

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

THAÍS ANGELICA DA COSTA BORBA

**MORFODINÂMICA E HIDRODINÂMICA DE PRAIAS
DO LITORAL NORDESTE PARAENSE, BRASIL**

**BELÉM
2011**

THAÍS ANGELICA DA COSTA BORBA

**MORFODINÂMICA E HIDRODINÂMICA DE PRAIAS
DO LITORAL NORDESTE PARAENSE, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Oceanografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Rollnic.

Belém
2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

B726m Borba, Thaís Angelica da Costa
Morfodinâmica e hidrodinâmica de praias do litoral
Nordeste Paraense, Brasil / Thaís Angelica da Costa Borba;
Orientador: Marcelo Rollnic – 2011
39 f. : il.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em
oceanografia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de
Geociências, Faculdade de Oceanografia, Belém, 2011.

1. Hidrodinâmica. 2. Morfologia. 3. Praias arenosas. 4.
Litoral paraense. I. Rollnic, Marcelo, *orient.* II. Universidade
Federal do Pará. IV. Título.

CDD 20ª ed.: 532.5

THAÍS ANGELICA DA COSTA BORBA

**MORFODINÂMICA E HIDRODINÂMICA DE PRAIAS
DO LITORAL NORDESTE PARAENSE, BRASIL.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de
Oceanografia da Universidade Federal
do Pará – UFPA, em cumprimento às
exigências para obtenção do grau de
Bacharel em Oceanografia.

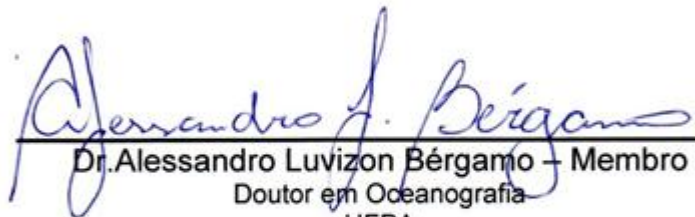
Data de aprovação: 16 / 12 / 2011

Conceito: BOM

Banca examinadora:



Dr. Marcelo Rollnic – Orientador
Doutor em Oceanografia
UFPA



Dr. Alessandro Luvizon Bérqamo – Membro
Doutor em Oceanografia
UFPA



Dra. Odete Fátima Machado da Silveira – Membro
Doutora em Geologia e Geoquímica
UFPA

A minha querida mãe,
obrigada por você ser excelente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Grande Criador pelos mais diversos ambientes que pôs na Terra e feito surgir em mim a curiosidade para tentar compreendê-los.

Aos meus pais por me incentivarem a nunca desistir de minhas metas e lutar por elas com honra e dedicação.

Ao professor Marcelo Rollnic pela oportunidade de realizar este trabalho, pela orientação e incentivo nos diversos momentos de minha graduação.

Aos professores Alessandro Bérghamo e Odete Silveira por aceitarem participar da banca examinadora deste e ajudarem na minha formação profissional durante a graduação.

Ao professor Alexandre Casseb pelos primeiros passos no tratamento de dados.

Ao professor José Souto por permitir minha participação em um de seus projetos que possibilitou este trabalho e aos membros do Laboratório de Bentos.

Aos amigos do LOF que muito me ajudaram nas coletas e tratamento de dados que deram vida a este trabalho, principalmente aos amigos Maurício Costa, José Otávio Jr. e Marcos Vinícius da Silva. Ao amigo Artur Gustavo pela ajuda durante os preparativos de coleta.

Aos colegas da graduação Ana Flávia, Camila, Bruno, Helanir, Rafaela, Rafaella e Brenda pelo apoio, amizade e cumplicidade.

Ao amigo de todas as horas Rafael Aquino por sempre dizer que eu consigo mesmo quando eu acho que não.

RESUMO

A região do Salgado Paraense é bastante recortada por rios e canais de maré e a dinâmica local ocorre segundo influência de macromaré com a presença de processos de erosão e progradação gerando uma fisiografia dinâmica. Neste ambiente dinâmico se localiza a ilha de Maiandeuá, objeto de estudo deste. Devido à importância da ilha tanto sócio-econômica quanto ambiental, objetivou-se avaliar parâmetros hidrodinâmicos e morfodinâmicos bem como variações sazonais das praias da Caixa d'Água, Farol e Princesa, localizadas na ilha de Maiandeuá, durante período chuvoso e seco. Os resultados obtidos mostraram que nas praias da Caixa d'Água e Farol a corrente possui uma direção preferencial para nordeste durante quase todo o ciclo de maré com as componentes paralelas e perpendiculares a linha de costa mostrando intensidades bastante similares. Na praia da Princesa, porém, a direção preferencial é para noroeste, além de possuir as maiores intensidades de correntes quando comparada as demais praias. As maiores intensidades de corrente, nas praias da Caixa d'água, Farol e Princesa, foram observadas durante período de enchente com valores máximos de 55,6, 69,2 e 111,37 cm/s, respectivamente. As praias da Caixa d'Água e Farol apresentaram os maiores valores de turbidez durante a enchente e a preamar, com máximo valor para a praia da Caixa d'Água durante a enchente do período seco de 813,67 FTU. No período chuvoso o valor máximo de turbidez para as praias da Caixa d'Água e Farol foi de 450 FTU, aproximadamente. A batimetria mostra que até 300 m da linha de costa a profundidade varia aproximadamente em 2 m, entretanto, nos próximos metros há um brusco aumento de profundidade podendo alcançar 13 m. Quanto a sua variação segundo a sazonalidade climática, está se mostrou mais rasa no período chuvoso com diferença entre os períodos de coleta de 2 m. A análise da variação do perfil praiar, medido durante maré de quadratura e sizígia, na Caixa d'Água mostrou perda sedimentar de 163,84 m³ entre os nove dias de medição. A maior perda ocorreu na porção mais íngreme da praia mostrando significativa influência da variação de regime de maré. Conclui-se que as praias da Caixa d'Água e Farol estão sujeitas a mesmos processos hidrodinâmicos e sedimentares, e batimetria e perfil praiar mostraram que a sazonalidade climática e variação entre regime de maré influenciam na morfodinâmica local.

Palavras-chave: Hidrodinâmica. Morfologia. Praias arenosas. Litoral paraense.

ABSTRACT

Salgado Paraense's area is cut out by rivers and tide channels and the local dynamics happens according to macrotidal influence with the presence of erosion and progradation processes what generates a dynamic physiography. In this environment is located the island of Maiandeuá, the object of study. Due to the socioeconomic and environmental importance of the island, it was aimed to evaluate hydrodynamic and morphodynamic parameters as well as the seasonal variations of the Caixa d'Água, Farol and Princesa beaches, in the rainy and dry period. The results showed that, in the Caixa d'Água and Farol beaches, the current possesses a preferential direction for northeast during almost the whole tide cycle with its parallel and perpendicular components the coast line showing quite similar intensities. In the Princesa beach, however, the preferential direction is northwest, besides it has the larger intensities of currents when compared with the other beaches. In the, Farol and Princesa beaches, the largest current intensities were observed during period with maximum values of 55,6, 69,2 and 111,37 cm/s, respectively. The Caixa d'Água beaches presented the largest turbidity values during the and the high water, with maximum value of 813,67 FTU for the beach during the flood tide of the dry period. In the rainy period, the maximum value of turbidez was 450 FTU, approximately, to the Caixa d'Água and Farol beaches. The bathymetry shows that until 300 m of the coast line the depth varies, approximately, 2 m, however in the next meters there is an abrupt increase of depth, it could reach 13 m. About the bathymetry variation, according to the climatic seasonality, it was showed shallower in the rainy period with difference among the periods of collection of 2 m. The analysis of the variation of the beach profile, measured during neap and spring tide, in the Caixa d'Água beach, showed sedimentary loss of 163,84 m³ among the nine days of measurement. The largest loss happened in the steepest portion of the beach, it showed the significant influence of the variation of tide kind. It is ended that the Caixa d'Água and Farol beaches are under same hydrodynamic and sedimentary processes, and bathymetry and beach profile showed that there are influences in the local morphodynamic of the climatic seasonality and variation of tide kind.

Key-words: Hydrodynamic. Morphology. Sandy beaches. Pará coast.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 4.1 -	Setorização praial.....	14
Figura 5.1 -	Localização da área de estudo. (A) localização na América do Sul, (B) localização segundo fisiografias adjacentes e, (C) localização das praias objeto de estudo.....	16
Figura 5.2 -	Localização dos pontos de coleta.....	21
Figura 6.1 -	Resultados para o ponto P1 durante período chuvoso. (A) componentes paralela e perpendicular da corrente em função da maré e, (B) turbidez em função da maré.....	26
Figura 6.2 -	Resultados para o ponto P2 durante período chuvoso. (A) componentes paralela e perpendicular da corrente em função da maré e, (B) turbidez em função da maré.....	26
Figura 6.3 -	Resultados para o ponto P3 durante período chuvoso. (A) componentes paralela e perpendicular da corrente em função da maré e, (B) turbidez em função da maré.....	27
Figura 6.4 -	Resultados para o ponto P4 durante período chuvoso. (A) componentes paralela e perpendicular da corrente em função da maré e, (B) turbidez em função da maré.....	27
Figura 6.5 -	Resultados para o ponto P1 durante período seco. (A) componentes paralela e perpendicular da corrente em função da maré e, (B) turbidez em função da maré.....	28
Figura 6.6 -	Resultados para o ponto P4 durante período seco. (A) componentes paralela e perpendicular da corrente em função da maré e, (B) turbidez em função da maré.....	28
Figura 6.7 -	Corrente residual, à esquerda, valores calculados para o período chuvoso, à direita, valores calculados para o período seco.....	29
Figura 6.8 -	Produto da batimetria realizada no mês de julho, para reconhecimento da morfologia de fundo adjacente as praias em estudo.....	30
Figura 6.9 -	Variação batimétrica da área adjacente as praias da Caixa d'Água e Farol. À esquerda, resultado obtido para o mês de julho e, à direita, resultado obtido para o mês de setembro.....	31

Figura 6.10 -	Variação batimétrica da área adjacente a praia da Princesa. À esquerda, resultado obtido para o mês de julho e, à direita, resultado obtido para o mês de setembro.....	32
Figura 6.11 -	Variação do perfil praial ente os dias 21.09.2011 e 22.09.2011 (estágio de maré de quadratura).....	32
Figura 6.12 -	Variação do perfil praial ente os dias 22.09.2011 e 23.09.2011 (estágio de maré de quadratura).....	33
Figura 6.13 -	Variação do perfil praial ente os dias 23.09.2011 e 24.09.2011 (estágio de maré de quadratura).....	33
Figura 6.14 -	Variação do perfil praial ente os dias 24.09.2011 e 25.09.2011 (estágio de maré de quadratura).....	33
Figura 6.15 -	Variação do perfil praial ente os dias 25.09.2011 (estágio de maré de quadratura) e 26.09.2011 (estágio de maré de sizígia).....	34
Figura 6.16 -	Variação do perfil praial ente os dias 26.09.2011 e 27.09.2011 (estágio de maré de sizígia).....	34
Figura 6.17 -	Variação do perfil praial ente os dias 27.09.2011 e 28.09.2011 (estágio de maré de sizígia).....	34
Figura 6.18 -	Variação do perfil praial ente os dias 26.09.2011 e 27.09.2011 (estágio de maré de sizígia).....	35
Figura 6.19 -	Variação do perfil praial ente os dias 21.09.2011 e 29.09.2011, extremos do período de medição do perfil.....	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 JUSTIFICATIVA	12
3 OBJETIVO	13
3.1 OBJETIVO GERAL.....	13
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
4.1 SETORIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE PRAIAS.....	14
5 MATERIAIS E MÉTODOS	16
5.1 ÁREA DE ESTUDO.....	16
5.1.1 Localização e acesso	16
5.1.2 Climatologia	17
5.1.3 Condições meteorológicas e oceanográficas	17
5.1.4 Hidrografia	19
5.2 METODOLOGIA DE COLETA, TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS.....	20
5.2.1 Metodologia de coleta	20
5.2.2 Metodologia de tratamento e análise de dados	23
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6.1 PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS.....	25
6.2 BATIMETRIA.....	30
6.3 PERFIL PRAIAL.....	32
7 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

A região do Salgado Paraense se localiza no litoral nordeste do estado do Pará. Tal região é bastante recortada por rios e canais de maré e a dinâmica local ocorre segundo influência de macromaré – observando-se amplitudes de 5 m quando em condição de sizígia (FEMAR, 2000) – com a presença de processos de erosão e progradação gerando uma fisiografia dinâmica.

