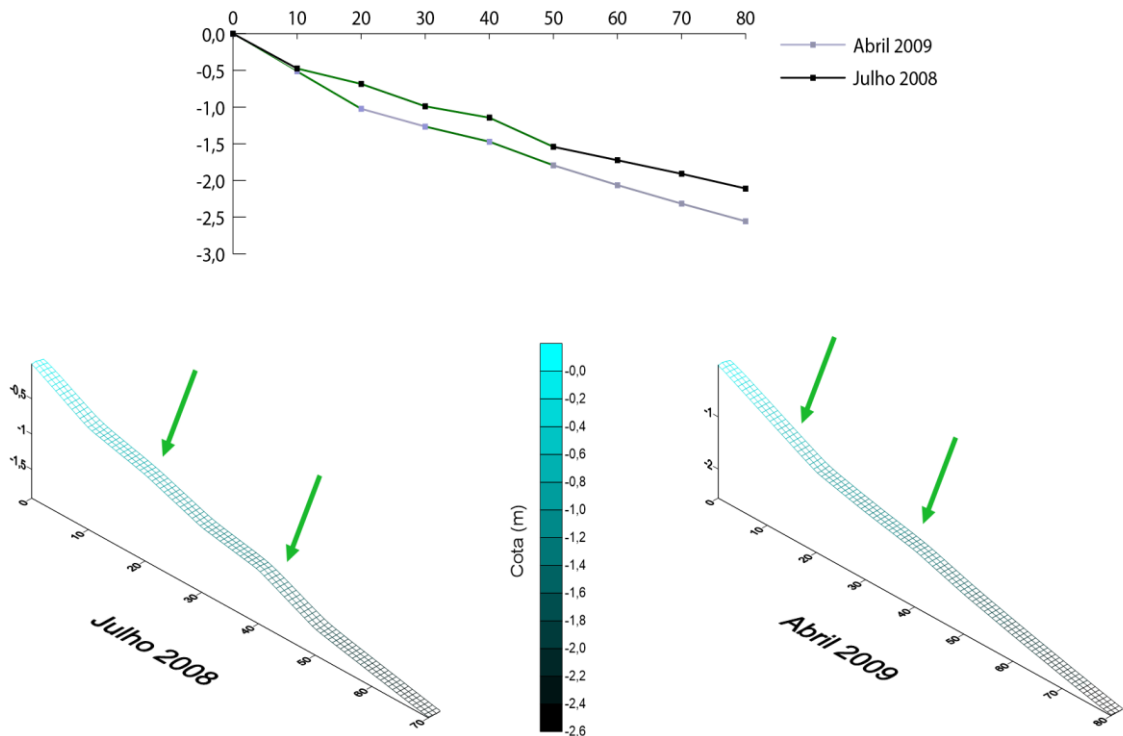


FIGURA 42: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2009 e Abril de 2018 de P5, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho.

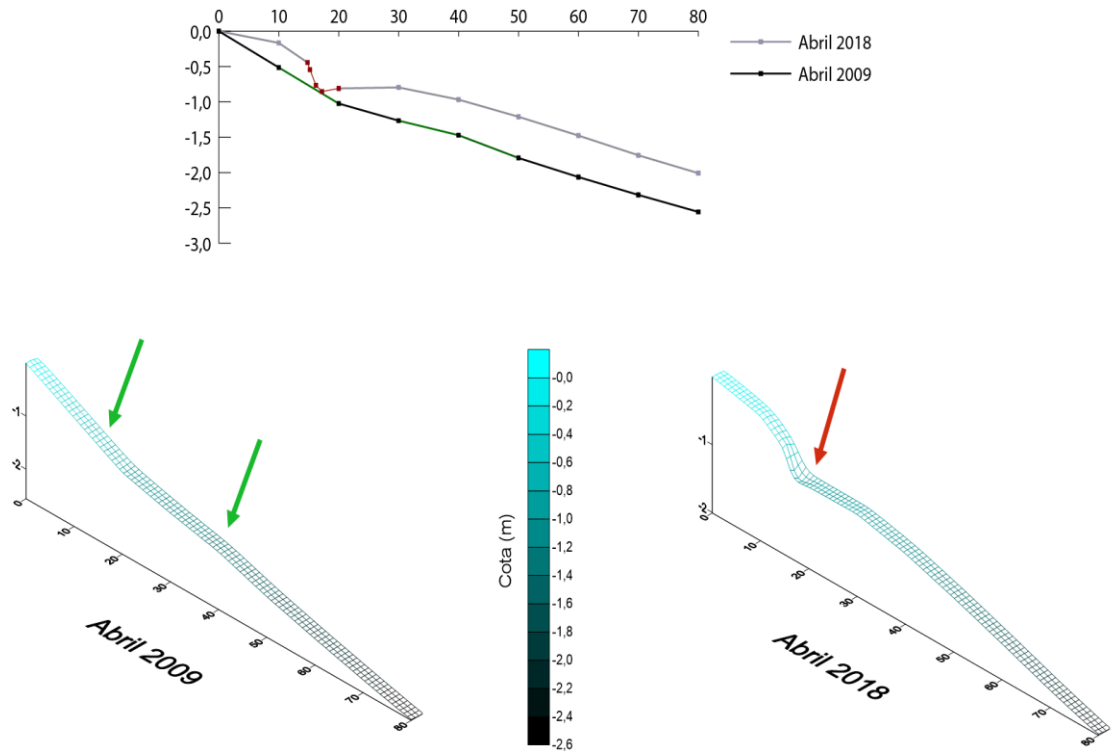


FIGURA 43: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2018 e Junho de 2018 de P5, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho.

