



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

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**VARIABILIDADE COSTEIRA EM PRAIAS DE UMA ILHA
FLÚVIO-ESTUARINA AMAZÔNICA**

Trabalho apresentado por:

HERBERT JUNIOR CAMPOS PEIXOTO

**Orientador: Prof^a. Dr^a. SURY DE MOURA MONTEIRO
(UFPA)**

**BELÉM - PARÁ
2018**



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

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**VARIABILIDADE COSTEIRA EM PRAIAS DE UMA ILHA
FLÚVIO-ESTUARINA AMAZÔNICA**

Trabalho apresentado por:

HERBERT JUNIOR CAMPOS PEIXOTO

**Orientador: Prof^a. Dr^a. SURY DE MOURA MONTEIRO
(UFPA)**

**BELÉM - PARÁ
2018**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

P377v Peixoto, Herbert Junior Campos.
Variabilidade costeira em praias de uma ilha flúvio-estuarina amazônica / Herbert Junior Campos
Peixoto. — 2019.
xi, 31 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dra. Sury de Moura Monteiro
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Oceanografia, Instituto de Geociências,
Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

1. Erosão. 2. Hidrodinâmica. 3. ENSO. 4. Sazonalidade. 5. Zona Costeira Amazônica. I. Título.

CDD 551.372



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA

**VARIABILIDADE COSTEIRA EM PRAIAS DE UMA ILHA
FLÚVIO-ESTUARINA AMAZÔNICA**

TRABALHO APRESENTADO POR

HERBERT JUNIOR CAMPOS PEIXOTO

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Bacharel em OCEANOGRAFIA

Data de Aprovação: 14/12/2018

Banca Examinadora:

Suey m monteiro

Prof^a. Dr^a. Sury de Moura Monteiro -
Orientadora (UFPA)

Leilânhe A. Ranieri

Prof^a. Dr^a. Leilânhe Almeida Ranieri -
Membro (UFPA)

Thaís A. de Costa Borba

Msc. Thaís Angélica da Costa Borba -
Membro (UFPA)

AGRADECIMENTOS

À Deus pela força, saúde e proteção de todos os dias, sem a qual eu não poderia ter chegado até aqui.

Aos meus pais, Rosemary Campos e Herbert Peixoto, por serem meus alicerces e minhas asas, que sempre me apoiaram e incentivaram a seguir voos cada vez mais altos. Dedico a eles todo o sucesso conquistado em minha vida.

À Macy, que me ajudou a seguir nesta jornada quando eu achei que não teria mais forças e por ser a pessoa que eu sei que sempre poderei contar.

À Prof. Dra. Sury Monteiro, que além da maravilhosa orientação deste e de outros trabalhos me propiciou o crescimento pessoal e profissional com suas conversas, conselhos e puxões de orelha, sempre acreditando no potencial de cada um de seus orientandos.

Ao Office of Naval Research (ONR) e ao professor Marcelo Rollnic pelo apoio financeiro ao projeto Observatório da Costa Amazônica (OCA), no qual esta pesquisa está inserida.

Aos meus queridos amigos e parceiros de campo, Fabrício Lobo e Gabriela Novaes, pelo auxílio e companhia nas viagens de campo e em laboratório, sem os quais este trabalho não seria o mesmo.

À Débora, Matheus, Ivson, Micaela, Lizandra, Renata e Paulo Raphael, meus irmãos da família LIOG-LABOGEO-LAPMAR que me proporcionaram momentos que levarei para o resto da vida.

À Deise e Gabrielle, que me ajudaram bastante com as análises das amostras e aos outros “Paxs” e “Pexs”, Matheus, Isabella, Acsa, Caio, Fernando, Fabrício e Leonardo, pela amizade e companheirismo.

Aos meus amigos/irmãos da Oceanografia 2014, Felipe (Felps), Artur, Lucas, João Pedro (JP), Gabriel (Suicy), Gabriel (Gabs), Patrícia (Paty), Jacqueline, Yago, Alan, Marcos e Cássia, que fizeram essa jornada ser inesquecível.

Aos meus amigos da Oceanografia 2015 por todos os momentos que compartilhamos.

A todos que contribuíram, mesmo que um pouquinho, para a realização deste trabalho.

“Ei você, não me diga que não há mais nenhuma
esperança. Juntos nós resistimos, separados nós
caímos. ”

(Roger Waters)

RESUMO

A Zona Costeira Amazônica abriga diversos ambientes que possuem relação direta com as intensas forçantes de origem natural. Algumas destas forçantes, como a precipitação e o regime de ventos, são controladas pela sazonalidade climática típica da região, que influencia diretamente nas características naturais dos ambientes, como o balanço sedimentar, provocando erosão e deposição, por exemplo. Entre estes ambientes se inclui a ilha flúvio-estuarina de Cotijuba, caracterizada por suas praias fluviais, banhadas pelo estuário do rio Pará, que movimentam o turismo local. Assim como os outros ambientes da zona costeira, a ilha de Cotijuba está sujeita variações morfológicas associadas a sazonalidade climática da região. Assim, o objetivo deste trabalho foi investigar as alterações morfológicas costeiras na ilha de Cotijuba em diferentes escalas temporais e sua relação com sazonalidade. Utilizou-se a metodologia de polígonos a partir de imagens de satélite para identificar as variações costeiras de longo período. Para verificar as variações morfológicas das praias, em curto período, utilizou-se a metodologia de perfis topográficos. O estudo revelou que a linha de costa possui forte relação com as condições climáticas de longo e curto período. A linha de costa da ilha apresenta diferentes respostas ambientais quando submetida, em longo período, aos eventos ENSO, demonstrando tendência de avanço durante o fenômeno El Niño, com valor máximo de 28308,89 m² e mínimo de 1060,30 m², e recuo durante La Niña, com valor máximo de -9657,42 m² e mínimo de -1828,15m². Em curto período as praias que compõe a linha de costa exibem tendência erosiva no período chuvoso e deposicional no seco, estando em conformidade com as outras praias da região que apresentam a mesma tendência cíclica. Apesar da influência da sazonalidade ser evidente nas variações costeiras, esta não é a única responsável pelas mudanças. Há, também, a influência da característica fisiográfica das praias, como a morfologia, a presença de canais perenes e temporários, a presença de afloramentos rochosos, entre outros. A associação destes fatores rege a dinâmica costeira cíclica da ilha de Cotijuba.

Palavras-chave: Erosão. Hidrodinâmica. ENSO. Sazonalidade. Zona Costeira Amazônica.

ABSTRACT

The Amazon Coastal Zone is home to several environments that have a direct relationship with the intense forcing of natural origin. Some of these forcings, such as precipitation and wind regime, are controlled by the climatic seasonality typical of the region, which directly influences the natural characteristics of the environments, such as the sedimentary balance, causing erosion and deposition, for example. These include the fluvial-estuarine island of Cotijuba, characterized by its fluvial beaches, bathed by the estuary of the Pará River, which move local tourism. Like the other environments of the coastal zone, the island of Cotijuba is subject to morphological variations associated with the climatic seasonality of the region. Thus, the objective of this work was to investigate the coastal morphological alterations in the island of Cotijuba at different temporal scales and their relationship with seasonality. The polygon methodology was used from satellite images to identify the long-term coastal variations. In order to verify the morphological variations of the beaches, in a short period, the methodology of topographic profiles was used. The study revealed that the coastline has a strong relationship with long and short period climatic conditions. The island's coastline presents different environmental responses when submitted to ENSO events over a long period, showing a trend of advancement during the El Niño phenomenon, with a maximum value of 28308.89 m² and a minimum of 1060.30 m², and retreat during La Niña, with a maximum value of -9657,42 m² and a minimum of -1828,15m². In a short period, the beaches that make up the coastline show an erosive tendency during the rainy and depositional period in the dry season, being in accordance with the other beaches of the region that present the same cyclical tendency. Although the influence of seasonality is evident in coastal variations, it is not the only one responsible for the changes. There is also the influence of the physiographic characteristic of the beaches, such as morphology, the presence of perennial and temporary channels, the presence of rocky outcrops, among others. The association of these factors governs the cyclical coastal dynamics of the island of Cotijuba.

Key words: Erosion. Hydrodynamics. ENSO. Seasonality. Amazon Coastal Zone.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Localização geográfica da ilha de Cotijuba.....
- Figura 2 - Níveis de precipitação no município de Belém no ano de 2018. Os retângulos vermelhos indicam os meses nos quais ocorreram os trabalhos de campo na ilha de Cotijuba.....
- Figura 3 - Nível topográfico e régua escalonada utilizados nas medições topográficas em campo (Foto: Autor).....
- Figura 4 - Localização das praias, dos pontos iniciais dos perfis analisados e dos setores (Fonte: Autor).....
- Figura 5 - Representação gráfica das variações de linha de costa do setor oeste-sudoeste da ilha de Cotijuba entre 1987 e 2017, as taxas médias de avanço (+) e recuo (-) em m² para as praias Flexeira, Funda, Saudade, Amor e Farol e os fenômenos com ocorrência predominante em cada década (Fonte: Autor).....
- Figura 6 - Efeitos de El Niño e La Niña em diferentes meses do ano e localidades (Adaptado de CPTEC/INPE 2018).....
- Figura 7 - Variação topográfica das praias da porção oeste-sudoeste da Ilha de Cotijuba no período chuvoso (janeiro e abril) e seco (julho e outubro) de 2018: Setor 1 inclui as praias da Flexeira (1) e Funda (2 e 3); Setor 2 as praias da Saudade (4 e 5) e Amor (6 e 7); setor 3 a praia do Farol (8, 9 e 10).....
- Figura 8 - Canal de maré localizado na praia da Flexeira
- Figura 9 - Canal de maré temporário localizado na praia do Amor.....
- Figura 10 - Acúmulo sedimentar no intermaré da praia do Amor preenchendo o canal de maré formado no período chuvoso (Foto: Autor).....
- Figura 11 - Afloramento rochoso localizado próximo ao perfil 8, na praia do Farol (Foto: Autor).....

Figura 12 - Sedimentologia da linha de costa da porção oeste-sudoeste da Ilha de Cotijuba no período chuvoso (janeiro e abril) e seco (julho e outubro) de 2018: Setor 1 inclui as praias da Flexeira (1) e Funda (2 e 3); Setor 2 as praias da Saudade (4 e 5) e Amor (6 e 7); e Setor 3 a praia do Farol (8, 9 e 10): (A) Distribuição da média; (B) seleção; e (C) assimetria (Foto: Autor).....

Figura 13 - Parâmetros de seleção (a) e assimetria (b) para as amostras sedimentares analisadas correspondentes as praias da porção oeste e sudoeste da ilha de Cotijuba (Foto: Autor).....

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	IV
EPÍGRAFE	V
RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	VIII
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	2
2.1. OBJETIVO GERAL	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1 ZONA COSTEIRA AMAZÔNICA	3
3.2 ESTUÁRIOS	3
3.3 PRAIAS ESTUARINAS	4
4 MATERIAL E MÉTODOS	6
4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	6
4.1.1 Geologia e geomorfologia	6
4.1.2 Parâmetros oceanográficos	7
4.1.3 Aspectos climáticos	8
4.1.4 Vegetação.....	9
4.1.5 Aspectos sociais.....	10
4.2 AMOSTRAGEM.....	11
4.2.1 Levantamento topográfico.....	11
4.2.2 Amostragem sedimentar	13
4.2.3 Obtenção de imagens de satélite	13
4.3 ANÁLISE LABORATORIAL	13

4.3.1	Processamento dos perfis	13
4.3.2	Análise sedimentológica	14
4.3.3	Processamento de imagens.....	14
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5.1	VARIAÇÃO DE LINHA DE COSTA	15
5.2	PERFIL PRAIAL	17
5.3	SEDIMENTOLOGIA.....	23
6	CONCLUSÃO.....	26
	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A Zona Costeira Amazônica (ZCA) é altamente dinâmica e complexa devido à atuação direta de processos naturais de origem continental (movimentos neotectônicos e descarga fluvial), oceânica (ondas, marés e corrente) e atmosférica (ventos, precipitação e tempestades) (Ranieri & El-Robrini 2015). Somados a interferência humana, estes modelam continuamente as características morfológicas da ZCA, podendo torná-la vulnerável, ou seja, alteram sua capacidade (ou incapacidade) de resistir aos impactos sofridos por eventos naturais ou antrópicos (Woodroffe 2007), tornando áreas costeiras, já degradadas, ainda mais vulneráveis a eventos como a erosão (Doukakis 2005).