A região do Salgado Paraense apresenta uma área de aproximadamente 82.600 km² (MMA, 1996) de relevo plano e suavemente ondulado e, com direção NW-SE, se estende ao longo de 600 km de linha de costa (SOUZA FILHO; EL-ROBRINI, 1997) – distância entre a foz do rio Pará e a foz do rio Gurupi.

É nesse ambiente dinâmico que se localiza a ilha de Maiandeuá – objeto de estudo deste trabalho - conhecida popularmente como ilha de Algodão. Essa ilha, inserida dentro da planície costeira, é limitada rumo ao continente pelo planalto costeiro e modelada em rochas sedimentares e sedimentos terciários-quaternários (BERMEGUY; COSTA, 1991).

A ilha de Maiandeuá, apesar de apresentar uma baixa ocupação humana, que se divide em quatro vilas ao longo da ilha, e ter se tornado em 1990 uma Área de Proteção Ambiental (APA), é um dos maiores pólos turísticos do estado recebendo uma grande quantidade de turistas brasileiros e estrangeiros durante a alta temporada (WHATELY, 2011).

Processos hidrodinâmicos, tais como ondas, correntes de maré e correntes litorâneas estão intimamente ligados à ocorrência de processos de erosão e deposição na região costeira (ROSSETTI, 2008), daí a importância de investigar a hidrodinâmica local para futuras medidas de gerenciamento dessas áreas. Juntamente com os parâmetros hidrodinâmicos, a realização de estudos morfológicos em ambientes costeiros permite um melhor entendimento sobre a dinâmica de transporte sedimentar, o que permite cálculos de volume sedimentar *in situ* e sua variação.

Trabalhos realizados na área de estudo mostram que a região além de ser influenciada por um complexo sistema constituído pelos estuários dos rios Marapanim e Maracanã e pelas condições de maré, é também fortemente influenciada por variações climáticas local, como mostra Sousa (2010).

2 JUSTIFICATIVA

Estudos morfológicos e hidrodinâmicos na ilha de Maiandeuá são indispensáveis tanto do ponto de vista ambiental como econômico e social.

A ilha de Maiandeuá é um dos principais pólos turísticos do estado do Pará, processos erosivos e deposicionais em suas principais praias geram mudanças na fisiografia das mesmas podendo levar a impactos na infra-estrutura, impactando, assim, o fluxo de visitantes à ilha. Informações sobre tais processos podem auxiliar a gestão dessas áreas podendo assim minimizar consequências negativas ou mesmo maximizar as positivas.

Outro ponto a justificar estudos físicos desse ambiente é a presença de uma fauna bentônica local que responde em abundância a diferentes períodos do ano, o que pode ser respondido por variações hidrodinâmicas apresentadas por este trabalho.

É importante ressaltar, quanto à questão social, a presença de uma população nesta ilha, cuja área na qual esta inserida é bastante dinâmica. É imprescindível o conhecimento sobre os ambientes na ilha presentes e suas variações em diversas escalas temporais visando à qualidade de vida da população.

3 OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar parâmetros hidrodinâmicos e morfodinâmicos bem como suas variações sazonais em três praias localizadas na ilha de Algodóal (Praia da Caixa d'Água, do Farol e da Princesa).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar variações do vetor corrente em função dos estágios da maré em diferentes períodos do ano sujeitos a condições climáticas distintas e em diferentes estações de coleta.
- Calcular a intensidade e direção do vetor corrente médio durante um ciclo de maré a fim de se obter a corrente resultante de fundo para cada praia em períodos do ano distintos.
- Observar variações da turbidez segundo localização de cada praia, período do ano e estágio de maré.
- Obter um mapa batimétrico da área adjacente as praias em estudo e analisar a variação batimétrica em função do espaço e tempo.
- Calcular o balanço sedimentar de uma praia ao longo de 9 dias a fim de identificar variações devido a mudança de estágio de maré.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com o tema a ser tratado neste trabalho, torna-se fundamental revisar conceitos sobre setorização e classificação de praias, ambientes alvo deste trabalho.

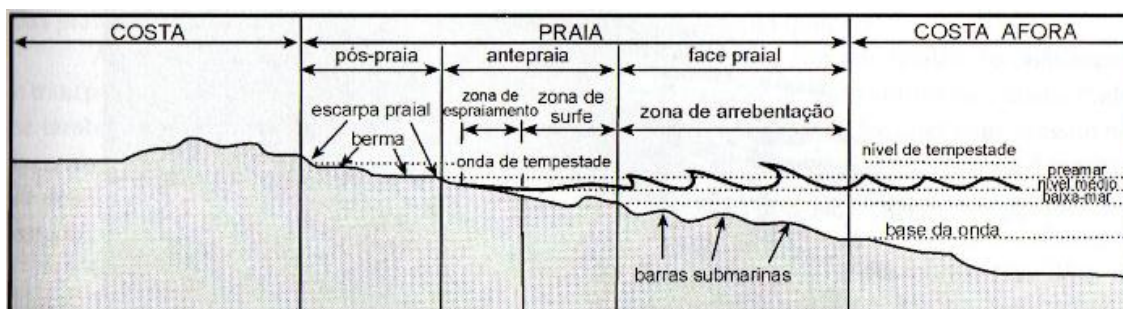
4.1 SETORIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE PRAIAS

Praias são zonas adjacentes a corpos aquosos, compostas por material inconsolidado que é em geral arenoso (SUGUIO, 1992), podendo, raramente, ocorrer material mais grosseiro como cascalho, conchas de molusco e etc.

Essas feições se estendem desde o nível de baixa-mar médio até a linha de vegetação permanente ou até onde ocorra mudança na fisiografia do ambiente, como, por exemplo, a presença de dunas e falésias marinhas e, abrange a zona de antepraia (foreshore) e de pós-praia (backshore). Quando a praia não apresenta material inconsolidado, mas um substrato rochoso, diz-se que está é um terraço de abrasão.

Uma praia pode ser dividida em três sub-regiões de acordo com a posição das mesmas segundo a altura de maré (Fig. 4.1), são elas: face praial, antepraia (também denominada de zona de estirâncio ou estirão) e pós-praia (SCHMIEGELOW, 2004). A face praial compreende a região do nível de maré baixa até além da zona de arrebentação; a antepraia é a região entre maré e; a região pós-praia localiza-se fora do alcance das ondas e marés normais.

Figura 4.1 - Setorização praial.



Fonte: Schmiegelow (2004).

A zonação de praias segundo o alcance da maré pode ser dada pela zona de supramaré, zona de intermaré e zona de inframaré (SHORT, 1999). A zona de

supramaré se estende desde o nível de maré alta de sizígia até a base de uma falésia, duna, terraço marinho ou linha de vegetação permanente. A zona de intermaré está situada entre o nível de maré alta e o nível de maré baixa ambos de sizígia. A zona de inframaré é aquela localizada a partir da linha de maré baixa de sizígia em direção ao mar compreendendo a porção inferior do perfil praiial.

Segundo a hidrodinâmica, a praia pode ser dividida em zona de arrebentação, zona de surfe e zona de espraiamento (SHORT, 1999). A zona de arrebentação compreende a porção onde há empinamento seguido da quebra de ondas, ou seja, local onde as ondas dissipam sua energia; a zona de surfe é a porção da praia varrida pela onda após sua quebra e; a zona de espraiamento é aquela limitada pelos máximo e mínimo do espraiamento de ondas.

Quanto à classificação de praias, têm-se seis estados ou estágios morfológicos distintos (CALLIARI et al., 2003), com os estágios dissipativo e refletivo se apresentando como extremos desta classificação.

No estágio dissipativo, a praia apresenta um baixo gradiente topográfico com elevado estoque de areia em sua porção subaquosa e larga zona de surfe. Elevada esbelteza de ondas e a presença de sedimento de granulometria fina favorecem a condição dissipativa da praia. Devido a tais condições, as ondas arrebentam longe da face da praia, dissipando a energia que gera decaimento em sua altura.

No estágio refletivo, a praia e o fundo marinho adjacente apresentam alto gradiente topográfico e reduzida largura da zona de surfe, levando a arrebentações do tipo ascendente e mergulhante a predominarem no local. Esse estágio ocorre principalmente em praias fortemente compartimentadas, naquelas protegidas entre promontórios, na ocorrência de areia com granulometria grossa ou mesmo após longos períodos de acresção. Diferente do que ocorre nas praias dissipativas, nas refletivas a maior reserva de areia ocorre em sua porção emersa, com reduzidas quantidades na porção submersa, sob esta perspectiva, a erosão emersa ocorre mesmo se em condição de baixa energia hidrodinâmica.

Os estágios intermediários apresentam características tanto de estágio dissipativo quanto de estágio refletivo e são eles: banco e calha longitudinal, banco e praia de cúspide, bancos transversais e terraço de baixa mar. Tais estágios se configuram pela redução progressiva da calha longitudinal, consequência das características hidrodinâmicas que desloca o banco submarino da zona de arrebentação rumo à praia.

