



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE BRAGANÇA
INSTITUTO DE ESTUDOS COSTEIROS
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

JOÃO VICTOR MOTA DE SOUSA

**Varição morfológica e sedimentológica da face da
praia em relação as mudanças sazonais
(Praia de Ajuruteua - PA)**

BRAGANÇA – PA

2022

João Victor Mota de Sousa

**Variação morfológica e sedimentológica da face da praia em
relação as mudanças sazonais
(Praia de Ajuruteua - PA)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Bragança, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Licenciado Pleno em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Vando José Costa Gomes

Coorientador: Prof. Dr. Nils Edvin Asp Neto

Bragança-PA

2022

João Victor Mota de Sousa

**Variação morfológica e sedimentológica da face da praia em
relação as mudanças sazonais
(Praia de Ajuruteua - PA)**

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Vando José Costa Gomes (Orientador)
Faculdade de Engenharia Costeira e Oceânica- ECO
Universidade Federal do Pará – UFPA/ Campus Salinópolis

Prof. Dr. Nils Edwin Asp Neto (Coorientador)
Instituto de Estudos Costeiros- IECOS
Universidade Federal do Pará – UFPA/ Campus Bragança

Prof. Dr. Juliana Guerreiro Dinis
Universidade Federal do Pará – UFPA/ Campus Salinópolis

Msc. Glauber Santiago Galvão dos Reis
Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental (PPBA/UFPA)

Bragança-PA
2022

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer e dedicar esta dissertação às seguintes pessoas:

Minha mãe Lorena, meu pai Hery, meu pai Cleyson, minhas irmãs Maria Clara, Maria Luiza e Hevelly, aos meus avós Luiz Marcelino, Cléia Osmar, Maria de Nazaré e Raimunda Pereira, a minha namorada Letícia Mello e toda a sua família que considero extensão da minha, obrigado por todo apoio.

Meus amigos de faculdade Erlik e Adam que foram como irmãos e me ajudaram do início ao fim dessa trajetória acadêmica.

Aos meus amigos de laboratório Giordana, Aryane e Vitor, que me ajudaram na coleta e processamento dos dados do presente trabalho.

Aos meus orientadores Nils Asp e Vando Gomes, que me deram todo auxílio e suporte necessário para a conclusão deste trabalho. Muita gratidão e admiração pelos dois, referências em profissionalismo e comprometimento com a ciência.

A todos os docentes que se fizeram presente nesta minha jornada, e compartilharam comigo um pouco do seu conhecimento, em especial professor Péricles Sena, Professor Marcelo Vallinoto e Professor Ricardo Virgulino.

Ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) que me proporcionou condições para desempenhar meu trabalho de forma consistente e objetiva, ao IECOS (Instituto de Estudo Costeiros), e a UFPA (Universidade Federal do Pará) que me acolheu como instituição e me permitiu evoluir como profissional e ser humano.

“Descobrir consiste em olhar para o que todo mundo está vendo e pensar uma coisa diferente”

ROGER VON OECH

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	2
3.1 <i>ÁREA DE ESTUDO.....</i>	<i>2</i>
3.2 <i>PLANEJAMENTO AMOSTRAL.....</i>	<i>5</i>
3.3 <i>LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS (DGPS)</i>	<i>6</i>
3.4 <i>AMOSTRAGENS SEDIMENTOLÓGICAS.....</i>	<i>8</i>
3.5 <i>PROCESSAMENTOS DOS DADOS.....</i>	<i>9</i>
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
4.1 <i>GRANULOMETRIA</i>	<i>9</i>
4.2 <i>TOPOGRAFIA</i>	<i>11</i>
4.3 <i>IMPLICAÇÕES PARA CRIAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO COSTEIRA.....</i>	<i>17</i>
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo	Pág. 3
Figura 2: Diferentes setores da praia de Ajuruteua.....	Pág. 4
Figura 3: Clima de ondas.....	Pág. 5
Figura 4: Precipitação da cidade de Bragança, mostrando a precipitação mensal e os meses de coleta.....	Pág. 6
Figura 5: Malha dos perfis topográficos realizados na praia de Ajuruteua.....	Pág. 7
Figura 6: Dados granulométricos.....	Pág. 10
Figura 7: Relações granulométricas.....	Pág. 11
Figura 8: Dados topográficos em condição de maré de sizígia.....	Pág. 13
Figura 9: Comparações entre os dados topográficos em condição de maré de sizígia.....	Pág. 14
Figura 10: Perfis topográficos em condição de maré de sizígia.....	Pág. 15
Figura 11: Imagem de satélite (Landsat TM 3R2G1B – 2001)	Pág. 16
Figura 12: Área da obra de contenção e abaixo imagem mais detalhada da obra quase finalizada.....	Pág. 18

LISTA DE TABELAS:

Tabela 1: Datas das campanhas que foram realizadas no ano de 2019 na praia de Ajuruteua.....	Pág. 7
---	--------

Resumo

A Zona Costeira Amazônica (ZCA) está localizada entre o Cabo Orange (Amapá) e a Ponta de Tubarão (Maranhão) com uma extensão de 1.200 km. Em sua porção oriental a ZCA apresenta uma linha de costa extremamente irregular, incluindo 23 estuários e 30 bacias hidrográficas, que drenam uma área de 330 mil km². A praia de Ajuruteua, localizada na costa nordeste do estado do Pará/Brasil, é um ambiente altamente dinâmico, dominado por macromarés e classificada como dissipativa que atualmente vem apresentando um processo erosivo na região mais urbanizada, associado a formação de bancos arenosos proveniente do delta de maré vazante na foz do estuário do rio Caeté. A combinação de marés de até 6 m em condição de sizígia, contrastando com marés tão reduzidas quanto 2,2 m em condição de quadratura; padrão sazonal de chuvas com médias históricas acima de 400 mm para o mês de abril e abaixo de 30 mm para o mês de outubro; ventos alísios com mudanças sazonais de direção superiores a 30°, e constantes ondas de moderada energia e igualmente mudanças sazonais, confere à praia de Ajuruteua uma dinâmica não somente muito intensa, mas também muito complexa. Para efetivamente entender e eventualmente mitigar os impactos destes processos, é fundamental avaliar a morfologia e sedimentologia da praia de Ajuruteua e suas mudanças em função do ciclo sazonal de chuvas e do ciclo lunar de marés de sizígia e quadratura, incluindo a zona de surfe e antepraia (nearshore), frequentemente negligenciadas. Os dados mostraram uma grande variação na morfologia e na sedimentologia, induzida principalmente pela variação intermareais, essa variação na energia de maré, produz variações morfológicas em uma escala de tempo e espaço. Esses dados darão subsídio para planos de gerenciamento de obras costeiras no setor leste da costa amazônica.

Palavra-chave: Macromaré, Praias amazônicas, granulometria, morfosedimentologia,

1 INTRODUÇÃO

As praias arenosas oceânicas constituem sistemas de elevada instabilidade ambiental, devido as bruscas variações energéticas geradas por vários fatores como eólicos e hidráulicos, sendo agentes que modificam a morfologia e são responsáveis pelas trocas de sedimento com regiões adjacentes (Short, 2003). Esses agentes promovem o transporte de sedimentos, controlando assim as taxas e padrões de erosão e acreção, que podem sofrer grandes modificações na escala de tempo e espaço. (Brid, 2008).

As características morfológicas desses sistemas, são determinadas pela interação entre os aspectos granulométricos e a energia hidrodinâmica atuante nessas regiões (Wright & Short, 1984). Com isso, a zona costeira é uma zona de fronteira que está sujeita a contínuas alterações morfodinâmica, temporais e espaciais, em função de uma série de processos geológicos continentais e marinhos (Silva et al., 2004).

Dessa maneira, as praias, que são sistemas transicionais altamente dinâmicos e sensíveis, que constantemente ajuntam-se às flutuações dos níveis de energia locais e sofrem retrabalhamento por processos eólicos, biológicos e hidráulicos. Sua função ambiental é proteger a costa da ação direta do mar, uma vez que funcionam como uma faixa protetora quando respondem morfossedimentarmente àquelas flutuações (Hoefel, 1998).

De acordo com Short (1999), a ocorrência de praias é totalmente dependente da ação de ondas e da disponibilidade de sedimentos, porém é independente de muitos outros processos e, conseqüentemente, as praias ocorrem em todas as latitudes, climas, amplitudes de marés e tipos de costas. O estado morfodinâmico praias depende de uma série de agentes interdependentes que condicionam o “equilíbrio morfológico-dinâmico” do sistema praias.