A erosão é um dos fenômenos mais dinâmicos e também uma das principais problemáticas das zonas costeiras. É causada por fatores naturais ou antrópicos e suas principais condicionantes são: a elevação do nível do mar, a diminuição do fornecimento sedimentar ao litoral, a degradação antropogênica das estruturas naturais e obras de engenharia costeira implantadas para defender o litoral (Dias 1993). Entre as consequências da erosão costeira destaca-se a redução da linha de costa, o desequilíbrio nos habitats naturais, a destruição de estruturas que se encontram próximas ao local de ocorrência e o prejuízo ao turismo na região (Souza 2009, Souza *et al.* 2005).

A ZCA é acometida por erosão devido as ações de marés equinociais de sizígia, as quais amplificam a energia das ondas. Em localidades como a planície costeira bragantina, a paisagem vem sofrendo modificações devido à energia extrema dos processos naturais atuantes (El-Robrini *et al.* 2006). Entretanto, esta erosão é periódica, ou seja, a dinâmica oscila entre períodos erosivos e deposicionais, mantendo relação com a sazonalidade climática local.

Na região central da ZCA, localiza-se a ilha flúvio-estuarina de Cotijuba. A ilha apresenta grande potencial turístico devido a sua extensa linha de costa com praias arenosas banhadas pelo rio Pará. Porém algumas destas praias estão sofrendo modificações devido à processos erosivos que podem estar sendo influenciados pelas forçantes hidrodinâmicas (ondas, correntes e maré) ou pela interferência antrópica, tanto dos próprios moradores quanto dos turistas que visitam a ilha. A investigação destes processos se faz necessário para o entendimento e acompanhamento de tais modificações, evitando possíveis prejuízos econômicos e ambientais para a ilha. Assim, o presente trabalho é baseado na análise da variação da linha de costa da porção oeste e noroeste da ilha de Cotijuba e suas possíveis modificações.

2 OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Investigar as alterações morfológicas costeiras da ilha de Cotijuba em diferentes escalas temporais.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar se houve avanço ou recuo na linha de costa em escala decadal;
- Investigar se houve alteração na morfologia das praias entre os períodos sazonais;
- Identificar se estas alterações foram causadas por processos erosivos ou deposicionais;
- Analisar as variações dos parâmetros estatísticos granulométricos entre os períodos sazonais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. ZONA COSTEIRA AMAZÔNICA

A Zona Costeira Amazônica (ZCA) ocupa uma extensão que corresponde a 35% de toda a zona costeira da América do Sul (Pereira *et al.* 2009). Esta se localiza entre o Cabo Orange, no Amapá, e a Ponta do Tubarão, no Maranhão (Souza Filho *et al.* 2005), e apresenta diversos ambientes como planícies de maré, manguezais, lagoas, lagunas, rias, deltas, dunas, estuários, ilhas, praias, entre outros.

A ZCA é influenciada por condições meteorológicas e oceanográficas peculiares, como as elevadas taxas de precipitação (até 3.300 mm) provocada pela Zona de Convergência Intertropical no início do ano, elevadas temperaturas (maiores que 20°C) com baixa variação térmica anual e a intensa descarga fluvial, na ordem de 6,3 trilhões m³/ano (Pereira *et al.* 2009). A ZCA também é marcada pela presença das regiões metropolitanas de Macapá (AP), Belém (PA) e São Luís (MA), onde se concentram, aproximadamente, 2,8 milhões de habitantes (Pereira *et al.* 2009). Essas regiões se desenvolvem de forma rápida e desordenada, provocando problemas de caráter socioambiental, tais como ocupação de áreas de risco, desmatamento, poluição, entre outros.

3.2. ESTUÁRIOS

Os estuários são um dos ambientes que mais se destacam na ZCA. A palavra estuário é originária do latim “*aestuarim*” que significa grande maré ou onda abrupta, fazendo referência a intensa dinâmica deste ambiente, que apresenta constantes mudanças em resposta a forçantes naturais (Oliveira 2008).

A complexidade das interações ocorridas nos estuários fez com que vários autores atribuíssem suas respectivas definições para estes ambientes (Dalrymple *et al.* 1992, Dionne 1963, Kjerfve 1987, Perillo 1995, Pritchard 1955, Shepard 1973). A definição que melhor se aplica a este estudo é a de Dalrymple *et al.* (1992), que descreve o estuário como “o limite mais a jusante de um vale afogado que recebe sedimentos fluviais e marinhos e que contém fácies sedimentares influenciadas pela maré, pelas ondas e pelos processos fluviais”.

Os estuários mantêm um relacionamento histórico com as atividades econômicas e o desenvolvimento populacional. Isto ocorre, pois, os ambientes estuarinos apresentam condições adequadas para instalações portuárias, por serem uma importante via de acesso ao interior do continente além de suas atividades voltadas ao turismo e lazer. Os estuários também se

destacam pelas suas características ecológicas, que desempenha funções vitais abrigando uma vasta comunidade biológica, servindo como hábitat, local de desova e parte da rota migratória de diversas espécies de aves, peixes e mamíferos (Ketchum 1983).

O ambiente estuarino é modificado constantemente pela sua dinâmica sedimentar relacionada a erosão e deposição. Esta dinâmica proporciona aos estuários um tempo de vida relativamente curto na escala geológica, além do fato destes ambientes poderem sofrer modificações drásticas resultantes das variações do nível do mar (Miranda *et al.* 2002). O sedimento estuarino apresenta origem continental e marinha, sendo comum o fornecimento simultâneo de ambas fontes. A natureza das fácies sedimentares presentes nos estuários é controlada pela quantidade e qualidade dos sedimentos disponíveis, assim como pela interação dos processos hidrodinâmicos e pela geomorfologia local (Miranda *et al.* 2002).

As águas estuarinas podem transportar uma variedade de tamanhos de sedimento que variam de 0,002 mm a 4 mm (McAnally & Mehta 2004). Este é controlado pelo aporte fluvial e pelo padrão de circulação do estuário. A análise das dimensões das partículas sedimentares auxilia no entendimento do agente deposicional bem como do tipo de transporte e ambiente deposicional. Assim, é possível presumir que ambientes de alta energia apresentem sedimentos mais grosseiros e bem selecionados, enquanto que ambientes de menor energia apresentam sedimentos mais finos e mal selecionados (Dias 2004).

3.3. PRAIAS ESTUARINAS

No ambiente estuarino da ZCA é comum observar praias arenosas, sendo estas denominadas de praias estuarinas. Estas praias apresentam curta largura e extensão e se caracterizam como depósitos intermareais de areia ou cascalho que sofrem retrabalhamento devido a ação de ondas de curto período geradas localmente (Nordström 1992. Jackson *et al.* 2002). Sua formação e evolução dependem da exposição à agitação, da morfologia dos fundos, da amplitude de maré e das fontes sedimentares (Jackson & Nordström 1992). As praias são ambientes altamente dinâmicos e sua configuração é determinada por fatores como: tipo de sedimento e padrão de transporte determinado pela descarga fluvial, o fluxo das marés, a exposição as ondas, o gradiente praiial e o clima regional (Nordström 1993).

As mudanças morfológicas em praias estuarinas de mesomaré seguem dois padrões (Jackson & Nordström 1992, Nordström 1992): O primeiro caracteriza-se por remoção sedimentar da parte superior e deposição na parte inferior da praia, tipo A. Já o segundo, tipo B, é determinado pelo deslocamento vertical de todo o perfil, associado a pequenas ou nenhuma

mudança no gradiente praial.

As praias estuarinas podem ser divididas em três zonas (Wright *et al.* 1982, Short 1999):

1. Supramaré ou pós-praia (backshore): compreende depósitos arenosos delimitados por uma linha de vegetação permanente e que se estende até a o limite da linha de maré alta de sizígia. Não entra em contato com as marés, a não ser durante eventos de tempestades

2. Intermaré ou estirâncio (foreshore): zona intermediária subdividida em superior, compreendida entre a linha de maré alta de sizígia e a linha de maré alta de quadratura, e inferior, entre a linha de maré baixa de sizígia e linha de maré baixa de quadratura. Esta zona é caracterizada pelos processos de dissipação energética das ondas e espraiamento e pela presença de leques de espraiamento, originados pelo refluxo da água durante a transição da maré alta para maré baixa.

3. Inframaré ou face praial (shoreface): localizada a partir da linha de maré baixa de sizígia até o nível base de ação de ondas de tempo bom.

A dinâmica das praias está relacionada aos agentes físicos que atuam sobre elas. Entre estes agentes destacam-se o vento, as ondas e as correntes. Os ventos atuam no transporte sedimentar de forma direta (transporte eólico) e originam ondas a partir da sua interação com águas superficiais. As ondas interagem com a morfologia das praias em relação a profundidade gerando perturbações na direção da sua propagação (Silva *et al.* 2004), realizando o retrabalhamento e a redistribuição dos sedimentos, provocando a erosão e deposição sedimentar (Suguio 1973). As ondas podem gerar correntes a partir da sua incidência na zona costeira. Estas correntes costeiras determinam o tipo de circulação que ocorrem na costa, sendo divididas em correntes de deriva litorânea, transversais e de retorno (Dyer 1967). Outra corrente que define a dinâmica sedimentar das praias da ZCA são as correntes de maré. Estas são produzidas pelo aumento e diminuição da amplitude de maré e atuam no transporte de sedimento da plataforma continental para a zona litorânea (Alves 2001). A descarga fluvial também influencia nas praias estuarinas da ZCA. De acordo com a sazonalidade local, esta descarga pode transportar grandes quantidades de sedimento do continente para o estuário (El-Robrini *et al.* 2006).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A ilha de Cotijuba (zona 22 S, 9862837.18 m S, 772612.58 m E) (Figura 1) localiza-se a noroeste do município de Belém, no setor denominado Continental Estuarino do Rio Pará (Baía do Marajó) da Zona Costeira Paraense (ZCP) (El-Robrini *et al.* 2006). A ilha de Cotijuba está delimitada a oeste e norte pelo rio Pará, a nordeste pela baía de Santo Antônio e a leste e sudeste pelas ilhas Jutuba e Paquetá, respectivamente. Possuindo uma área de 15.592 km² (Castro 2004) e forma alongada no sentido NE-SW, Cotijuba é a terceira maior ilha do município de Belém (Guerra 2007).