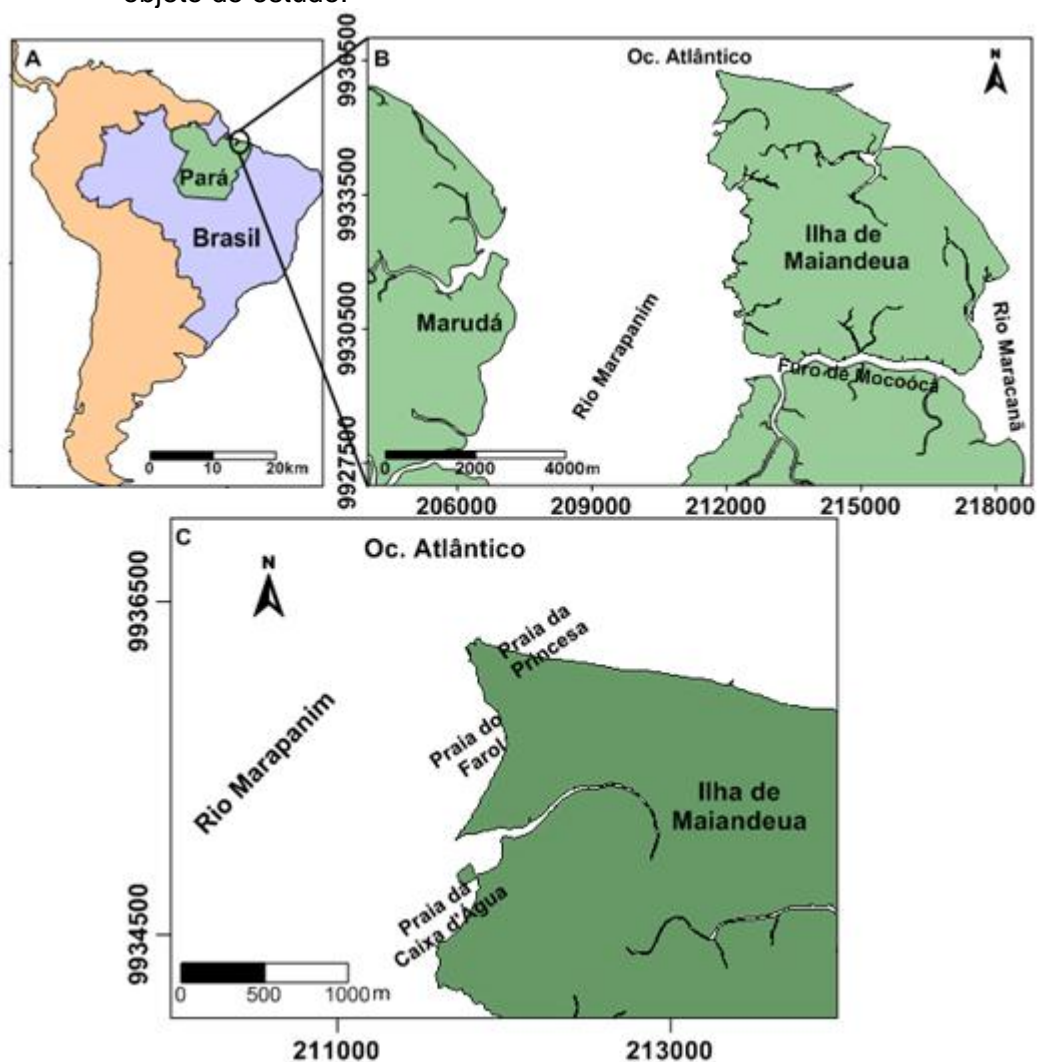
5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 ÁREA DE ESTUDO

5.1.1 Localização e acesso

A área de estudo compreende as praias da Princesa, do Farol e da Caixa d'Água localizadas na porção noroeste da Ilha de Maiandeuá, também conhecida como Ilha de Algodal. A ilha – reconhecida como Área de Proteção Ambiental (APA) desde 1990 – se localiza na região do Salgado Paraense e pertence ao Município de Maracanã, Pará.

Figura 5.1 - Localização da área de estudo. (A) localização na América do Sul, (B) localização segundo fisiografias adjacentes e, (C) localização das praias objeto de estudo.



Encontra-se na zona 23M em relação ao sistema de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) e seus limites físicos são: ao norte, o Oceano Atlântico, a leste a Baía de Maracanã, ao sul o furo de Mocoóca e a oeste a Baía de Marapanim (Fig. 5.1).

O acesso a ilha, tendo como referência Belém, capital do estado, se dá através das rodovias federal BR-316 e estadual PA-136 em direção ao Município de Marudá (a 168 km da capital). Em Marudá a travessia para a Ilha de Maiandeuá é realizada por barcos com distância de 5,5 km e tem duração de, aproximadamente 45 minutos.

5.1.2 Climatologia

O clima na Ilha de Maiandeuá, bem como as demais localidades do Salgado Paraense, é governado pelo movimento da Zona de Convergência Intertropical, ZCIT, (SILVA, 2009a).

O clima da região é classificado como tropical quente e úmido, com médias anuais de temperatura de, aproximadamente, 27,7°C e precipitação de 3000 mm/ano (RUIVO et al., 2002), onde, o período mais chuvoso se estabelece entre os meses de dezembro e junho (MORAES et al., 2005).

5.1.3 Condições meteorológicas e oceanográficas

5.1.3.1 Maré

A morfologia tipicamente estuarina, com a presença de planícies de maré e manguezais associados, observada no litoral paraense, é gerada principalmente pela ação do fluxo fluvial e de correntes de maré (MARTIN et al., 1993).

A área de estudo apresenta maré semi-diurna, ou seja, com duas baixamares e duas preamares em um único ciclo de maré, com nível médio de 2,7 m. As maiores amplitudes observadas ocorreram nos meses de março e setembro com amplitude máxima de, aproximadamente, 5,6 m – Estação Maregráfica do Fundeadouro de Salinópolis – (DHN, 2011a), o que a caracteriza como macromaré.

Segundo DHN, 2006, para a região da área de estudo, tem-se baixa-mar média de quadratura de 1,6 m, preamar média de quadratura de 3,9 m, baixa-mar média de sizígia de 0,4 m e preamar média de sizígia igual a 5 m.

5.1.3.2 Correntes

Na região do Salgado Paraense as correntes induzidas pela maré são as principais atuantes na interação com a morfodinâmica local, estão ligadas ao movimento vertical do nível da maré e movimentos verticais presentes sendo responsáveis pelo transporte dos sedimentos no litoral e pela formação de bancos arenosos perpendiculares a linha de costa (EL-ROBRINI et al., 1992).

Valores máximos de corrente de maré são verificados durante período de sizígia, após 5 horas da preamar com valores de aproximadamente 1,4 m/s, enquanto que para esse mesmo período valores mínimos ocorrem 1 hora antes da preamar e não ultrapassam 1,1 m/s. Em período de quadratura os valores máximos próximos a 0,8 (SILVA, 1998).

Quanto a sua sazonalidade, as mais intensas correntes de vazante são observadas nos meses de março e abril, período em que as menores correntes de enchente estão presentes. Já no período de junho e julho se têm as mais intensas correntes de enchente e as menos intensas correntes de vazante (SILVA, 1996).

5.1.3.3 Vento

Os ventos presentes na região onde está inserida a área de estudo apresentam intensidade média de, aproximadamente, 7,6 m/s, chegando a valores máximos de 9,5 m/s (DHN, 2011b).

Na costa norte brasileira há predominância dos ventos alísios de nordeste que sopram continuamente durante todo o ano. Os ventos alísios detêm grande importância na região, pois ao se somarem com as condições morfológicas do fundo oceânico, geram as correntes de deriva litorânea para noroeste e são responsáveis pelo transporte de sedimento da plataforma em direção a costa (GEYER, 1991), além do retrabalhamento e mistura deste, visto que são responsáveis pela formação de ondas. Sua direção leva dunas eólicas costeiras a possuírem direção de

deslocamento preferencial para sudoeste, mesma orientação das ondas que atingem a costa.

5.1.3.4 Onda

As principais ondas que ocorrem no nordeste paraense são aquelas geradas pelo vento, com destaque aos ventos alísios. Apresentam maior energia na porção nordeste da Ilha de Maiandeuá do que em porções mais abrigadas, como o caso da praia da Caixa d'Água (SANTOS, 1996), pois se aproximam da costa com a mesma direção dos alísios de nordeste.

São responsáveis por ressuspensão de sedimentos e mistura de águas na porção estuarina além, de gerar processos erosivos (SILVA, 1998) e possuem maior altura e período durante a preamar dos meses mais chuvosos, com valores superiores a 1,2m e 10s, respectivamente (SILVA, 2009b). Em setembro, mês marcado pela quase ausência de chuvas na região, a altura de ondas observadas são inferiores a 1m.

5.1.4 Hidrografia

5.1.4.1 Rio Maracanã

O rio Maracanã é um rio tipicamente meandrante de baixa declividade. Seu regime é condicionado à pluviosidade da região com aumento do nível da bacia nos meses de janeiro a junho (SOARES, 1991).

Na sua porção mais interior, possui profundidade média em torno de 4 m no período chuvoso e larguras que variam de 30 a 60 m. Na porção de transição entre a mais interna e a estuarina sua profundidade é de aproximadamente 6 m e sua largura fica em torno dos 200 m. Por fim, na porção estuarina do rio Maracanã sua profundidade alcança 17 m, quando em maré alta, com 600 m de largura de canal. Nesta última zona, a vazão apresenta valores entre 60 e 70 m³/s, para período de estiagem e chuvoso, respectivamente (COSTA; LIMA, 2004).

5.1.4.1 Rio Marapanim

Morfologicamente o estuário do rio Marapanim é dividido em três zonas (SILVA et al., 2009): planície costeira, planície estuarina e planície aluvial.

A planície costeira é dominada pela ação de ondas e caracterizada por um sistema progradante arenoso, constituídos por paleodunas, planície de crista praial, dunas recentes e praia de macromaré com esporão arenoso. A planície estuarina é formada por uma planície arenosa lamosa vegetada por manguezal e por uma barra arenosa e, está submetida às correntes de maré e fluvial. A planície aluvial apresenta planície de inundação e pântanos de água doce.

O Rio Marapanim possui estuário com canal de forma afunilada, apresentando 60 km de comprimento e 8 km de largura estreitando-se à montante. O volume de descarga apesar de não determinado é estimado em 50 – 100 m³/s e 400 m³/s para descarga média e máxima, respectivamente (SILVA, 2009a). Tais volumes foram estimados a partir de valores já conhecidos, como, área da bacia hidrografia, precipitação média anual e, dados de descarga de sistemas fluviais similares, como o rio Caeté.

Segundo Silva, 2009a, a área de captação do rio é de 2500 km² e, quanto à ação da maré, está é observada a 21 km rio acima e leva a variações de 5,2 m no nível médio do mesmo. Na porção estuarina do rio, a salinidade varia entre 1 – durante período de alta descarga fluvial (março) – e 27 – durante período de baixa descarga fluvial (novembro).