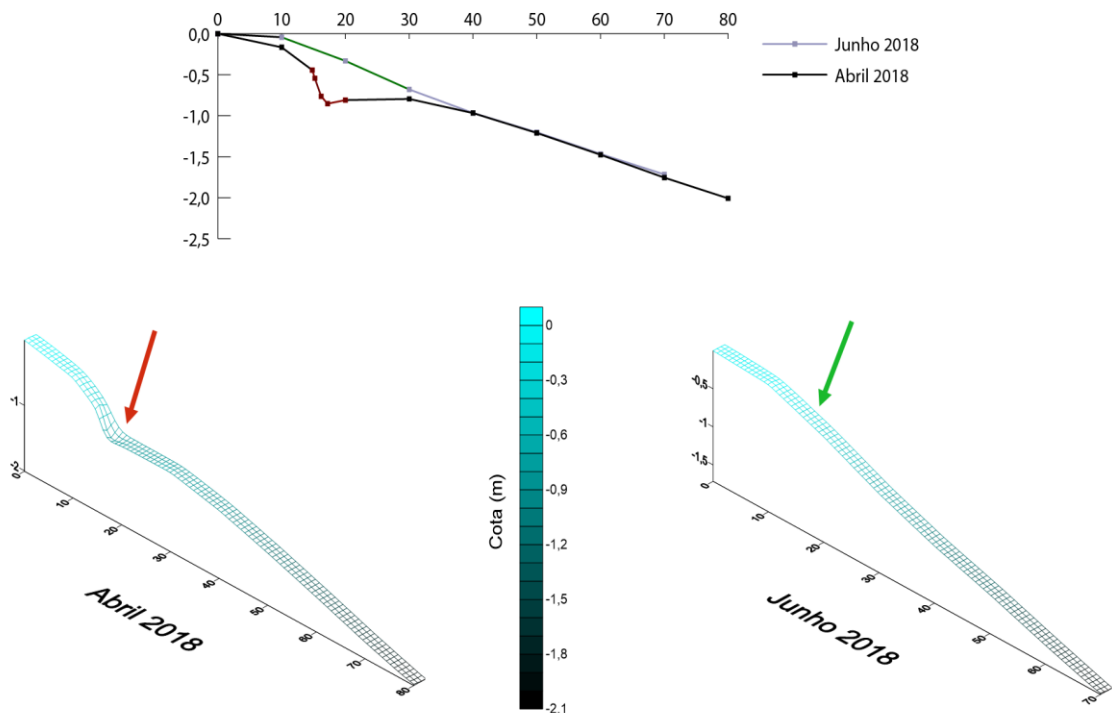
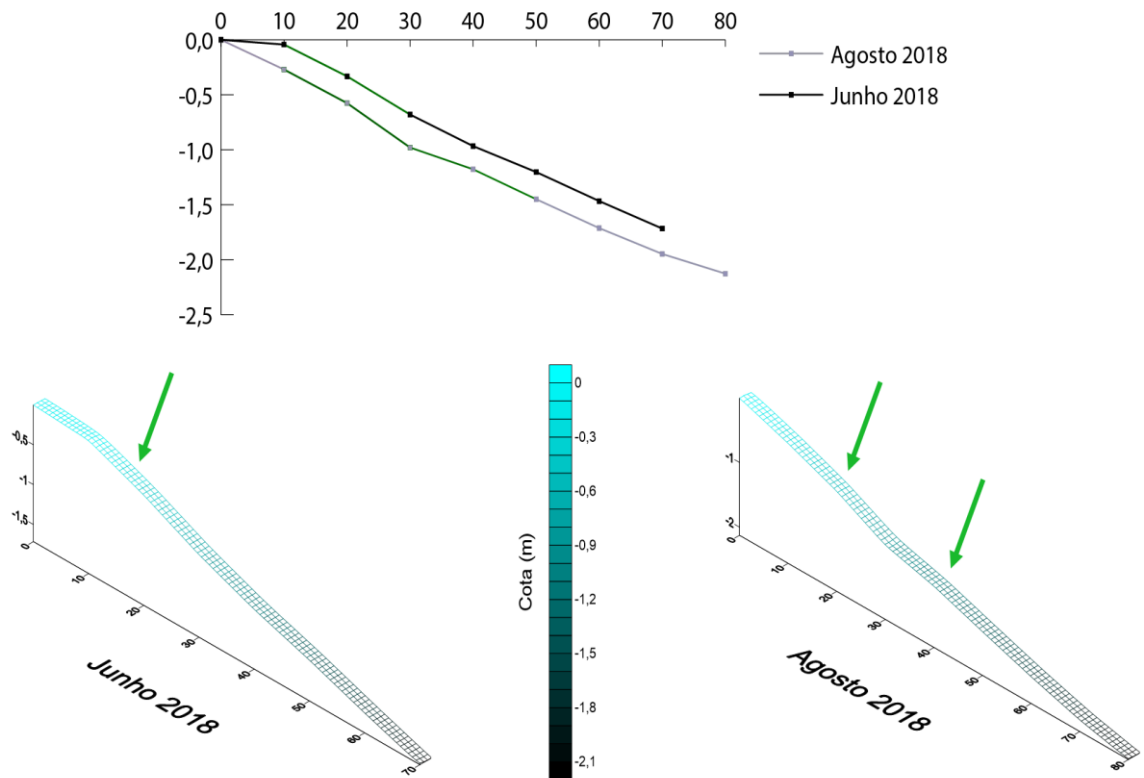


FIGURA 44: Representações topográficas dos perfis de Junho de 2018 e Agosto de 2018 de P5, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde.



7.1.6. P6

Em fevereiro de 1994, o perfil praiar apresentava uma barra entre o início do perfil e 15 m e uma zona de espraiamento entre 15 e 37 m em relação à origem do perfil. Em abril de 2018, ocorreu erosão na porção superior do perfil (-76,71 m³), formando-se uma falésia. Já na porção média e próxima à linha da água ocorreu deposição, formando uma barra (Figura 45).

Em junho de 2018, o perfil teve deposição (+60,72 m³), principalmente na porção perto a linha d'água, onde a barra do levantamento anterior teve ganho de sedimentos, deixando o balanço do período positivo. Já na porção superior do perfil, a falésia não apresentou mudanças (Figura 46).

Em agosto de 2018, a barra formada no mês anterior se deslocou, ficando entre o início do perfil, 0 m e 20 m, perdendo volume (-65,16 m³), assim como a falésia (Figura 47).

De uma maneira geral, P6 apresentou um balanço sedimentar negativo de - 81,15 m³ entre os períodos de fevereiro de 1994 a agosto de 2018, caracterizando um processo erosivo suave no perfil praiar (Tabela 17) podendo estar associado às variações verticais, construção e destruição de feições, e a extensão deste perfil durante os levantamentos.

Durante os levantamentos de 2018, os sedimentos se caracterizaram por serem areias médias, moderadamente selecionadas e de assimetria de distribuição positiva e baixos teores de matéria orgânica e carbonatos (Tabela 18 e 19).

TABELA 17: Diferenças volumétricas entre os levantamentos topográficos realizados em P6

Período	Volume (m ³)	Balanço Volumétrico (m ³)	Varição Total (m ³)
Fevereiro/1994	77,42	-	-81,15
Abril/2018	154,13	-76,71	
Junho/2018	93,41	60,72	
Agosto/2018	158,57	-65,16	

TABELA 18: Teores médios de matéria orgânica e carbonatos das três seções do perfil praiial de P6. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.

P6	Teores (%)	Abril 2018	Junho 2018	Agosto 2018
1	Carbonatos	2,37	3,39	2,78
	Matéria Orgânica	1,20	2,87	1,60
2	Carbonatos	3,32	3,20	4,45
	Matéria Orgânica	1,87	2,86	2,28
3	Carbonatos	3,48	3,99	3,37
	Matéria Orgânica	2,59	3,97	1,89

TABELA 19: Classificação dos sedimentos quanto ao diâmetro, grau de seleção e assimetria dos sedimentos coletados nas três porções do perfil P6. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.

P6	Parâmetros	Médias Abril 2018	Abril de 2018	Médias Junho 2018	Junho de 2018	Médias Agosto 2018	Agosto de 2018
1	Diâmetro	0,228	Areia Fina/Média	0,229	Areia Fina/Média	0,280	Areia Média
	Grau de Seleção	0,608	Moderadamente Selecionado	0,737	Moderadamente Selecionado	0,813	Moderadamente Selecionado
	Assimetria	-0,108	Negativa	0,244	Positiva	0,120	Positiva
2	Diâmetro	0,249	Areia Fina/Média	0,309	Areia Média/Fina	0,331	Areia Média
	Grau de Seleção	0,772	Moderadamente Selecionado	0,120	Pobrememente Selecionado	0,862	Moderadamente Selecionado
	Assimetria	0,149	Positiva	0,241	Positiva	-0,011	Aproximadamente simétrica
3	Diâmetro	0,226	Areia Fina/Média	0,250	Areia Fina/Média	0,412	Areia Média/Grossa
	Grau de Seleção	0,698	Moderadamente Selecionado	0,810	Moderadamente Selecionado	0,221	Muito Pobrememente Selecionado
	Assimetria	0,106	Positiva	0,239	Positiva	0,377	Muito Positiva

FIGURA 45: Representações topográficas dos perfis de Fevereiro de 1994 e Abril de 2018 de P6, com escala horizontal e vertical em metros (m). A feições depositivas – barras – estão destacadas em verde.