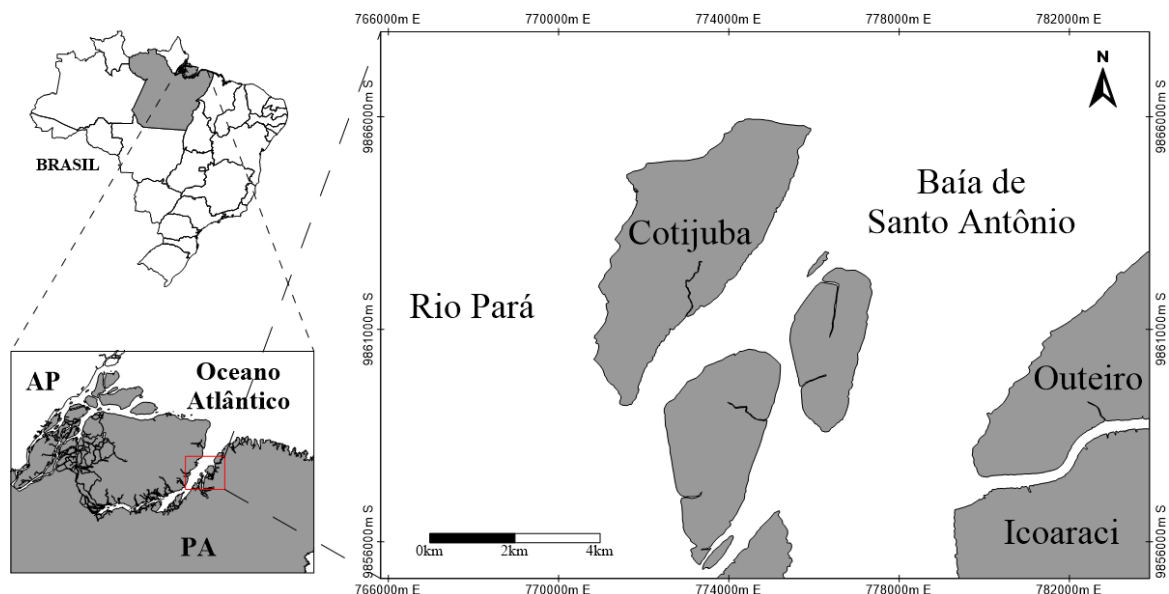


Figura 1 - Localização geográfica da ilha de Cotijuba (Fonte: Autor).

4.1.1. Geologia e geomorfologia

A região nordeste paraense possui quatro compartimentos geomorfológicos, Estes são: Planalto Costeiro, Planície Costeira, Planície Estuarina e Planície Aluvial (Silva 1998). Cotijuba está inserida no Planalto Costeiro, na região de baixos platôs amazônicos. Esta área é caracterizada pela topografia baixa e suave, além de seus platôs com bordas escarpadas e fortemente ravinadas (Costa *et al.* 1977). O perfil litoestratigráfico da ilha compreende as unidades:

- I. Formação Barreiras: Constituída por litofácies exclusivamente siliciclásticas, como argilo-arenosas, arenosas e conglomeráticas (Goés & Truckenbrodt 1980, Goés 1981). A

porção noroeste da ilha apresenta falésias, características da constante abrasão fluvial e eólica, esculpidas nesta unidade que podem atingir alturas de até 10 metros.

- II. Sedimentos Pós-Barreiras: Sobrepostos a formação Barreiras e separados por discordância erosiva (Sá 1969). Esta unidade é constituída por sedimentos areno-argilosos inconsolidados, sem estruturação ou com estruturas de dissipação de dunas eólicas (Rossetti *et al.* 1989 apud Oliveira 2008).
- III. Sedimentos Holocênicos: Unidade mais recente. Constituída por areias, siltes e argilas. Esta unidade compreende pântanos, mangues, terraços marinhos, campos de dunas colonizadas, barras, praias, cordões litorâneos atuais e dunas costeiras (Oliveira 2008).

4.1.2. Parâmetros oceanográficos

A ilha de Cotijuba encontra-se na confluência das baías do Guajará e do Marajó. Esta região apresenta regime de mesomarés semidiurnas, caracterizada por duas preamares e duas baixa-mares em cada ciclo de maré. Segundo Gregório & Mendes (2009) a salinidade desta área é muito baixa, com valores menores que 1 durante o período seco, podendo haver períodos em que as águas salinas não se aproximam da região. Os autores afirmam também que a variação da maré desta área atinge 3,6 m em condições de sizígia, com a vazante durando mais tempo que a enchente (maré assimétrica). No período de realização das coletas de campo (Tabela 1a e 1b) a amplitude máxima e mínima das marés de sizígia foram 3.9 m e 0.0 m, respectivamente. Ambas ocorridas no mês de abril.

Tabela 1a- Amplitudes de maré na ilha de Mosqueiro para os dias de coleta dos dados no período chuvoso. (Fonte: CHM 2018).

Janeiro			Abril		
Dia	Hora	Altura (m)	Dia	Hora	Altura (m)
16/01/2018	04:45	0.6	12/04/2018	05:56	0.3
	10:36	3.2		11:28	3.9
	16:32	0.7		18:49	0.0
	22:39	3.5		00:02	3.8
17/01/2018	05:26	0.6	13/04/2018	06:45	0.2
	11:02	3.2		12:11	3.9
	17:11	0.7		19:23	0.0
	23:06	3.5			

Tabela 1b- Amplitudes de maré na ilha de Mosqueiro para os dias de coleta dos dados no período seco.
(Fonte: CHM 2018).

Julho			Outubro		
Dia	Hora	Altura (m)	Dia	Hora	Altura (m)
10/07/2018	01:56	0.8	26/10/2018	06:17	0.5
	08:06	3.4		11:28	3.4
	15:15	0.7		18:23	0.7
	20:41	3.3		23:32	3.5
11/07/2018	02:53	0.7			
	09:00	3.6			
	16:34	0.5			
	21:39	3.4			

Uma das principais características desta área é a alta turbidez propiciada pelo elevado conteúdo de material em suspensão (MPS), que dá as águas o aspecto “barrento”. Esta concentração de MPS não demonstra grandes variações sazonais, apresentando valores entre 100 a 130 mg/l no período chuvoso e 94 a 141 mg/l no período seco. As maiores concentrações ocorrem durante as marés de sizígia devido a subida das águas que recolhem o material mais fino das margens do estuário (Oliveira 2008, Pinheiro 1987).

O estuário do rio Pará, bem como os demais rios paraenses, está sob influência das correntes de maré (Carvalho 2003). Estas são produzidas pelos movimentos horizontais gerados a partir das variações da amplitude de maré. Estas correntes atuam na região durante todo o ano e sua energia atua na mistura das águas fluviais e marinhas, na região mais externa do estuário, assim como na dinâmica dos sedimentos (ressuspensão, transporte e deposição) (Ramos 2017).

As ondas também são parte da dinâmica da região, apesar de exercerem maior influência na porção costeira. Estas ocasionam a mistura de águas e ressuspensão de sedimentos, tanto de fundo quando das margens, vindo a causar processos erosivos. As ondas também configuram a topografia da costa, além de atuarem no transporte e deposição de sedimentos fluviais, que ocasionam a formação de ambientes como praias, pontais arenosos, ilhas barreiras, entre outros (Silva 1998, Suguio 1973).

4.1.3. Aspectos climáticos

O clima da região norte é equatorial úmido, apresentando temperaturas entre 30,9 e 21,1 °C, com média anual de 25,7 °C. A umidade relativa do ar oscila entre 80 a 91%, por consequência do regime pluviométrico da região (Martorano *et al.* 1993). Os índices pluviométricos da região são elevados, tendo precipitação média anual em torno de 3.000

mm/ano (INMET 2018). A região norte não apresenta estações bem definidas, porém pode-se observar duas épocas com características distintas: o período chuvoso, entre os meses de dezembro a maio, e o seco, de junho a novembro (Figura 2).

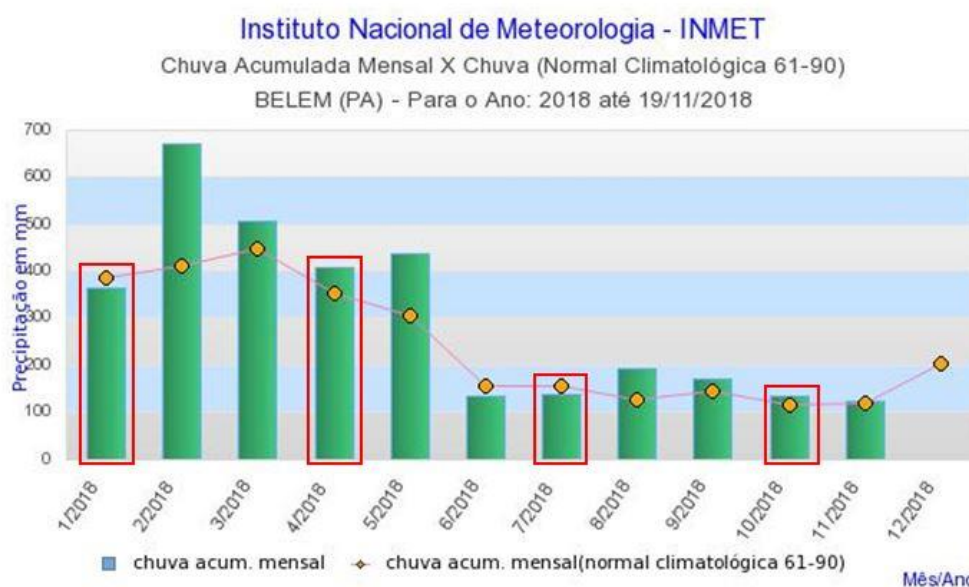


Figura 2 - Níveis de precipitação no município de Belém no ano de 2018. Os retângulos vermelhos indicam os meses nos quais ocorreram os trabalhos de campo na ilha de Cotijuba.

Segundo El-Robrini *et al.* (2006), esta sazonalidade se dá pelo deslocamento sazonal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre a região durante o período chuvoso. A ZCIT vem acompanhada de ventos alísios de NE, constantes e moderados, com velocidades de 7,9 m/s (Costa *et al.* 1996) precedidos por calmarias e acompanhados de fortes rajadas e chuva intensa. Os ventos têm importância fundamental na dinâmica costeira, pois estes atuam na formação de ondas que modelam a morfologia costeira, sendo responsáveis pela erosão, retrabalhamento e mistura dos sedimentos presentes na costa, principalmente os situados na zona intermaré.

A região também é influenciada pelos fenômenos ENSO (El Niño–Southern Oscillation). O El Niño provoca diminuição do índice pluviométrico e da intensidade dos ventos na região amazônica devido o deslocamento da célula de Walker, o que inibe a formação de atividades convectivas (Nobre & Rennó 1985, Nobre & Oliveira 1987), já o fenômeno La Niña apresenta efeito inverso, ocasionando precipitação abundante e ventos intensos na região.

4.1.4. Vegetação

A vegetação da ilha de Cotijuba é diversificada (Almeida & Mascarenhas 1998),

composta por áreas de floresta de terra firme, capoeira, campina (pouca vegetação) associada a igapó (áreas alagadas com água preta), várzea e vegetação arenícola (Almeida & Mascarenhas 1998, Mascarenhas *et al.* 2009). Há também presença de palmeiras, açazeiros, bacaba, laranjeiras, abacateiros, assim como espécies de madeiras nobres como sucupira, cedro e acapu (Pingarilho *et al.* 2000, Porto & Rocha 2006). Nas praias é possível observar a presença escassa de vegetação, onde predominam coqueiros e mangue branco (*Laguncularia racemosa*).

4.1.5. Aspectos sociais

Os primeiros habitantes da ilha de Cotijuba foram os índios Tupinambás, que deram origem ao nome da ilha que significa, em tupi guarani, “trilha dourada”. As relações entre Cotijuba e o município de Belém iniciaram-se por volta de 1784 através da comercialização de arroz proveniente do engenho da Fazendinha (Guerra & Carvalho 2003, Melo 2008). A ilha servia como ponto de sinalização náutica devido à presença de um farol que auxiliava a navegação na região por volta do ano de 1835 (Melo 2008). A partir de 1930, a ilha começou a receber instalações do governo, como o educandário/reformatório Nogueira de Faria. A intensificação da ocupação da ilha se deu a partir de 1985, favorecendo o aumento populacional e o interesse para com a ilha em relação ao lazer (Silva 2003).

Em 27/11/1990, através de lei municipal 5.621, Cotijuba foi declarada como Área de Proteção Ambiental (APA). Esta proibia a circulação de veículos motorizados, exceto os de saúde e segurança, assim como a manutenção da fauna e flora da ilha afim de serem preservados, porém este monitoramento não ocorre (Hüffner 2011) visto que o principal meio de locomoção na ilha é através de motos.

