

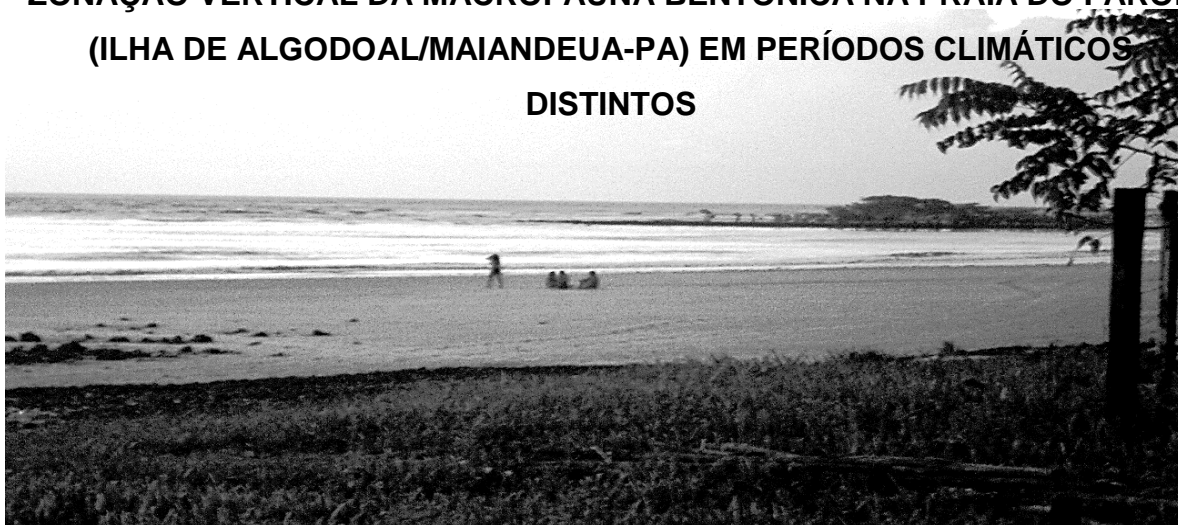


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

THUAREAG MONTEIRO TRINDADE DOS SANTOS

**ZONAÇÃO VERTICAL DA MACROFAUNA BENTÔNICA NA PRAIA DO FAROL
(ILHA DE ALGODOAL/MAIANDEUA-PA) EM PERÍODOS CLIMÁTICOS
DISTINTOS**



Belém-Pará

DEZEMBRO/ 2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S237z Santos, Thuareag Monteiro Trindade dos

Zonação vertical da macrofauna bentônica na praia do Farol (Ilha de Algodual/Maiandeuá-PA) em períodos climáticos distintos. / Thuareag Monteiro Trindade dos Santos. – 2014

54 f. : il

Orientador: Mayk Ferreira de Almeida

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia, Belém, 2014.

1. 1. Bentos (Ecologia) - Amazônia. 2. Praia arenosa. 3. Invertebrados aquáticos. I. Título.

CDD 22. ed.: 577.7709811

THUAREAG MONTEIRO TRINDADE DOS SANTOS

**ZONAÇÃO VERTICAL DA MACROFAUNA BENTÔNICA NA PRAIA DO FAROL
(ILHA DE ALGODOAL/MAIANDEUA-PA) EM PERÍODOS CLIMÁTICOS
DISTINTOS**

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

Orientador: Prof. M.Sc. Mayk Ferreira

Co – Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Martinelli

**Belém-Pará
DEZEMBRO/2013**

THUAREAG MONTEIRO TRINDADE DOS SANTOS

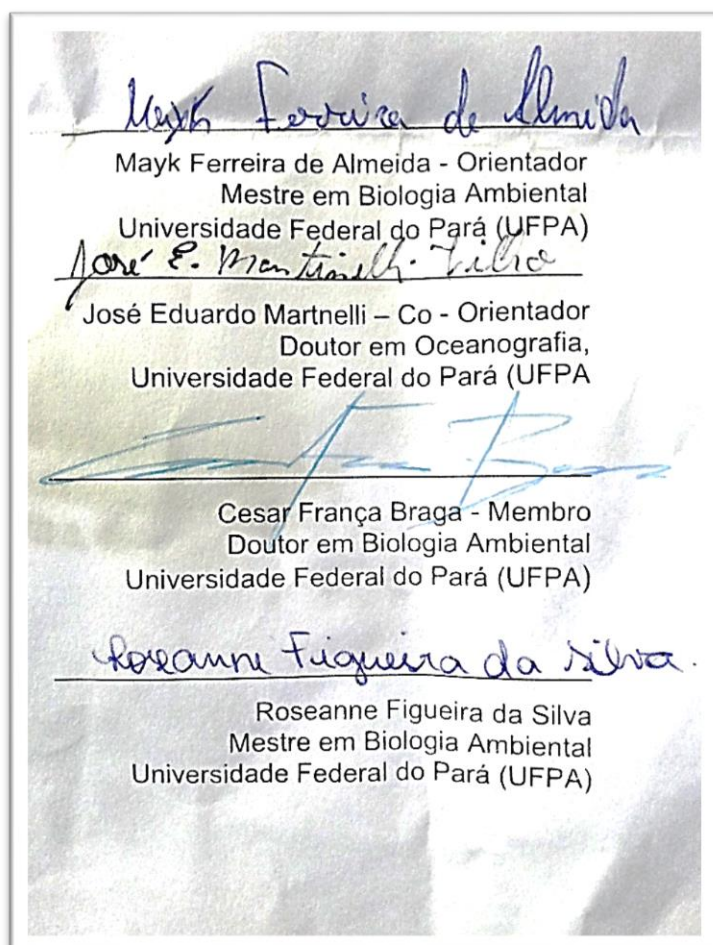
**ZONAÇÃO VERTICAL DA MACROFAUNA BENTÔNICA NA PRAIA DO FAROL
(ILHA DE ALGODOAL/MAIANDEUA-PA) EM PERÍODOS CLIMÁTICOS
DISTINTOS**

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

Data de aprovação: 20/07/2013

Conceito: Bom

Banca examinadora:



Dedico à minha família e aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado sabedoria para completar mais essa etapa.

Aos meus pais, Rosana e Jailson, por sempre me apoiarem durante a minha vida, em especial a minha mãe por estar sempre presente e principalmente pelas noites sem dormir de preocupação enquanto estava viajando.

Ao meu professor e orientador, Mayk Almeida, pela oportunidade, amizade, confiança, paciência e ensinamentos para o desenvolvimento desse e de outros trabalhos.

Ao Professor Dr. José Souto Rosa Filho que oportunizou o desenvolvimento desse trabalho e por todo o conhecimento que compartilhou comigo.

A todos os professores que tive ao longo da graduação por proporcionar e compartilhar um pouco de seus conhecimentos.

À minha Família, que sempre esteve do meu lado em todos os momentos da minha vida, me apoiando, principalmente meus tio Júlio e Amilton pelo incentivo e por patrocinarem diversas viagens que sem dúvida ajudaram na minha formação.

Aos amigos do laboratório de oceanografia biológica (Mayk, Rose, Daiane, César, Vanessa, Yuri, Mayara, Vitor, Carlos, Thomás, Bruno, Alexandre, Mica, ...), antigo LABEN, por me aturarem ao longo desses anos de convivência e por sempre me ajudar e auxiliar nas atividades desenvolvidas em laboratório e em campo e principalmente pela amizade que me dispuseram.

Ao Prof. Dr José Eduardo Martinelli que prontamente aceitou ser meu co-orientador, e pela ajuda em diversos trabalhos.

Ao César e a Roseanne que gentilmente aceitaram em participar da minha banca.

A minha turma de graduação (2010) por terem me aturado ao longo desses quatro anos de curso, pela convivência tranquila, mesmo durante os problemas durante as saídas de campo e finais de semestre, pela ajuda, amizade e por proporcionarem diversos momentos e estórias que certamente lembrarei pelo resto da minha vida.

Ao professor Marcelo Rollnic e todos os integrantes do LOF (Laboratório de Oceanografia Física) pela ajuda durante os campos para a realização e confecção dos perfis praias.

A professora Susy que gentilmente me emprestou seu laboratório para a realização de algumas análises importantes.

A todos os meus amigos que fiz ao longo do curso.

Ao meu grande parceiro, Banha (Thomás), pela ajuda em diversos momentos, trabalhos feitos, incentivo e confiança durante esse período de convivência.

A loira que mais perturbo, Mariazinha-do-curral (Mayara), por me aturar, ajudar e incentivar em vários momentos.

Ao meus amigos de longa data, Moa, Rodolfo e Carmenzita por me apoiarem sempre, mesmo reclamando que eu sumo. Em especial ao Dantas (Anderson), por ter reaparecido e ter acreditado, incentivado e ter me proporcionado diversos momentos de descontração, histórias e embriaguez e perseverança quando necessário e principalmente pela irmandade e parceria de sempre.

As novas amizades conquistadas Nyl, Mauricio, Rafa, Praia, Vitor, Lucas, Ewerton, Grazi, Silviane, Lays, Luiza, Andreza pelos incentivos, diversos momentos divertidos e de embriaguez proporcionando diversas histórias. Espero que mais momentos desses ocorram.

A todas que não me atrapalharam.

Foi com a colaboração, incentivo, amizade e ajuda de diversas pessoas que foi possível realizar este trabalho, agradecer a todos é muito difícil, portanto a todos que não foram citados mas que contribuíram de alguma forma para a realização deste:

- Meus sinceros agradecimentos!

“Diz-se que, mesmo antes de um rio cair no oceano ele treme de medo.

Olha para trás, para toda a jornada, os cumes, as montanhas, o longo caminho sinuoso através das florestas, através dos povoados, e vê à sua frente um oceano tão vasto que entrar nele nada mais é do que desaparecer para sempre.