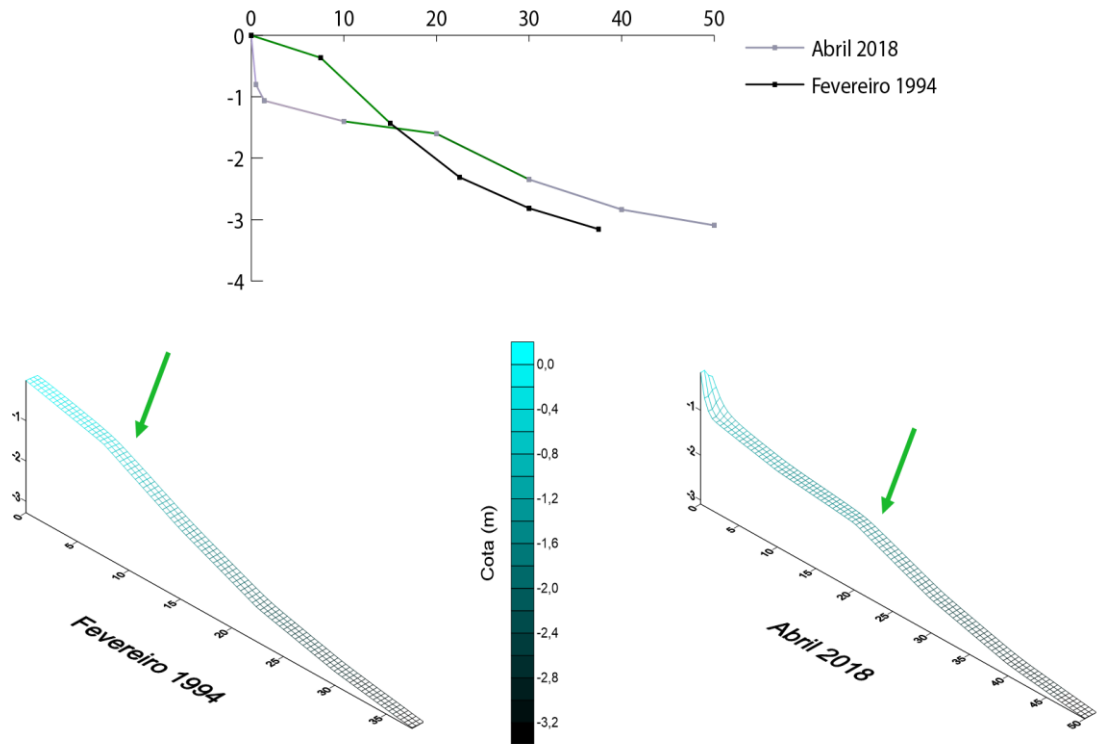


FIGURA 46: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2018 e Junho de 2018 de P6, com escala horizontal e vertical em metros (m). A feições depositivas – barras – estão destacadas em verde.

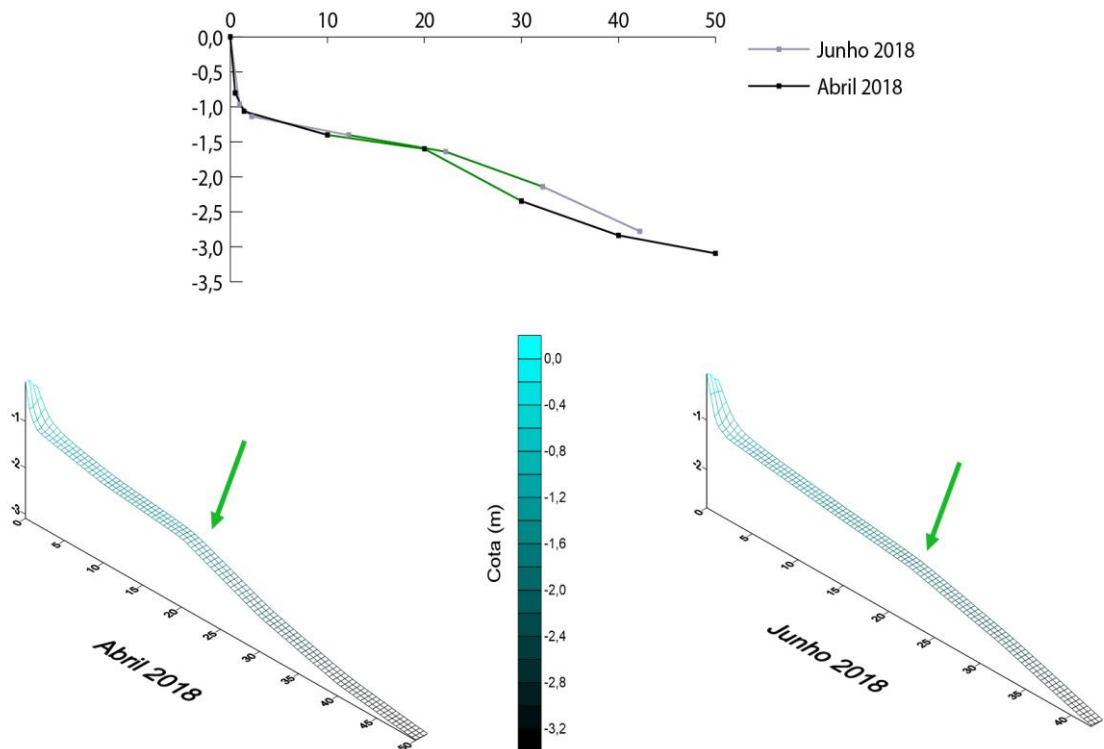
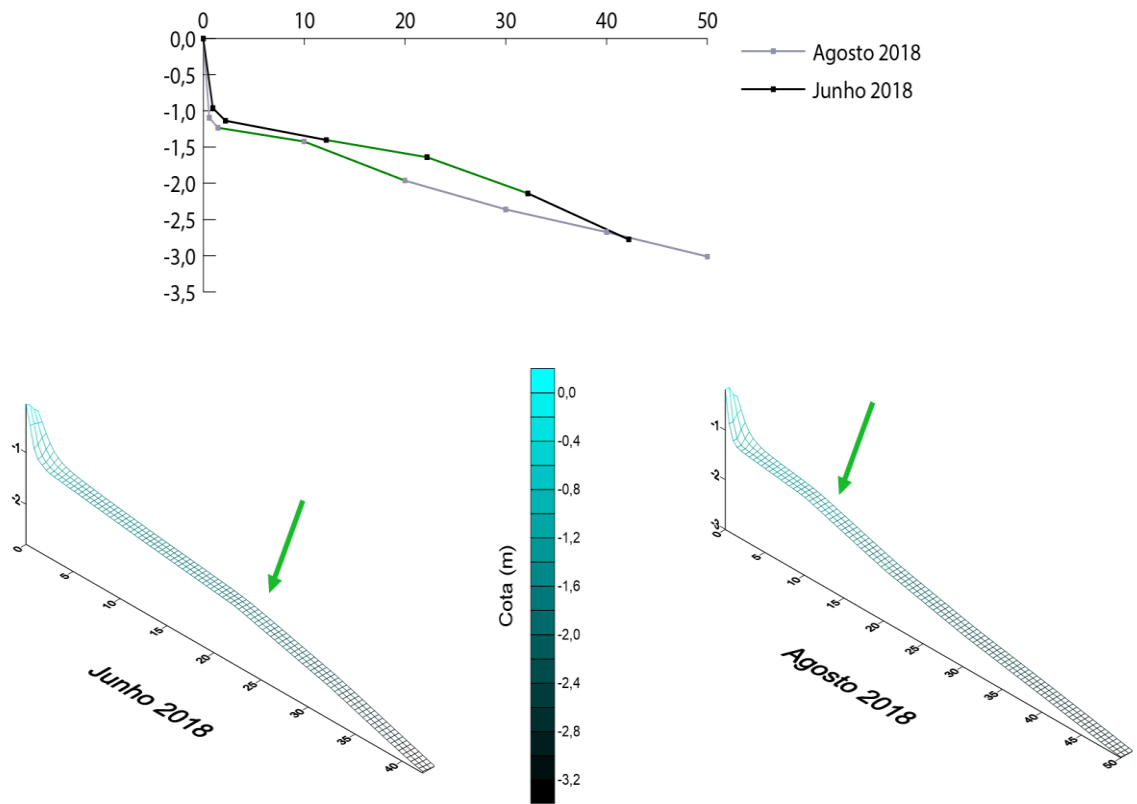