Segundo dados provenientes da Agência Administrativa de Outeiro – DAOUT, Cotijuba abriga, aproximadamente, 9.000 habitantes (dados não oficiais). Atualmente, a ilha apresenta uma rápida ocupação do seu espaço geográfico. Este crescimento urbano foi impulsionado entre os anos de 1994 e 2005, onde ocorreu a regularização do transporte público fluvial (linha Icoaraci – Cotijuba - Icoaraci) e a instalação de da rede de distribuição de energia elétrica, respectivamente (Hüffner 2011).

Em relação a atividade econômica, 62,5% dos moradores da ilha trabalham de forma autônoma, tendo destaque as ocupações voltadas para locomoção da população e dos turistas, como serviços de mototáxi, charretes e bondinho (da Silva & Souza 2013). A proximidade em relação ao centro urbano juntamente com uma extensa faixa de praias de água doce, que ocupam 15 km da ilha, fazem com que a principal atividade da ilha seja o turismo, porém esta atividade

se desenvolve de forma desorganizada, sendo propulsora de problemas ambientais na ilha, sendo o descarte irregular de lixo a principal problemática.

4.2. AMOSTRAGEM

A aquisição de dados para análise dos perfis topográficos e análise sedimentar ocorreram na região oeste e sudoeste da ilha de Cotijuba no ano de 2018 no período chuvoso (janeiro e abril) e seco (julho e outubro). As atividades de campo ocorreram no período das marés de sizígia, nas quais ocorriam as maiores amplitudes de maré (Tabela 1).

4.2.1. Levantamento topográfico

Os perfis topográficos das praias foram obtidos com auxílio de um nível digital Geomax ZDL-700, um tripé e uma régua escalonada de 5 m de altura (Figura 3).



Figura 3 - Nível topográfico e régua escalonada utilizados nas medições topográficas em campo (Foto: Autor).

O levantamento topográfico foi realizado segundo o método “*Stadia*” proposto por Birkmeier (1981). Os transectos selecionados para a análise dos perfis foram previamente selecionados e encontravam-se dispostos sempre em direção perpendicular à linha de costa. Os pontos iniciais de cada perfil foram georreferenciados mediante o uso de GPS, assim como os

pontos de medição ao longo dos perfis. Estes ocorreram a cada 10 m, aproximadamente, ou a cada mudança morfológica visível, iniciando-se na zona pós praia e finalizando na linha de maré baixa. O levantamento enquadrou dez perfis, com distância média entre os perfis de 300 m. A distribuição dos perfis foi disposta em cinco praias, sendo um ponto na praia da Flexeira, dois na praia Funda, dois na praia da Saudade, dois na praia do Amor e três na praia do Farol (Figura 4) (Tabela 2). Nas praias de menor comprimento, como na praia Funda, foram realizados apenas um perfil no centro da enseada. As praias foram agrupadas em setores para melhor visualização dos resultados, sendo as praias da Flexeira e Funda correspondentes ao setor 1, Saudade e Amor ao setor 2 e Farol ao setor 3.

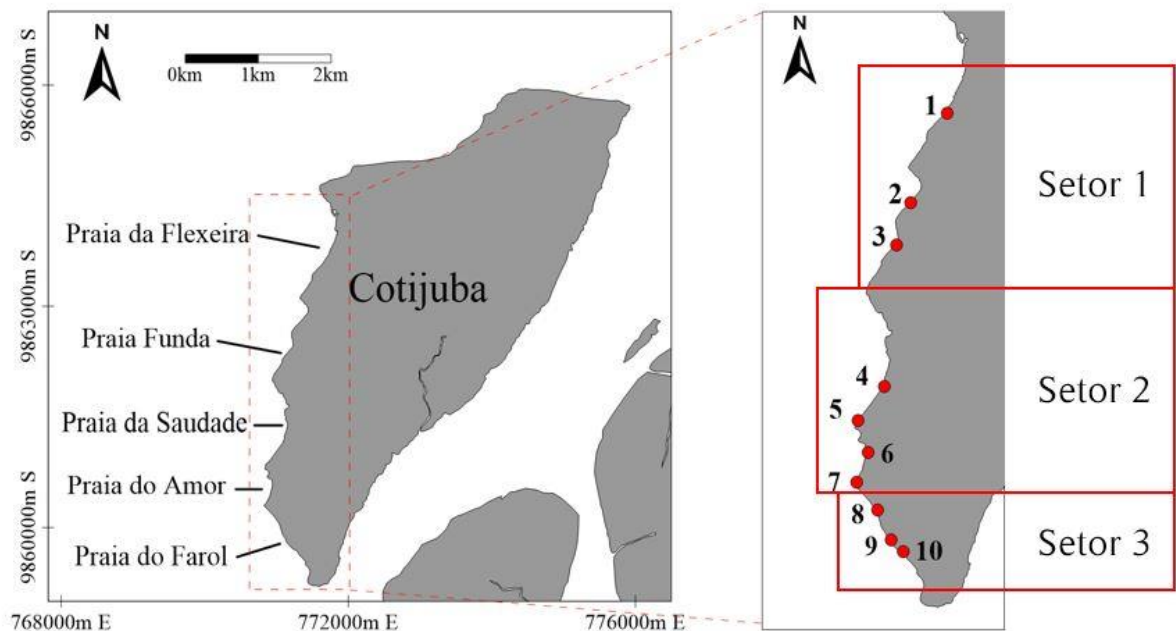


Figura 4 - Localização das praias, dos pontos iniciais dos perfis analisados e dos setores (Fonte: Autor).

Tabela 2. Coordenadas geográficas dos pontos iniciais de levantamento topográfico na porção oeste-sudoeste da ilha de Cotijuba, nas praias Flexeira, Funda, Saudade, Amor e Farol.

Perfil	Praia	Lat	Long
1	Flexeira	9863598.24 m S	771676.73 m E
2	Funda	9862798.62 m S	771352.67 m E
3		9862425.48 m S	771220.08 m E
4	Saudade	9861171.40 m S	771102.24 m E
5		9860860.63 m S	770865.90 m E
6	Amor	9860580.04 m S	770956.70 m E
7		9860312.26 m S	770858.03 m E
8	Farol	9860067.30 m S	771049.99 m E
9		9859800.00 m S	771163.91 m E
10		9859702.25 m S	771281.32 m E

4.2.2. Amostragem sedimentar

A amostragem de sedimento superficial se deu em conjunto a realização dos perfis, ocorrendo paralelamente a cada 10 m ou a cada mudança morfológica visível. As amostras foram coletadas com auxílio de uma pá, armazenadas em sacos plásticos previamente identificados e levadas ao Laboratório de Pesquisa em Monitoramento Ambiental Marinho (LAPMAR), da Universidade Federal do Pará, onde foram analisadas posteriormente.

4.2.3. Obtenção de imagens de satélite

As imagens de satélite foram obtidas no site <https://landsatlook.usgs.gov/> do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Foram selecionadas imagens do satélite *Landsat 5 TM (Thematic Mapper)* para os anos de 1987, 1998, 2008 e para os anos de 2013 e 2017 foram utilizadas imagens do satélite *Landsat 8 OLI_TIRS (Operational Land Imager/Thermal Infrared Sensor)* (Tabela 3).

Tabela 3. Características das imagens de satélite adquiridas para análise da linha de costa da porção oeste-sudoeste da Ilha de Cotijuba entre 1987 e 2017.

Data de aquisição	Satélite / Sensor	Resolução espacial das bandas (m)	Horário da Passagem
20/07/1987	Landsat 5 / TM	30	12:48
19/08/1998	Landsat 5 / TM	30	13:01
14/08/2008	Landsat 5 / TM	30	13:09
06/07/2017	Landsat 8 / OLI TIRS	30	13:22

4.3. ANÁLISE LABORATORIAL

4.3.1. Processamento dos perfis

Os dados de cota e distância dos pontos foram plotados em uma planilha do software *Excel* e calculados para verificar a altura e largura total de cada perfil. Em seguida estes dados foram inseridos no software *Grapher 12* para criação gráfica dos perfis para a observação das mudanças ocorridas nos mesmos. Ainda no *Grapher*, foi realizado o cálculo de variação do volume sedimentar para cada perfil, calculado a partir das mudanças na elevação dos perfis durante os meses analisados. Foi calculada também a média de volume sedimentar para cada praia nos diferentes meses.

4.3.2. Análise sedimentológica

Em laboratório, as amostras sedimentares que apresentavam altas concentrações de sedimentos visivelmente finos foram submetidas a imersão em peróxido de hidrogênio (H₂O₂), a 30%, para remoção de matéria orgânica. Em seguida estas amostras foram lavadas três vezes com água destilada, para remoção do reagente, e secas para posterior análise granulométrica. As amostras que apresentavam, visualmente, predominância de areia não passaram por este processo.

Para análise granulométrica foi utilizada a metodologia proposta por Suguio (1973). Foram retiradas 50 g das amostras. Esta fração foi colocada em um jogo de peneiras empilhadas seguindo a ordem de abertura: 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125 e 0.063 mm. As amostras contidas em cada malha foram acondicionadas em sacos identificados quanto o nome da amostra e seu respectivo tamanho, e foram pesadas. Os dados granulométricos adquiridos a partir do peneiramento foram planilhados e exportados para o software *Sysgran* onde foi obtido a tabela de classificação de Folk & Ward (1957) e o diagrama de Pejrup (1988) para as amostras.

4.3.3. Processamento de imagens

As imagens de satélite foram processadas no software *ArcGIS 10.5*. Estas foram georreferenciadas para projeção UTM, Zona 22S e datum WGS-1984. A composição de bandas das imagens do Landsat 5 foi 4R5G3B e a composição para as imagens do Landsat 8 foi 5R6G4B, que correspondem as bandas 3, 4 e 5 dos satélites Landsat anteriores.

Para digitalização da linha de costa, considerou-se a linha limite da vegetação (Morton 1991). Para cada imagem foi criado um shape delimitando as linhas de costa de acordo com o ano das imagens.

Os shapes foram combinados na ordem 1987/1998, 1998/2008 e 2008/2017 para visualização da dinâmica da linha de costa neste período de três décadas. Após a combinação pela função Merge do ArcGIS e, posteriormente pela função Erase, as áreas não condizentes entre os pares de anos analisados resultaram em avanço e recuo da linha de costa, respectivamente. Em seguida a geometria da área foi calculada para obtenção da área, em m², sob avanço ou recuo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. VARIAÇÃO DE LINHA DE COSTA

A linha de costa da região oeste-sudoeste da ilha de Cotijuba, que engloba cinco praias (Flexeira, Funda, Saudade, Amor e Farol) apresenta variações positivas (avanço) e negativas (reco) em seqüências alternadas no período de três décadas (Figura 5).