Mas não há outra maneira. O rio não pode voltar. Ninguém pode voltar. Voltar é impossível na existência. Você pode apenas ir em frente. O rio precisa se arriscar e entrar no oceano. E somente quando ele entra no oceano é que o medo desaparece. Porque apenas então o rio saberá que não se trata de desaparecer no oceano, mas tornar-se oceano. Por um lado é desaparecimento e por outro lado é renascimento. Assim somos nós.

Só podemos ir em frente e arriscar.

Coragem!! Avance firme e torne-se Oceano!!!”

Osho

RESUMO

Este estudo descreve a zonação vertical da macrofauna bentônica da Praia do Farol (Ilha de Algodual/Maiandeuá-PA) entre diferentes períodos climáticos amazônicos. As coletas ocorreram nos períodos chuvoso (junho de 2011, 2012 e 2013 e março de 2012 e 2013) e seco (setembro e dezembro de 2011 e 2012), ao longo de dois transectos perpendiculares à linha de praia, com coletas ocorrendo em seis locais a cada (50m) e quatro amostras em cada. Utilizou-se amostrador cilíndrico ($0,0079 \text{ m}^2$) para retirar as amostras, sendo o material coletado passado em malha de 0,3 mm. A cada coleta foi levantado o perfil da face da praia utilizando o método da estádia. Para cada amostra foi determinada a riqueza (n° total de táxons), densidade (ind/m^2), diversidade (H - LOGE), equitatividade (J' de Pielou). Os descritores foram comparados entre estratos e períodos utilizando análises uni- (ANOVA) e multivariadas (ANOSIM, MDS e SIMPER). Foram coletadas 432 amostras, 48 por ocasião de coleta, sendo identificados 1739 organismos representantes de 71 táxons pertencentes aos filos Nemertea (1 táxon), Echinodermata (1 táxon), Arthropoda (21 táxons), Mollusca (16 táxon) e Annelida (27 táxons). *Orbinia* sp (51%), *Nephtys simoni* (24%) e *Armandia* sp (7%) foram os táxons mais abundantes. O período seco apresentou menor riqueza (40 táxons) e maior abundância (991 organismos). Maiores densidades ocorreram no médiolitoral inferior em ambos os períodos. Observou-se os maiores valores de diversidade e equitatividade no médiolitoral superior em ambos os períodos. A Praia do farol, apresentou composição típica de praias arenosas, sendo esta dominada principalmente por anelídeos, com elevada riqueza e baixa densidade quando comparada a outras praias arenosas, provavelmente devido à grande variação da salinidade, elevado índice pluviométrico e alta descarga fluvial da região. A região do MLS foi dominado pelo filo Arthropoda, composto principalmente por Gammaridea, as regiões do MLM e MLI foram dominadas pelo filo Annelida, compostas principalmente por *Orbinia* sp e *N. simoni*. A riqueza e abundância aumentaram em direção ao mar, devido provavelmente ao menor risco de dissecação e quantidade de alimento disponível.

Palavras-chave: Amazônia; Morfodinâmica; Praia Arenosa, Invertebrados Aquáticos.

ABSTRACT

This study describes the vertical zonation of macrofauna in Farol beache (Algodoal Island / Maiandeuá - PA) in different climatic periods Amazon. Samples were collected in the rainy (June 2011, 2012 and 2013 and March 2012 and 2013) and dry (September and December 2011 and 2012), along two transects perpendicular to the beach, with sampling occurring in six equidistant locations (50m) with four samples per site, since the high tide line of syzygy (spring) to the line of syzygy tide. We used cylindrical sampler (0.0079 m^{-2}) for sample, the material collected in the past 0.3 mm mesh and the retained organisms in formalin 4 % saline buffered with sodium tetraborate. Each collection was raised the profile of the beach face using the method of stay. In the laboratory, the organisms were identified to the lowest taxonomic level possible and counted. For each sample was determined richness (total number of taxa), density (ind/m^2), diversity (H - LOGE), and evenness (J 'evenness). The descriptors was compared between strata and periods, using univariate (ANOVA) and multivariate analysis (ANOSIM, MDS and SIMPER). 432 samples were collected, 48 at the time of collection, and identified 1,739 organizations representing 71 taxa belonging to the phylum Nemertea (1 taxon), Echinodermata (1 taxon), Arthropoda (21 taxa), Mollusca (16 taxa) and Annelida (27 taxa) *Orbinia* sp (51%) *Nephtys simoni* (24%) and *Armandia* sp (7%) were the most abundant taxa. The dry period had lower richness (40 taxa) and highest abundance (991 organisms). Highest densities occurred in the lower intertidal in both periods. We observed the highest values of diversity and evenness in intertidal higher in both periods. The Beach Lighthouse, presented typical composition of sandy beaches, which is mainly dominated by annelids, with high wealth and low density compared to other sandy beach, probably due to large variation in salinity, high rainfall and river discharge in the region. The region were dominated by the MLS phylum Arthropoda, composed mainly of Gammaridea, regions of MLM and MLI were dominated by the phylum Annelida, mainly composed *Orbinia* sp and *N. simoni*. The richness and abundance increased towards the sea, probably due to the lower risk of dissection and amount of food available.

Key words: Amazon; Morphodynamic; Sandy Beach

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da área de estudo - Ilha de Algodual-Maiandeuá (Maracanã-PA). ...	22
Figura 2: Desenho amostral utilizado para a coleta das amostras para a praia estudada.....	23
Figura 3: Coleta da macrofauna utilizando um amostrador cilíndrico (A), retirada do excesso de sedimento da amostra utilizando malha de 300 μm (B), retirada da amostra de sedimento para a determinação da M.O e do % de H_2O (C) e determinação da temperatura e umidade do solo (D).	24
Figura 4: Precipitação pluviométrica (total acumulado) e salinidade da água nos meses de coleta. Fonte INMET.....	27
Figura 5: Valores médios de M.O, Umidade e pH das amostras dos sedimentos dos estratos do MLS, MLM e MLI na praia do Farol (Ilha de Algodual-Maiandeuá/ PA) nos períodos chuvoso e seco.....	28
Figura 6: Ordenação PCA de amostras dos estratos do médiolitoral superior (MLS - \blacktriangle), médiolitoral médio (MLM - \blacktriangledown) e do médiolitoral inferior (MLI - \blacksquare) na praia do Farol (Ilha de Algodual-Maiandeuá/PA) nos períodos seco e chuvoso.	29
Figura 7: Perfis da praia do Farol dos meses de amostragem. A) de setembro de 2011 a junho de 2012; B) de dezembro de 2012 a junho de 2013.	30
Figura 8: Contribuição das principais espécies para a similaridade dos grupos identificados na praia do Farol.	31
Figura 9: Participação relativa dos principais filos da macrofauna bentônica no período seco (A) e chuvoso(B) na praia do Farol (Ilha de Algodual/Maiandeuá-PA).	31
Figura 10: Participação relativa geral dos principais táxons da macrofauna bentônica nos períodos na praia do Farol (Ilha de Algodual/Maiandeuá-PA).....	35
Figura 11: Participação relativa dos principais táxons da macrofauna bentônica no período seco (B) e chuvoso(A) na praia do Farol (Ilha de Algodual/Maiandeuá-PA).	35
Figura 12: Participação relativa dos principais táxons da macrofauna bentônica na praia do Farol nas regiões do médiolitoral superior (A), médiolitoral médio (B) e médiolitoral inferior (C) no período chuvoso.	36
Figura 13: Participação relativa dos principais táxons da macrofauna bentônica na praia do Farol nas regiões do médiolitoral superior (A), médiolitoral médio (B) e médiolitoral inferior (C) no período seco.	36
Figura 14: Densidade média (ind. m^{-2}) da macrofauna bentônica na praia do Farol nos períodos chuvoso e seco.....	37
Figura 15: valores médios das densidades dos principais táxons da praia do Farol nos períodos chuvoso (A) e seco (B).	38
Figura 16: Riqueza média (n° total de táxons) da macrofauna bentônica na praia do Farol nos períodos chuvoso e seco.	38
Figura 17: Diversidade média da macrofauna bentônica da praia do Farol nos períodos chuvoso e seco.	39
Figura 18: Equitatividade média da macrofauna bentônica na praia do Farol nos períodos chuvoso e seco.....	39
Figura 19: Resultado da análise de ordenação (MDS) para as amostras da macrofauna na praia do Farol.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores médios (\pm SD) das variáveis abióticas da praia do Farol (Ilha de Algodual-Maiandeuá/PA) nos estratos do médiolitoral superior (MLS), médiolitoral médio (MLM) e médiolitoral inferior (MLI) entre os períodos climáticos	28
Tabela 2: Resultados fatoriais de ANOVA (valores de F) avaliando os efeitos de período (seco e chuvoso) e estratos (MLS, MLM, MLI) nos parâmetros abiótico. Valores de diferenças significativas entre parênteses avaliados por análise de variância e teste de Tukey post hoc dada por NS = não significativo; * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$	28
Tabela 3: Táxons da macrofauna bentônica nos estratos durante períodos chuvoso e seco com valores de densidade na Praia do Farol (Ilha de Algodual/Maiandeuá-PA).	32
Tabela 3 (continuação): Táxons da macrofauna bentônica nos estratos durante períodos chuvoso e seco com valores de densidade na Praia do Farol (Ilha de Algodual/Maiandeuá-PA).....	33
Tabela 3 (final): Táxons da macrofauna bentônica nos estratos durante períodos chuvoso e seco com valores de densidade na Praia do Farol (Ilha de Algodual/Maiandeuá-PA).....	34
Tabela 4: Valores médios(\pm SD) das variáveis bióticas da praia do Farol (Ilha de Algodual-Maiandeuá/PA) nos estratos do médiolitoral superior (MLS), médiolitoral médio (MLM) e médiolitoral inferior (MLI) entre os períodos climáticos	34
Tabela 5: Resultado da ANOVA fatorial para as comparações entre estratos e períodos dos descritores, densidade, riqueza, diversidade (H') e equitatividade (J') da macrofauna bentônica da praia do Farol (ilha de Algodual-Maianadeuá/PA).	37
Tabela 6: Contribuição das principais espécies para a similaridade dos grupos identificados na praia do Farol.	40
Tabela 6 (final): Contribuição das principais espécies para a similaridade dos grupos identificados na praia do Farol.	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GERAL.....	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	19
3.2 PROCEDIMENTOS DE CAMPO.....	22
3.3 PROCEDIMENTOS EM LABORATÓRIO.....	24
3.4 ANÁLISE DE DADOS.....	25
4. RESULTADOS	26
4.1 CARATERÍSTICAS AMBIENTAIS.....	26
4.2 MACROFAUNA BENTÔNICA.....	30
5. DISCUSSÃO	41
6. CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	47