FIGURA 47: Representações topográficas dos perfis de Junho de 2018 e Agosto de 2018 de P6, com escala horizontal e vertical em metros (m). A feições depositivas – barras – estão destacadas em verde.



7.1.7. P7

Em julho de 1993, o perfil praiar apresentava uma barra entre o início do perfil e 14 m e outra entre 37 e 52 m. Próximo a linha da água, havia um canal longitudinal entre 52 e 67 m em relação à origem do perfil. Em fevereiro de 1994 o perfil apresentou um processo depositivo (+ 29,42 m³), a barra que havia na porção superior do perfil não se deslocou, já entre 14 e 37 m, em relação ao início do perfil, se formou um canal longitudinal e entre 37 e 60 m uma barra se desenvolveu, fazendo desaparecer o canal próximo a linha da água (Figura 48).

Em abril de 2018, o perfil apresentou deposição de (+21,11 m³), fazendo desaparecer o canal e a barra formados anteriormente, e desenvolvendo novas barras entre 20 e 40 m e entre 50 e 70 m em relação a origem do perfil (Figura 49).

Em junho de 2018 volta a ocorrer deposição no perfil (+27,41 m³), fazendo a barra formada na porção média no mês anterior desaparecer e desenvolvendo duas novas barras entre 27 e 47 m e entre 47 e 67 m em relação a origem do perfil (Figura 50).

Já em agosto de 2018 o perfil sofreu erosão, afetando o balanço sedimentar (-4,93 m³) e diminuindo os volumes das barras formadas anteriormente. A barra da porção média do perfil ainda deslocou, enquanto a outra barra perdeu volume. Ainda houve o aumento da zona de espraiamento na porção próxima a linha da água (Figura 51).

De uma maneira geral, P7 apresentou um balanço sedimentar positivo de 73,01 m³ entre os períodos de julho de 1993 a agosto de 2018, caracterizando um processo depositivo no perfil praiar (Tabela 20). Durante os levantamentos de 2018, os sedimentos se caracterizaram por serem areias médias, pobremente selecionadas e de assimetria de distribuição positiva e baixos teores de matéria orgânica e carbonatos (Tabela 3 e 4).

TABELA 20: Diferenças volumétricas entre os levantamentos topográficos realizados em P7.

Período	Volume (m ³)	Balço Volumétrico (m ³)	Varição Total (m ³)
Julho/1993	187,12	-	73,01
Fevereiro/1994	157,70	29,42	
Abril/2018	136,59	21,11	
Junho/2018	109,41	27,41	
Agosto/2018	114,34	-4,93	

TABELA 21: Teores médios de matéria orgânica e carbonatos das três seções do perfil praiial de P7. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.

P7	Teores (%)	Abril 2018	Junho 2018	Agosto 2018
1	Carbonatos	2,48	7,03	1,59
	Matéria Orgânica	1,20	2,43	1,69
2	Carbonatos	2,26	2,74	2,27
	Matéria Orgânica	1,20	2,28	1,13
3	Carbonatos	3,11	3,61	2,52
	Matéria Orgânica	1,57	2,29	1,99

TABELA 22: Classificação dos sedimentos quanto ao diâmetro, grau de seleção e assimetria dos sedimentos coletados nas três porções do perfil P7. 1: Ponto inicial do perfil (P0); 2: Meio do perfil; 3: linha d'água.

P7	Parâmetros	Médias Abril 2018	Abril de 2018	Médias Junho 2018	Junho de 2018	Médias Agosto 2018	Agosto de 2018
1	Diâmetro	0,288	Areia Média/Fina	0,371	Areia Média	0,407	Areia Média
	Grau de Seleção	0,114	Pobrememente Selecionado	0,118	Pobrememente Selecionado	0,123	Pobrememente Selecionado
	Assimetria	0,341	Positiva	0,008	Aproximadamente simétrica	0,105	Positiva
2	Diâmetro	0,275	Areia Média/Fina	0,311	Areia Média/Fina	0,370	Areia Média
	Grau de Seleção	0,104	Pobrememente Selecionado	0,121	Pobrememente Selecionado	0,119	Pobrememente Selecionado
	Assimetria	0,339	Positiva	0,388	Positiva	0,040	Aproximadamente simétrica
3	Diâmetro	0,211	Areia Fina/Média	0,299	Areia Média/Fina	0,276	Areia Média/Grossa
	Grau de Seleção	0,650	Moderadamente Selecionado	0,107	Pobrememente Selecionado	0,101	Pobrememente Selecionado
	Assimetria	0,201	Positiva	0,185	Positiva	0,273	Positiva

FIGURA 48: Representações topográficas dos perfis de Julho de 1993 e Fevereiro de 1994 de P7, com escala horizontal e vertical em metros (m). As depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feições erosivas – canais longitudinais – estão destacadas em vermelho.