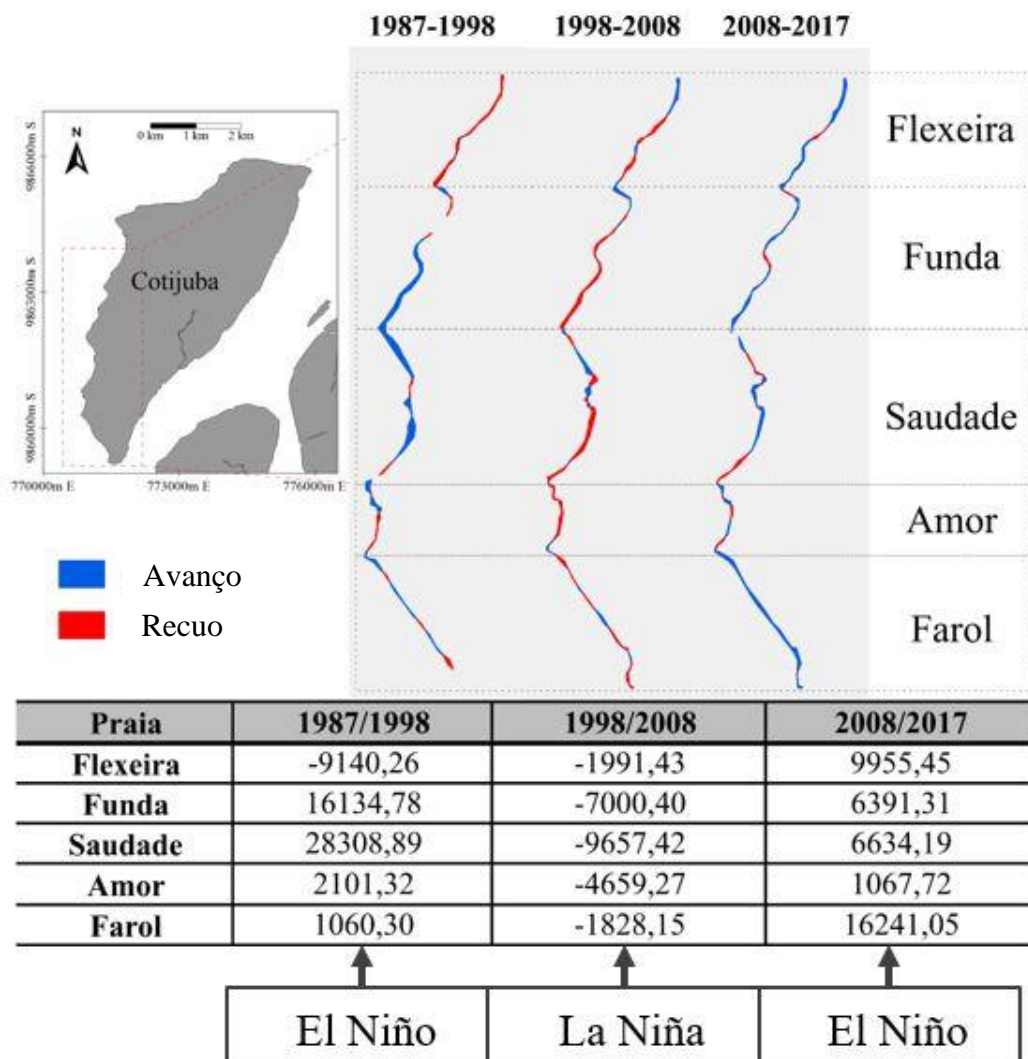


Figura 5 - Representação gráfica das variações de linha de costa do setor oeste-sudoeste da ilha de Cotijuba entre 1987 e 2017, as taxas médias de avanço (+) e recuo (-) em m² para as praias Flexeira, Funda, Saudade, Amor e Farol e os fenômenos com ocorrência predominante em cada década (Fonte: Autor).

No primeiro período interdecadal, entre os anos de 1987 e 1998, a linha de costa apresentou predominância de avanço da linha de costa, com exceção da praia da Flexeira, que

recuou, com média de $-9140,26 \text{ m}^2$. As praias Funda e da Saudade apresentaram as maiores variações, sendo $16134,78 \text{ m}^2$ e $28308,89 \text{ m}^2$, respectivamente. As praias do Amor e do Farol também apresentaram mais variação positiva média de $2101,32 \text{ m}^2$ e $1060,30 \text{ m}^2$, respectivamente.

No segundo período interdecadal, entre os anos de 1998 a 2008, a linha de costa demonstrou dinâmica de recuo. Neste período as maiores taxas de recuo médio ocorreram na praia Funda ($-7000,40 \text{ m}^2$), Saudade ($-9657,42 \text{ m}^2$) e Amor ($-4659,27 \text{ m}^2$).

Na década mais recente, entre 2008 e 2017, embora tenha ocorrido um novo momento de avanço da linha de costa, observado para todas as praias, este apresentou valores menores que os observados no período entre 1987 e 1998. A praia com avanço médio mais elevado foi o Farol ($16241,05 \text{ m}^2$), seguida da Flexeira ($9955,45 \text{ m}^2$). Estas duas praias se destacam pois nas duas décadas anteriores a praia da Flexeira apresentou recuo da linha de costa enquanto que a do Farol apresentava-se em equilíbrio, com avanço médio de $1060,30 \text{ m}^2$ e recuo médio de $-1828,15 \text{ m}^2$.

A tendência de avanço/recuo da linha de costa da ilha de Cotijuba pode estar relacionada a ocorrência dos fenômenos ENSO. No período de 1987-1988, ocorreu três episódios intensos de El Niño, durante os anos de 1987-1998, 1991-1992 e 1997-1998. Já para o período 2008-2017, houve em 2015-2016 (CPTEC/INPE 2018). Por fim, no período 1998-2008 houve influência da La Niña, a qual ocorreu de forma moderada entre 1998-2001 e forte em 2007-2008.

O avanço da linha de costa, durante o El Niño, é favorecida pelos menores índices pluviométricos e a intensidade de ventos na região, quando comparadas as condições climáticas normais, pois: 1) os menores índices pluviométricos provocam menos erosão pluvial (Scudelari *et al.* 2005); 2) há a diminuição da vazão dos rios (Soares *et al.* 2007), tornando os ambientes da região menos suscetíveis a erosão causada pela intensa corrente observadas em condições normais (Villwock *et al.* 2005); 3) a menor intensidade dos ventos e, conseqüentemente das ondas, torna o ambiente menos energético, ocasionando diminuição nas taxas de erosão e transporte relacionados a estas duas forçantes (Dominguez 1996), fazendo com que o ambiente apresente uma característica construtiva (avanço). Durante a La Niña, estes efeitos tendem a provocar mais erosão, visto que há efeitos contrários aos observados em períodos de El Niño.

Moore *et al.* (2003) observaram alterações semelhantes na zona costeira americana em resposta aos efeitos provocados pelos eventos ENSO, onde foi observado que a tendência erosiva durante La Niña é maior que a observada durante o El Niño.

Souza Filho (2000) observou a variabilidade da linha de costa na região norte do Brasil, na região do Salgado Paraense, em escala de longo e curto período. Nesta o autor também relacionou a variabilidade as condições climáticas provocadas pelos fenômenos ENSO, onde as maiores taxas de erosão foram acompanhadas de altas taxas de precipitação.

Albuquerque (2013) constatou que durante a ocorrência do El Niño, a linha de costa da praia do Hermenegildo (RS) exibiu maiores taxas de recuo relacionadas a ação dos ventos e ondas, tendência contrária a observada na ilha de Cotijuba. Os efeitos provocados pelo El Niño variam em diferentes localidades do planeta (Figura 6). Na região sul do Brasil os efeitos do El Niño (maior precipitação, ventos e ondas mais intensos) são contrários aos observados na região norte, tendo maior semelhança aos efeitos provocados por La Niña. Assim, entende-se que a ZCA apresenta um forte domínio do índice pluviométrico associado a vazão fluvial sobre o equilíbrio da sua linha de costa. Este equilíbrio também se encontra associado a ação dos ventos e ondas, que também tem função fundamental no retrabalhamento da linha de costa. Deste modo, assume-se que no período de El Niño, nas praias da ilha de Cotijuba, haja avanço da linha de costa, comparado ao recuo proporcionado pelos efeitos inversos do fenômeno na região sul do Brasil.

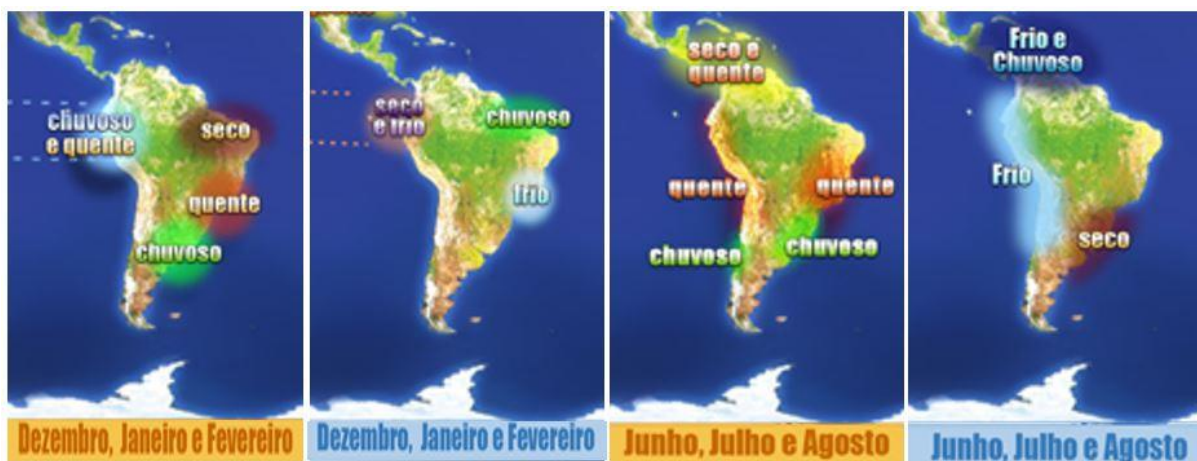


Figura 6 - Efeitos de El Niño e La Niña em diferentes meses do ano e localidades (Adaptado de CPTEC/INPE 2018).

5.2. PERFIL PRAIAL

As praias da Flexeira e Funda (setor 1), Saudade e Amor (setor 2) e Farol (setor 3), localizadas na porção oeste e noroeste da ilha de Cotijuba apresentaram diferentes graus de variação morfológica durante o período seco e chuvoso (Figura 7).