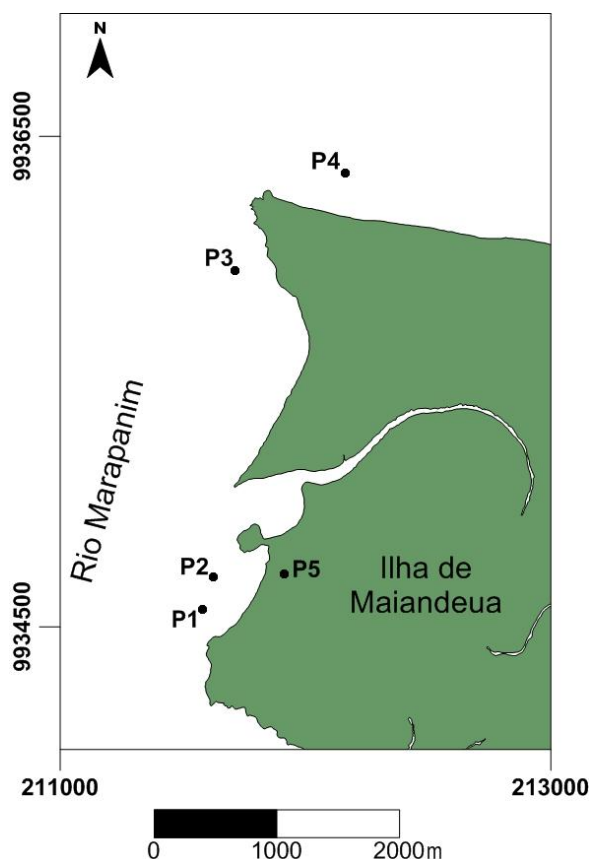
5.2 METODOLOGIA DE COLETA, TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

5.2.1 Metodologia de coleta

As coletas foram realizadas durante período chuvoso e seco nas praias da Caixa d'Água, Farol e Princesa segundo as metodologias descritas a seguir.

Abaixo segue um mapa da área de estudo onde estão plotados os pontos em que houve coletas e que serão comentados nos próximos parágrafos (Fig. 5.2).

Figura 5.2 - Localização dos pontos de coleta.



5.2.1.1 Corrente

Dados de corrente foram coletados a partir da utilização de correntômetros com sensores eletromagnéticos, modelo Infinity-EM AEM-USB, que registram sentido, direção e intensidade de corrente. Tais correntômetros foram programados para coletar informações continuamente em intervalos de 1 minuto durante um ciclo de maré.

A instalação desses equipamentos foi feita durante a baixamar de forma a deixá-los fundeados ao longo do período de coleta na zona de inframaré, para tal foram adaptados a tubos de PVC de 1 m pra auxiliar na fixação destes no sedimento.

A coleta de informações sobre corrente ocorreu durante período de sizígia. No período chuvoso (junho e julho) foi realizada nos pontos P1, P2 (ambos pertencentes à praia da Caixa d'Água) e P3 (praia do Farol) e P4 (praia da Princesa). No período seco (setembro) a coleta ocorreu apenas nos pontos P1 e P4 (Fig. 5.2).

5.2.1.2 Turbidez e maré

Dados de turbidez e maré foram obtidos através da utilização de sondas de pressão com sensor OBS, modelo TurbiInfinity ATU75W-USB, que registram turbidez e pressão. Estes equipamentos foram programados para coletar informações continuamente em intervalos de 0,5s.

As sondas de pressão com sensor OBS utilizadas foram adaptadas a tubos de PVC, bem como os correntômetros já mencionados. Sua instalação foi feita durante a baixa-mar de forma a deixá-las fundeadas na zona de inframaré ao longo do período de coleta a uma distância de aproximadamente 1,5 m entre a sonda de pressão com sensor OBS e um correntômetros.

Como visto a coleta destes parâmetros foi feita simultaneamente a coleta de corrente, dessa forma também foi realizada durante período de sizígia e vale para estes parâmetros as mesmas informações sobre pontos e meses de coleta dados para corrente.

5.2.1.3 Dados batimétricos

A batimetria foi realizada a partir utilização de um ecobatímetro modelo GarminGPSmap 520s ao longo de 38 transectos perpendiculares a linha de costa no mês de julho. Os transectos foram distribuídos de maneira que tivessem 500 m a partir da linha de baixamar e distassem entre si 100 m. Estes foram plotados em laboratório e carregados no ecobatímetro antes da saída para a coleta, para isso fez-se uso do software do próprio equipamento.

Para correção da batimetria a um nível de referência (NR) foi utilizado um sensor de pressão modelo HOBO U2 *water level logger* com período de leitura de 5 minutos, cuja diferença de altitude ao nível de referência foi calculada utilizando um nível convencional e mira.

Em setembro foi realizada uma segunda batimetria com a finalidade de observar variações temporais na batimetria da região submersa de cada praia. Para isso, se utilizou 5 transectos para cada praia coincidentes com 15 pertencentes as 38 transectos utilizados no mês de julho.

5.2.1.4 Perfil praial

Para a avaliação do balanço sedimentar ao longo de um período de quadratura seguido por uma sizígia, foram medidos perfis praias diários durante 9 dias (5 referentes a quadratura e 4 a sizígia) no mês de setembro na praia da Caixa d'Água, com a primeira leitura realizada no ponto P5 (Fig. 5.2).

Os perfis são perpendiculares à linha de costa iniciando-se da zona de supramaré até 10 metros após a linha de maré baixa. Para tal utilizou-se um nível convencional e uma mira e, as leituras foram realizadas a cada 5 m.

5.2.2 Metodologia de tratamento e análise de dados

5.2.2.1 Corrente

Os dados de corrente após coletados, tiveram sua declinação magnética corrigida a partir de dados obtidos junto ao Observatório Nacional, 2011. Para a análise de variação temporal durante um ciclo de maré do vetor corrente, este foi decomposto em dois vetores, um paralelo a linha de costa e outro perpendicular a mesma, posteriormente foram filtrados com filtros do tipo passa-baixa, para gerar uma curva suavizada mostrando a tendência dos vetores e retirar possíveis interferências ocorridas durante a coleta, e plotados em gráfico juntamente a curva de maré.

Para o cálculo de corrente resultante de fundo, o vetor corrente foi decomposto em dois vetores, o primeiro no sentido NS e o segundo no sentido EW. Posteriormente foi calculada uma média da série temporal desses dados e realizada uma somatória vetorial entre os vetores médios obtidos de direção NS e WE. A soma vetorial foi plotada em mapa.

5.2.2.2 Turbidez e maré

Os dados de turbidez após coletados foram filtrados com filtros do tipo passa-baixa para que erros durante a coleta fossem retirados e fosse gerada uma curva mostrando a tendência dos valores de turbidez em função da maré. Para tal os dados de turbidez foram plotados juntamente com a curva de maré.

A curva de maré também foi suavizada para retirar valores alterados devido à passagem de onda.

5.2.2.3 Dados batimétricos

A batimetria teve seus dados corrigidos a partir da variação de nível da água registrada pelo sensor de pressão e referenciada a um NR. Para a confecção de um mapa batimétrico da área foram utilizados os dados obtidos no mês de julho.

Para a análise de variação da batimetria entre os meses de julho e setembro foram utilizadas as batimetria realizadas em julho e setembro, ambas com correção da variação do nível d'água e referenciadas a um NR. Para a visualização de resultados, ambas foram plotadas em mapa.

5.2.2.4 Perfil praial

Os perfis praias foram plotados de forma a estarem referenciados a um NR. Para melhor visualização da variação diária do perfil, foram plotados oito gráficos obtendo dois perfis cada (referentes a dois dias seguidos) e para a visualização entre a variação total entre o primeiro e último dia de coleta, foi plotado em mesmo gráfico os perfis referentes a esses dois dias.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS

A partir da análise dos gráficos de corrente gerados (Fig. 6.1 e 6.2), observa-se um padrão que mostra que nas praias da Caixa d'Água – classificada como praias refletiva com terraço de maré baixa por Sousa, 2010 – e Farol a corrente possui uma direção preferencial para nordeste durante quase todo o ciclo de maré com as componentes paralelas e perpendiculares a linha de costa mostrando intensidades bastante similares.

Na praia da Princesa, observou-se direção preferencial para noroeste durante a maior parte do ciclo de maré, além de maiores intensidades de correntes quando comparada as demais praias (Fig. 6.4 e 6.6). A direção apresentada nesta praia classificada como dissipativa por Sousa, 2010, pode ser explicada pela ação da Corrente Costeira Norte Brasil que transporta água da plataforma em direção noroeste (RICHARDSON et al., 1994; METCALF, 1968; FONSECA, et al., 2000)

Ao se comparar os pontos P1 e P2 no período chuvoso, ambos da praia da Caixa d'Água, têm-se um mesmo padrão de corrente no qual a componente paralela, mesmo durante a enchente, apresenta o mesmo sentido rio-oceano, indicando pouca influência da maré em relação à descarga fluvial. Entretanto para o ponto P1 no período seco (Fig. 6.5), quando se considera a descarga do rio mais baixa, pode-se visualizar uma baixa intensidade da corrente ou mesmo um fluxo inverso, indicando uma maior influência da maré no estuário do rio Marapanim.

Porém, mesmo no período chuvoso, a corrente no ponto P3 (Fig. 6.3), pertencente à praia do Farol, apresentou significativa influência da maré, uma vez que está apresenta-se mais externamente ao estuário, diferente da praia da Caixa d'Água que é mais abrigada.

Variações também foram observadas na praia da Princesa entre os períodos chuvoso e seco, diferenças que foram mais acentuadas para a componente perpendicular, que mostra no mês de julho um sentido preferencial continente-oceano, enquanto que, em setembro não houve um sentido preferencial bem definido.

Quanto à intensidade de corrente, nas praias da Caixa d'água, Farol e Princesa a corrente foi mais intensa durante período de enchente com valores máximos de 55,6, 69,2 e 111,37 cm/s, respectivamente.

Figura 6.1 - Resultados para o ponto P1 durante período chuvoso. (A) componentes paralela e perpendicular da corrente em função da maré e, (B) turbidez em função da maré.

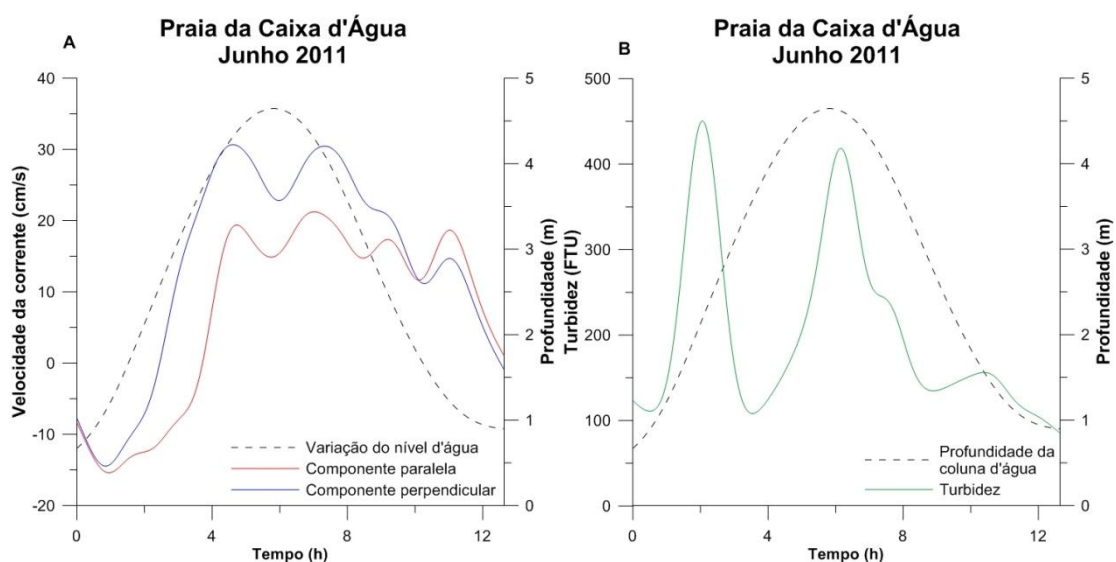


Figura 6.2 - Resultados para o ponto P2 durante período chuvoso. (A) componentes paralela e perpendicular da corrente em função da maré e, (B) turbidez em função da maré.