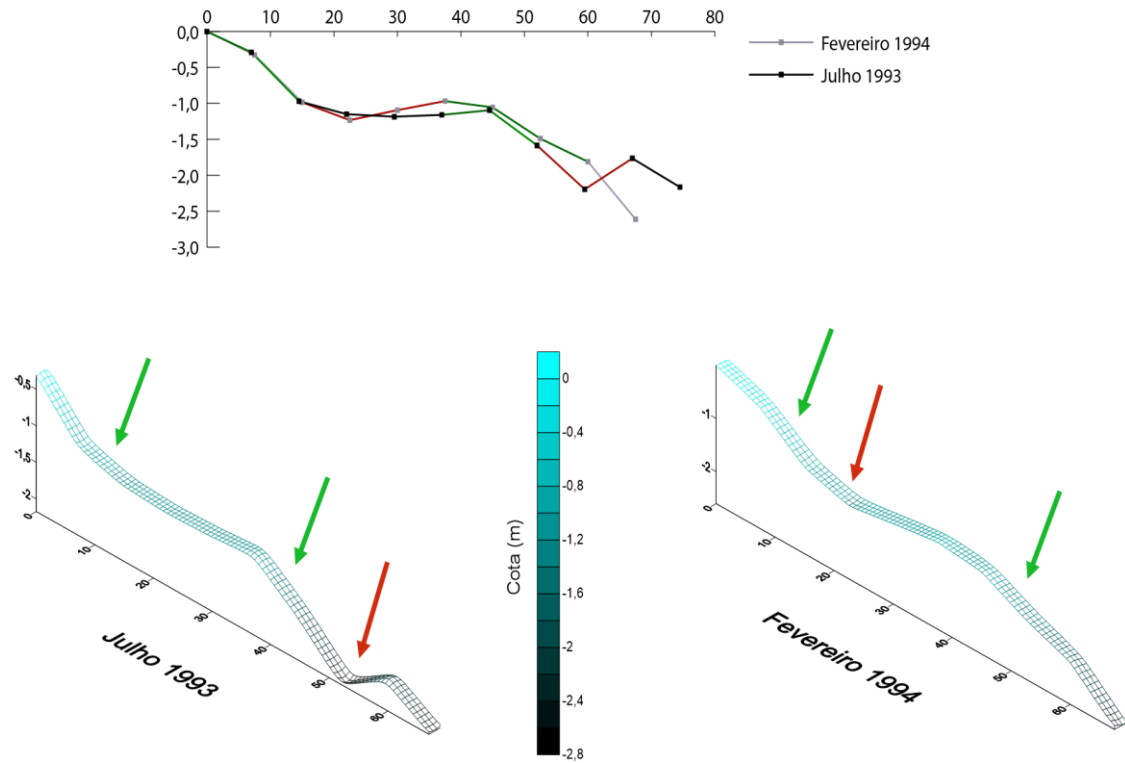


FIGURA 49: Representações topográficas dos perfis de Fevereiro de 1994 e Abril de 2018 de P7, com escala horizontal e vertical em metros (m). As feições depositivas – barras – estão destacadas em verde, enquanto a feição erosiva – canal longitudinal – está destacada em vermelho.

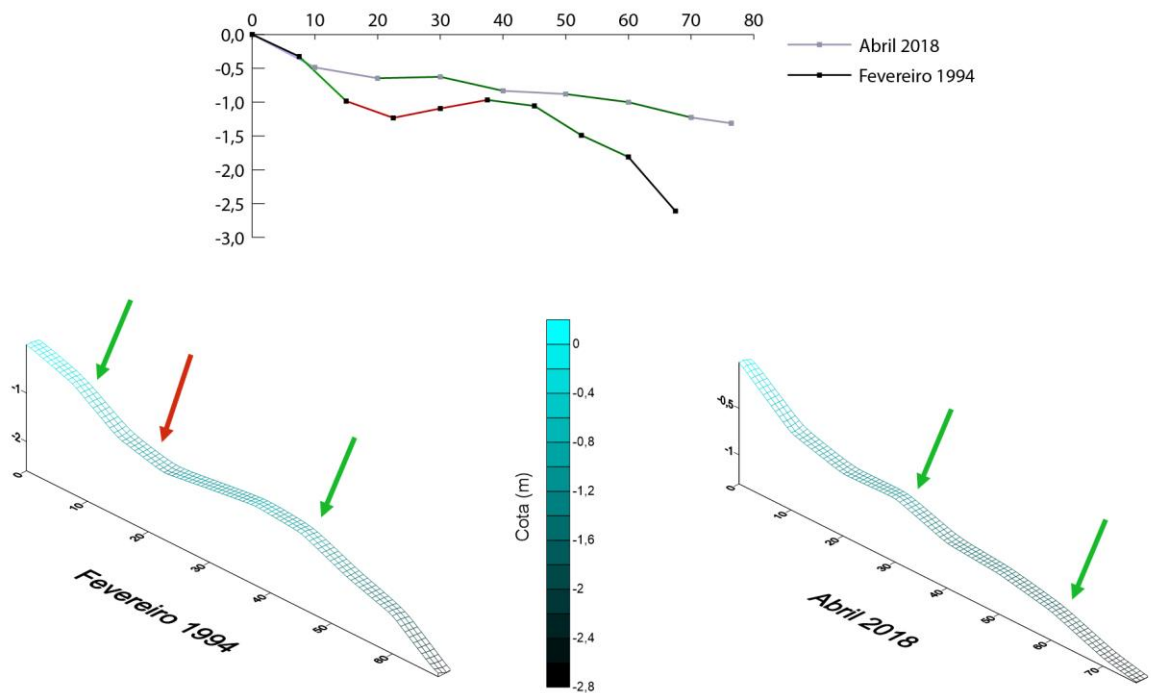


FIGURA 50: Representações topográficas dos perfis de Abril de 2018 e Junho de 2018 de P7, com escala horizontal e vertical em metros (m). A feições depositivas – barras – estão destacadas em verde.

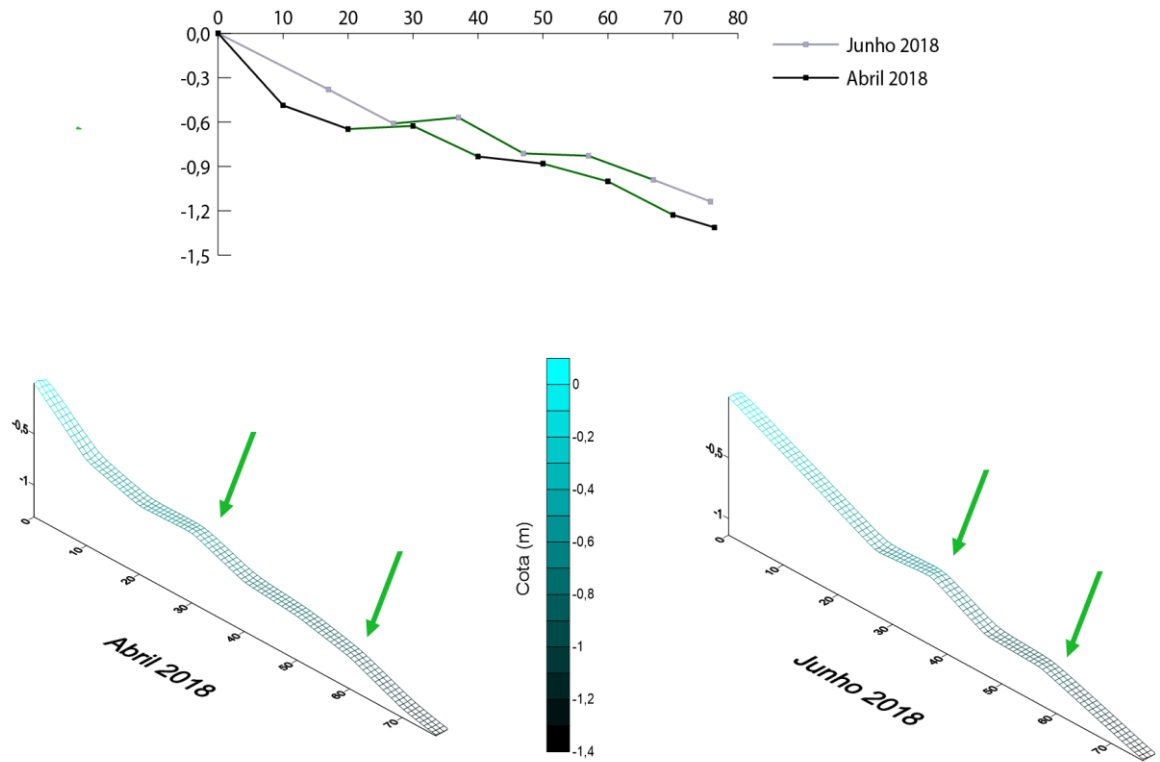
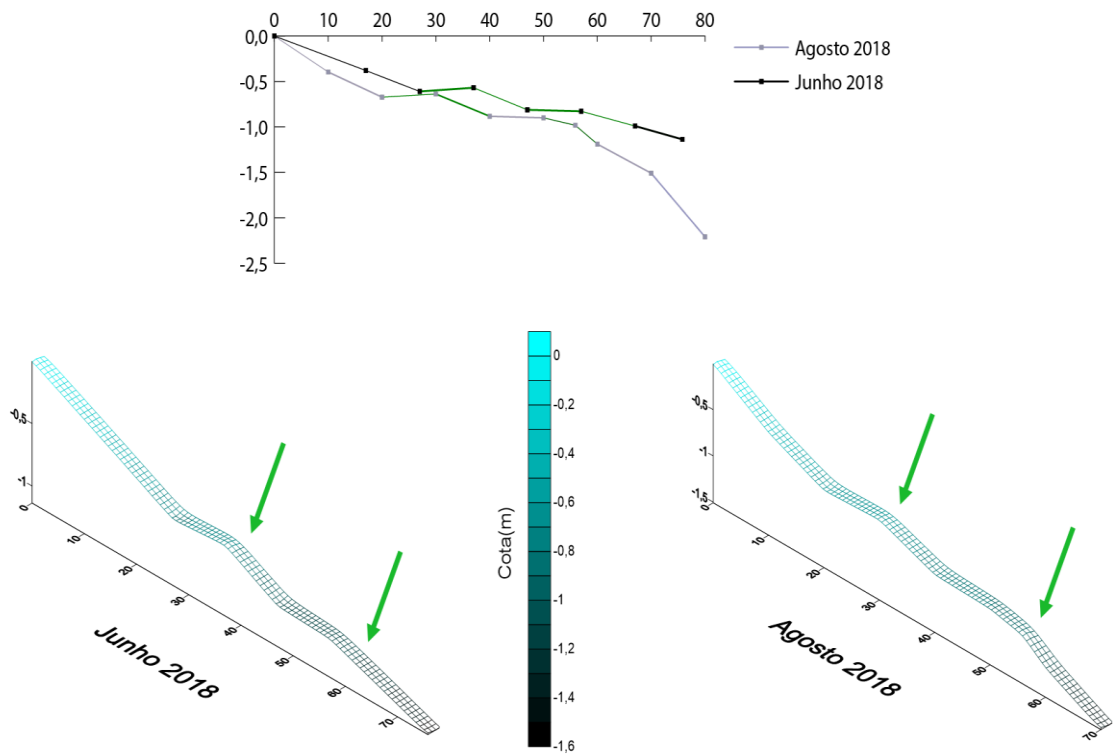