As marés, correntes, ondas e ventos são agentes responsáveis pelo deslocamento dos sedimentos e pelo modelamento fisiográfico da costa, produzindo formas e feições erosivas/ deposicionais bastante variáveis (Masselink *et al.*, 2006).

As modificações na praia são, em parte, causadas pela troca bidirecional de sedimentos entre os seus dois limites, através da zona de arrebatamento (Calliari *et al.*, 2003). As praias arenosas são formadas por uma acumulação costeira de sedimentos inconsolidados de diversos tamanhos, facilmente deformável por processos oceanográficos e meteorológicos (Horikawa, 1988; Hoefel, 1998).

Caracterizar granulometricamente os sedimentos da face da praia de Ajuruteua nas duas situações de maré no período chuvoso, transição chuvoso/seco, seco e transição seco/ chuvoso;

Comparar de maneira cruzada (chuva- transição- seco X sizígia) as variações morfológicas e sedimentológicas na área.

Propor explicações para as mudanças observadas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

A Praia de Ajuruteua, localizada a 36 km da cidade de Bragança, possui cerca de 2,5 km de extensão. Onde sofre grandes processos hidrodinâmicos que continuamente remodelam sua morfologia praial, sendo que esta é influenciada principalmente pelas marés de sizígia, as quais são mais intensas durante o regime de maré equinocial. No escopo do que foi supracitado, o presente trabalho realizou monitoramento a cada 2 meses da topografia de toda praia de Ajuruteua e das características sedimentológicas, a fim de compreender melhor as mudanças que ocorrem na face da praia devido as alterações sazonais e maré de sizígia.

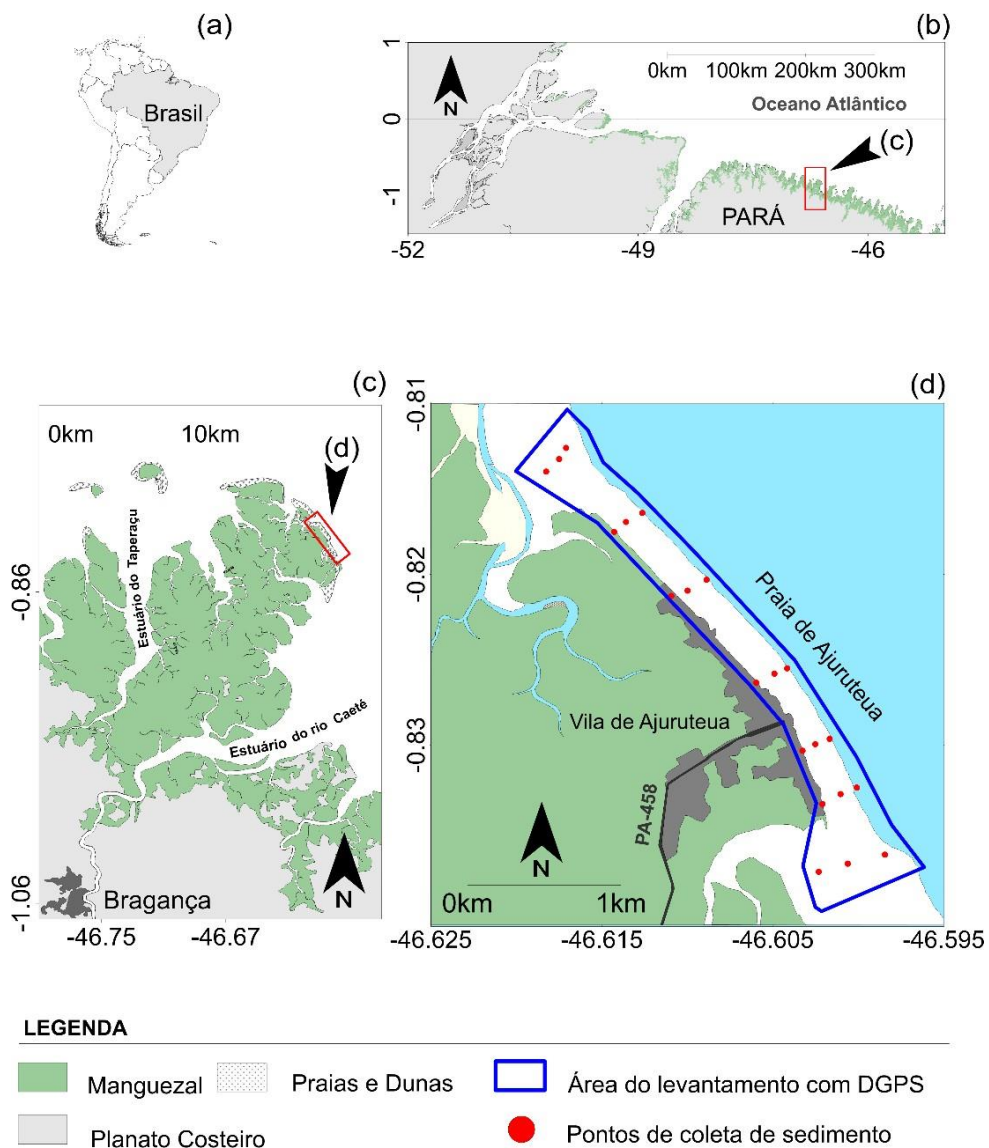


Figura 1: Localização da área de estudo (a)- Setor Leste da costa amazônica; (b)- Península de Ajuruteua e (c)- Península de Ajuruteua e (d)- Praia de Ajuruteua, apresentado com detalhes a área onde foi realizado o levantamento batimétrico e coleta de sedimentos.

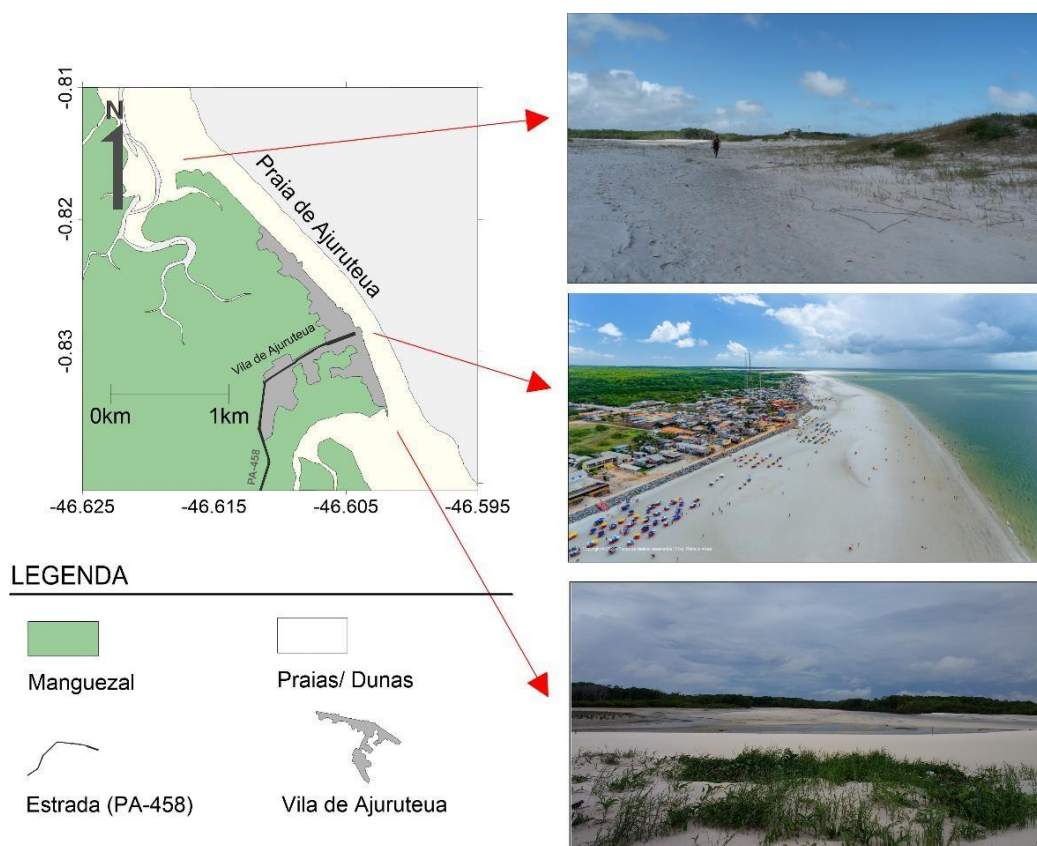


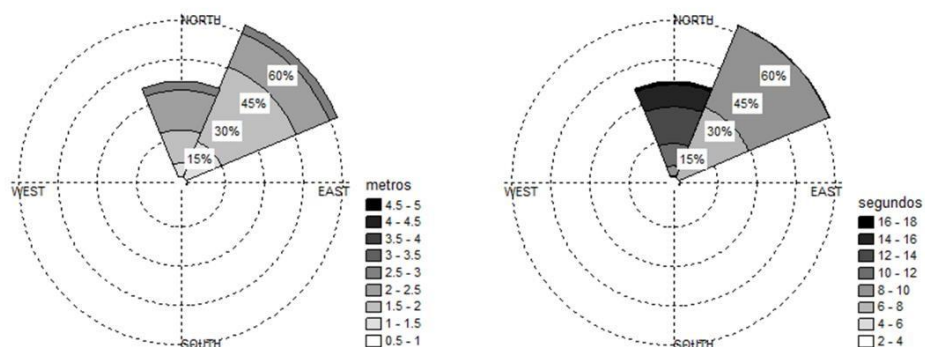
Figura 2: localização da Praia de Ajuruteua, mostrando diferentes setores da praia