1. INTRODUÇÃO

Praias arenosas oceânicas são ambientes de transição entre os ecossistemas terrestre e marinho, com fundo geralmente arenoso, que se estendem desde o limite onde as ondas são capazes de remover os sedimentos do fundo até a linha de vegetação permanente, ou onde há mudanças na fisiografia, como dunas ou falésias marinhas (KOMAR, 1998). Constituem um dos ambientes mais dinâmicos da terra (SHORT, 1999), ajustando-se constantemente a flutuações dos níveis de energia locais sofrendo constante retrabalhamento por processos eólicos, biológicos e hidráulicos (HOEFEL, 1973). Estão presentes em todas as costas, latitudes e climas ao redor do mundo, tendo uma grande amplitude de tamanhos, morfologias, graus de exposição e condições oceanográficas, junto com alta diversidade em características bióticas (RODIL; LASTRA, 2004), além de desempenharem um importante papel como área de recreação (MCLACHLAN, 1983).

Dependendo da energia de onda, tamanho dos grãos e morfologia, as praias podem ser classificadas em três tipos principais: 1. Reflectivas, onde a energia de onda se concentra na face praial e dela é refletida, possuem sedimentos grosseiros, perfil abrupto, zona de surfe ausente e normalmente apresenta baixa densidade e diversidade de organismos; 2. Dissipativas, com zona de arrebentação extensa, sedimento fino, perfil suave e maior densidade e diversidade de organismos; 3. Intermediárias, que apresentam características dos tipos praias anteriores e são geralmente formados por sedimentos finos a médios, com zona de surfe comumente apresentando barras arenosas, canais e correntes de retorno (SHORT; WRIGHT, 1983; WRIGHT; SHORT, 1984; SHORT, 1996, 1999).

As praias arenosas podem também ser classificadas, quanto a sua exposição a ação de ondas, desde muito expostas a muito protegidas, sendo a variabilidade física resultante da combinação de parâmetros básicos como característica das ondas e granulometria do sedimento (MCLACHLAN, 1990). Em estuários e baías protegidas, a diminuição da influência da ação de ondas geradas por ventos locais de período curto, determina a presença de praias com características morfológicas distintas das praias expostas. Por outro lado, a amplitude de maré ganha importância relativa à altura das ondas, o que condiciona a largura e morfologia da praia devido à distribuição vertical da energia das ondas, geralmente formando um perfil composto de uma praia superior íngreme e uma planície inferior de declive suave (MASSELINK; SHORT 1993; BORZONE et al., 1996; BARROS et al., 2001).

Por conta da sua alta dinâmica, as praias arenosas foram consideradas desertas e pouco produtivas por muito tempo, o que provocou um atraso nas pesquisas de seus componentes biológicos (MCLACHLAN, 1983). Porém, desde as primeiras pesquisas realizadas em praias arenosas, foi possível verificar que este ambiente pode sustentar uma fauna diversificada e adaptada a explorar as condições de elevada e peculiar dinâmica desse ambiente (MCLACHLAN, 1983).

Dentre os componentes biológicos de praias arenosas está a fauna bentônica, composta por organismos que vivem no substrato obrigatoriamente ao menos durante parte de seu ciclo de vida; apresentando íntima relação com o fundo, seja porque nele estão fixados, andam ou rastejam, vivam em seu interior ou o utilize como proteção e abrigo, ou dele retirem seu alimento (LEVINTON, 2009). Nas praias a fauna bentônica está representada por praticamente todos os filos animais, sendo geralmente dominada por Mollusca, Crustacea e Annelida (MCLACHLAN; BROWN, 2006) A distribuição, abundância e diversidade da fauna bentônica de praias arenosas têm sido relacionadas a fatores físicos, dentre quais ação das ondas e das marés, tamanho dos grãos de areia, declividade da face da praia, geomorfologia, salinidade e regime dos ventos são considerados os fatores físicos mais relevantes (MCLACHLAN, 1983).

A macrofauna bentônica constitui um dos componentes mais importantes da biota de praias arenosas (MCLACHLAN, 1983), dado que diversas espécies servem de alimento para aves, peixes e outros invertebrados (HOCKEY et al., 1983; NEUBERGER-CYWIAK; MIZRAHI, 1990; TAKAHASHI et al., 1999), incluindo espécies de expressivo valor comercial (PERTERSON et al., 2000), porém ela é caracterizada como uma comunidade com baixa diversidade biológica, reduzida riqueza e elevada dominância numérica de poucas espécies, quando comparada com a de regiões submersas (MCLACHLAN, 1983).

A variabilidade temporal de comunidades biológicas marinhas é intensamente influenciada por perturbações físicas, as quais são importantes para as suas dinâmicas e estruturação (HALL et al, 1991). Em ambientes costeiros rasos, as associações macrobentônicas estão sujeitas a uma variedade de perturbações físicas e biológicas que podem variar em intensidade e frequência, assim como escalas temporais e espaciais (HALL et al, 1994). Para a maioria das espécies, oscilações sazonais na densidade das populações são normais, e são relacionadas a muitos fatores como dinâmica reprodutiva e flutuações das variáveis abióticas (SOUZA; GIANUCA, 1995). Muitas espécies conseguem tolerar um amplo espectro de variação morfodinâmica,

mantendo populações abundantes tanto em praias refletivas como em dissipativas (VELOSO et al., 2006). As exigências ou tolerâncias peculiares de cada espécie aos diferentes fatores ecológicos resultam em uma distribuição vertical dos organismos em faixas ou zonas características, sendo isto conhecido como zonação. Além dos fatores físicos, fatores biológicos também estruturam as comunidades bentônicas, como resultado da disponibilidade e busca por alimentos, efeitos da reprodução na dispersão e assentamento, modos de locomoção e padrões de agregação, competição intra- e interespecífica e os efeitos da predação (KNOX, 2000).

Devido ao alto dinamismo e comportamento críptico de seus organismos, as praias arenosas foram consideradas desertas e pouco produtivas por muito tempo, acarretando atraso nas pesquisas de seus componentes biológicos em comparação com outros ecossistemas costeiros (MCLACHLAN, 1983). Contudo, desde os primeiros estudos em praias arenosas verificou-se que este ambiente pode sustentar uma fauna diversificada e adaptada a sobreviver em condições de elevada e peculiar dinâmica (DAHL, 1952; MCLACHLAN, 1983; ALVES, 2004). A zonação da macrofauna em praias não é tão óbvia como nos costões rochosos, onde a distribuição da macrofauna paralela à linha da costa é facilmente observada. Nas praias, ao contrário, a maioria dos organismos não está visível na superfície, estando a quase totalidade da fauna abrigada no interior do sedimento (GIANUCA, 1987). No entanto, dois esquemas básicos de zonação de fauna em praias foram propostos por Dahl (1952) e Salvat (1964).

Dahl (1952), no nordeste do Atlântico, definiu três principais zonas de acordo com diferentes tipos de pequenos crustáceos: supralitoral, colonizada por anfípodes talitrídeo; médiolitoral, caracterizada por isópodes cirolanídeos; e infralitoral, ocupada por anfípodes pertencentes às famílias Haustoriidae e Oedicerotidae.

Salvat (1964) estabeleceu um padrão de zonação baseado nas condições hidrodinâmicas da água intersticial, subdividindo a praia em quatro zonas: zona 1: topo da praia, caracterizada por areia seca; zona 2: zona de retenção, levemente umedecida na baixa mar; zona 3: zona de ressurgência, local onde a água flui e reflui do sedimento de acordo com a maré; zona 4: região mais inferior da praia, permanentemente saturada.

McLachlan e Jaramillo (1995) compilaram os resultados de estudos em todo o mundo e propuseram um esquema geral de zonação da fauna em praias arenosas compreendido por três zonas: zona 1: supralitoral, caracterizada por ser uma zona

seca, inundada apenas durante as preamares e sizígias, as espécies típicas são crustáceos e insetos; zona 2: litoral, zona que sofre alternância regular de imersão (preamar) e emersão (baixa-mar), a fauna é constituída por moluscos (gastrópodes, bivalves), equinodermos, poliquetas, crustáceos e insetos; zona 3: sublitoral: zona abaixo da região de entremarés, composta por caranguejos, misidáceos, bivalves poliquetas e anfípodas.

Estes padrões, no entanto, só estão bem estabelecidos para praias de regiões temperadas de micromarés, sendo a ausência de estudos o principal fator limitador do entendimento da estrutura das comunidades bentônicas em regiões tropicais (SOARES, 2003). O uso da classificação morfodinâmica das praias arenosas têm permitido comparações e generalizações nas últimas décadas (BORZONE et al., 2003), tendo sido realizados diversos estudos que relacionam as comunidades bentônicas com parâmetros ambientais e estados morfodinâmicos (JARAMILLO et al., 2001; BORZONE et al., 2003; RODIL et al., 2007). De uma forma geral, praias dissipativas de macromarés têm maiores diversidade, abundância e biomassa que praias reflectivas de micromarés (MCLACHLAN; DORVLO, 2005). Ao longo da praia, a riqueza e densidade da macrofauna aumentam da linha de maré baixa para a alta (DEGRAER et al., 2003).