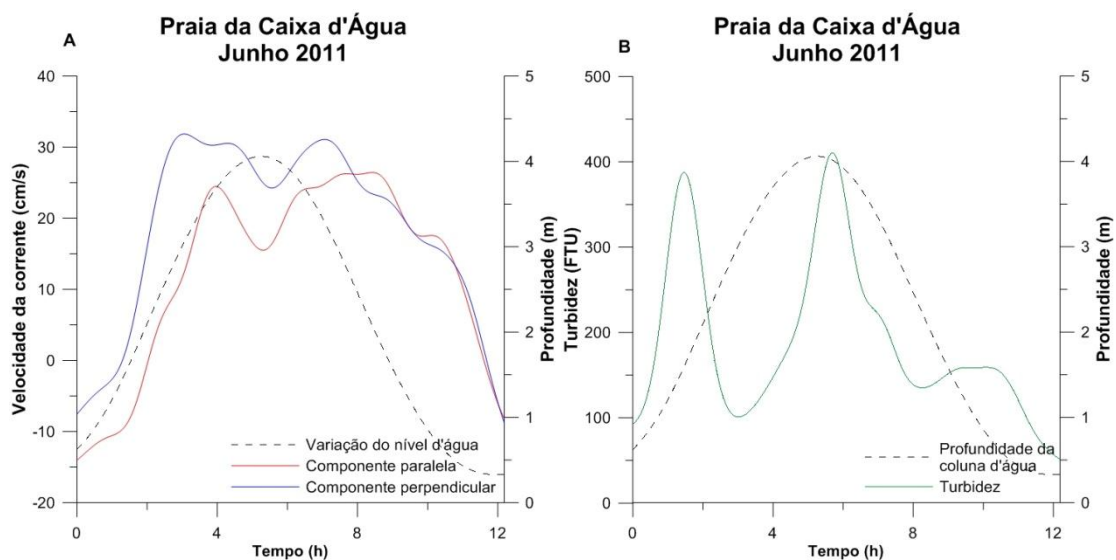


Figura 6.3 - Resultados para o ponto P3 durante período chuvoso. (A) componentes paralela e perpendicular da corrente em função da maré e, (B) turbidez em função da maré.

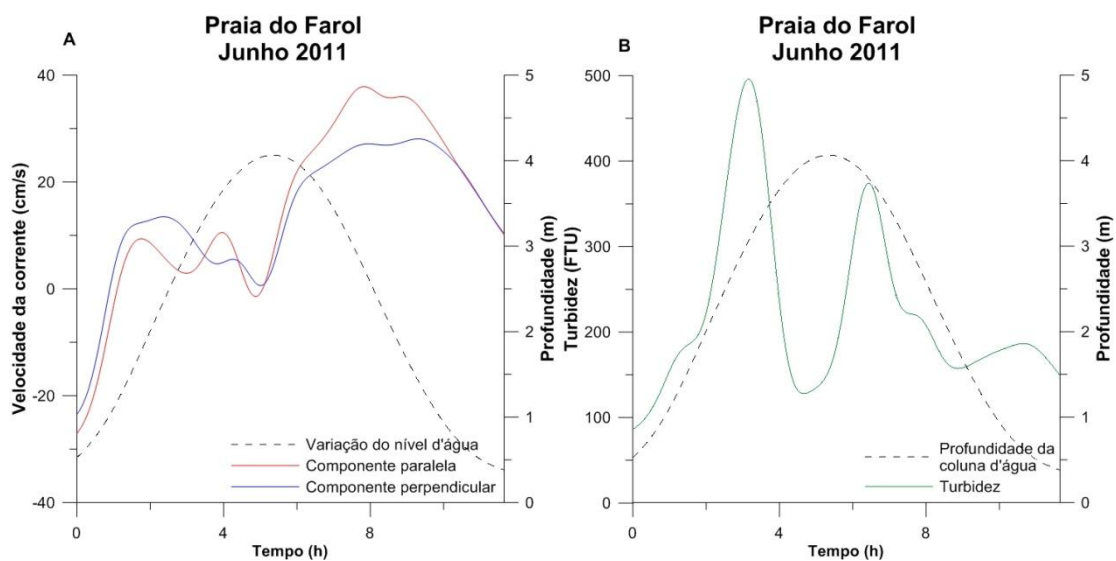


Figura 6.4 - Resultados para o ponto P4 durante período chuvoso. (A) componentes paralela e perpendicular da corrente em função da maré e, (B) turbidez em função da maré.

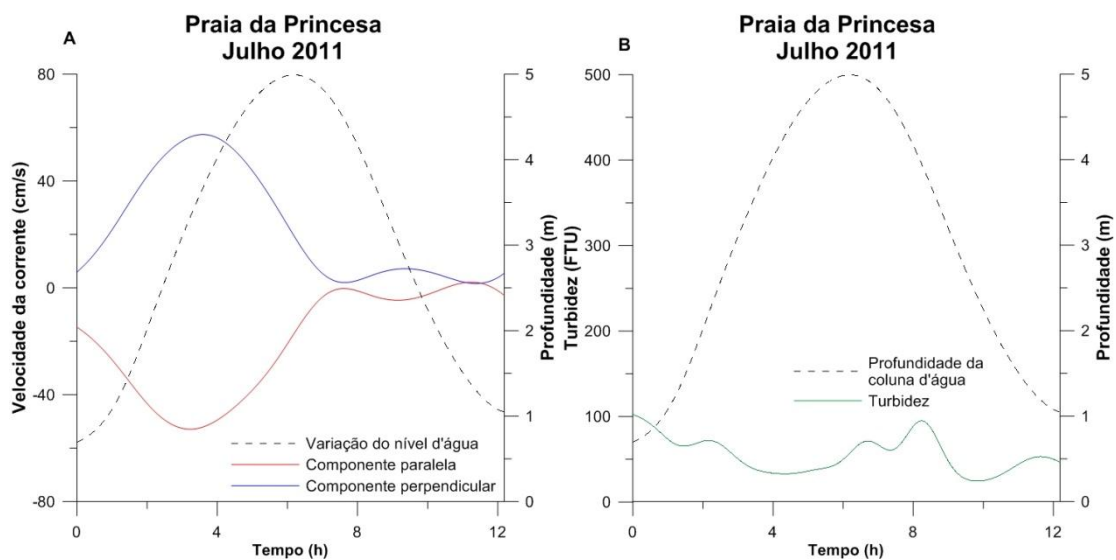


Figura 6.5 - Resultados para o ponto P1 durante período seco. (A) componentes paralela e perpendicular da corrente em função da maré e, (B) turbidez em função da maré.

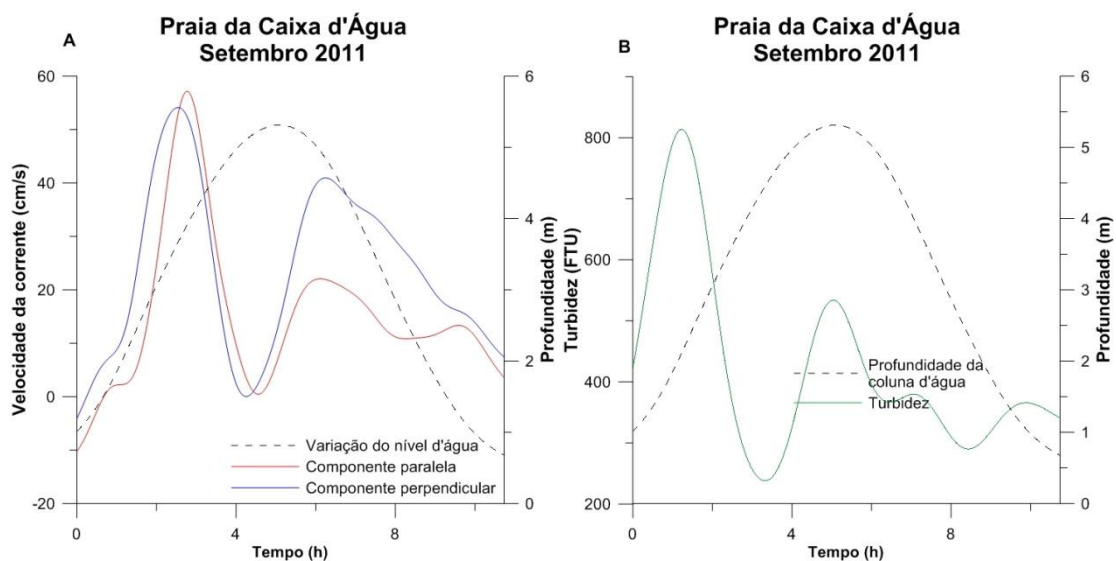
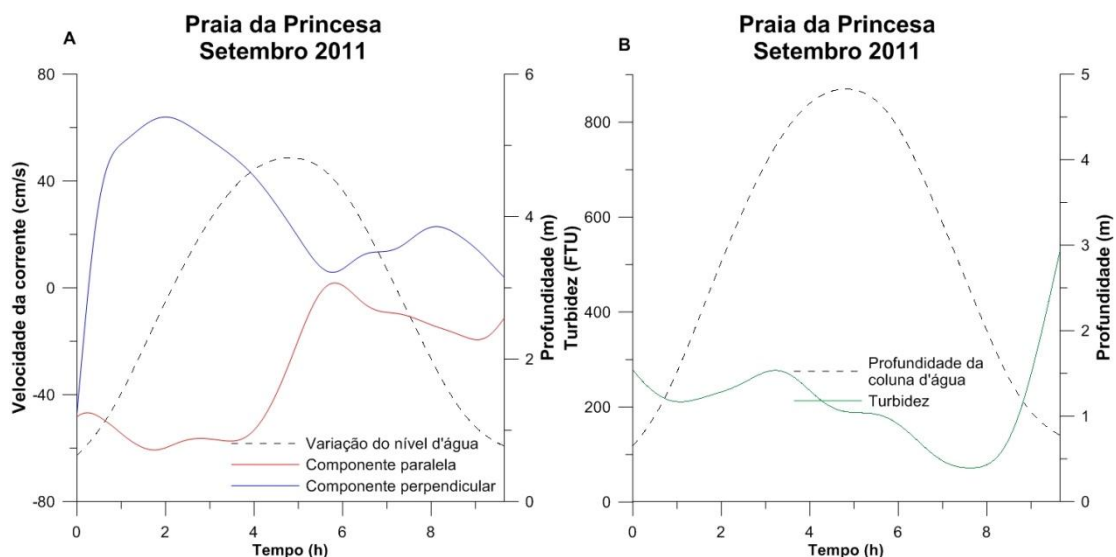


Figura 6.6 - Resultados para o ponto P4 durante período seco. (A) componentes paralela e perpendicular da corrente em função da maré e, (B) turbidez em função da maré.