Em relação ao clima de ondas e ventos na região demonstra que ondas mais energéticas predominam entre dezembro e abril (Bianca et al. 2010), sendo que ao longo do ano a energia é moderada, resultando em um aspecto sazonal de intensidade e direção, gerando a variação de energia de ondas observadas. Com isso, o transporte longitudinal de sedimentos, vinculados à deriva litorânea, sofre alterações sazonais, resultando em modificações topográficas expressivas no sistema praial. Associado diretamente a sazonalidade da direção de ventos e ondas (Figura 3).

A região é marcada por correntes de maré de direção NO/SE, durante a enchente, e SE/NO, durante a vazante (Monteiro et al., 2009). Seu transporte está relacionado com a direção da deriva litorânea que, de acordo com Alves (2001), se dá no sentido NO para SE.

Ondas- Offshore

WW3- Distribuição Anual



Ondas- Plataforma

WW3- Distribuição Anual

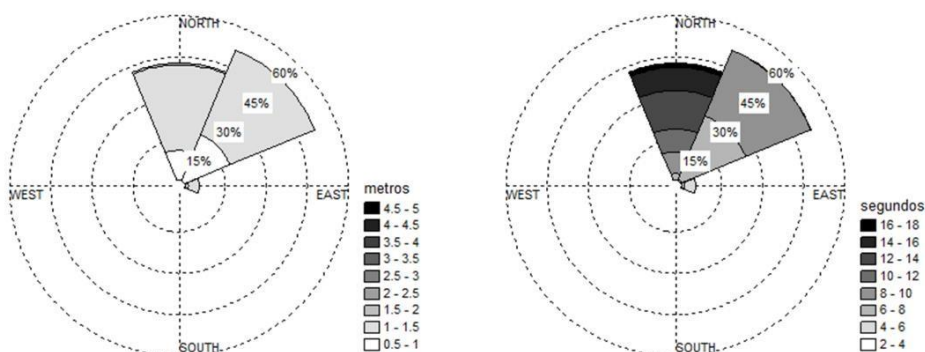


Figura 3: Clima de ondas

3.2 Planejamento Amostral

A área amostral se concentrou entre dois pontos conhecidos na região, o Canal da Barca (ao Sudeste - SE) e o Canal do Chavascal (ao Noroeste - NO), cuja distância entre ambos é de 3 km, nessa área entre esses dois pontos foram realizados levantamento altimétrico e coletas de sedimento

Todas as campanhas amostras foram realizadas no ano de 2019, com intervalos de ~2 meses entre cada medição (**Tabela 1**), na topografia foi usado o espaçamento (~50 m) onde ~14 km de perfis foram feitos em cada campanha com um total de ~112 km, também foram coletados sedimentos para as análises granulométricas, onde 20 amostras eram coletadas em cada campanha totalizando no final 80 amostras.

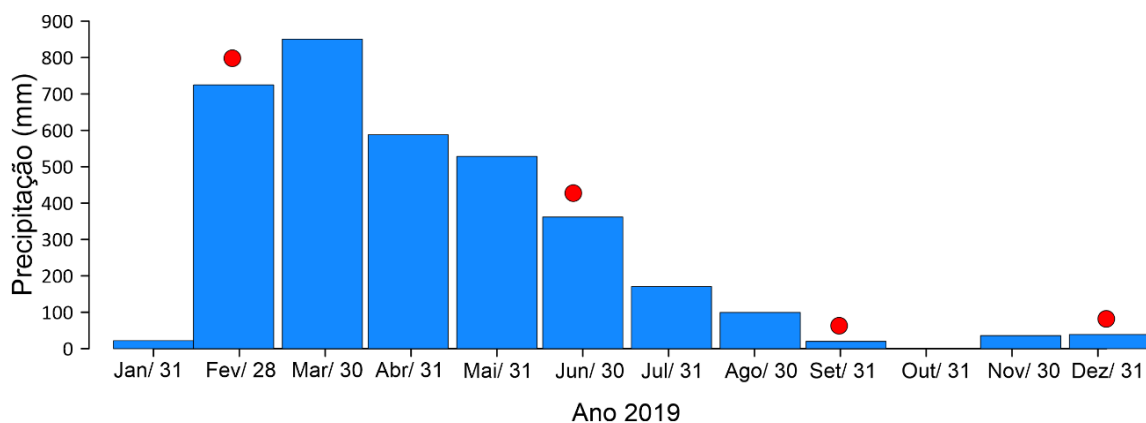


Figura 4: Precipitação da cidade de Bragança mostrando a precipitação mensal e os meses de coletas.

Tabela 1: Datas das campanhas que foram realizadas no ano de 2019 na praia de Ajuruteua.

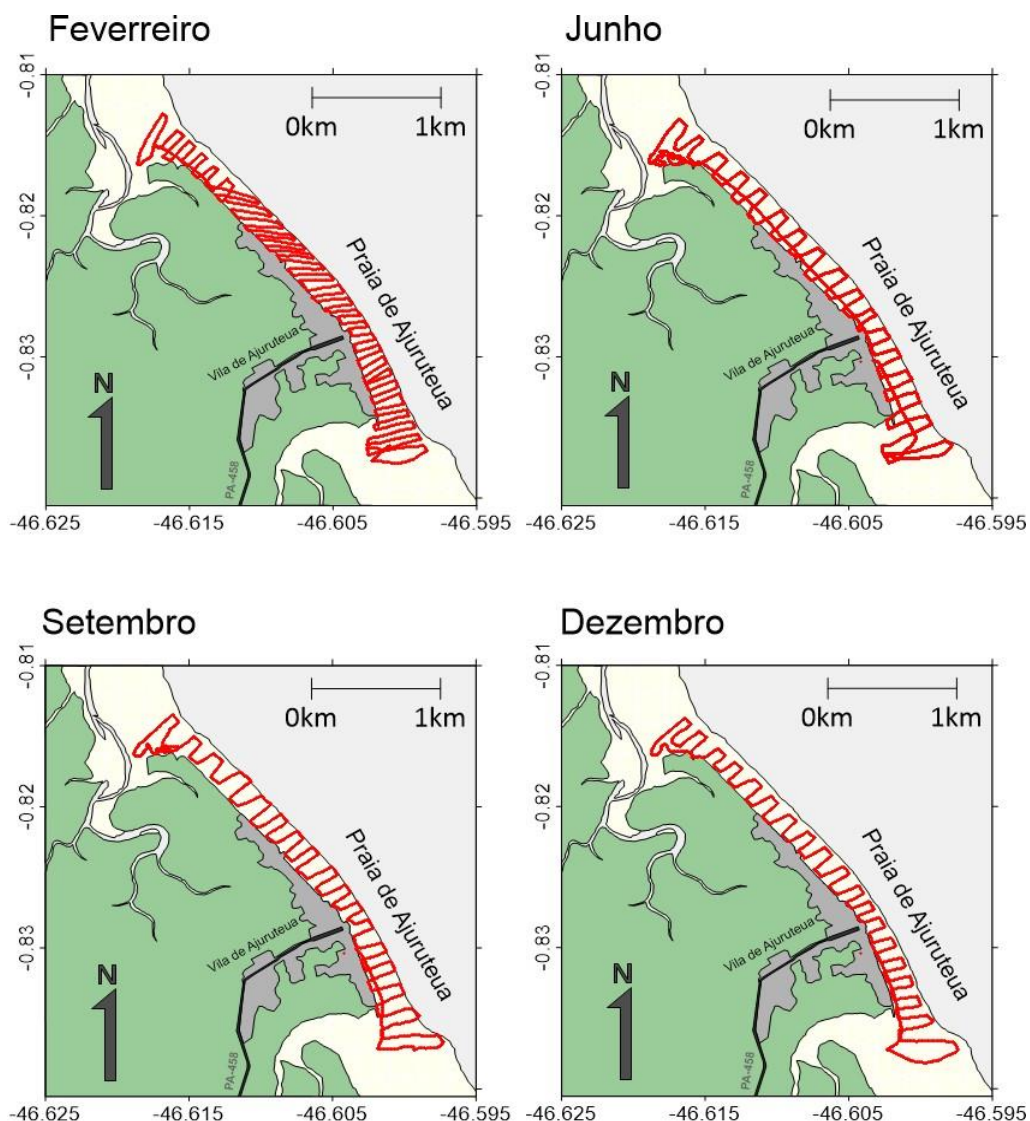
Mês	Dias	Maré	Período
Fevereiro	19/02/2019	Sizígia	Período chuvoso
Junho	02/06/2019	Sizígia	Transição Chuvoso/ seco
Setembro	29/09/2019	Sizígia	Período seco
Dezembro	12/12/2019	Sizígia	Transição Seco/ Chuvoso