No Brasil, as praias arenosas oceânicas distribuem-se ao longo de quase toda a costa, a qual se estende por uma faixa de 9.200 km (HOEFEL, 1998). Apesar de sua ampla distribuição, o conhecimento dos processos ecológicos em praias arenosas ainda é incipiente. O primeiro trabalho sistemático de comunidades de praias arenosas realizado no litoral brasileiro foi efetuado por Dansereau (1947 *apud* SOUZA; GIANUCA, 1995), que estudou a distribuição da flora e fauna das praias da restinga do Rio de Janeiro. Por outro lado, Escoelfet, et al. (1979) incluíram as praias do sul do Brasil em um esquema de zonação para a costa sul atlântica.

Na costa amazônica o regime de marés (macromarés), a alta disponibilidade de sedimentos carregados pelos rios e a alta hidrodinâmica em águas rasas favorece a ocorrência de praias arenosas com diferentes composições sedimentares e estágios morfodinâmicos (SOUZA FILHO et al., 2009). Sobre a fauna bentônica destas praias, apontada como de extrema prioridade para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira (MMA, 2007), foram realizados os estudos de Gomes e Rosa Filho (2009) e Rosa Filho et al. (2009), que descreveram as variações espaciais e temporais da meio- e macrofauna da praia de Ajuruteua (PA);

Ataíde (2009) caracterizou a meiofauna associada a recifes arenosos de *Sabellaria wilsoni* na ilha de Algodual; Monteiro, (2009) testou protocolos metodológicos para amostragem da macrofauna bentônica; e, Rosa Filho et al. (2011) descreveram a variação espacial da macrofauna em praias da ilha de Algodual. No entanto, nenhum desses estudos descreveu as mudanças espaciais e temporais da fauna em praias com distintos estágios morfodinâmicos.

Tendo em vista a importância ecológica do ecossistema em questão e a carência de estudo sobre a fauna bentônica de praias no Brasil, particularmente na zona costeira amazônica, fazem-se necessários levantamentos faunísticos mais aprimorados.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Descrever a zonação vertical da macrofauna bentônica na Praia do Farol (Ilha de Algodual/Maiandeuá - PA) em distintos períodos climáticos amazônicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os principais fatores ambientais, potencialmente, responsáveis pela zonação vertical da macrofauna bentônica
- Descrever a estrutura das associações bentônicas (composição específica, densidade, diversidade e equitatividade) e suas modificações espaciais (entre zonas) e temporais (entre períodos e anos)
- Descrever o papel das modificações ambientais na estruturação das associações bentônicas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A ilha de Algodual é uma unidade de conservação estadual, Área de Proteção Ambiental de Algodual-Maiandeuá (APA Algodual-Maiandeuá), criada por meio da Lei Estadual nº. 5.621 de 27/11/1990 localizada na região do Salgado Paraense (litoral nordeste do Estado) e pertence ao Município de Maracanã, Pará. Apresenta ecossistemas frágeis constituídos por praias, dunas, manguezais, apicuns, restingas e vegetação secundária, sobre baixos terraços do quaternário. A existência de áreas de proteção na região costeira e marinha é amplamente reconhecida como uma das principais ferramentas para a conservação e manejo dos habitats e das espécies que neles vivem (FERNANDEZ et al.,2000; SKOV et al., 2007). As unidades de

conservação, em alguns casos, não tiveram seus planos de manejo elaborados ou implantados ou carecem de infraestrutura para efetivá-las (AMARAL; JABLONSKI, 2005).

Encontra-se na zona 23 em relação ao sistema de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) (00° 34' 45" - 00° 37' 30" 47° S e 032' 05" - 047° 34' 12" W), distando aproximadamente 200 km de Belém (Figura 1). A ilha é delimitada ao norte pelo Oceano Atlântico, a leste pela baía de Maracanã, a oeste pela baía de Marapanim e ao sul pelo furo de Mocoóca, que separa a ilha do continente, correspondendo a uma área de aproximadamente 23 Km² (EL ROBRINI, 1992). O acesso a ilha, tendo como referência Belém, capital do estado, se dá através das rodovias: federal BR-316 e estadual PA-136, em direção ao Município de Marudá (168 km da capital). Em Marudá a travessia para a Ilha de Maiandeuá e realizada por barcos com distância de 5,5 km e tem duração de, aproximadamente 45 minutos.

O clima na Ilha de Maiandeuá, bem como as demais localidades do Salgado Paraense, é governado pela Zona de Convergência Intertropical, ZCIT, (SILVA, 2009). A ZCIT posiciona-se a 14°N entre os meses de agosto e setembro e a 2°S entre março e abril. O clima da região é classificado como tropical quente e úmido, com médias anuais de temperatura de, aproximadamente, 27,7°C oscilando ao longo do ano entre 26,8° C a 28 °C (MASCARENHAS, 2006) e precipitação de 3000 mm/ano sendo observados valores entre 200-500 mm/mês entre janeiro e maio, e taxas próximas a zero no segundo semestre do ano (julho a dezembro) (MORAES et al., 2005; RUIVO et al., 2002), assim, apresenta dois períodos climáticos bem definidos sendo um período seco, menos chuvoso, de julho a novembro, e um chuvoso bem acentuado nos demais períodos do ano (dezembro a junho) (MORAES et al., 2005).

A ilha é dominada por um regime de macromarés de flutuações semidiurnas com amplitudes variando de 4 a 6 m, com nível médio de 2,7m (2011a). Segundo DHN (2006), para a região da área de estudo, tem-se baixa-mar média de quadratura, preamar média de quadratura, baixa-mar média de sizígia e preamar média de sizígia igual a 1,6, 3,9, 0,4 e 5 respectivamente.

Os ventos presentes na região apresentam intensidade média de, aproximadamente, 7,6 m/s, chegando a valores máximos de 9,5 m/s (DHN, 2011b). Ao se somarem com as condições morfológicas do fundo oceânico, geram as correntes de deriva litorânea para noroeste e são responsáveis pelo transporte de sedimento da plataforma em direção a costa (GEYER, 1991), assim como na formação de ondas, que

ao atingirem a costa, retrabalham e misturam os sedimentos previamente depositados. No litoral paraense, durante o período chuvoso, atuam os ventos alísios de nordeste precedidos geralmente de calmaria e quase sempre acompanhado de rajadas violentas e chuvas intensas. No período seco, os ventos são muito mais intensos, causando maiores influências na geração das ondas, que se tornam muito mais energéticas (SILVA, 2001).

Geomorfologicamente, a ilha caracteriza-se por: 1- Um fronte leste, na frente do continente, relativamente protegido e formado por barras arenosas e dunas; 2-um fronte norte e nordeste também arenoso, mas exposto ao oceano atlântico; 3-uma zona sul contendo manguezais (SANTOS, 1996). A ilha possui 35 km de praias com distintos níveis de exposição à ação das ondas, declividade, extensão e largura, e sedimentos variando entre areia e lama (MENDES et al., 2001). Estas diferentes características geomorfológicas e hidrodinâmicas acarretam a formação de praias com diferentes estágios morfodinâmicos, variando de dissipativas a terraços de maré baixa (COSTA, 2009).

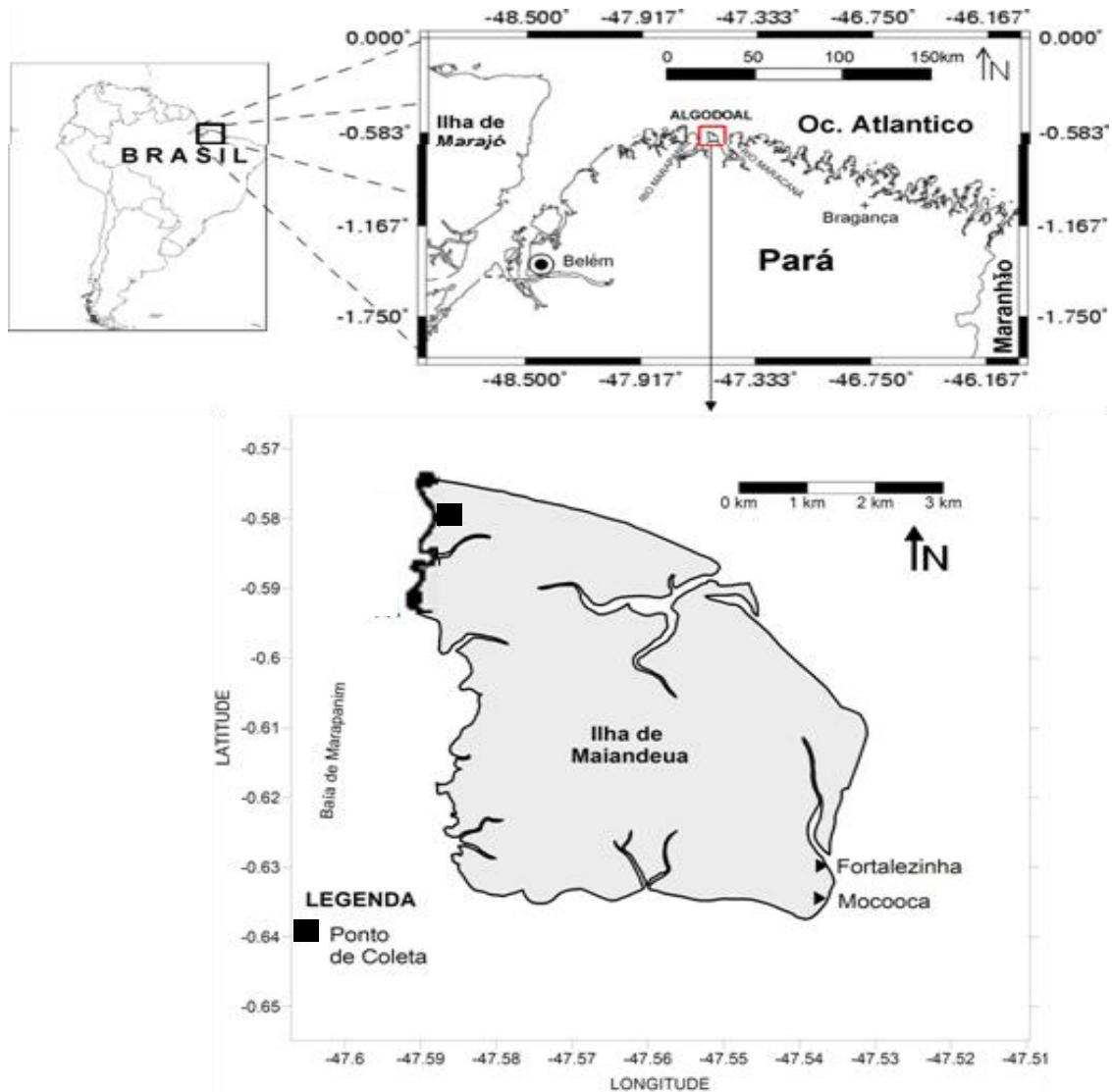


Figura 1: Mapa da área de estudo - Ilha de Algodual-Maiandeuá (Maracanã-PA).