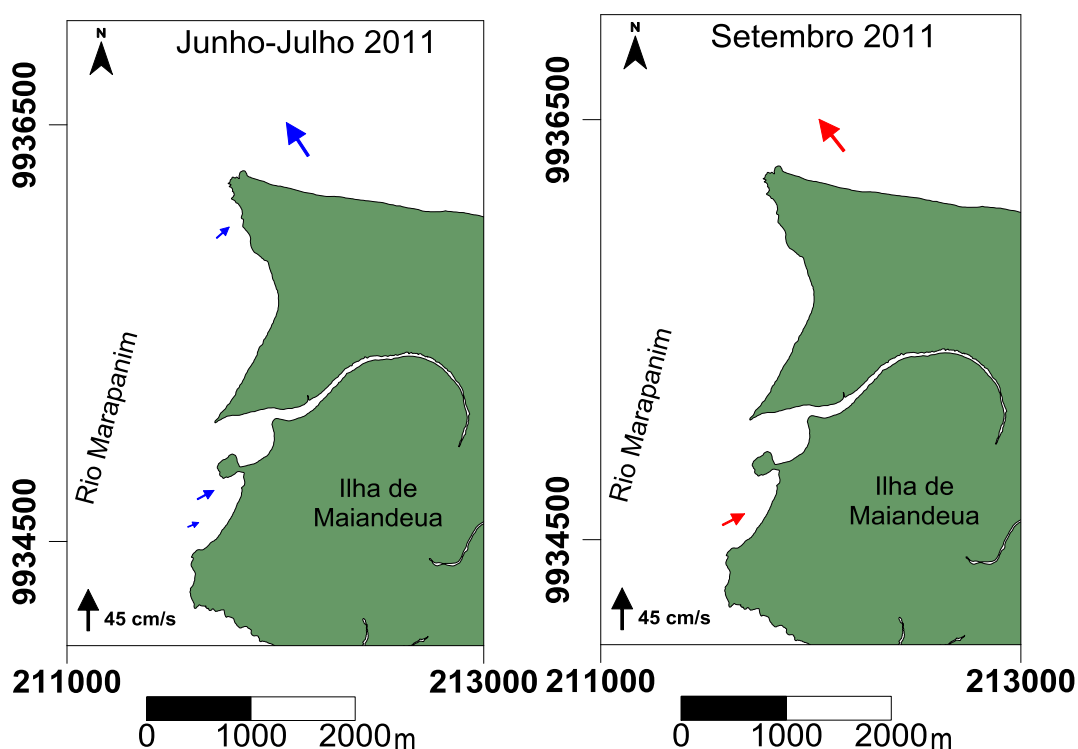


Quanto a corrente média de fundo para um ciclo de maré calculada para os pontos de coleta nos diferentes meses, têm-se que na praia da Caixa d'Água há baixa intensidade de corrente no mês de junho, com valores de 15,7 e 22,62 cm/s para os pontos P1 e P2, respectivamente (Fig. 6.7). No mês de setembro o valor de corrente média para o ponto P1 foi calculado em 28,22 cm/s, valor maior do que aqueles encontrados para o mês de junho entretanto.

Vale ressaltar que a corrente média, tanto para os pontos P1 e P2 no mês de junho, quanto para o ponto P1 no mês de setembro teve seu sentido preferencial para nordeste. A corrente média para o ponto P3 também teve o mesmo sentido com intensidade de 20,54 cm/s.

A praia da Princesa em ambos os meses apresentou as maiores intensidades de corrente média com valor de aproximadamente 43 cm/s com sentido para noroeste.

Figura 6.7 - Corrente residual, à esquerda, valores calculados para o período chuvoso, à direita, valores calculados para o período seco.



Os pontos P1, P2 e P3 apresentaram os maiores valores de turbidez durante a enchete e a preamar, com máximo valor observado para o ponto P1 durante a enchete no mês de setembro de 813,67 FTU. No mês de junho o valor máximo de turbidez para os pontos P1, P2 e P3 foi de 450 FTU aproximadamente.

Padrão que pode estar relacionado com a turbulência gerada pela entrada da maré no estuário, indicado pelo maior valor no mês de setembro quando, a onda de maré penetra mais efetivamente no estuário interferindo significativamente no padrão de corrente do mesmo.

O padrão de turbidez em função da variação da maré muito semelhante entre os pontos P1, P2 e P3 mostra que as praias da Caixa d'Água e Farol respondem a variações de maré de forma sincronizada estando sujeitas aos mesmos processos de turbulência e transporte sedimentar.

Na praia da princesa não foi observado valores maiores que 300 FTU, com excessão das ultimas horas de vazante do ciclo pertencente ao mês de setembro.

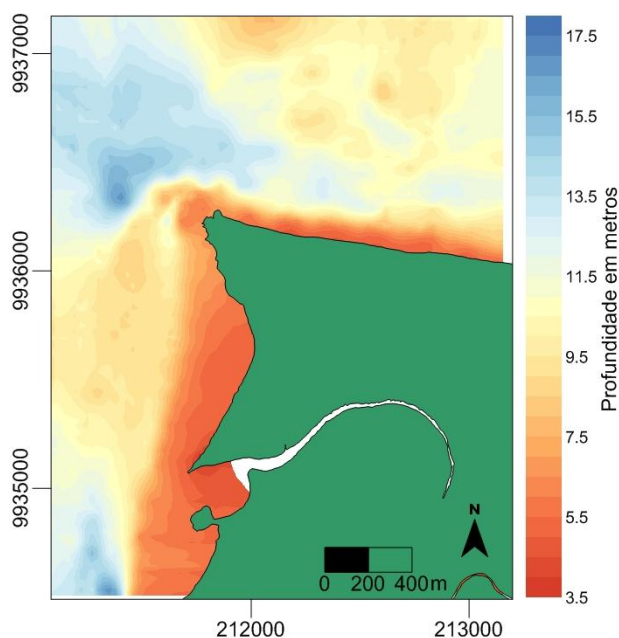
O estudo do transporte sedimentar torna-se difícil a partir de dados de turbidez e hidrodinâmicos auxiliando nesse estudo o monitoramento de mudanças morfológicas como citam Komar, 1976, Silva, 2001 e Souza Filho 2001.

Quanto a maré, valores máximos de aproximadamente 4,5 m de altura foram observados para as três praias, considerando os pontos de P1, P2, P3 e P4.

6.2 BATIMETRIA

A batimetria realizada no mês de junho mostra que até 300 m da linha de costa a profundidade varia aproximadamente em 2 m para as praias da Caixa d'Água e Farol, entretanto nos próximos metros a um brusco aumento de profundidade podendo alcançar 13 m (Fig. 6.8).

Figura 6.8 - Produto da batimetria realizada no mês de julho, para reconhecimento da morfologia de fundo adjacente as praias em estudo.

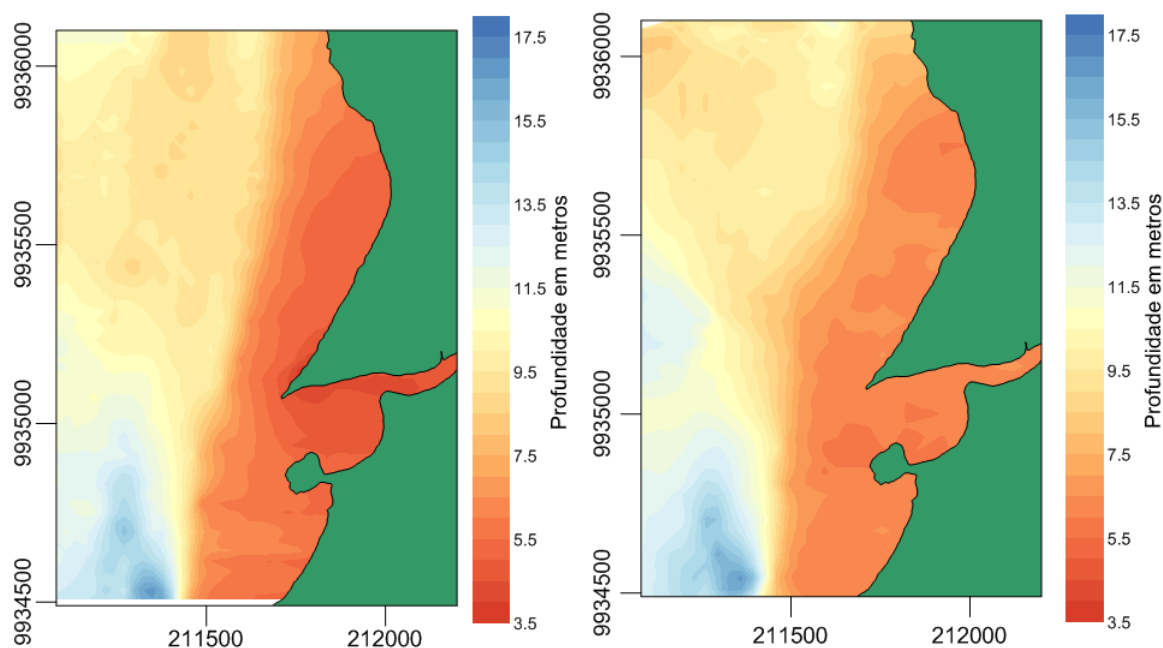


As menores profundidades próximas as praias da Caixa d'Água e Farol, podem estar relacionadas a corrente que nesta região possuem sentido para nordeste.

A praia da Princesa apresentou batimetria rasa, não excedendo 12 m de profundidade. Na área adjacente a esta praia também foram observados um canal excedendo os 13 m de profundidades seguido por um banco arenoso.