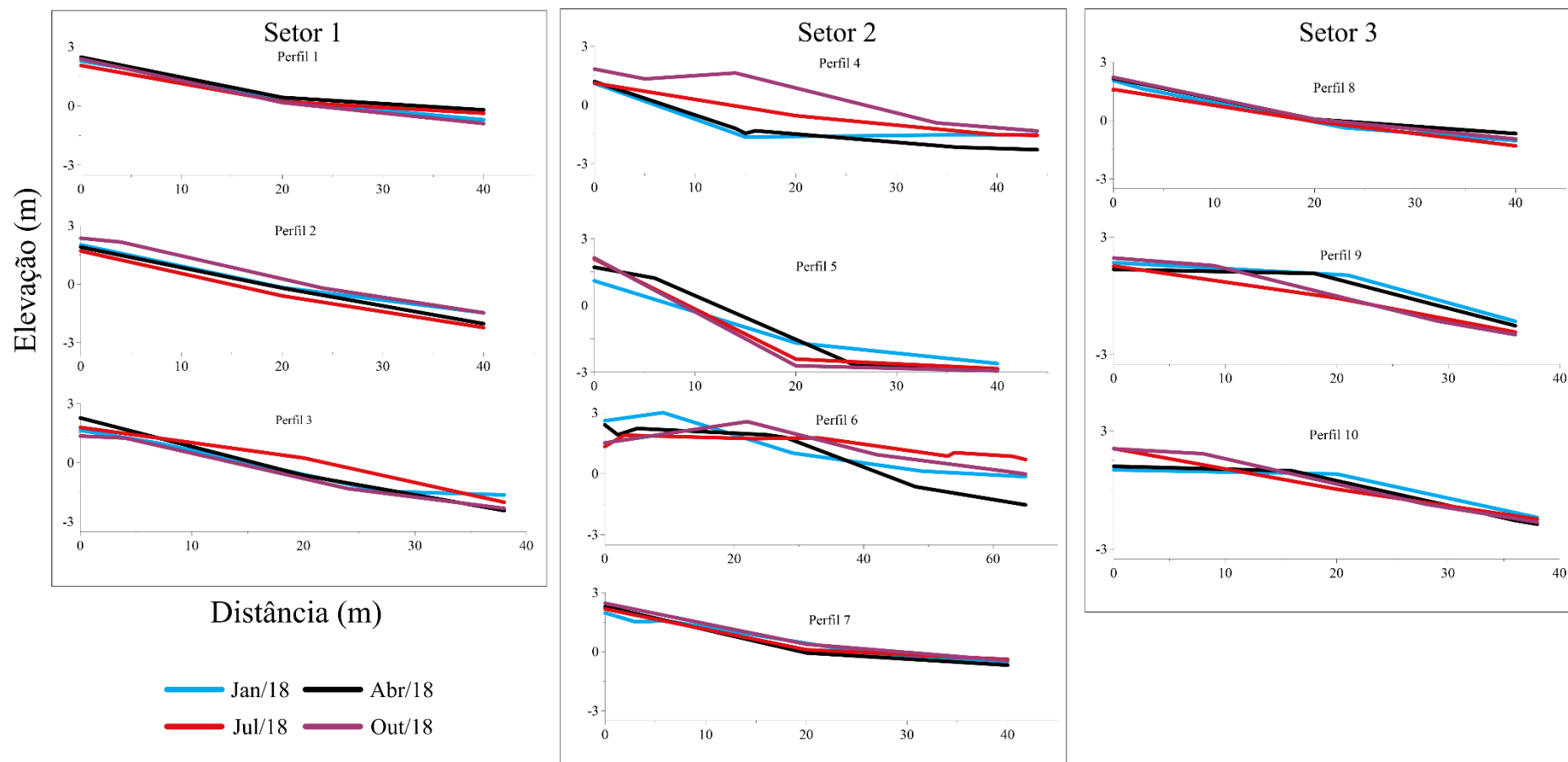


Figura 7 - Variação topográfica das praias da porção oeste-sudoeste da Ilha de Cotijuba no período chuvoso (janeiro e abril) e seco (julho e outubro) de 2018: Setor 1 inclui as praias da Flexeira (1) e Funda (2 e 3); Setor 2 as praias da Saudade (4 e 5) e Amor (6 e 7); setor 3 a praia do Farol (8, 9 e 10) (Fonte: Autor).

As praias do Flexeira e Funda, do setor 1, representadas por três perfis, apresentaram pequenas alterações na sua morfologia. O perfil 1 (Flexeira) perdeu volume sedimentar ($-13 \text{ m}^3/\text{m}$) (Tabela 4) na porção de intermaré inferior no período seco (julho e outubro). Enquanto que o perfil 2 (Funda), no mesmo período, aumentou seu volume ($+20,56 \text{ m}^3/\text{m}$) (Tabela 4) na porção entre supra e intermaré. Este deslocamento pode ser caracterizado como padrão de mudança do tipo B (Jackson & Nordström 1992), que é determinado pelo deslocamento vertical de todo o perfil, associado a pequenas ou nenhuma mudança no gradiente praial. O perfil 3 (Funda), apresenta acreção entre o período chuvoso e seco ($+16,75 \text{ m}^3/\text{m}$) e erosão no seco ($-9,66 \text{ m}^3/\text{m}$), ambos no intermaré (Tabela 4).

Quanto ao volume sedimentar total deste setor (Tabela 6), apenas a praia Funda apresentou equilíbrio dinâmico, com erosão no período chuvoso (abril) ($-2,14 \text{ m}^3/\text{m}$) e deposição no seco (outubro) ($+2,44 \text{ m}^3/\text{m}$) (Tabela 5). Na Flexeira, nota-se o inverso, com acreção no período chuvoso ($+5,97 \text{ m}^3/\text{m}$) e erosão no seco ($-1,96 \text{ m}^3/\text{m}$) (Tabela 5). Esta acreção na Flexeira pode estar relacionada a presença de um canal de maré localizado no centro da praia (Figura 8), o qual, no período chuvoso, pode abastecer a praia com sedimentos provenientes do interior da ilha e das margens onde ele percorre.



Figura 8 - Canal de maré localizado na praia da Flexeira (Foto: Autor).

No setor 2, representado por quatro perfis topográficos nas praias Saudade e Amor, ocorreram as alterações mais expressivas. Estas foram observadas nos perfis 4 e 6, onde ocorreu acúmulo de sedimento no seco ($+34,11 \text{ m}^3/\text{m}$ no perfil 4 e $+45,59 \text{ m}^3/\text{m}$ no perfil 6) (Tabela 4),

sendo os dois perfis próximos ao tipo B. O perfil 7 mesmo sem apresentar amplas variações morfológicas, também pode se encaixar no tipo B com acreção sedimentar em todo o perfil (+7,9 m³/m) no período seco (Tabela 4). Diferente destes, o perfil 5 apresentou, no período chuvoso (abril), acumulação de sedimento no intermaré médio e superior, remanejado da porção inferior, efeito inverso ao padrão tipo A (Jackson & Nordström 1992). Assim como o setor 1, este setor também apresentou uma tendência erosiva (-11,85 m³/m) no período chuvoso e deposicional (11,65 m³/m) no seco (Tabela 6).

Assim como o setor 1, o setor 2 apresenta um canal de maré, que se localiza próximo ao pontal arenoso que separa a praia Funda da praia da Saudade. Este canal deságua paralelamente a praia, e pode influenciar a dinâmica sedimentar do perfil 4. No período chuvoso, há a remobilização dos sedimentos para a praia, os quais são carregados há uma maior distância rio adentro pela intensa vazão do canal de maré. Já no período seco, a diminuição da vazão do canal de maré permite a formação de uma barra na zona intermaré, condicionada pela ação das ondas. Oliveira (2008) observou esta mesma tendência, relacionando a formação da barra com a menor energia de onda nesta área no período seco.

Na praia do Amor (perfil 6) observou-se marcas de escoamento no período chuvoso. Estas evoluíram para um canal de maré temporário (Figura 9), que ocorre quando há acumulação de um grande volume de água no supramaré, como observado por El Robrini *et al.* (2006) na praia de Ajuruteua (Bragança), a qual também integra a ZCA. Este canal temporário alterou a morfologia da praia, sofrendo acúmulo sedimentar no estirâncio durante todo o período seco (Figura 10). Por ser um canal temporário, em outubro (máximo do período seco), secou, não apresentando vazão hídrica, o que ocasionou deposição sedimentar na porção do intermaré superior.



Figura 9 - Canal de maré temporário localizado na praia do Amor (Foto: Autor).



Figura 10 - Acúmulo sedimentar no intermaré da praia do Amor preenchendo o canal de maré formado no período chuvoso (Foto: Autor).

Os perfis 5 e 7 estavam localizados próximos a pequenos afloramentos rochosos. Contudo, a variação observada no perfil 5 ocorre devido a presença de um canal perene que deságua na praia da Saudade, e conseqüentemente influencia na morfologia desta praia.

O setor 3, representado pela praia do Farol, apresenta maior extensão contínua (800 metros). O perfil 8 apresentou-se estável ao longo do ano, pois encontra-se mais protegido da ação hidrodinâmica pela proximidade de um afloramento rochoso (Figura 11). Este afloramento atua na dissipação da energia das ondas e marés, estabilizando a morfologia deste perfil, independente do período sazonal.



Figura 11 - Afloramento rochoso localizado próximo ao perfil 8, na praia do Farol (Foto: Autor).

Os perfis 9 e 10 apresentaram pouca perda sedimentar no estirâncio no máximo do período chuvoso ($-7,98 \text{ m}^3/\text{m}$ e $-4,65 \text{ m}^3/\text{m}$ respectivamente) (Tabela 4), que foi compensado pelo ganho de volume no intermaré superior e supramaré no máximo do período seco ($8,44 \text{ m}^3/\text{m}$ no perfil 9 e $6,74 \text{ m}^3/\text{m}$ no perfil 10) (Tabela 4). Estes perfis são antagônicos ao padrão A

proposto por Nordström (1992). O equilíbrio deste setor está relacionado a ausência de canais de maré, como observado nos outros setores.

O volume sedimentar total (Tabela 6) do setor 3 não apresentou variações significativas, entretanto, também se observa uma pequena tendência erosiva (-0,52 m³/m) no máximo do período seco e uma tendência deposicional no máximo do período chuvoso (6,12 m³/m) (Tabela 5).

Tabela 4. Variação do volume sedimentar dos perfis realizados na Ilha de Cotijuba no período chuvoso (janeiro e abril) e seco (julho e outubro) de 2018 (Fonte: Autor).

	Flexeira	Funda		Saudade		Amor		Farol		
m ³ /m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abr	8,81	-7,40	1,05	-5,84	3,58	-26,46	-6,19	10,28	-7,98	-4,65
Jul	-10,10	-12,00	15,70	34,11	-10,68	45,59	4,90	-14,20	-20,68	0,05
Out	-2,90	32,56	-25,36	38,32	-6,50	-5,28	7,90	11,90	8,44	6,74

Tabela 5. Variação do volume sedimentar médio das praias da porção oeste-sudoeste da Ilha de Cotijuba no período chuvoso (janeiro e abril) e seco (julho e outubro) de 2018 (Fonte: Autor).

		Flexeira	Funda		Saudade		Amor		Farol		
	m ³ /m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Chuvoso	Jan	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00		
	Abr	5,97	-2,14		-0,81		-11,04		-0,52		
Seco	Jul	-6,84	1,22		7,96		17,10		-7,88		
	Out	-1,96	2,44		10,77		0,88		6,12		

Tabela 6. Variação do volume sedimentar médio da linha de costa da porção oeste-sudoeste da Ilha de Cotijuba no período chuvoso (janeiro e abril) e seco (julho e outubro) de 2018: Setor 1 inclui as praias da Flexeira (1) e Funda (2 e 3); Setor 2 as praias da Saudade (4 e 5) e Amor (6 e 7) o setor 3 a praia do Farol (8, 9 e 10) (Fonte: Autor).

		Setor 1			Setor 2			Setor 3			
		Flexeira	Funda		Saudade		Amor		Farol		
	m ³ /m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Chuvoso	Jan	63,73	74,74		48,02		93,06		72,45		
	Abr	69,69	72,60		47,21		82,02		71,93		
Seco	Jul	62,85	73,82		55,16		99,12		64,05		
	Out	60,89	76,26		65,93		100,00		70,17		

A influência da sazonalidade em praias estuarinas é verificada pela ação das ondas e marés, que desempenham a função de modelar o ambiente mesmo em baixas intensidades (Nordström 1977). Assim, o padrão erosivo durante o período chuvoso e deposicional no seco já foi descrito para outras praias estuarinas da ZCA, como: praia da Saudade por Oliveira (2008); e praias da ilha de Mosqueiro (El-Robrini 2001, Ramos 2017). Esta tendência cíclica está relacionada a variação das ondas e marés, que se tornam mais energéticas no período chuvoso (El-Robrini 2001).

Dentre as causas antrópicas da erosão descritas por Souza *et al.* (2005) como “urbanização da orla, conversão de terrenos naturais de planície costeira em áreas urbanas e balanço sedimentar negativo decorrente de intervenções antrópicas”, somente a urbanização da orla (pós-praia) é visível na ilha de Cotijuba. Todas as praias estudadas apresentam ocupação residencial, além de estruturas de alvenaria e madeira comerciais que atendem o turismo local. Entretanto, destaca-se que esta ação antrópica representa um impacto mínimo nas mudanças da morfologia das praias, sendo as causas naturais (geomorfologia, presença de canais e ação das ondas e marés) as maiores responsáveis pelas alterações.

5.3. SEDIMENTOLOGIA

Classificando as amostras de acordo com o diagrama de Pejrup (1988), é possível caracterizar as praias da porção oeste e noroeste da ilha de Cotijuba como ambientes arenosos com hidrodinâmica muito elevada. Estas praias apresentam cobertura sedimentar superficial com predominância de areia média e grossa, com grau de seleção moderada e aproximadamente simétricas (Figura 12).