3.2 PROCEDIMENTOS DE CAMPO

As amostragens foram realizadas nos meses de junho, setembro e dezembro de 2011, março, junho, setembro e dezembro de 2012 e em março e junho de 2013. Foram tomadas amostras utilizando desenho amostral do tipo sistemático, ao longo de dois transectos perpendiculares à linha de praia (distantes cerca de 300 m entre si). Em cada transecto (Figura 2), a amostragem ocorreu a cada 50m (local de coleta), iniciando na linha de maré alta de sizígia até a linha de maré baixa de sizígia, abrangendo as zonas de médiolitoral superior (MLS), médiolitoral médio (MLM) e médiolitoral inferior (MLI). Em cada local de coleta foram tomadas quatro réplicas para a macrofauna, utilizando amostrador cilíndrico com 10 cm de diâmetro enterrado 20 cm no substrato (0,0079 m²). Estas amostras foram passadas em malha com abertura de 0,3 mm e os

organismos retidos fixados em formalina salina a 4% tamponada com tetraborato de sódio (Figura 3).

Paralelo a coleta de material biológico, em cada local de coleta foi tomada uma amostra de sedimento, utilizando amostrador cilíndrico com diâmetro de 5 cm enterrado 20 cm no substrato, para determinação da textura dos sedimentos (tirar isso porque na verdade não consta no trabalho) e do teor de matéria orgânica (M.O.). Em cada local foi medida a temperatura do substrato a 15 cm de profundidade utilizando termômetros de solo com bulbo de 15 cm; umidade do sedimento, utilizando medidor de umidade de solo (Figura 3). As medidas de temperatura e umidade do sedimento foram feitas sempre cerca de uma hora após a maré baixar no local de coleta. Foi ainda determinada por transecto a salinidade da água de superfície (utilizando refratômetro manual).

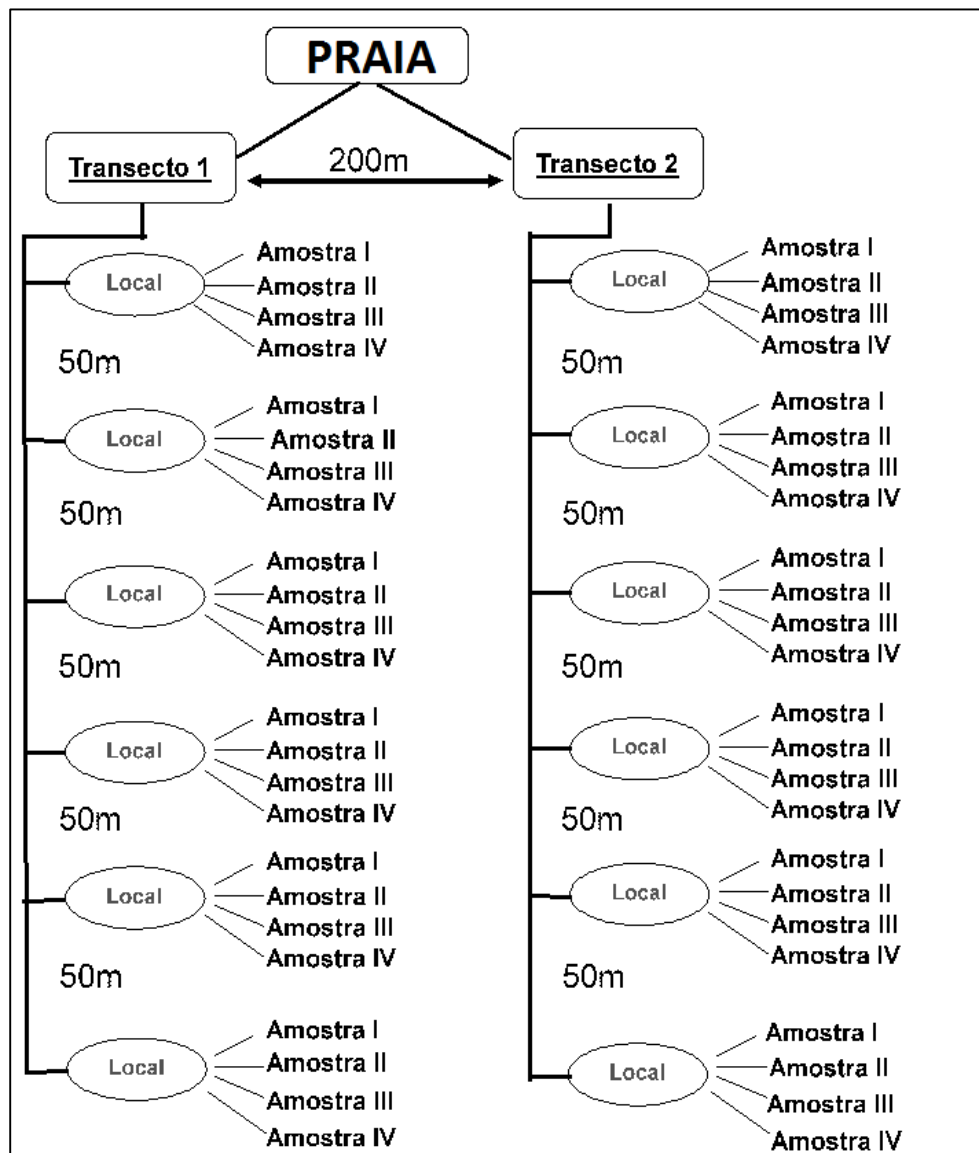


Figura 2: Desenho amostral utilizado para a coleta das amostras para a praia estudada.

Em cada coleta foram ainda determinados para cada praia: o perfil da face praial, utilizando o método da estádia (BIRKEMEYER, 1981). Para a realização destes perfis foram instalados marcos fixos, sendo estes referenciados com o nível médio do mar, utilizando um GPS geodésico. Dados de temperatura do ar, precipitação, foram obtidos pelo portal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estação de Tracuateua.



Figura 3: Coleta da macrofauna utilizando um amostrador cilíndrico (A), retirada do excesso de sedimento da amostra utilizando malha de 300 μm (B), retirada da amostra de sedimento para a determinação da M.O e do % de H_2O (C) e determinação da temperatura e umidade do solo (D).

3.3 PROCEDIMENTOS EM LABORATÓRIO

No laboratório as amostras foram lavadas sob água corrente, sendo passadas por uma malha de 0,3 mm de abertura. O material retido na malha foi triado com o auxílio de microscópio estereoscópico e de microscópio óptico, quando necessário. Os organismos foram identificados ao menor nível taxonômico possível e contados. Após esta etapa, os espécimes foram conservados em álcool etílico a 70%.

3.4 ANÁLISE DE DADOS

Para descrever as variações espaço-temporais da estrutura das comunidades serão utilizados métodos de análise univariadas, como Análise de Variância (ANOVA's) para comparar os descritores densidade (n°. Indivíduos/área), abundância (total de indivíduos) riqueza (simples contagem do número de táxons presentes), diversidade (H - LOGE) e equitatividade (índice J' de Pielou) entre zonas da face praial e ocasiões de amostragem. Os testes de múltipla comparação de Tukey foram utilizados, quando foram detectadas diferenças significativas ($p < 0,05$) (SOKAL; ROHLF, 1997).

Análises multivariadas com os dados de abundância da macrofauna foram aplicadas com o pacote estatístico PRIMER 6.1 (CLARKE; WARWICK, 1994, CLARKE; GORLEY, 2001). Análises de agrupamento e ordenação (MDS) foram rodadas sobre os dados ambientais e de macrofauna para visualização da similaridade entre possíveis grupos. Teste de significância para as diferenças entre os grupos formados foram rodados usando o ANOSIM (análise de similaridade) baseada em uma matriz de similaridade construída pelo coeficiente de Bray-Curtis, medida de distância apropriada quando se trabalha com dados que possuem muitos zeros, após transformação com raiz quarta dos dados biológicos. A partir dessa matriz, análises de similaridade, análises de similaridade ANOSIM foram conduzidas para comparar a estrutura das assembleias entre tratamentos, onde os valores R indicam o grau de similaridade entre as amostras, acompanhado com o nível de significância (valor P). Nesta análise, os valores de R situam-se entre -1 e +1 sendo que R=1 indica que todas as réplicas dentro do grupo são mais similares entre si que qualquer outra réplica de grupos diferentes e $R \approx 0$ aponta que a similaridade dentro e entre grupos é, em média, a mesma.

A formação de grupos significativamente diferentes em ANOSIM foi visualizada através de análises de ordenação (MDS), que é uma representação gráfica dos padrões de similaridade entre os diferentes tratamentos/amostras em termos de abundância e composição da fauna (CLARKE; GORLEY, 2001; QUINN; KEOUGH, 2002).