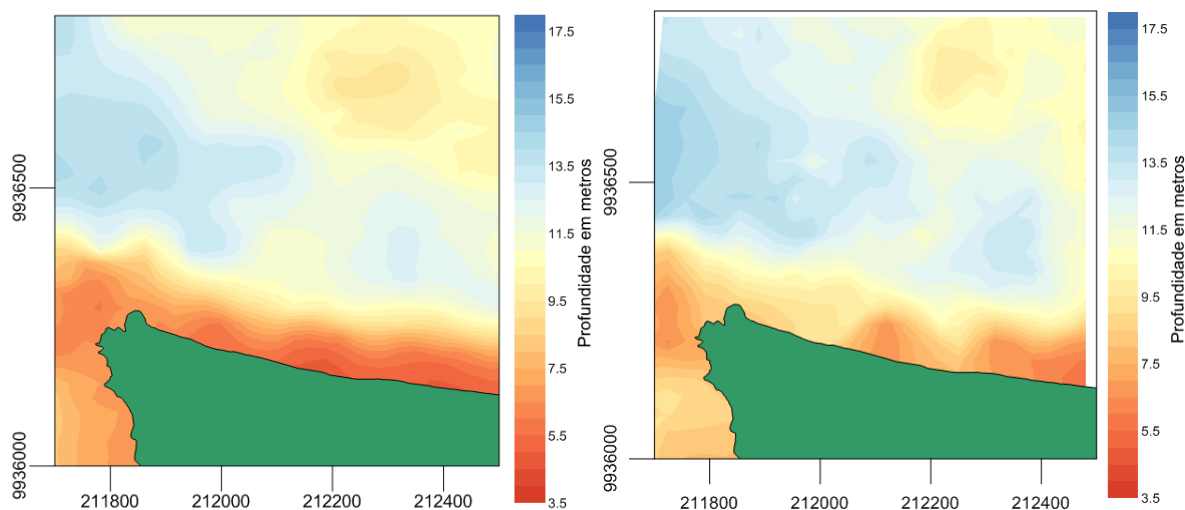
Quanto a variação da batimetria próximo as praia da Caixa d'Água e Farol (Fig. 6.9), observou-se maiores valores de profundidades no mês de setembro que pode estar ligado à menor vazão do rio, devido a menor pluviosidade da região, diminuindo assim o aporte de sedimento vindo do continente.

Figura 6.9 - Variação batimétrica da área adjacente as praias da Caixa d'Água e Farol. À esquerda, resultado obtido para o mês de julho e, à direita, resultado obtido para o mês de setembro.



A praia da Princesa apresentou variação semelhante aquela vista para as praias da Caixa d'Água e Farol com redução de tamanho e migração do banco de areia e aumento da largura e profundidade do canal presentes ao norte da mesma (Fig. 6.10).

Figura 6.10 - Variação batimétrica da área adjacente a praia da Princesa. À esquerda, resultado obtido para o mês de julho e, à direita, resultado obtido para o mês de setembro.



6.3 PERFIL PRAIAL

A análise da variação do perfil praiial na Caixa d'Água mostrou perda sedimentar de 163,84 m³ entre o primeiro e último dia de medição com uma média de 18,2 m³ ao dia (Fig. 6.11 a 6.19). A maior perda ocorreu na porção mais íngreme da praia, que correspondeu a 55% da perda total, o que justifica a maré de sizígia ter maior influência nessa variação uma vez que a maré de quadratura não alcança os primeiros 100 m do perfil praiial em questão.

Figura 6.11 - Variação do perfil praiial entre os dias 21.09.2011 e 22.09.2011 (estágio de maré de quadratura).

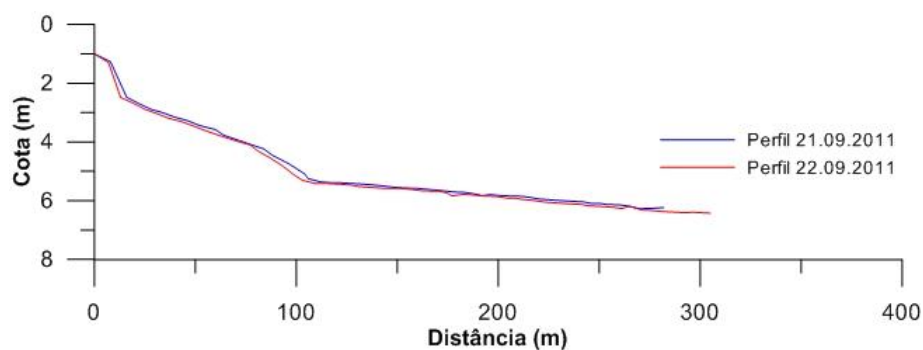


Figura 6.12 - Variação do perfil praial ente os dias 22.09.2011 e 23.09.2011 (estágio de maré de quadratura).

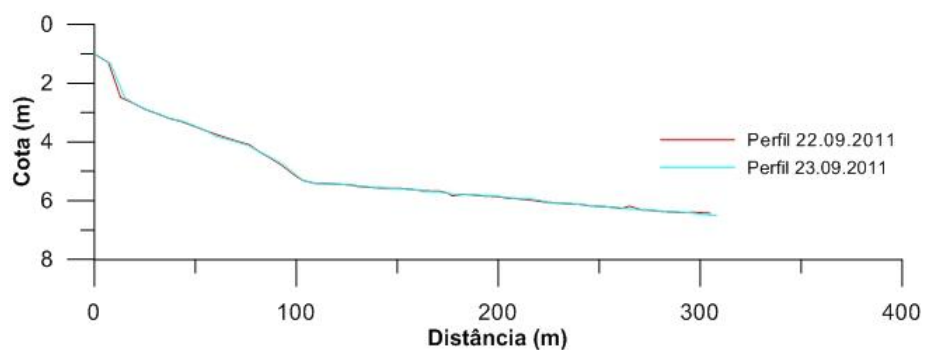


Figura 6.13 - Variação do perfil praial ente os dias 23.09.2011 e 24.09.2011 (estágio de maré de quadratura).

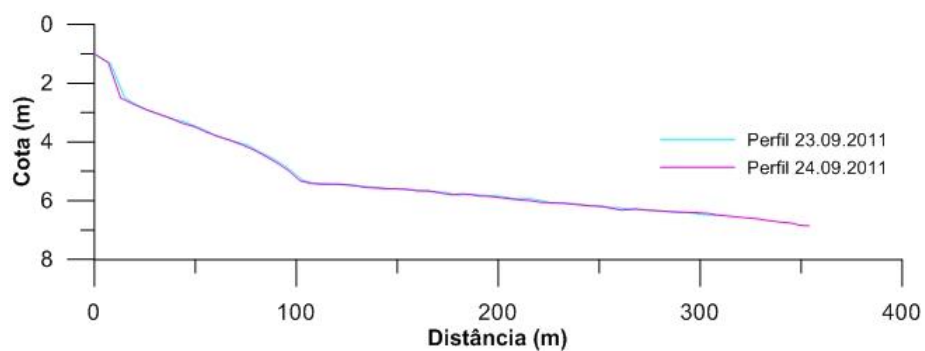


Figura 6.14 - Variação do perfil praial ente os dias 24.09.2011 e 25.09.2011 (estágio de maré de quadratura).

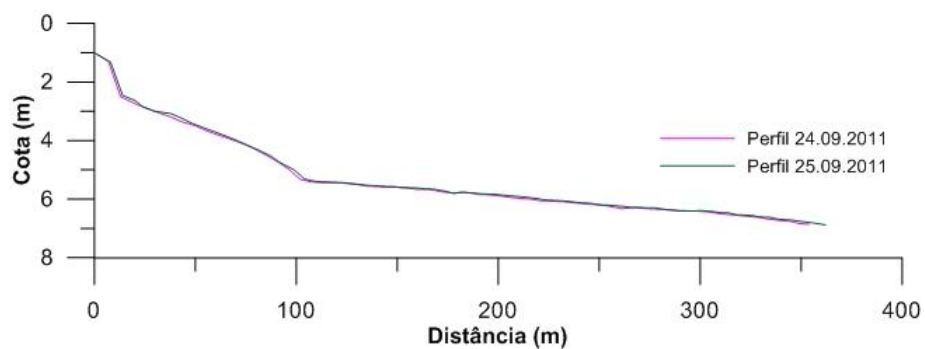


Figura 6.15 - Variação do perfil praial ente os dias 25.09.2011 (estágio de maré de quadratura) e 26.09.2011 (estágio de maré de sizígia).

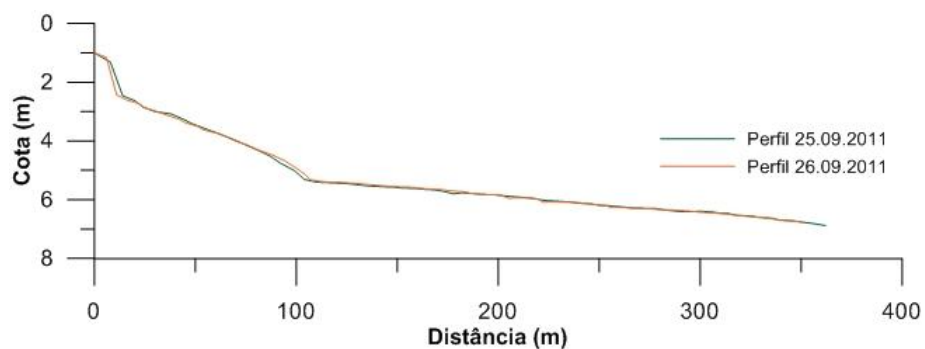


Figura 6.16 - Variação do perfil praial ente os dias 26.09.2011 e 27.09.2011 (estágio de maré de sizígia).

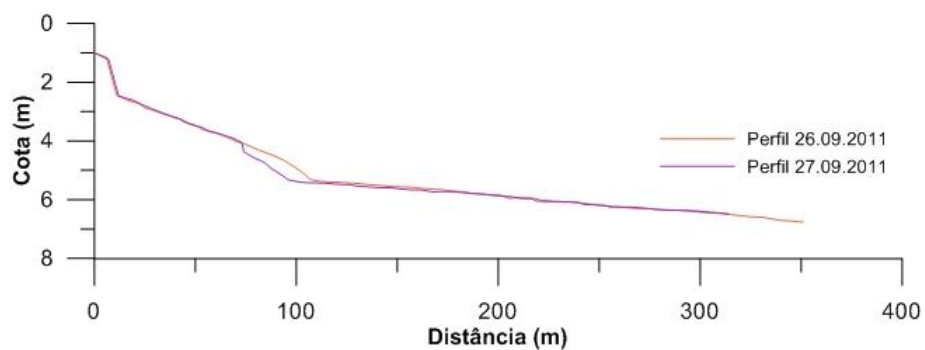


Figura 6.17 - Variação do perfil praial ente os dias 27.09.2011 e 28.09.2011 (estágio de maré de sizígia).

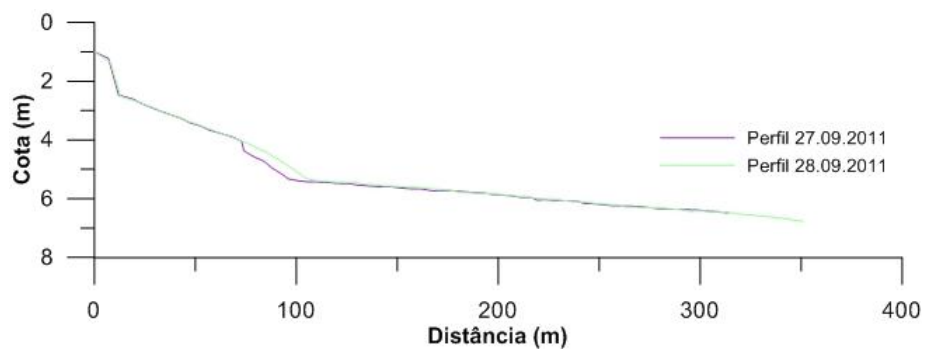


Figura 6.18 - Variação do perfil praial ente os dias 26.09.2011 e 27.09.2011 (estágio de maré de sizígia).