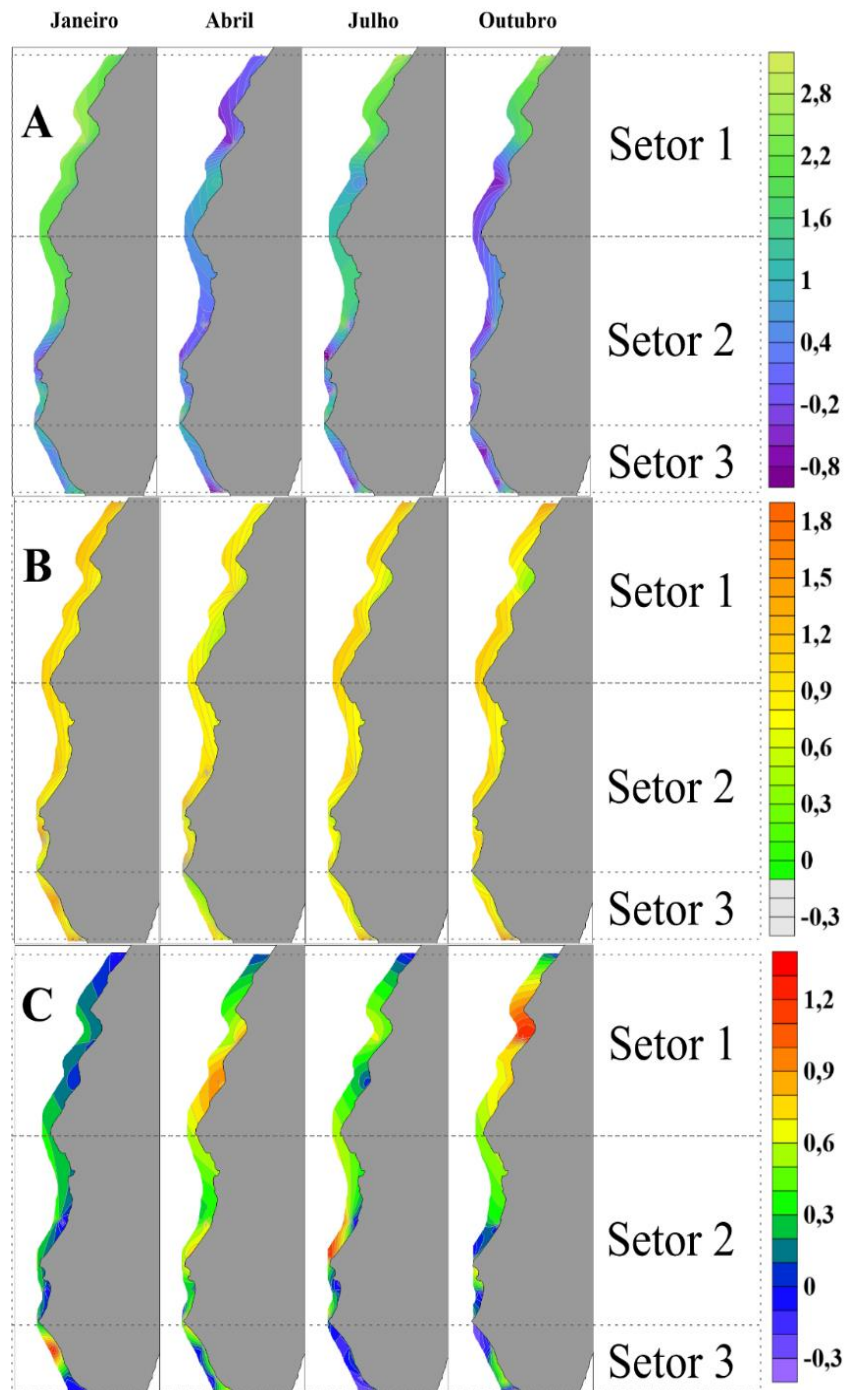


Figura 12 - Sedimentologia da linha de costa da porção oeste-sudoeste da Ilha de Cotijuba no período chuvoso (janeiro e abril) e seco (julho e outubro) de 2018: Setor 1 inclui as praias da Flexeira (1) e Funda (2 e 3); Setor 2 as praias da Saudade (4 e 5) e Amor (6 e 7); e Setor 3 a praia do Farol (8, 9 e 10): (A) Distribuição da média; (B) seleção; e (C) assimetria (Fonte: Autor).

Estas características sedimentológicas são típicas do setor continental estuarino da ZCA, conforme descrito por Alves *et al.* (2005), onde a interação das correntes e ondas favorecem a deposição predominante de areia média a grossa. Estes grãos com maiores diâmetros são menos coesivos e fazem com que as praias adquiram mobilidade sob a influência dos agentes hidrodinâmicos.

O grau de seleção moderado apresentado em todas as praias estudadas (Figura 13a) foi mais representativo no período chuvoso (abril), englobando 75,6% dos grãos. O parâmetro possui relação com o transporte e o retrabalhamento, aos quais as partículas foram expostas. Grãos melhores selecionados encontram-se mais distantes da área fonte, enquanto os grãos com seleção pobre encontram-se mais próximos. A seleção moderada dos grãos leva a inferir que o sedimento que compõe as praias da ilha de Cotijuba estão próximos da sua área fonte, estando dispersos no ambiente tempo suficiente para serem retrabalhados.

Quanto à assimetria (Figura 13b), a classificação de aproximadamente simétrica foi mais representativa no período chuvoso (janeiro) (47,82%) e seco (outubro) (43,24%). Neste período também houve 35,1% de ocorrência de grãos com assimetria positiva. Dentro do período chuvoso, o mês de abril se destacou por não apresentar predomínio assimetria negativa (31,7%). Apesar da classificação negativa ser a mais predominante neste mês, não houve variação significativa em relação a classificação aproximadamente simétrica e de assimetria positiva, ambos com 24,3%. A predominância de simetria para os grãos caracteriza as praias da porção oeste-sudoeste de Cotijuba como um ambiente relativamente em equilíbrio, visto que este parâmetro está relacionado a erosão/deposição sedimentar do ambiente, sendo que: a assimetria positiva caracteriza o ambiente como deposicional; e a assimetria negativa indica erosão (Duane 1964).

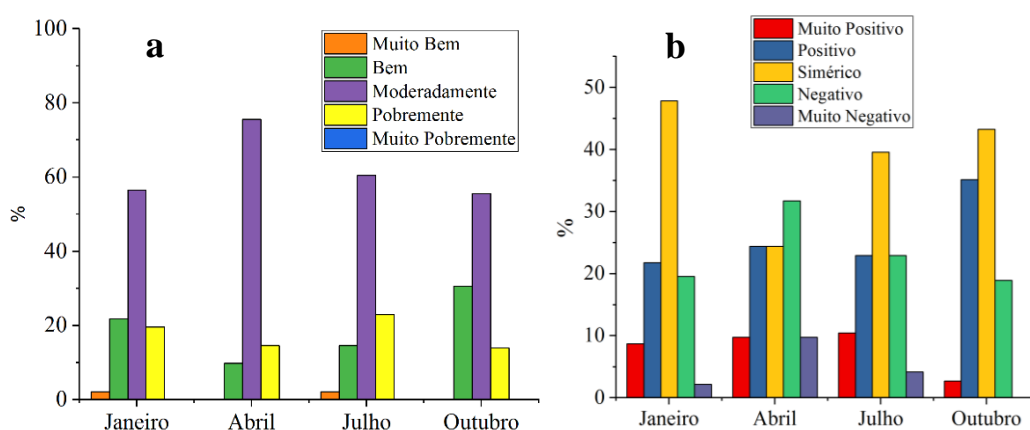


Figura 13 - Parâmetros de seleção (a) e assimetria (b) para as amostras sedimentares analisadas correspondentes as praias da porção oeste e sudoeste da ilha de Cotijuba (Fonte: Autor).

6 CONCLUSÃO

A linha de costa da região oeste e sudoeste da ilha de Cotijuba, em média escala temporal, apresenta intervalos de avanço e recuo relacionados aos eventos ENSO, sendo caracterizada como uma costa em equilíbrio.

Em pequena escala temporal, durante um evento de La Niña moderada e considerando a sazonalidade (um ano), a morfologia das praias de Cotijuba apresentaram padrão erosivo durante o período chuvoso e deposicional no período seco. Como as praias apresentam características sedimentológicas semelhantes (areia grossa e simétrica), e afloramentos rochosos atuantes na redução da intensidade das correntes e marés, estas apresentam equilíbrio no balanço sedimentar.

As praias que apresentam canais estão mais suscetíveis a mudanças sazonais, como verificado nas praias da Saudade e do Amor, pois o aumento no índice de pluviosidade, e consequente vazão dos cursos hídricos, favorece a formação de canais temporários ou o extravasamento de canais perenes, promovendo uma modelagem diferenciada da linha de costa, sendo possível observar maiores mudanças na morfologia da praia, mesmo havendo o equilíbrio quando se considera o período integral (um ano).

Diante destas observações do estudo, conclui-se que este trabalho irá contribuir para o melhor entendimento das variações costeiras na ilha de Cotijuba em relação aos efeitos climáticos. Porém, para uma melhor percepção das variações se faz necessário um aprofundamento nas análises relacionadas as forçantes físicas que atuam sobre a costa, como as ondas, correntes e marés.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque M.D.G. 2013. *Análise espaço-temporal das causas da variabilidade da linha de costa e erosão na praia do Hermenegildo, RS*. Doctoral Thesis, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 127p.
- Almeida S.S. & Mascarenhas B.M. 1998. *Relatório Preliminar do Inventário Biológico e do Potencial Ecoturístico da Ilha de Cotijuba, Belém-PA*. Prefeitura Municipal de Belém. Secretaria Municipal de Educação e Cultura Fundação Centro de Referência em Educação Ambiental Escola Bosque Prof. Eidorfe Moreira. Belém – Pará. 33p.
- Alves M.A.M.S. 2001. *Morfodinâmica e sedimentologia da praia de Ajuruteua – NE do Pará*. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 104p.
- Alves M.A.M.S., El-Robrini M., Sousa-Filho P.W.M.e, Farias D.R., França C.F. 2005. Morfodinâmica das praias de meso-macromarés da zona costeira do estado do Pará. *In: 10º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA). Anais. v. 10.*
- Birkmeier W.A. 1981. *Fast, accurate two-person beach surveys*. Fort Belvoir, Coastal Engineering Research Center. 22p.
- Carvalho C.A. 2003. *Caracterização textural e mineralógica dos minerais leves na Plataforma Continental do Pará (entre a foz dos Rios Pará e Gurupí)*. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 84p.
- Castro E.M.R. 2004. Relatório do projeto MEGAM – Estudo das mudanças Socioambientais no estuário amazônico. Belém: UFPA/NAEA.
- Centro de Hidrografia da Marinha (CHM). 2018. Tábuas de Maré. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>. Acesso em: jan. 2018.
- Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE). 2018. El Niño e La Niña. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso em nov. 2018.
- Costa J.L., Araújo A.A.F., Villas Boas J.M., Faria C.A.S., Silva Neto C.S., Wanderley Filho V.J.R. 1977. *Projeto Gurupi*. DNPM/CPRM. Belém, v.1: 258p. (Relatório Final).
- Costa A.C.L., Ribeiro J.B.M., Filho J.D.C. 1996. *Estudo micrometeorológico em manguezais*. Projeto de Pesquisa. MADAM/UFPA/ZMT. Belém- Pará: 9p.
- Dalrymple R.W., Zaitlin B. A., Boyd R. 1992. Estuarine facies models: conceptual basis and stratigraphic implications. *Journal of Sedimentary Petrology*, **62** (6) 1130-1146.
- Dias J.A. 1993. Estudo de avaliação da situação ambiental e proposta de medidas de salvaguarda para a faixa costeira portuguesa (Geologia costeira). *Liga para a Proteção da Natureza/Ministério do Ambiente*. Lisboa. Relatório não publicado, 137p.
- Dias J.A. 2004. *A Análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos*. Versão

preliminar. Faro: Universidade do Algarve, 80p.