Abaixo segue a descrição detalhada de cada procedimento amostral e as respectivas análises dos dados:

3.3 Levantamentos Topográficos (DGPS)

A avaliação da morfologia da face da praia, baseada em levantamentos topográficos através de medições altimétricas utilizando o GPS Diferencial (DGPS) pelo método de posicionamento relativo cinemático, que consiste em um rastreamento simultâneo dos satélites em no mínimo de dois receptores, sendo que um dos receptores deve ser instalado em uma estação de coordenadas conhecidas, identificadas como base e outro instalado no local onde se deseja obter as coordenadas geodésicas que é denominado estação móvel ou itinerante. A trajetória da estação móvel, também chamada de Rover, é corrigida e transformada em dados que permitem a elaboração de MDT - modelos de elevação digital do terreno

(Tanajura,2008).



LEGENDA

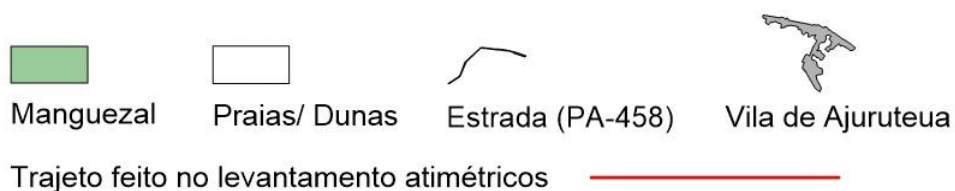


Figura 5: Malha dos perfis topográficos realizados na praia de Ajuruteua.

A base receptora é instalada a cerca de 5 km do local do levantamento localizada nas coordenadas $00^{\circ} 50' 29,1575''$ S e $46^{\circ} 37' 08,5662''$ W, referente a estação geodésica reconhecida pelo IBGE em 2010 e nomeada 99507. As configurações dos aparelhos são feitas a partir da montagem e da estação base, sendo configuradas para taxa de aquisição de 1 segundo tanto para a estação base

quanto para estação móvel (Rover), sendo a precisão da estação móvel de 2 cm vertical e 1,5 cm horizontal e máscara de elevação de 10° como estabelecido padrão. As configurações de georreferenciamento dos aparelhos foram em coordenadas UTM, na zona 23, Datum WGS84 em metros. Antes de se iniciar o percurso do levantamento da estação móvel, o tempo para que os satélites ficassem fixos foram de 8 minutos para cerca de seis satélites.

O pós-processamento (ajuste) dos dados obtidos pelos receptores GNSS segue dois passos segundo o Guia para Pós-processamento de pontos coletados por receptor GNSS Geodésico Trimble R4 No Programa Trimble Business Center Versão

2.60 (Vasques et. al., 2014) no software Trimble Business Center (TBC) do mesmo fabricante dos aparelhos.

Para correção foram utilizados pontos de controle de duas estações homologadas pela Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) do sistema GNSS, fornecido pelo Instituto de Geografia e Estatística (IBGE). Foram usadas as estações de Belém (BELE) de coordenadas 01° 24' 31,6637" S e 48° 27' 45,1786" W; e Belém INPE (BEPA) de coordenadas 01° 27' 38,9100" e 48° 26' 29,0654" W que apresentaram melhor precisão durante as tentativas de correção com as estações do IBGE mais próximas.

O ajustamento do nivelamento ao nível médio do mar é feito a partir de uma referência de nível (RN) conhecida, no caso deste trabalho; e na sua ausência, a partir da determinação do nível do mar, no momento da observação, na posição de refluxo máximo da onda na face de praia, sob condições de mar calmo, posteriormente corrigido com o auxílio de uma tábua de maré (Muehe, 2004).

3.4 Amostragens Sedimentológicas

Foram coletados sedimentos para as análises granulométricas, onde 20 amostras eram coletadas em cada campanha totalizando no final 80 amostras. Em laboratório as amostras foram lavadas para eliminação de sais, imersas em peróxido de hidrogênio para eliminação na matéria orgânica e secas a 60 graus em uma estufa. Em seguida as amostras foram analisadas em uma granulometria a laser modelo CILAS 1190 LD (*particle size analyser*).

3.5 Processamentos dos dados

Após os dados topográficos serem corrigidos e os dados de sedimentos serem analisados via granulometro, com o uso do software Surfer 11, foram criados mapas de topografia e granulometria, pelo método de Kirging, gerando mapas através da interpretação dos dados obtidos usando um espaçamento de 1 km em cada grid, a fim de ter melhor resolução e detalhes dos dados analisados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Granulometria

Nas amostras de sedimento é possível ver que em média, a granulometria encontrada foi de areia fina e muito fina. Essa tendência se apresentou constante nos meses fevereiro, junho, setembro e dezembro (Figura 5). As frações de areia mais fina estão relacionadas a localização das amostras que está próximo aos canais de maré (Canal da barca- setor SE e Chavascal- setor NO).

Segundo Braga et al. 2007, nos três setores superior, médio e inferior intermareal, levando em consideração os efeitos de onda, maré e sazonais, no período seco e chuvoso o setor intermareal superior apresenta padrões deposicionais, indicando um aumento no volume de sedimento nas áreas de dunas. Enquanto, no setor intermareal médio, há um equilíbrio entre ganho e perda de sedimento nesse setor, já no setor intermareal inferior, no período seco o comportamento é bem similar ao setor médio intermareal. Porém, no período chuvoso o padrão é mais erosivo, esse efeito pode estar vinculado ao efeito de exfiltração do lençol freático, efeito observado por Magalhães (2013), Costa (2018) e pelo presente estudo.

Os padrões sedimentológicos encontrados também foram descritos por Braga et al. 2007, onde os seus padrões estatísticos da distribuição granulométrica são de areia bem a muito bem selecionada, com assimetria positiva a muito positiva. O valor positivo na assimetria indica um padrão deposicional.