A rotina SIMPER (*Similarity Percentage*) foi aplicada para identificar as espécies mais importantes para a formação dos grupos em ANOSIM e visualizadas em MDS, através da contribuição das espécies para a similaridade interna nos grupos e para a dissimilaridade entre os diferentes grupos (CLARKE; GORLEY, 2001;).

Os dados abiótico foram transformados com $\log(x + 1)$, normalizados e analisados usando Análise de Componentes Principais (PCA; distância Euclidiana). A

relação entre padrões multivariados de estrutura da macrofauna e variáveis abióticas foram exploradas usando o procedimento BIO-ENV (*Biota-Environment Matching*) por uma correlação de Spearman (r) entre a matriz de similaridade das variáveis bióticas (espécie) e da matriz de variáveis ambientais. Esta análise visou identificar quais parâmetros da vegetação e/ou do sedimento melhor explicam a estruturação das assembleias biológicas através do coeficiente de correlação de Spearman (ρ) (CLARKE; WARWICK, 2001; UNDERWOOD, 1997). Este índice resulta em valores compreendidos entre -1 e +1 e quanto mais próximo estiver destes extremos, maior é a associação entre as variáveis e a estrutura das assembleias. O sinal negativo da correlação significa que as variáveis variam em sentido contrário, isto é, as categorias mais elevadas de uma variável estão associadas a categorias mais baixas da outra variável (CLARKE; GORLEY, 2001).

O padrão de zonação médio da macrofauna bentônica foi analisado para cada período climático amazônico a partir de digramas (*kite digrams*) com base nas densidades médias dos principais táxons encontrados durante todo o período de estudo.

Os dados dos perfis praias foram plotados utilizando os programas Microsoft Excel® e Surfer® 8.0 visando à identificação de modificações na topografia da face da praia entre períodos climáticos.

4. RESULTADOS

4.1 CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS

Os dados de precipitação pluviométrica e salinidade apresentaram um claro padrão sazonal, tendo os meses que caracterizam o período chuvoso (junho e março), maiores valores de precipitação e menores valores de salinidade (Figura 5), o inverso ocorrendo para os meses que representam o período seco (setembro e dezembro).

A maior precipitação foi registrada em março/12 (302,2 mm) e a menor em dezembro/11 (ausência de chuvas). A salinidade foi mínima em junho/13 (15) e máxima em dezembro/12 (38). Não houve grande variação da temperatura, porém a maior foi registrada em março de 2013 (32,6 °C) e a menor no meses de junho de 2011 e março de 2012 ambas possuindo temperatura média de 31,5 °C.

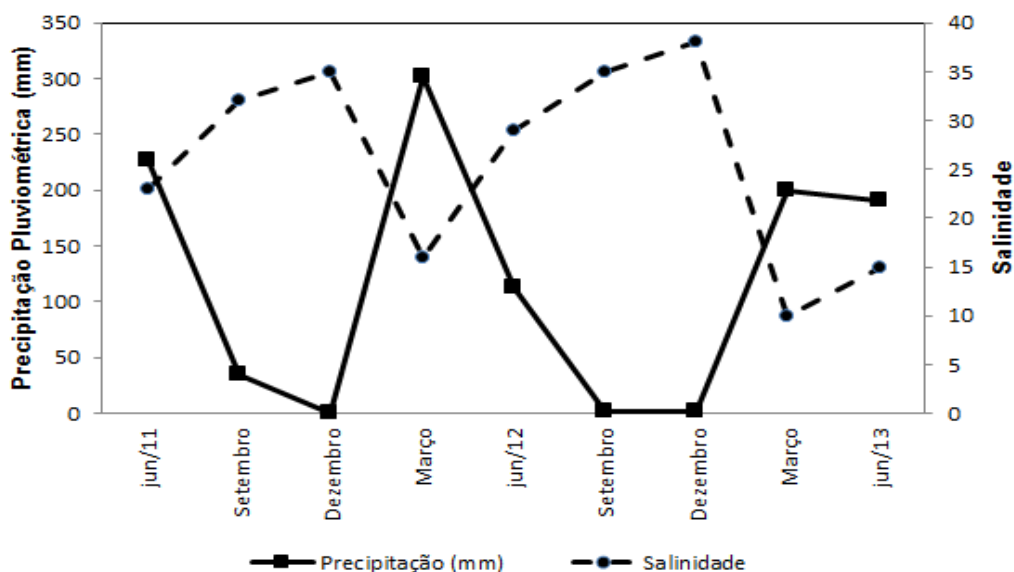


Figura 4: Precipitação pluviométrica (total acumulado) e salinidade da água nos meses de coleta. Fonte INMET.

O conteúdo orgânico no sedimento (M.O) não apresentou grandes variações entre períodos (Figura 5), contudo o período chuvoso apresentou os maiores valores em comparação ao período seco (Tabela 01). Ao comparar os estratos, observa-se um aumento da M.O em direção a região do médiolitoral inferior (MLI), sendo esta região apresentando os maiores valores de M.O.

O teor de umidade no sedimento variou significativamente entre os períodos, sendo o período chuvoso o período com maior teor de umidade no sedimento (Tabela 01), Entre os estratos, a região do médiolitoral superior (MLS) apresentou os menores valores em comparação às outras regiões (Figura 7), principalmente no período seco.

O pH variou significativamente entre os períodos (Figura 7), possuindo seus maiores valores registrados nos meses de junho de 2011 e junho de 2012 ambos possuindo o pH de 6,4. Comparando os estratos observou-se um aumento do pH em direção ao mar (Tabela 01), sendo a região do médiolitoral superior (MLS) a região contendo os menores valores em ambos os períodos, por sua vez, a os maiores valores foram encontrados na região do médiolitoral inferior no período chuvoso.

De uma forma geral, as variáveis ambientais estudadas apresentaram diferenças significativas entre os períodos (seco e chuvoso), contudo a variável temperatura não apresentou diferenças significativas entre os períodos. Ao analisar os estratos, observa-se diferença significativa entre seus valores médios, principalmente entre os estratos do MLS e MLI (Tabela 1).

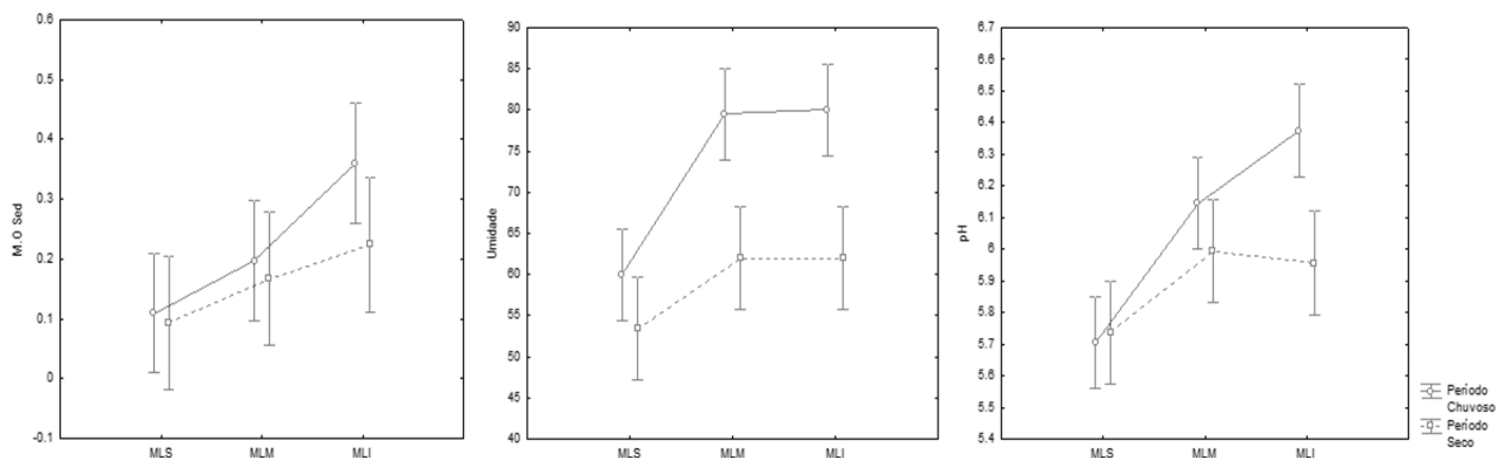


Figura 5: Valores médios de M.O, Umidade e pH das amostras dos sedimentos dos estratos do MLS, MLM e MLI na praia do Farol (Ilha de Algodual-Maiandeuá/ PA) nos períodos chuvoso e seco.

Tabela 1: Valores médios (\pm SD) das variáveis abióticas da praia do Farol (Ilha de Algodual-Maiandeuá/PA) nos estratos do médiolitoral superior (MLS), médiolitoral médio (MLM) e médiolitoral inferior (MLI) entre os períodos climáticos

Variáveis	Período	Estratos		
		MLS	MLM	MLI
Matéria orgânica (g)	Seco	0,17 \pm 0,18	0,36 \pm 0,17	0,44 \pm 0,26
	Chuvoso	0,19 \pm 0,26	0,44 \pm 0,79	0,64 \pm 1,23
Salinidade	Seco	33,50 \pm 1,60	33,50 \pm 1,60	33,50 \pm 1,60
	Chuvoso	22,66 \pm 5,54	22,66 \pm 5,54	22,66 \pm 5,54
Temperatura ($^{\circ}$ C)	Seco	32,74 \pm 0,94	31,82 \pm 0,60	31,31 \pm 0,45
	Chuvoso	32,72 \pm 0,98	31,92 \pm 0,95	31,47 \pm 0,51
Umidade	Seco	67,50 \pm 18,32	80,00 \pm 0,00	80,00 \pm 0,00
	Chuvoso	61,45 \pm 20,31	80,00 \pm 0,00	80,00 \pm 0,00
pH	Seco	5,73 \pm 0,75	5,99 \pm 0,50	5,95 \pm 0,50
	Chuvoso	5,62 \pm 0,90	5,97 \pm 0,60	5,97 \pm 0,60

Tabela 2: Resultados fatoriais de ANOVA (valores de F) avaliando os efeitos de período (seco e chuvoso) e estratos (MLS, MLM, MLI) nos parâmetros abiótico. Valores de diferenças significativas entre parênteses avaliados por análise de variância e teste de Tukey post hoc dada por NS = não significativo; * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

Fator	Estrato (E)	Período (P)	E x P
Matéria orgânica (g)	0,487 *	1,611 NS	0,186 NS
Salinidade	0 *	198,1 NS	0 *
Temperatura ($^{\circ}$ C)	0 *	18,1 NS	0 *
Umidade	13,554 NS	0,834 NS	0,687 NS
pH	4,565 NS	2,011 NS	1,075 NS

As análises de PCA, baseados nas variáveis ambientais estudadas, apresentou resultados que explicam a variação em relação aos períodos e estratos analisados. As

réplicas se agruparam principalmente de acordo com o estrato, permitindo esse fator explica a variação, tanto em PC1 quanto em PC2. No lado direito da ordenação, agruparam-se as amostras referentes às regiões do médiolitoral médio (MLM) e médiolitoral inferior (MLI) agrupadas pela maior quantidade de conteúdo de M.O e umidade no sedimento. No lado esquerdo da ordenação, agruparam-se as amostras do médiolitoral superior (MLS), com maiores temperaturas (Figura 6).