FIGURA 51: Representações topográficas dos perfis de Junho de 2018 e Agosto de 2018 de P7, com escala horizontal e vertical em metros (m). A feições depositivas – barras – estão destacadas em verde.



7.2. DADOS DE VENTOS

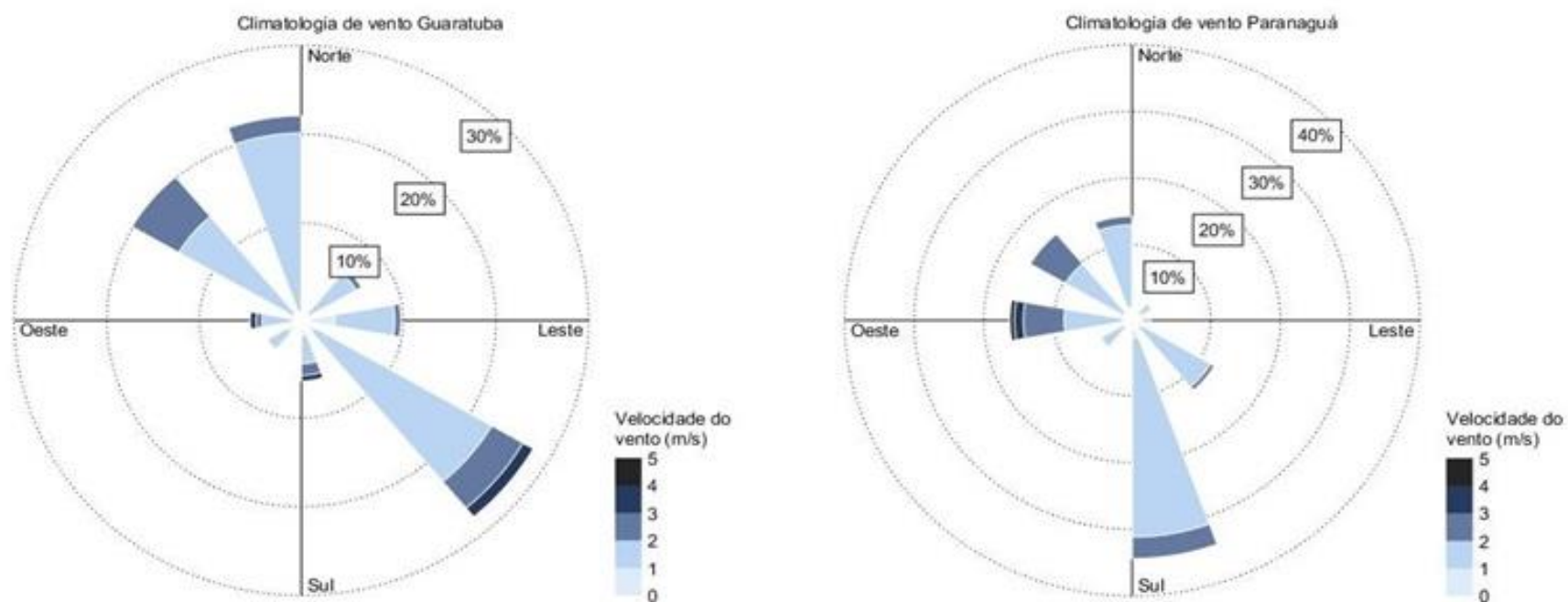
Durante o período de 1º de abril a 1º de setembro de 2018, os ventos de Guaratuba predominaram majoritariamente de SE (Figura 52) com frequências maiores em velocidades médias mais altas (27% em 3 a 4 m/s⁻¹), obtendo também velocidades mais baixas em menor frequência (1 a 3 m/s⁻¹, com picos de 23 a 26%). Desta maneira, a maioria das ondas incidentes nesta parte do arco praias também obtiveram a mesma intensidade e direcionamento, influenciando nos balanços volumétricos de P6 e P7 entre os períodos que ocorrem os levantamentos de 2018.

Na região também teve incidência de ventos de N e NW, porém em menor intensidade e com velocidades médias mais baixas. Os ventos de NW variaram de 3 a 2 m/s⁻¹, com picos de 15 a 20%, e de 1 a 2 m/s⁻¹, com picos até 15%. As velocidades médias dos ventos de N variaram de 3 a 2 m/s⁻¹, com picos de 20 a 22%, e de 1 a 2 m/s⁻¹, com picos até 20%.

Já em Paranaguá, durante o período estudado, os ventos predominaram majoritariamente de S e SSE (Figura 52), com velocidades médias de 2 a 3 m/s⁻¹, com picos de 22 a 23%, e de 1 a 2 m/s⁻¹, com picos até de 22% respectivamente. Portanto, as ondas incidentes nesta porção da costa também obtiveram a mesma direção e intensidade, contribuindo para as variações nos balanços volumétricos totais entre os períodos que ocorrem os levantamentos de 2018 nos pontos P1, P2, P3, P4 e P5.