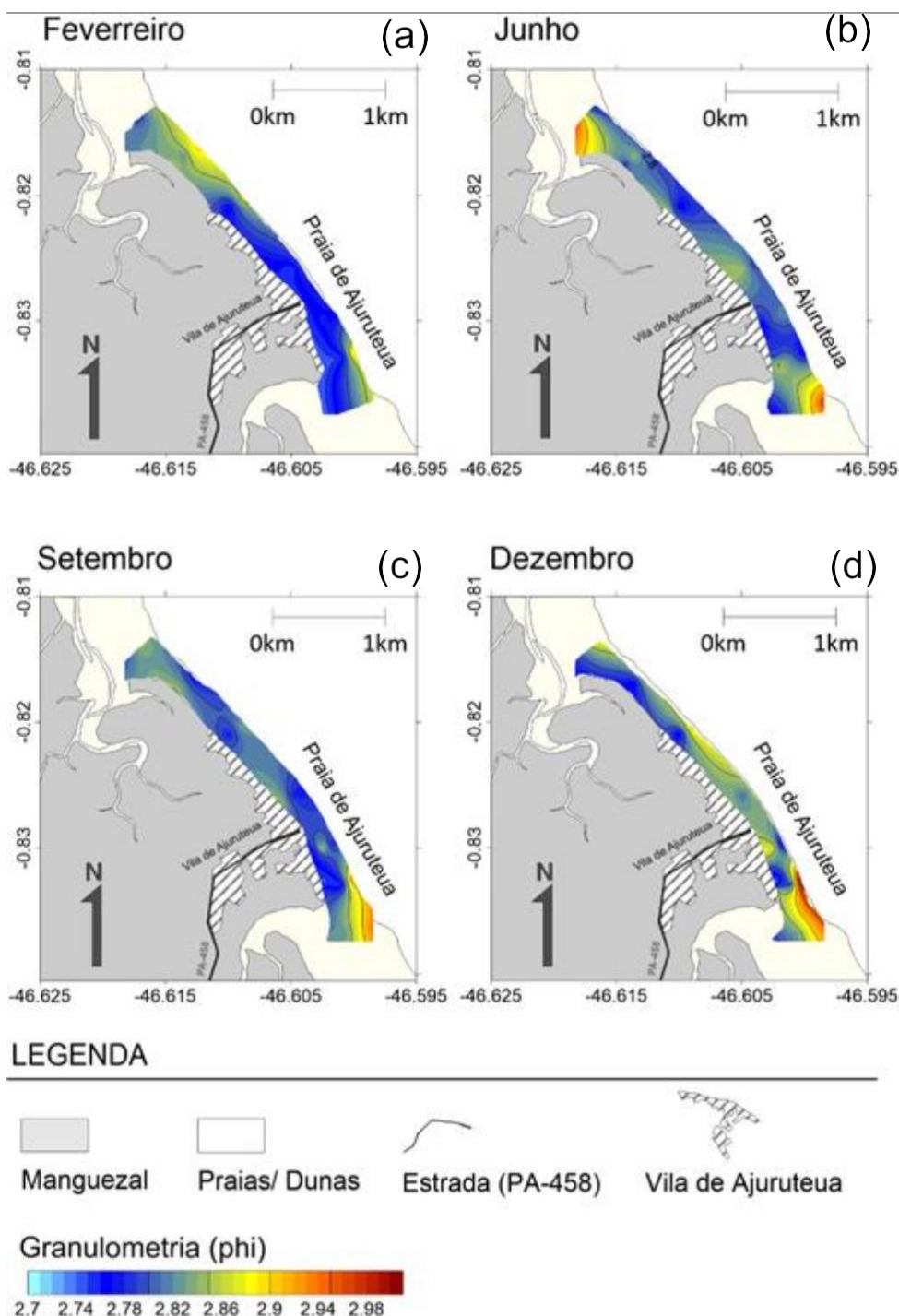


Figura 6: Dados granulométrico em condição de marés de sizígia (a) fevereiro, (b) julho, (c) setembro e (d) dezembro.

Em relação a curtose, todas as amostras coletadas foram mesocúrtica, a curtose representa de forma resumida a distribuição do sedimento, amostras onde a classificação que tendem a ser leptocúrtica ou mesocúrtica, representam um bom selecionamento das amostras. Onde, aquelas com baixo selecionamento tendem a

ser platicúrticas. Alves (2001), denota que devido à alta energia hidrodinâmica e seu padrão dissipativo, faz com que a granulometria seja de areia fina tendendo para areia muito fina, sendo o transporte influenciado pela deriva litorânea (McLaren, 1981).

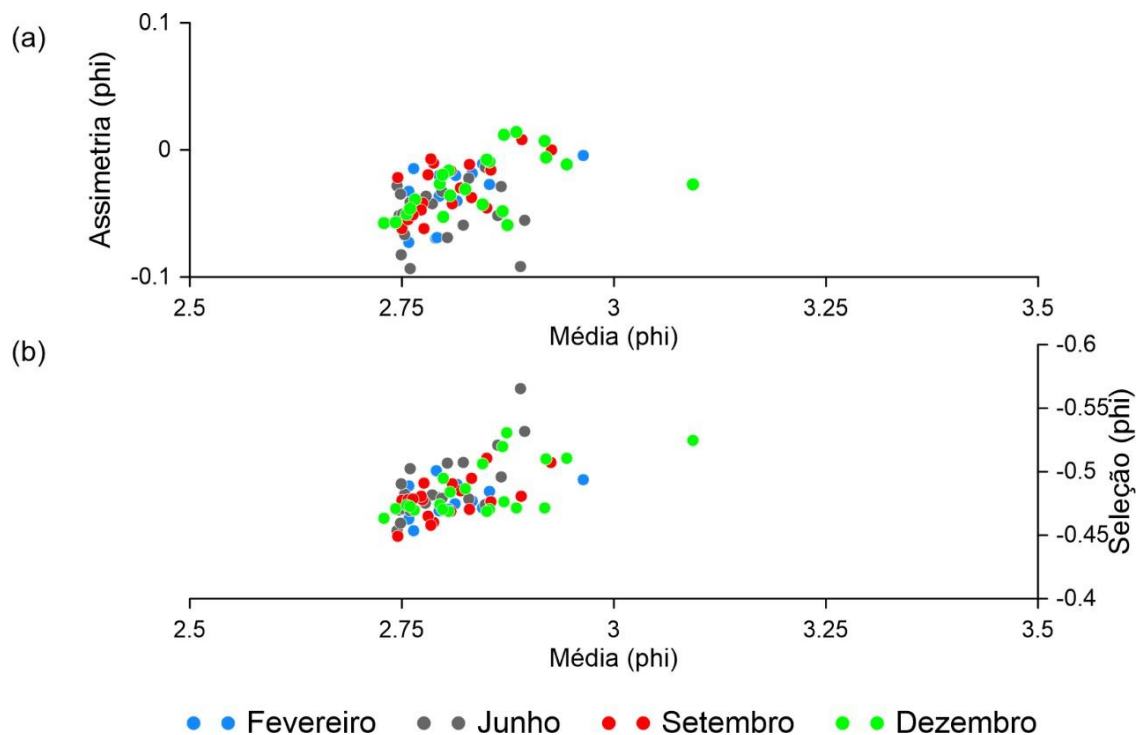


Figura 7: Relações granulométricas (a) média vs. seleção e (b) média vs. assimetria.

Ao analisar parâmetros estatísticos como assimetria, seleção e média de forma juntas, é possível ver esse padrão deposicional na seleção vs. média e na assimetria vs. média. Onde, a assimetria mostrou ser positiva e simétrica indicando assim o acúmulo de sedimentos nos setores praias (superior, médio e inferior). Os dados granulométricos, mostram que no período chuvoso a influência das chuvas e maré, são forçantes que controlam o transporte e o retrabalhamento de sedimento ao longo da praia de Ajuruteua. Enquanto, no período seco as ações de ondas associadas pela intensidade dos ventos (sendo mais fortes nesse período), controlam mais a dinâmica sedimentar.

4.2 Topografia

A área da fase praias da praia de Ajuruteua, em seus setores mais extremos possui ~320 m e na sua porção mais central, onde se localiza a parte urbanizada da praia é de ~98 m. As principais fontes de sedimento são a plataforma e o estuário do

Rio Caeté, onde o canal de vazante do estuário é paralelo a praia, sendo um fator importante para o transporte e retrabalhamento de sedimento da praia.

Os dados altimétricos coletados nos quatro períodos (Figura 7), demonstra que as áreas mais altas estão localizadas próximas aos extremos, onde estão os canais de maré da Barca (SE) e ao canal do Chavascal (NO), essas áreas estão relacionadas a formação de dunas, onde as dunas mais altas estão localizadas no setor NO (Figura 7).

Em relação entre o balanço sedimentar entre os meses de onde foram feitos os levantamentos topográficos, onde se verifica áreas onde houve um padrão deposicional e áreas onde houve processo erosivo. Na comparação entre os dados de fevereiro e julho (Figura 8- a), o setor NO sofreu mais processos erosivos, perdendo em média até $\sim 0,7$ a 2,5 metros de camada sedimentar de um mês para o outro em algumas áreas. Porém, no setor SE houve um padrão mais deposicional havendo em média $\sim 0,5$ a 1 metro de ganho de sedimento em algumas áreas (Figura 8- a e b).

Na comparação entre os meses julho e setembro, o padrão encontrado foi bem semelhante a comparação entre fevereiro > julho, pois também houve maior erosão no setor NO e maior deposição de sedimento no setor SE. Porém, os ganhos ($\sim 0,6$ a 0,9 metro) e perdas de camadas sedimentares foram menores ($\sim 0,5$ a 0,8). Já na comparação entre os meses setembro > dezembro, praticamente quase não houve áreas com padrões deposicionais, pois nos dois setores NO e SE, houve praticamente somente perda de sedimento “erosão”, com perdas de $\sim 0,5$ a 2,6 metros, ao longo de todo o setor praial (Figura 8- b e c).