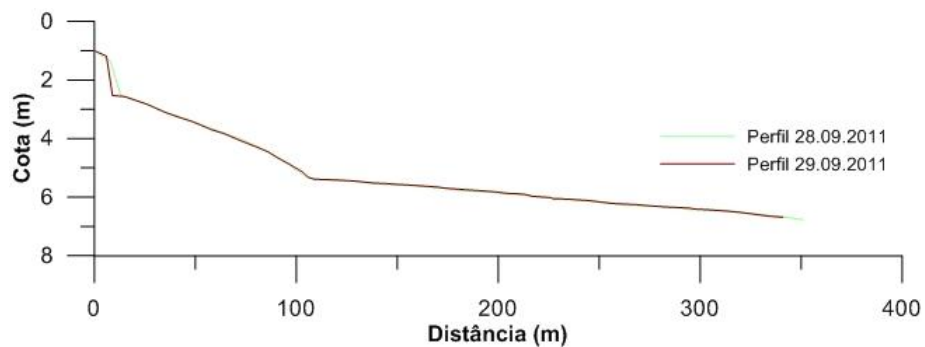
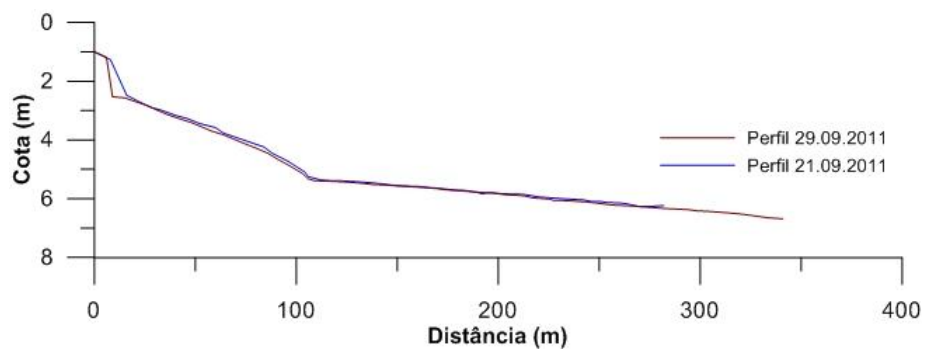


Figura 6.19: Variação do perfil praial ente os dias 21.09.2011 e 29.09.2011, extremos do período de medição do perfil.



7 CONCLUSÃO

As similaridades dos resultados de correntes turbidez entre as praias da Caixa d'Água e Farol mostram que ambas estão sujeitas a mesmos processos hidrodinâmicos e sedimentares.

A batimetria mostrou que a morfologia de fundo esta ligada à sazonalidade climática da região. Por outro lado, o balanço sedimentar na zona de intermaré mostra variações significativas do perfil praiar ao longo de mudança de regime de maré.

Recomenda-se a continuação das coletas de corrente, turbidez e batimetria, a fim de se fechar um ciclo anual de informações e obter resultados mais consistentes.

Mostra-se necessário também a necessidade de medições de perfil praiar em diferentes períodos do ano, a fim de comparar a variação entre regimes de maré e em função da sazonalidade climática.

Da mesma forma realizações de estudos batimétricos entre regimes de maré poderiam gerar melhores resultados sobre a morfodinâmica adjacentes as praias em estudo.

REFERÊNCIAS

- BERMEGUY, R. L.; COSTA, J. B. S. Considerações sobre o sistema de drenagem da Amazônia e sua relação com o arcabouço tectono-estrutural. *Boletim Paraense Emílio Goeldi*. Série Ciências da Terra, n. 3, p.75-97. 1991.
- CALLIARI, L.J.; MUEHE, D.; HOEFEL, F.G., AND TOLDO JR., E.E. Morfodinâmica praial: uma breve revisão. *Revista Brasileira de Oceanografia*, v. 51, p 63-78. 2003.
- COSTA, F. F.; LIMA, W. N. *Avaliação geoquímica ambiental de área selecionada da bacia hidrográfica do rio Maracanã (Nordeste do Pará)*. 2004. 145 f. Dissertação (Mestrado em geoquímica Ambiental e de Superfície) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.
- DIRETORIA DE HIDROGRAFIA NACIONAL (DHN). *Cartas náuticas: de Salinópolis ao canal de Espadarte*. 4ªed. Rio de Janeiro: MM, 2006.
- DIRETORIA DE HIDROGRAFIA NACIONAL (DHN). Centro de Hidrografia Marinha – Serviço Meteorológico Marinho. 2011b. Disponível em: http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/modnum/hrm/metarea_v/00hmg/hrm_meteo_im.htm. Acessado em : 11 de novembro de 2011.
- DIRETORIA DE HIDROGRAFIA NACIONAL (DHN). *Tábuas de maré para o fundeadouro de Salinópolis (Estado do Pará)*. 2011a. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas>. Acessado em : 11 de novembro de 2011.
- EL-ROBRINI, M. et al. Estudo sedimentológico das areias litorâneas do NE do Pará e NW do Maranhão. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO QUATERNÁRIO, *Resumos...* São Paulo: SBG, 1992. v. 1, p. 79-80.
- FONSECA, C. A.; PATTI, J. R.; CAMPOS, E. J. D.; SILVEIRA, I. C. A. *Estudo numérico dos vórtices emitidos pela corrente norte do Brasil*. São Paulo: Lab. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP). Laboratório de Modelagem dos Oceanos, 2000.
- FUNDAÇÃO DE ESTUDOS DO MAR (FEMAR). *Catálogo de estações maregráficas brasileiras*. 2000. Disponível em <http://www.fundacaofemar.org.br/biblioteca/emb/tabelas/045.html>. Acessado em: 9 de novembro de 2011.
- GEYER, W. R. et al. The physical oceanography of Amazon outflow. *Oceanography*, v. 4, n.1, p. 8-14. 1991.
- KOMAR, P.D. *Beach processes and sedimentation*. New Jersey: Prentice Hall Editors; Englewood Cliffs., 1976. p. 429.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. As flutuações do nível do mar durante o Quaternário Superior e a evolução geológica dos “deltas” brasileiros. *Boletim do IG-USP*, v. 15, p. 1-86. 1993.

METCALF, W.G. Shallow currents along the northeastern coast of South America. *Journal Of Marine Research*, v. 26, p. 232-243, 1968.

MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE (MMA). Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC. *Perfil dos estados litorâneos do Brasil*: subsídios à implantação do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro. Coordenações Estaduais do Gerenciamento Costeiro. Brasília, DF: Programa Nacional do Meio Ambiente. p. 301, 1996.

MORAES, B.C.; COSTA, J.M.N.; COSTA, A.C.L.; COSTA, M.H. *Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará*. *Acta Amazônica* v. 35: p. 207-214, 2005.

OBSERVATÓRIO NACIONAL. *Declinação magnética*. 2011. Disponível em: <http://www.on.br/conteudo/modelo.php?endereco=servicos/servicos.html>. Acessado em: 16 de novembro de 2011.

RICHARDSON, P.L.; ARNAULT, S.; GARZOLI, S.; BROWN, W.S. North Brazil Current retroflection eddies. *Journal Of Geophysical Research*, v. 99, n.6, p. 997-1014, 1994.

ROSSETTI, D. F. Ambientes Costeiros. In:__. Florenzano, T. G (org.). *Geomorfologia: Conceitos e Tecnologias Atuais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

RUIVO, M. L. P.; AMARAL I. G.; RIBEIRO, E. L. C.; GUEDES, A. L. S. Os solos de uma topossequência na Ilha de Algodão/ Maiandeuá, Nordeste do Estado do Pará: composição química e produção de matéria orgânica. *Acta Amazônica*, v. 32, p. 257-266, 2002.

SANTOS, V. F. dos. *Estratigrafia Holocênica morfodinâmica atual da Planície Costeira da Ilha de Algodão e Marudá*. 1996. 139f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Centro de Geociências, Universidade federal do Pará, Belém, 1996.

SCHMIEGELOW, J. M. M. *O Planeta Azul: Uma Introdução às Ciências Marinhas*. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

SHORT, A. *Beach and Shoreface Morphodynamics*. United States: John Wiley & Sons, p. 419, 1999.

SILVA, C. A. *Análise morfoestratigráfica do estuário do rio Marapanim – Ne do Pará*. 1998a. 151 f. Tese (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Centro de Geociências, Universidade federal do Pará, Belém, 1998.

SILVA, C. A. *Morfologia e análise de sucessão deposicional do Vale Inciso Quaternário de Marapanim, Norte do Brasil*. 2009. 157 f. Dissertação (Doutorado em Geologia e Geoquímica) – Centro de Geociências, Universidade federal do Pará, Belém, 2009.

SILVA, C. A.; Souza Filho, P.W.M.; Rodrigues, S.W.P. Morphology and modern sedimentary deposits of the macrotidal Marapanim estuary (Amazon, Brazil). *Continental Shelf Research* v. 29, p. 619- 631, 2009.

SILVA, M. G. L. *Avaliação Multitemporal da Dinâmica Costeira da Praia do Pescador. Bragança (Norte do Brasil)*. 2001. 128 f. Tese (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Centro de Geociências, Universidade federal do Pará, Belém, 2001.

SILVA, M. S. *Morfoestratigrafia e evolução holocênica da planície costeira de Salinópolis, nordeste do Pará*. 1996. 156 f. Tese (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Centro de Geociências, Universidade federal do Pará, Belém, 1996.

SILVA, N. I. S. da. *Condições ambientais de uma praia arenosa de macromaré no litoral amazônico brasileiro (Praia da Princesa-PA)*. 2009b. 34f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Pará, Instituto de Estudos Costeiros, Bragança, 2009.

SOARES, L. DE C. *Hidrografia*. In: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. *Geografia do Brasil (Norte)*. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências, v. 3, p. 307, 1991.

SOUZA FILHO, P.W.M. *Análise Multitemporal e Multisensor (TM Landsat e Radarsat) da Dinâmica de Ambientes Costeiros dominados por macromaré na Planície Costeira Bragantina-Pará*. 2001. 237 f. Dissertação (Doutorado em Geologia e Geoquímica) – Centro de Geociências, Universidade federal do Pará, Belém, 2001.

SOUZA FILHO, P.W.M.; EL-ROBRINI, M. A morfologia, processos de sedimentação e litofácies dos ambientes morfosedimentares da planície costeira bragantina – nordeste do estado do Pará (Brasil). *Geonomos*, v.4, n.2, p. 1-16, 1997.

SOUSA, L. N. *Variação morfológica e sedimentar em praias da ilha de algodoal (litoral amazônico)*. 2010. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Centro de Geociências, Universidade federal do Pará, Belém, 2010.

SUGUIO, K. *Dicionário de Geologia Marinha*. São Paulo: T.A. Queiroz. p. 171, 1992.

TALLEY, L.D.; PICKARD, G.L.; EMERY, W. J.; SWIFT, J. H. *Descriptive physical oceanography: an introduction*. London: Elsevier, 2011.

WHATELY, M. *Unidades de conservação na Amazônia brasileira*. Disponível em: <http://uc.socioambiental.org/uc/91>. Acessado em: 9 de novembro de 2011.