Na região também ocorreu a incidência de ventos de N, NW e W, porém com frequências máximas de até 15% nas três direções. Durante o período que ocorreu o estudo, apenas os ventos de W apresentaram velocidades médias de 3 a 4 m/s⁻¹. Em outras direções as velocidades variaram de 1 a 3 m/s⁻¹.

FIGURA 52: Ventos das regiões de Guaratuba/PR e Paranaguá/PR durante os períodos de 01/04/2018 a 01/09/2018.



FONTE: Dados concedidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná – SIMEPAR.

8. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

As análises volumétricas realizadas nos pontos localizados no município de Pontal do Paraná apresentaram ao longo da última década tendências erosivas, com exceção do perfil P5. Corroborando com dados de outros autores, que também relataram processos erosivos nesta região (Lamour, 2000; Mascari, 2007; Alves e Lamour, 2011; Pilato, 2012).

Esses pontos (P1, P2, P3, P4 e P5) se localizam em uma região de baixa urbanização da orla e com uma faixa de restinga preservada, o que mantém a dinâmica sedimentar natural do local. Portanto, os processos erosivos e/ou depositivos estão relacionados à fatores naturais.

Segundo Short (1999), a intensidade das ondas varia de acordo com a batimetria em que elas se encontram. Em regiões de maior profundidade, a perda de energia por atrito é menor. Os paleocanais são feições naturalmente mais profundas, que servem de corredores para as ondas se deslocarem com maior intensidade até a costa. Esta faixa da costa paranaense está associada a uma plataforma continental que apresenta um extenso paleocanal, identificado por Santos Filho (2009) (Figura 6). Essa feição que foi formada durante as variações do nível relativo do mar no Quaternário, e está localizado próximo à desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP). As ondas incidentes de E-SE (Nêmes, 2011) se alinham a esse paleocanal e se deslocam em direção aos perfis P2, P3 e P4, que estão dispostos exatamente na mesma orientação desta feição. Portanto, recebendo ondas de maior energia e conseqüentemente desencadeando uma variação negativa do balanço volumétrico desses pontos.

Outro fator, que segundo Novak (2017) pode influenciar nos balanços volumétricos da região onde se localizam P1, P2, P3, P4 e P5, são as células de deriva litorânea adjacentes a esses pontos. Existem quatro mais significativas, sendo duas convergentes, de tendências erosivas, e duas divergentes, de tendências depositivas (Figura 4). Uma das células divergentes se encontra adjacente ao perfil P2, enquanto a outra, ao perfil P5, influenciando no balanço volumétrico positivo deste perfil ao longo do período estudado.

Uma das células convergentes influenciam os perfis P3 e P4, enquanto a outra influencia diretamente o perfil P1. Esse trecho onde se localizam as células

convergentes foi classificado por Novak (2017) como uma região com um alto risco à erosão costeira.

. Segundo Alves (2011) esta porção do arco praiial paranaense é influenciada pela energia das ondas e também pela dinâmica do delta de maré vazante do CEP, que desloca as células de deriva litorânea periodicamente, portanto, os pontos podem ser influenciados, em certos períodos, tanto por células convergentes quanto divergentes, refletindo nas variações dos balanços volumétricos. Principalmente no perfil P1, que se encontra em uma região mais abrigada da energia das ondas vindas da plataforma continental, sendo o deslocamento das células um aspecto de maior relevância para as variações em seu balanço sedimentar.

No perfil P2, além das células de deriva litorânea, outro fator que pode influenciar nos períodos de deposição de sedimentos no perfil praiial é a presença do Banco da Galheta, uma extensa região rasa às margens do Canal da Galheta, que está associada ao delta de maré vazante do CEP e está exatamente alinhado a este perfil. Dependendo da direção incidência das ondas, elas podem encontrar esta feição de menor profundidade e se quebrarem antes de chegarem a costa (Lamour, 2000) influenciando no balanço sedimentar do ponto.

Na porção ao sul do arco praiial paranaense, P6 apresentou tendências erosivas. Sendo esse o único ponto do estudo que se localiza em uma região dominada apenas pelas ondas vindas da plataforma continental, que neste trecho não há um alinhamento do extenso paleocanal da desembocadura do CEP com a costa (Figura 6), mas apesar disso as ondas chegam com intensidade à região pelo fato de ser uma costa mais exposta a dinâmica oceânica.

Durante o intervalo de tempo que o estudo analisou, assim como nos outros pontos, o balanço volumétrico de P6 também apresentou variações positivas e negativas. O período com taxa de acreção no perfil praiial pode estar associada à uma célula de deriva litorânea divergente, de tendência depositiva (Figura 4).

Além dos fatores naturais que influenciam esse ponto, deve ser levado em consideração que P6 se encontra em uma região do arco praiial com largura do pós-praia e planície de restinga reduzidos devido à alta taxa de urbanização. Angulo *et. al.* (2016) constataram que a construção da Avenida Beira-Mar no município de Matinhos, durante os anos 1990, interferiu na dinâmica costeira e provocando processos

erosivos na região. Novak (2017) classificou P6 com um alto risco à erosão, devido as obras de contenção costeira na região e a acentuada ocupação da orla.

Já P7 foi o único ponto analisado neste estudo que apresentou tendência dispositiva. Novak (2017) também relatou essa tendência para este ponto, associando isso a presença do pontal rochoso do Morro do Boi e ao delta de maré vazante da Baía de Guaratuba, que minimiza as ondas vindas de S-SE. Esse ponto se localiza em uma região bem próxima a desembocadura dessa baía, sofrendo maior influência da dinâmica estuarina do que oceânica.

Não há dados sobre os vetores das células de deriva litorânea para a localização de P7 (Figura 4). Porém, outra relação que pode contribuir para o balanço volumétrico positivo de P7 é o fato da região sul do arco praiial paranaense não estar alinhado ao paleocanal da desembocadura do CEP (Figura 6). Portanto, as ondas já não incidem com tanta intensidade na região, e o delta de maré da Baía de Guaratuba minimiza mais ainda a energia vinda da plataforma rasa.

9. COMENTÁRIOS FINAIS

Durante o período estudado, a porção norte do arco praiial paranaense apresentou tendências à erosão costeira, concluindo-se que o alinhamento do paleocanal associado a desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá facilita a chegada das ondas com maior energia à costa, desencadeando os *hotspots* erosivos a longo prazo nesta área. Já as células de deriva litorânea, que são frequentemente deslocadas pelo delta de maré do Complexo Estuarino de Paranaguá, influenciam os perfis com vetores de tendências depositivas e/ou erosivas, resultando nas variações dos balanços sedimentares ao longo do tempo.

Na região mais ao sul do arco praiial, no município de Matinhos, o único perfil analisado neste trabalho que é influenciado apenas pela dinâmica oceânica exibiu um comportamento erosivo, em consequência de o ambiente apresentar mais energia das ondas, apesar do perfil não estar alinhado ao paleocanal da desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá. Outro fator que influencia a variação volumétrica ser negativa do perfil, é o fato de que sua orla apresenta uma curta faixa de restinga e urbanização intensa, desequilibrando a dinâmica sedimentar natural local.