O setor NO, da praia de Ajuruteua é mais influenciado pela dinâmica diárias das marés, isso explica o padrão deposicional nesse setor entre os meses de fevereiro e julho, que no período de amostragem ainda se tinha influência das precipitações, que influencia na descarga do Rio Caeté, estuário adjacente ao setor SE da praia de Ajuruteua, como aumento da descarga do caeté também há um maior transporte de sedimento do estuário para a costa, fazendo com que esse sedimento seja depositado na praia, uma vez que o canal de vazante do estuário do caeté é paralelo a praia de Ajuruteua (Figura 8).

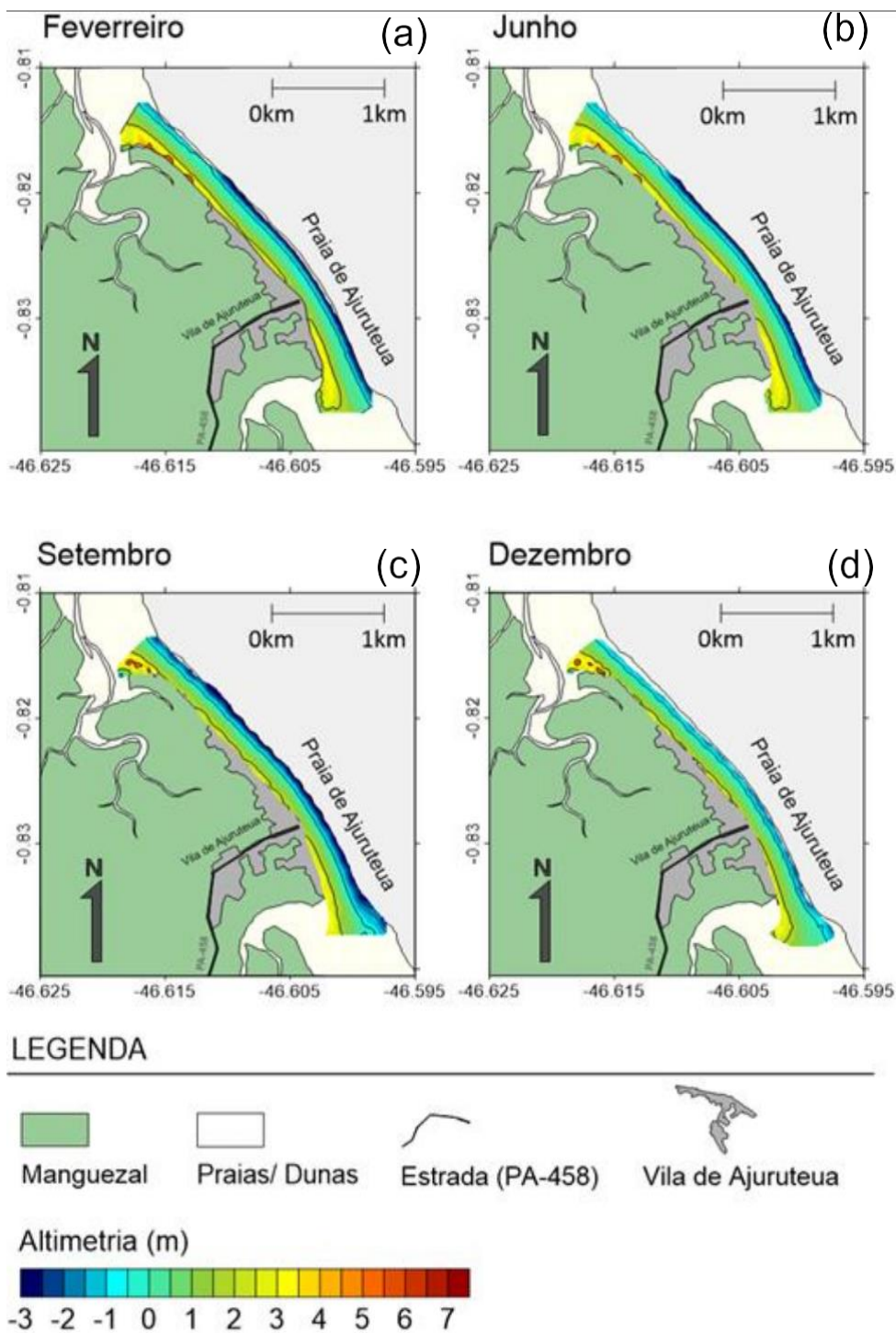


Figura 8: Dados topográficos em condição de maré de sizígia (a) fevereiro, (b) julho, (c) setembro e (d) dezembro.

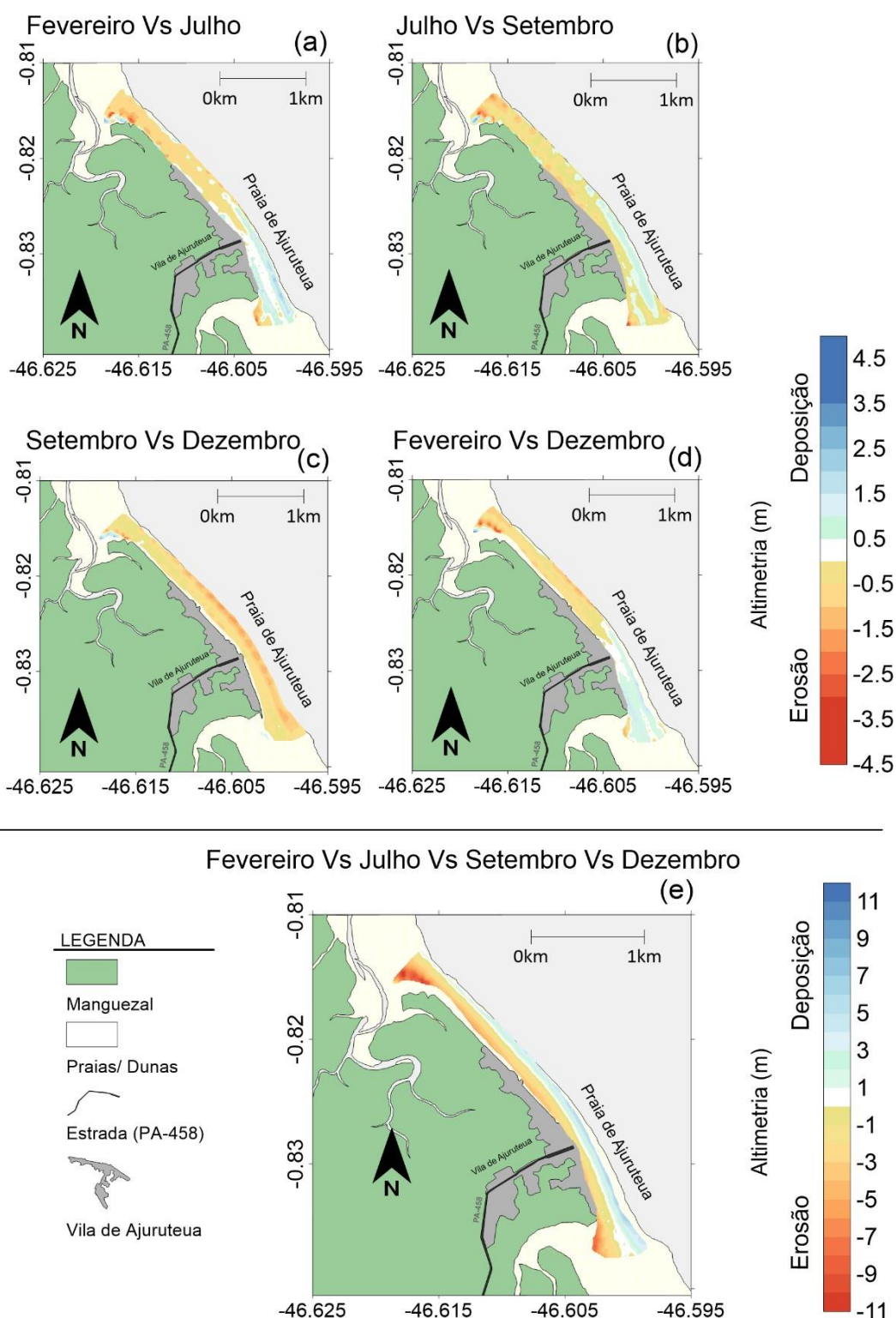


Figura 9: Comparações entres os dados topográficos em condição de maré de sizígia (a) Topografia Fevereiro vs. Julho, (b) Julho vs. Setembro, (c) Setembro vs. Dezembro, (d) Fevereiro vs. Dezembro e (e) (fevereiro/ julho/ setembro/ dezembro), mostrando as áreas que sofreram deposição e erosão.