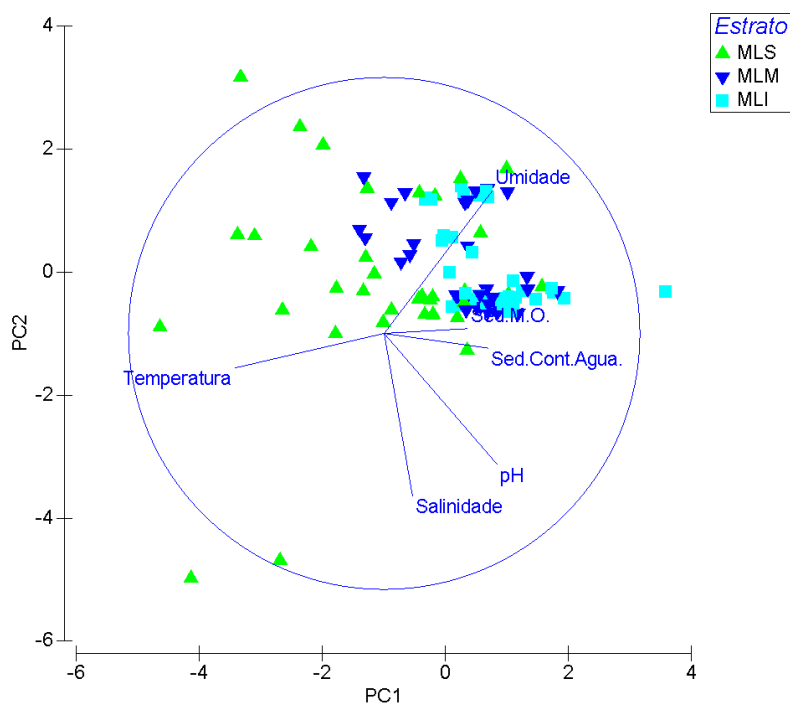


Figura 6: Ordenação PCA de amostras dos estratos do médiolitoral superior (MLS - ▲), médiolitoral médio (MLM - ▼) e do médiolitoral inferior (MLI - ■) na praia do Farol (Ilha de Algodual-Maiandeuá/PA) nos períodos seco e chuvoso.

As análises do perfil da face praial mostraram uma marcante variação da extensão e declividade da praia do Farol entre os períodos climáticos (seco e chuvoso), tendo a sua maior extensão no mês de setembro de 2011 (Figura 10a) e maior declividade no mês de junho de 2013 (Figura 10b).

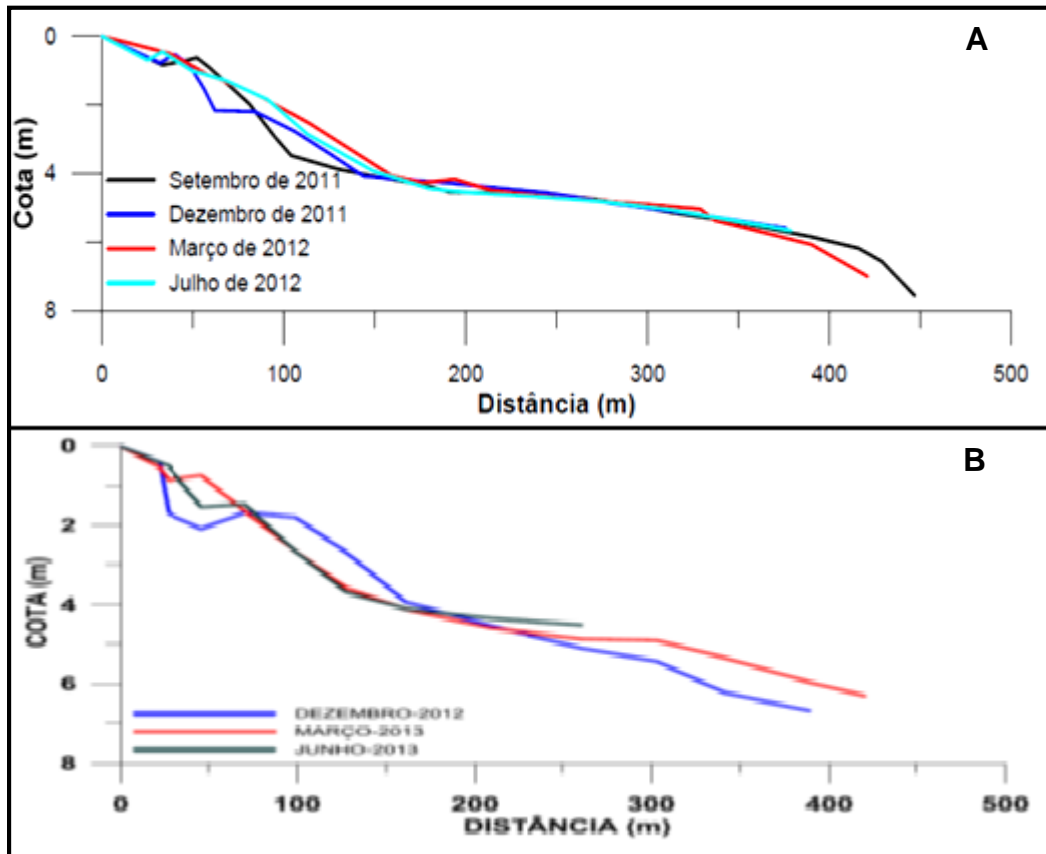


Figura 7: Perfis da praia do Farol dos meses de amostragem. A) de setembro de 2011 a junho de 2012; B) de dezembro de 2012 a junho de 2013.

4.2 MACROFAUNA BENTÔNICA

Foi coletado um total de 432 amostras referentes aos meses de junho, setembro e dezembro de 2011, março, junho, setembro e dezembro de 2012, março e junho de 2013 sendo 48 amostras por período. Foram identificados 1.741 organismos, representantes de 71 táxons pertencentes aos filos Annelida (28), Arthropoda (25 táxons), Mollusca (16 táxon), Nemertea (1 táxon), Echinodermata (1 táxon) (Tabela 3). O período seco apresentou maior abundância possuindo 991 organismos, enquanto o período chuvoso conteve 788 organismos. De maneira geral, as regiões do médiolitoral superior (MLS), médiolitoral médio (MLM) e médiolitoral inferior (MLI) do período seco, possuíram os maiores valores de abundância em comparação as mesmas regiões durante o período chuvoso (Figura 10).

O período chuvoso apresentou maior riqueza possuindo 52 táxons enquanto que o período seco apresentou 40, sendo 26 táxons exclusivos do período chuvoso e 14 exclusivos do período seco. Entre os estratos, os maiores valores foram encontrados nas regiões do MLM e MLI em ambos períodos.

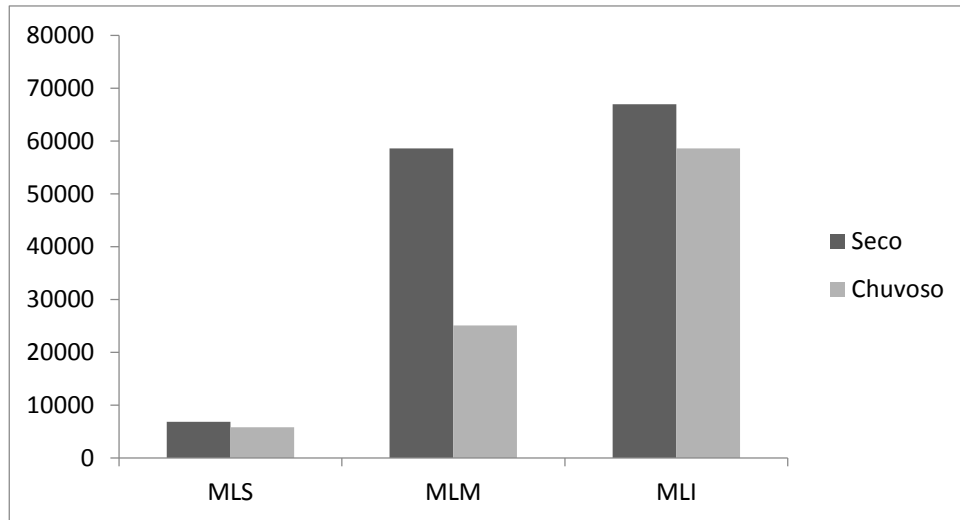


Figura 8: Contribuição das principais espécies para a similaridade dos grupos identificados na praia do Farol.