O perfil localizado próximo à desembocadura da Baía de Guaratuba apresentou processo depositivo ao longo do período estudado, estando esta tendência associada ao delta de maré desta Baía, que minimiza as ondas vindas de S-SE e também por esta região do arco praial paranaense não estar alinhado ao peleocanal associado à desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá.

Desta maneira, concluiu-se que a abordagem metodológica para a identificação das feições morfológicas da plataforma continental rasa e os agentes oceanográficos apresentaram resultados condizentes às localizações dos *hotspots* erosivos e conseqüentemente com morfosedimentares das praias do arco praial paranaense ao longo da última década.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L. C. **Identificação de células de deriva longitudinal litorânea através do mapeamento sedimentológico das praias do município de Pontal do Paraná, PR.** Monografia (Graduação em Oceanografia). CEM-UFPR. Pontal do Paraná. 53p. 2011.

ALVES, L.C & LAMOUR, M. R. **Tendências De Transporte Sedimentar Ao Longo Das Praias Do Município De Pontal Do Paraná (Pr): Dados Preliminares.** XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA III Encontro do Quaternário Sulamericano. 2011

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

ANGULO, R.J.; SOUZA, M.C; MUELLER, M.E.J.; NOERBERG, M.A.; SOARES, C.R.; BORZONE, C.A.; MARONE, E.; QUADROS, C.J.L. **Erosão e Acresção no litoral paranaense.** In: MUEHE, D. **Erosão e progradação do litoral brasileiro.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2016.

BIRD, E.C.F. Coastal Geomorphology: An Introduction. West Sussex: Wiley, 2000.

Corrêa I. C. S; Weschenfelder J. **Formação e Evolução dos Oceanos.** In: CASTELLO, J. P.; KRUG, L. C. (Ed). Introdução à Ciências do Mar. Pelotas: Textos. 2015.

GIANNINI, P. C. F. **Sistemas Depositionais No Quaternário Costeiro Entre Jaguaruna E Imbituba, SC.** Tese (Pós-graduação) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1993.

GOBBI, E. F. **Processo erosivo na Ilha do Mel - litoral do Estado do Paraná.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13., 1999. p 20.

GROSS, M. G. **Carbon Determination**. In: CARVER, R.E (ed). *Procedures in Sedimentary Petrology*, Wiley: New York, 1971, 573-596.

LAMOUR, M. R. **DINÂMICA SEDIMENTAR DO CANAL DA GALHETA, VIA DE ACESSO AO PORTO DE PARANAGUA - PR**. Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Geografia no Curso de Pós-Graduação em Geologia, Setor de Ciências da Terra, da Universidade Federal do Paraná. 2000.

MASCARI M. K. **DINÂMICA MORFO-SEDIMENTAR DAS PRAIAS DO BALNEÁRIO PONTAL DO SUL, PR**. Monografia (Graduação em Oceanografia) – Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná. Pontal do Paraná. 107p. 2007.

NEMES, D. D. **Caracterização Das Ondas De Superfície Na Plataforma Interna Do Estado Do Paraná, Brasil**. Boletim Paranaense de Geociências. volume 68-69 (2011) 12-25.

NICHOLS, G. **Sedimentology and Stratigraphy**. Segunda edição. Editora Wiley-Blackwell. Reino Unido (UK). 2009

NOERNBERG, M. A. **Processos Morfodinâmicos No Complexo Estuarino De Paranaguá - Paraná - Brasil. Um Estudo A Partir De Dados In Situ e LandSat TM**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2001.

NOVAK, L. P; LAMOUR, M. R.; CATTANI, P. E. **VULNERABILIDADE AOS PROCESSOS EROSIVOS NO LITORAL DO PARANÁ ESTABELECIDO PELA APLICAÇÃO DA ANÁLISE MULTICRITÉRIOS**. Revista Ra'e Ga. Curitiba, v.38, p. 195-220. 2016

NOVAK, L. P. **Risco À Erosão Costeira Na Orla Dos Municípios De Matinhos E Pontal Do Paraná-Pr, Brasil**. Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Geografia no Curso de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra, da Universidade Federal do Paraná. 2017.

OLIVEIRA, E.; DOURADO, M. **Caracterização sazonal do vento na baía de Paranaguá-PR**. III Congresso Brasileiro de Oceanografia – Rio Grande – RS – Brasil. 2010.

PILATO, R. A. **DINÂMICA MORFO-SEDIMENTAR DAS PRAIAS DO BALNEÁRIO PONTAL DO SUL, PR**. Monografia (Graduação em Oceanografia). Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná. Pontal do Paraná. 70p. 2012.

QUADROS, C. J. L. **VARIAÇÕES MORFOLÓGICAS E VOLUMÉTRICAS ASSOCIADAS À INCIDÊNCIA DE SISTEMAS FRONTAIS EM DUAS PRAIAS ARENOSAS DO LITORAL PARANAENSE**. 57 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

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

SANTOS FILHO, J. R. **Geomorfologia Da Plataforma Continental Do Estado Do Paraná E Norte De Santa Catarina.** Monografia de Conclusão de Curso de Oceanografia. Universidade Federal do Paraná. Pontal do Paraná. 2009.

SHORT, A. D. **Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics.** Editora Wiley, 392p. 1999.

SHORT, A.D. & JACKSON, D.W.T. **Beach Morphodynamics.** In: Shroder, J. (Editor in Chief), Sherman, D.J. (Ed.), Treatise on Geomorphology. Academic Press, San Diego, CA, vol. 10, Coastal Geomorphology, pp. 106–129. 2013.

SILVA, C. G.; PATCHINEELAM, S. M.; NETO, J. A. B.; PONZI, V. R. A. **Ambientes de sedimentação costeira e processos morfodinâmicos atuantes na linha de costa.** Introdução à Geologia Marinha, Editora Interciência, Rio de Janeiro. ISBN: 85-7193-098-8, 2004. 175p.

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.** In: OECOLOGIA BRASILIENSIS. Volume III: Ecologia de Praias Arenosas do Litoral Brasileiro, 1997. p. 245-258.

SOUZA, C. R. G.; SOUZA FILHO, P. W. M.; ESTEVES, L. S.; VITAL, H.; DILLENBURG, S. R.; PATCHINEELAM, S. M.; ADDAD, J. E.. **Praias Arenosas e Erosão Costeira.** In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; DE OLIVEIRA, P. E. Quartenário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos. 378p. 2005.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia sedimentar do Quaternário e mudanças ambientais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

VEIGA, F. A. **Processos Morfodinâmicos e Sedimentológicos Na Plataforma Continental Rasa Paranaense.** Tese (Doutorado em Geologia Ambiental). Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná. 2005.

VILLWOCK, J. A.; LESSA, G. C.; SUGUIO, K.; ANGULO, R. J.; DILLENBURG, S. R.. **Geologia e Geomorfologia de Regiões Costeiras.** In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; DE OLIVEIRA, P. E. Quartenário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos. 378p. 2005.

VITAL, H. ESTEVES, L. S.; ARAÚJO, T. C. M.; PATCHINEELAM, S. M. **Oceanografia Geológica e Geofísica da Plataforma Continental Brasileira.** In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; DE OLIVEIRA, P. E. Quartenário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos. 378p. 2005.

WRIGHT, L. D., SHORT, A. D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. **Marine Geology**. v.56 p.193-118. 1984.

WRIGHT, L. D. **Morphodynamics Of Inner Continental Shelves**. CRC Marine Science Series. Flórida - EUA. 241 p. 1995.