No setor, SE os processos de sedimentação são influenciados pelas ações de ondas e ventos, isso explica os resultados apresentados. Muitos dos sedimentos

foram retrabalhados e alimentaram os pequenos campos de dunas, que ali existem, explicando que a perda de sedimento nesse setor, ocorreu muito pelo efeito de ondas como por transporte eólico, alimentando os campos de dunas locais. Isso, se confirma com maior evidência no período seco (Figura 8).

Nos perfis (Figura 9), extraídos dos levantamentos altimétricos dos meses avaliados, é possível ver esse padrão de deposição e erosão, confirmando os dados apresentados na figura 8, onde é comparada de forma geral toda a face da praia.

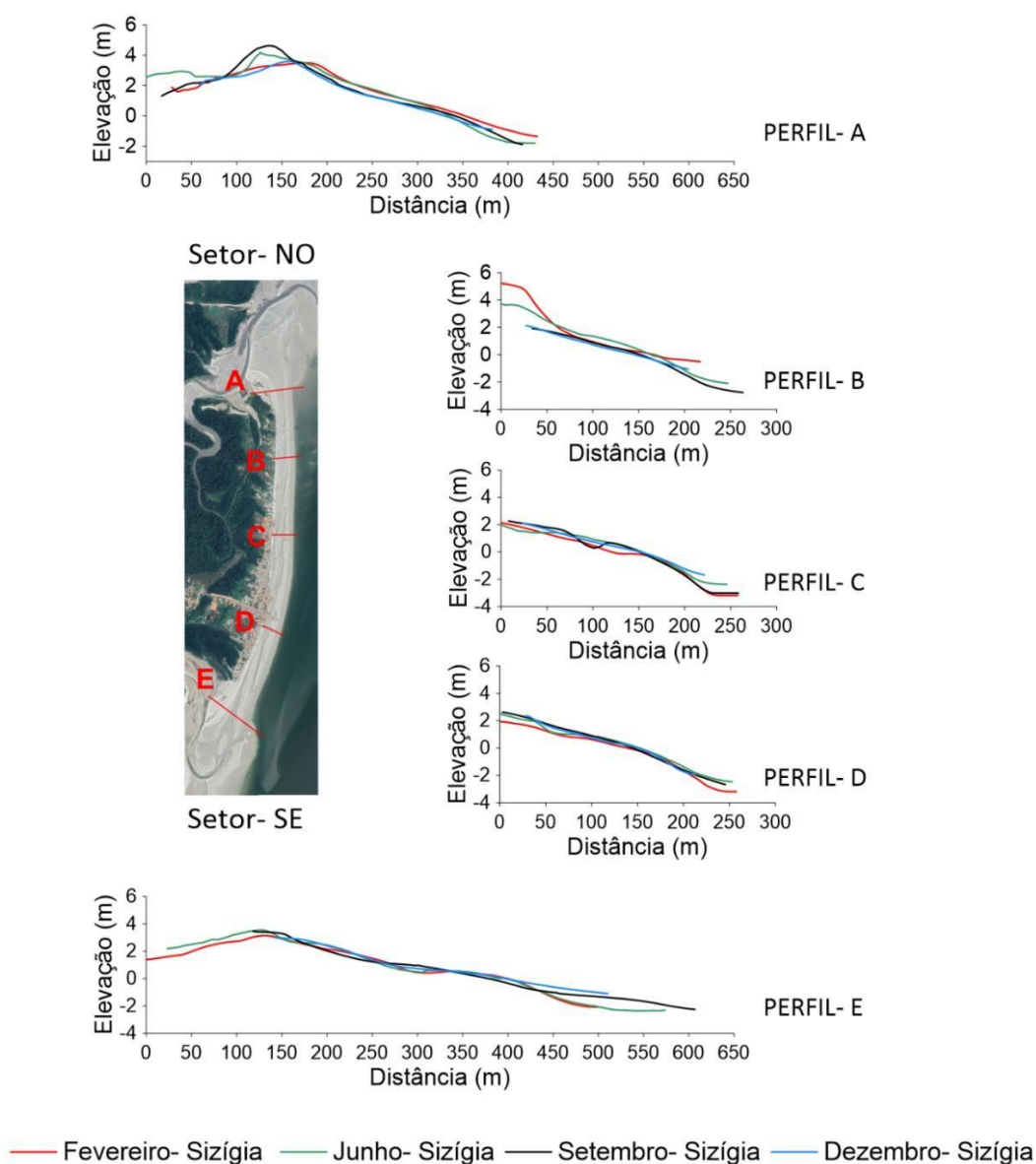


Figura 10: Perfis topográficos em condição de maré de sizígia.

Um dos fatores já descritos por Oliveira (2017), onde a autora denota que a formação de um extenso banco arenoso na frente da Praia de Ajuruteua, está

relacionado a tendência de erosão na parte central da praia. Onde as marés de sizígia e as mudanças sazonais como chuva e direção dos ventos, implicaria na tendência de erosão e acresção em outros setores (NO e SE), com isso, caracterizar a praia com um balanço negativo não seria permitido (Figura 10).

A formação do banco arenoso em frente a praia, faz com que o sedimento oriundo da plataforma continental, fique retido no banco. Fazendo com que as correntes de maré de vazantes e à deriva litorânea, seja o principal mecanismo para o transporte de sedimento entre as extremidades da praia, dificultando o suprimento de sedimento no setor mais erosivo da praia (setor central). Sendo que no setor SE e central, a antepraia é influenciada pela formação do banco, sendo ele disposto de forma paralelo à praia, com distância de ~3 km, sendo exposto na maré baixa de sizígia.

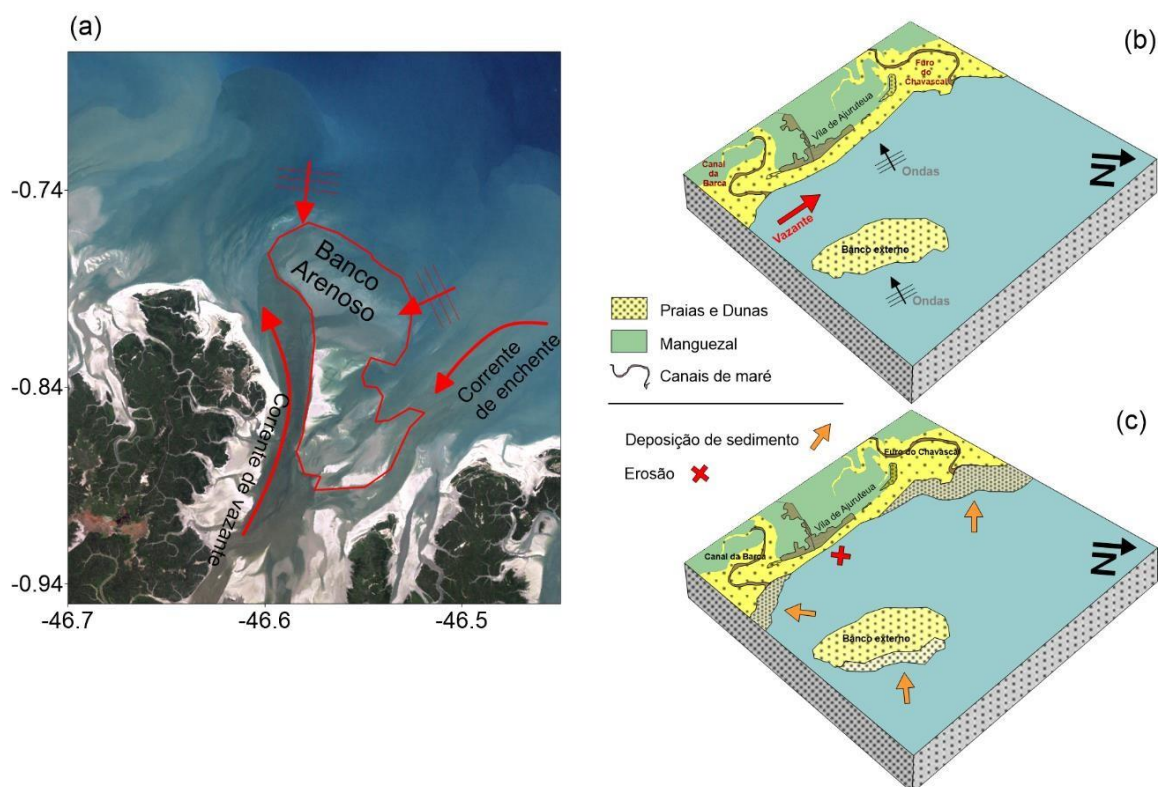


Figura 11: (a)- Imagem de satélite (Landsat TM 3R2G1B – 2001), apresentando de maneira esquemática a combinação de ondas e correntes de maré que resulta na formação de um banco arenoso, retendo os sedimentos e gerando um déficit na praia de Ajuruteua (Modificado de Oliveira 2017), (b)- modelo esquemático mostrando a direção de corrente vazante, a direção das ondas e a disposição do banco arenoso em relação a praia e (c)- locais onde está havendo acresção e erosão de sedimento devido influência do banco arenoso.