Dionne J.C. 1963. Towards a more adequate definition of the St. Lawrence estuary. *Geomorphology*, **7** (1) 36-44.

Dominguez J.M.L. 1996. The São Francisco strandplain: a paradigm for wave-dominated deltas. In: Batist M. de & Jacobs P. (ed.). *Geology of siliciclastic shelf seas*. Gent, Belgium, *Geological Society*, p. 217-231. (Special Publication 117).

Doukakis E. 2005. Coastal vulnerability and risk parameters. *European Water*, **11** (12): 3-7.

Dyer K.R. 1967. *Estuaries: a physical introduction*. Nova York, John Wiley & Sons, 140 p.

Duane D.B. 1964. Significance of skewness in recent sediments, Western Pamlico Sound, North Carolina. *Journal of Sedimentary Petrology*, **34** (4) 864-874.

El-Robrini M.H.S., 2001. *Variabilidade morfológica e sedimentar de praias estuarinas da Ilha do Mosqueiro*. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 85p.

El-Robrini M., Alves M.A.M.S., Souza Filho P.W.M.e, El-Robrini M.H.S., Silva Jr O. G., França C.F. 2006. Pará. In: Dieter Muehe. (org.). *Erosão e progradação no litoral brasileiro*. Brasília, DF, Ministério do Meio Ambiente, p. 41-86.

Folk R.L. & Ward W.C. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Research*, **27** (1) 3-26.

Góes A.M. 1981. *Estudo sedimentológico dos sedimentos Barreiras, Ipixuna e Itapecuru no NE do Pará e NW do Maranhão*. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 55p.

Góes A.M. & Truckenbrodt W., 1980. Caracterização faciológica e interpretação ambiental dos sedimentos Barreiras na região bragantina, nordeste do estado do Pará. In: SBG, 31º Congresso Brasileiro de Geologia. Camboriú. *Anais...* **2**: 766-771.

Gregório A.M.S. & Mendes A.C. 2009. Batimetria e sedimentologia da Baía de Guajará, Belém. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, Belém, **5** (9) 53-72.

Guerra G.A.D. & Carvalho V.R.V. 2003. Ruralidade na Capital do Estado do Pará. Permanências e Mudanças na Ilha de Cotijuba. In: Aragon, L.E. (org.). *Conservação e desenvolvimento no estuário e litoral amazônicos*. UFPA/NAEA, Belém, p. 210-211.

Guerra G.A. 2007. *Os efeitos da ocupação urbana no extrativismo vegetal da ilha de cotijuba. Belém-PA*. Universidade da Amazônia, Editora Unama. (Projeto de pesquisa)

Hüffner J.G.P. 2011. *Estudo sobre os impactos do Turismo em Áreas Naturais em processo de urbanização: O Caso da Ilha de Cotijuba, Belém-PA*. MS Dissertation, Programa de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade da Amazônia, Belém, 193 p.

Instituto Nacional De Meteorologia (INMET). 2018. Normais Climatológicas do Brasil.

Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em: nov. 2018.

Jackson N.L. & Nordström K.F. 1992. Site Specific Controls on Wind and Wave Processes and Beach Mobility on Estuarine Beaches in New Jersey, USA. *Jour. Of Coastal Research*, **8** (1) 88-98.

Jackson N.L., Nordström K.F., Eliot I. & Masselink G. 2002. “Low-energy” Sandy beaches in marine and estuarine environments: a review. *Geomorphology*, **48** (1) 147-162.

Ketchum B.H. 1983. *Estuaries and enclosed seas*. Amsterdam, Elsevier. 500p.

Kjerfve B. 1987. Estuarine Geomorfology and Physical Oceanography. In: Day Jr., J. W., Hall C.H.A.S., Kemp, W. M. & Yañez-Arancibia, A. (eds). *Estuarine Ecology*. New York, Wiley, p. 47-48.

Martorano L.G., Pereira L.C., Cezar E.G.M., Pereira I.C.B. 1993. Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (KÖPPEN) e deficiência hídrica (THORNTHWHITE, MATHER). Belém, SUDAM/EMBRAPA, SNLCS. 53p

Mascarenhas B.M.; Guimarães D.G.; Brígida M.S.; Pinto C.S; Gomes Neto H.A.; Pereira J.D.B. 2009. Estudo de anofelinos antropofílicos peridomiciliares da Praia da Saudade na Ilha de Cotijuba: uma área endêmica de malária em Belém, Pará. *Acta amazônica*. **39** (2) 453–458.

McAnally W.H. & Mehta A.J. 2001. Sediment transport and deposition in estuaries (Sample Chapter). In: *Encyclopedia Of Life Support Systems (EOLSS): Coastal Zones and Estuaries*.

Miranda L.B.; Castro B.M.; Kjerfve B. 2002. *Princípios de oceanografia física de estuário*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 418 p.

Melo O.C. 2008. A comunidade e a construção do lugar na Ilha de Cotijuba (PA). EGPA (Escola de Governo do Estado do Pará) Programa de Pós-graduação em Geografia – PPGEO/UFPA.

Morton R.A., 1991. Accurate shoreline mapping; past, present, and future. In: KRAUS, N.C., (ed), *Coastal Sediments '91*, (ASCE), p. 997-1010

Nobre C.A. & Oliveira, A. 1987. Precipitation and circulation anomalies in south america and the 1982-83 El Niño/Southern Oscillation episode. In: Conference of Geophysical Fluid Dynamics with special emphasis on "El Niño. Ministério da Ciência e Tecnologia e Centro Latinoamericano de Física. São José dos Campos, 13-17. p. 325–328.

Nobre C.A. e Rennó N.O. 1985. Droughts and floods in south America due to the 1982-1983 El Niño/Southern Oscillation episode. INPE 3408 - PRE/677, 4p. (Relatório Técnico)

Nordström K. F. 1977. The use of grain size statistics to distinguish high and moderate energy beach environments. *Journal of Sedimentary Petrology*, **47**: 1287-1294.

Nordström K.F. 1992. *Estuarine beaches*. London, Elsevier Applied Science, 225p.

Nordström K.F. 1993. Changes in cross shore location of surface pebbles on a sandy estuarine beach. *Journal of Sedimentary Petrology* 63: 1152-1159p.

Oliveira G.K.M. 2008. *Caracterização morfossedimentar durante o ano 2007 das praias estuarinas da ilha de Cotijuba (baía do Marajó) no estado do Pará*. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 126p.

Pejrup M. 1988. The triangular diagram used for classification of estuarine sediments: a new approach. In: Boer, P. L.; Van Gelder, A.; Nio, S. D. (ed.). *Tide-influenced sedimentary environments and facies*. Dordrecht: D. Reidel. p. 289-300.

Pereira L.C.C., Dias J.A., Carmo J.A., & Polette M. 2009. A Zona Costeira Amazônica Brasileira. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 9 (2) 3-7.

Perillo G.M.E. 1995. *Geomorphology and sedimentology of estuaries*. Amsterdam: Elsevier, 471p

Pingarilho L.F.V.G; Oliveira A.E.N.; Bittencourt M.L.A.; Alves G.A. 2000. *Inventário da oferta turística: atrativo turístico-terras insulares a Ilha de Cotijuba*. Belém-PA. Mimeografado.

Pinheiro R.V.L. 1987. *Estudo hidrodinâmico e sedimentológico do estuário Guajará – Belém (PA)*. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 176p.

Porto L.J.L.S. & Rocha M.A.B. 2006. Da Trilha do Sol à Ilha do Inferno – Cotijuba: Zoneamento Geoambiental. UEPA, Belém.

Pritchard D.W. 1955. Estuarine circulations patterns. *Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, 81 (6):1-11.

Ramos C.C., 2017. Morfologia e sedimentação de praia estuarina amazônica (Marahú - ilha de Mosqueiro/PA). Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 82p

Ranieri L.A.; EL-Robrini M. 2015. Evolução da linha de costa de Salinópolis, Nordeste do Pará, Brasil. *Pesquisas em Geociências*, 42 (3):207–226.

Sá J.H.S., 1969. Contribuição à geologia e aos sedimentos terciários e quaternários da região bragantina. *Boletim do Instituto de Geologia do Rio de Janeiro*. 3: 21-36.

Scudelari A.C., Braga K.G., Costa F.A.A., & Santos Jr, O.F. 2005. Estudo dos processos erosivos instalados na praia de Pipa-RN. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 9 (1):31-37.

Shepard F.P. 1973. *Submarine geology*. New York, Harper and Row, 517p.

Short A.D. 1999. *Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics*. Chichester, New York: Willey. p.378.

Silva C.A. 1998. *Análise morfoestratigráfica do estuário do rio Marapanim – NE do Pará*. MS

Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 133p.

Silva C.G.; Patchineelam S.M.; Batista Neto J.A. & Ponzi V.R.A. 2004. Ambientes de sedimentação costeira e processos morfodinâmicos atuantes na linha de costa. *In: Interciência* (ed.). *Introdução à Geologia Marinha*, Rio de Janeiro, p.175-218.

Silva L.C.M. 2003. Turismo e Agricultura entre Populações Tradicionais na Ilha de Cotijuba, Belém, Pará-UFPA.

Silva T.S.N. da & Souza C.F.2013. Percepção dos impactos do Turismo pelos moradores da Praia do Farol-Ilha de Cotijuba/PA. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, São Paulo, **9** (1): 262 – 280.

Soares J.V., Carriello F., Ferreira N.J. & Rennó C.D. 2007. Mapping the Hydrologic Response of the Brazilian hydrologic regions and their variability associated with El Niño and La Niña. *Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, **1** (1) 21-36.

Souza C.R.G., Souza Filho P.W.M., Esteves S.L., Vital H., Dillenburg S.R., Patchineelam S.M. & Addad J.E. 2005. Praias Arenosas E Erosão Costeira. *In: C.R. de G. Souza, K. Suguio, A.M. Santos & P.E. Oliveira* (eds.), *Quaternário do Brasil*, Holos Editora, Ribeirão Preto, SP, Brasil. p.130-152.

Souza C.R.G. 2009. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, **9** (1)17-37.

Souza Filho P.W.M e. 2000. *Avaliação e aplicação de dados de sensores remotos no estudo de ambientes costeiros tropicais úmidos, Bragança, norte do Brasil*. Doctoral Thesis, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 219p.

Souza Filho P.W.M.e, Sales M.E. da C., Prost M.T.R. da C., Costa F.R., Souza L.F.M. de O. 2005. Zona Costeira Amazônica: O cenário regional e os indicadores bibliométricos em C&T. *In: Souza Filho P.W.M., Cunha E.R.S.P. da., Sales M.E. da C., Souza L.F.M. de O., Costa F.R.* (eds.). *Bibliografia da Zona Costeira Amazônica*. Belém, Museu Paraense Emilio Goeldi/Universidade Federal do Pará/Petrobras, 401 p.

Suguio K. 1973. *Introdução à sedimentologia*. São Paulo, Edgar Blucher e Edusp. 317p.

Villwock J.A.; Lessa G.C.; Suguio K.; Angulo R.J.; Dillenburg S.R. 2005. Geologia e geomorfologia de regiões costeiras. *In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E.* (ed.) *Quaternário do Brasil*. Ribeirão Preto, Editora Holos. 382p.

Woodroffe C.D. 2007. The Natural Resilience of Coastal Systems: Primary Concepts. *Managing Coastal Vulnerability*, p. 45–60.

Wright L.D., Guza R.T., Short A.D. 1982. Dynamics of a high-energy dissipative surf zone. *Marine Geology*, **45**: 41- 62.