4.3 Implicações para criação de projetos de proteção costeira

Até o início da década de 1980, a Praia de Ajuruteua encontrava-se praticamente inabitada, frequentada apenas por pescadores que ali trabalhavam e alguns visitantes que se arriscavam a conhecer o local por via marítima (Carvalho,2000). A construção da rodovia estadual PA-458 (com 36 km de extensão, dos quais 20 km cruzam áreas de manguezais), entre a cidade de Bragança e Ajuruteua, foi concluída em 1983, fato que facilitou a expansão urbana e incentivou o início do turismo na região.

A falta de planejamento sobre o uso e ocupação da praia, vem gerando uma série de transformações ambientais e na qualidade de vida da população local, a perda da qualidade da água (aumento do despejo de esgotos, acúmulo de lixo, etc.), influencia diretamente na redução de recursos vivos que tem importância direta na economia e subsistência da população local (peixes, caranguejos, etc.), assim como a carga de infraestrutura que o sistema exige para gerar lucros são um dos responsáveis por essas modificações na sedimentologia e morfodinâmica costeira local (Ribeiro et al., 2003; Souza-Filho et al., 2003).

Logo o turismo acaba sendo uma via de mão dupla, por um lado responsável pelo aumento de oportunidades, ampliando as possibilidades de trabalho para a população local que antes vivia única e exclusivamente da pesca, e por outro lado diretamente ligado a essa ocupação mal planejada.

Entre os anos de 2019 e 2020, se iniciou uma obra de contenção na praia de Ajuruteua, que consiste em um enrocamento, obra realizada por intermédio da prefeitura municipal de Bragança e o ministério público. Porém, devido à grande energia hidrodinâmica associado a falta de estudo, a obra se mostra ineficiente (Figura 11).



Fonte: Rômulo Alves



Fonte: Facebook

Figura 12: Imagem mostrando a área da obra de contenção e abaixo uma outra imagem mostrando com mais detalhes a obra já quase finalizada.

Os resultados aqui apresentados foram coletados antes da implantação da obra, uma série de dados que representam a dinâmica sedimentar natural da praia de Ajuruteua, sem interferência da obra de contenção implementada. Com isso, serão realizados novos levantamentos que serão comparados com os aqui apresentados, mostrando o quanto a obra interferiu no balanço sedimentar ao longo da praia, e se a mesma, do ponto de vista de solucionar os processos erosivos na praia de Ajuruteua, foi ou não eficiente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se então que os fatores sazonais tem grande influência nas mudanças morfológicas da face da Praia de Ajuruteua, nas mudanças sedimentológicas a sazonalidade não se mostrou um fator de tamanha relevância nas alterações sedimentares, na topografia houveram grandes alterações, foram analisados vários fatores que influenciam nesse processo, como as ondas e as correntes de marés, que contribuem no transporte de sedimento ao longo da face da praia, criando e modificando as áreas de dunas, causando alterações topográficas intensas em um curto espaço de tempo.

Por se tratar de um ambiente dinâmico em constante mudança, a parte urbanizada da Praia de Ajuruteua vem sofrendo com os fenômenos erosivos, processo natural que acaba sendo intensificado pela ação antrópica, as últimas coletas de dados foram feitas no dia em que se iniciou a obra da orla de Ajuruteua, que levando em consideração os dados apresentados acima não terá efeito relevante na contenção da maré, e pode trazer até prejuízos para a morfodinâmica da praia, intensificando o processo erosivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M.M.S. 2001. Morfodinâmica e Sedimentologia da Praia de Ajuruteua – NE do Pará. Belém, Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Dissertação de Mestrado, 104p.

BARBOSA, V. M., GREGÓRIO, A.M.S, BUSMAN, D.V., COSTA, R.A.A.M., SOUSA- FILHO, P.W.M., PERREIRA, L.C.C. 2007. Estudo morfodinâmico durante uma maré equinocial de sizígia em uma praia de Macromaré do litoral amazônico (Praia de Ajuruteua-PA, Brasil). Boletim Paranaense de Geociências Editora UFPR, n. 60-61, p. 31-43.

BIRD, E. C. F. Coastal geomorphology: an introduction. England: 2nd Ed. Wiley, 2008. 384 p.

Braga, F. P; Souza Filho, P.W.; Alves, M.A.M.S; Pereira, L.C.C. Morfologia e sedimentologia da praia de macromaré de Ajuruteua. Boletim Paranaense de Geociências, n. 60-61, p. 11-30, 2007. Editora UFPR.

CALLIARI, L.J; DIETER, M; HOEFEL, F.G; & TOLDO JR, E. 2003. Morfodinâmica praial: uma breve revisão. Revista Brasileira de Oceanografia. 51(único), 2003. pg. 63-78.

CARVALHO L.P.F. 2007. Estudo morfoestratigráfico e sedimentológico dos depósitos holocênicos da planície costeira de Maracanã – NE do Pará. Dissertação de Mestrado, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. 129 p.

HOEFEL, F. G.1998. Morfodinâmica de Praias Arenosas Oceânicas: Uma Revisão Bibliográfica. Itajaí: Editora da UNIVALI. 91 e 92p.

HOEFEL, F.G. Morfodinâmica de praias arenosas: uma revisão bibliográfica. Ed. Univali, Itajaí, 92p. 1998.

HORIKAWA, K. 1988. Nearshore Dynamics and Coastal Processes. 1st ed. University of Tokyo Press, 522 p.

MAGALHÃES, A.F.S. 2013. Modificações Morfo-sedimentológicas no extremo sudeste da praia de Ajuruteua/ litoral Amazônico (Pará/ Brasil). Trabalho de conclusão de curso- Faculdade de Ciências Naturais, UFPA- Campus Bragança.

MASSELINK, G., KROON, V & DAVIDSON-ARNOTT, R.G.D. 2006. Morphodynamics of intertidal bars in wave-dominated coastal settings — A review. Geomorphology, 73 (1-2): 33-49.

MASSELINK, G.; LI, L. The role of swash infiltration in determining the beachface gradient: a numerical study. *Marine Geology*. 176, 139–156. 2001.

MASSELINK, G.; SHORT, A.D. The effect of the tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual beach model. *Journal of Coastal Research*, v.9, n.3, p.785-800, 1993.

McLAREN, P. 1981. Na interpretation of trends in grain-size measures. *Journal of Sedimentary Petrology*, 51:611-624.

OLIVEIRA, A.M. 2017. Morfodinâmica da Praia de Ajuruteua (Pará, Brasil) Sob Efeitos de Bancos Intermareais, Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-graduação em Biologia Ambiental- PPBA, Dissertação de Mestrado.

OLIVEIRA, S. M. O.; PEREIRA, L. C. C.; VILA-CONCEJO, A. Morphodynamic processes in a macrotidal beach in the Amazon littoral. *Quaternary and Environmental Geosciences*, v. 5, p. 125-136, 2014.

PIANCA, C.; MAZZINI, P. L. F.; SIEGLE, E. Brazilian offshore wave climate based on NWW3 reanalysis. *Brazilian Journal of Oceanography*. v. 58, n. 1, p. 53-70, 2010.

RANIERI, L.A & EL-ROBRINI, M. Comportamento morfo-dinâmico sazonal da Praia da Romana, Ilha dos Guarás (Nordeste do Pará), como indicativo do transporte litorâneo da área. *Pesquisas em Geociências*, 39(3): 231-246. 2012.

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

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: BATISTA NETO, J.A.; PONZI, V.R.A.; SICHEL, S.E. *Introdução à Geologia Marinha*. Rio de Janeiro. Ed. Interciência, 2004, p.175-218.

SILVA, R. M.; SALES, C. C. L.; PEREIRA, J. B. de L.; SOARES, C.; MENEZES, M.; MEHLIG, U. Estudos preliminares da vegetação de restinga da Península de Bragança, Nordeste do Estado do Pará. In: 55º Congresso Nacional de Botânica. Viçosa – MG, 2004.

Wright L.D. & Short A.D. 1984. Morphodynamics variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine Geology*, 56:93-118.

COSTA, J.V. de SOUSA. 2018. Análise Morfo-Sedimentar das Extremidades de uma Praia Amazônica de Macromaré. Trabalho de conclusão de curso- Faculdade de Ciências Naturais, UFPA- Campus Bragança.