Os filos Annelida e Arthropoda tiveram as maiores participações relativas em ambos os períodos climáticos, representando juntos mais de 90% dos organismos presentes (figura 9). As classes polychaeta (84%) e malacostraca (8%) foram as mais abundantes em ambos os períodos (Figura 10). Observou-se, uma dominância de *Orbinia* sp entre os períodos de amostragem porém entre as zonas de amostragens, observou-se uma alternância da dominância entre os táxons mais representativos do filo Annelida ocorrendo principalmente no período chuvoso, sendo este dominado por *Nephtys simoni* (Tabela 3).

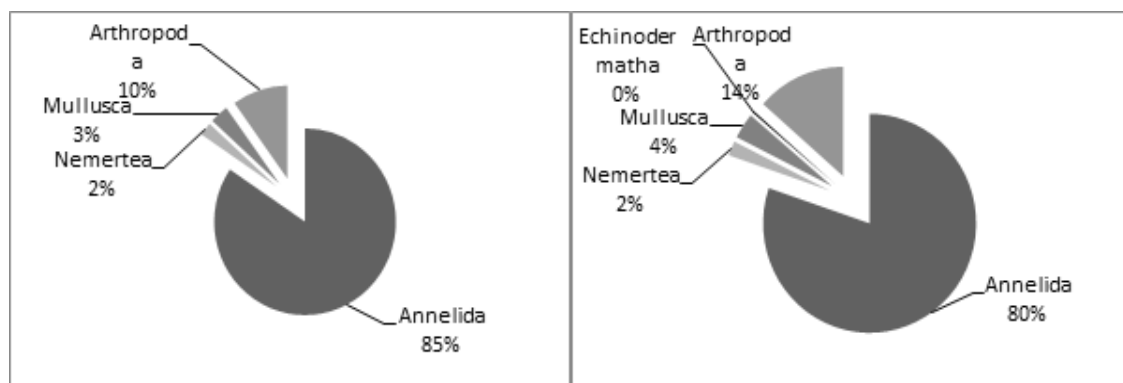


Figura 9: Participação relativa dos principais filos da macrofauna bentônica no período seco (A) e chuvoso(B) na praia do Farol (Ilha de Algodal/Maiandeuá-PA).

Tabela 3: Táxons da macrofauna bentônica nos estratos durante períodos chuvoso e seco com valores de densidade na Praia do Farol (Ilha de Algodal/Maiandeuá-PA).

TÁXON	CHUVOSO			SECO		
	MLS	MLM	MLI	MLS	MLM	MLI
NEMERTEA						
<i>Nemertea</i>	0	759,4937	1265,823	0	1645,57	1265,823
MOLLUSCA						
<i>Anachis obesa</i>	0	0	126,5823	0	0	0
<i>Bivalve sp1</i>	0	0	126,5823	0	126,5823	379,7468
<i>Bivalve sp2</i>	0	0	0	0	126,5823	0
<i>Corbula sp</i>	0	0	0	0	126,5823	126,5823
<i>Donax denticulatus</i>	0	0	126,5823	0	0	0
<i>Donax gemmula</i>	0	126,5823	379,7468	0	1139,241	253,1646
<i>Donax sp</i>	0	0	0	0	0	253,1646
<i>Hiatella sp</i>	0	759,4937	126,5823	126,5823	379,7468	0
<i>Macoma sp</i>	0	126,5823	379,7468	126,5823	253,1646	126,5823
<i>Mytella sp</i>	0	126,5823	0	0	0	0
<i>Neritina virginea</i>	126,5823	126,5823	126,5823	0	0	0
<i>Olivella minuta</i>	0	253,1646	126,5823	0	0	0
<i>Sphennia sp</i>	126,5823	0	126,5823	0	0	0
<i>Tellina radiata</i>		0	0	0	0	126,5823
<i>Tellina sp</i>	0	126,5823	0	0	126,5823	253,1646
<i>Tivela mactroides</i>	0	0	0	0	0	126,5823
ANNELIDA						
<i>Armandia sp</i>	0	0	126,5823	1392,405	7215,19	6708,861
<i>Boccardia sp</i>	0	0	0	126,5823	0	0
Capitellidae sp	0	253,1646	253,1646	0	0	0
<i>Diopatra sp</i>	0	126,5823	126,5823	0	0	0
<i>Dispio sp</i>	126,5823	0	253,1646	379,7468	0	126,5823
<i>Eteone pacifica</i>	0	379,7468	1645,57	0	253,1646	1898,734
<i>Eulalia sp</i>	0	126,5823	0	0	0	0
<i>Euzonus papillatus</i>	0	253,1646	632,9114	0	1265,823	379,7468
Flabelligeridae sp	126,5823	0	0	0	0	0
<i>Goniadides sp</i>	0	0	0	0	126,5823	0
<i>Hemipodia sp</i>	0	126,5823	126,5823	0	0	126,5823
Hesionidae	0	126,5823	0	0	0	0
<i>Heteromastus filiformes</i>	0	0	126,5823	0	0	0
<i>Heteromastus sp</i>	0	0	126,5823	0	0	0
<i>Laeonereis sp</i>	253,1646	126,5823	0	126,5823	126,5823	0
<i>Magelona sp</i>	0	0	0	0	126,5823	0
<i>Marfiza sp</i>	0	0	126,5823	0	126,5823	0
<i>Mediomastus sp</i>	0	126,5823	632,9114	0	0	0

Tabela 4 (continuação): Táxons da macrofauna bentônica nos estratos durante períodos chuvoso e seco com valores de densidade na Praia do Farol (Ilha de Algodual/Maiandeua-PA).

<i>Nephtys simoni</i>	126,5823	9367,089	24303,8	126,5823	7341,772	9367,089
<i>Orbinia sp</i>	0	7594,937	22405,06	126,5823	26962,03	39493,67
<i>Paradoneis sp</i>	0	126,5823	126,5823	126,5823	126,5823	0
<i>Parandalia sp</i>	0	0	126,5823	0	0	0
Polynoidae sp	0	0	506,3291	0	0	0
<i>Scolelepis sp</i>	506,3291	379,7468	759,4937	632,9114	126,5823	126,5823
<i>Scoloplos sp</i>	0	0	379,7468	0	0	126,5823
<i>Sigambra sp</i>	126,5823	632,9114	1265,823	126,5823	506,3291	632,9114
<i>Trypanosyllis gemmipara</i>	0	0	126,5823	0	0	0
<i>Tubificinae sp</i>	0	253,1646	0	0	0	253,1646
ARTHROPODA						
<i>Austinnixa bragantina</i>	0	379,7468	506,3291	0	2658,228	1645,57
<i>Bledius</i>	0	0	0	886,0759	0	0
<i>Ceratopogonidae sp</i>	126,5823	0	0	0	0	0
<i>Collembola sp</i>	126,5823	0	0	0	0	0
<i>Cumacea sp</i>	0	0	0	126,5823	0	253,1646
Diptero sp	379,7468	0	0	0	0	0
<i>Dolichopodidae sp</i>	0	0	0	126,5823	0	126,5823
<i>Dystiscidae sp</i>	1012,658	253,1646	0	0	0	0
<i>Excirolana armata</i>	126,5823	0	0	253,1646	0	0
<i>Excirolana braziliensis</i>	253,1646	0	0	0	0	0
Gammaridea Tipo 1	1518,987	0	0	1392,405	0	0
Gammaridea Tipo 2	0	1139,241	0	0	0	0
Gammaridea Tipo 3	0	0	0	0	0	1518,987
Gammaridea Tipo 4	0	0	0	0	632,9114	0
Gammaridea Tipo 5	0	0	126,5823	0	0	0
<i>Harpaticoidea</i>	253,1646	126,5823	0	0	0	0
<i>Hymenoptera sp</i>	0	0	0	126,5823	0	0
<i>Kalliapseudes schubatii</i>	0	0	0	0	0	253,1646
<i>Lepdophthalmus siriboia</i>	0	253,1646	126,5823	0	506,3291	379,7468
Megalopa (braquiúro)	0	0	126,5823	0	0	0
Megalopa (crustáceo)	0	0	0	126,5823	126,5823	0
Mysidacea	0	126,5823	253,1646	253,1646	253,1646	253,1646
<i>Paguroidea</i>	0	253,1646	126,5823	0	0	0
<i>Petrolisthes sp</i>	0	126,5823	0	126,5823	126,5823	379,7468

Tabela 5 (final): Táxons da macrofauna bentônica nos estratos durante períodos chuvoso e seco com valores de densidade na Praia do Farol (Ilha de Algodual/Maiandeua-PA).

<i>Tipulidae sp</i>	506,3291	0	0	0	0	0
ECHINODERMATHA						
<i>Amphiodia atra</i>	0	0	253,1646	0	0	0

A abundância média dos indivíduos foi relativamente maior nas regiões do médiolitoral médio (MLM) e médiolitoral inferior (MLI) em ambos os períodos, contudo, a abundância tende a aumentar em todas as regiões durante o período seco, menos na região do médiolitoral superior (MLS).

A riqueza média dos organismos, entre os estratos, seguiu o mesmo padrão verificado na abundância aumentando da região do MLS em direção a região do MLI em ambos os períodos climáticos. A equitatividade e diversidade forma maiores durante o período chuvoso, principalmente nas regiões superiores e também seguiram padrão de acréscimo em direção ao MLI (Tabela 4).

Tabela 6: Valores médios(\pm SD) das variáveis bióticas da praia do Farol (Ilha de Algodual-Maiandeua/PA) nos estratos do médiolitoral superior (MLS), médiolitoral médio (MLM) e médiolitoral inferior (MLI) entre os períodos climáticos

Variáveis	Período	Estratos		
		MLS	MLM	MLI
Densidade (ind/m ²)	Seco	0,84 \pm 0,5	6,56 \pm 5,22	8,26 \pm 4,62
	Chuvoso	1,10 \pm 1,33	2,53 \pm 2,39	5,97 \pm 4,45
Riqueza (n° total de táxons)	Seco	20	26	28
	Chuvoso	17	31	37
Equitatividade (J')	Seco	49,96 \pm 48,87	123,12 \pm 50,33	133,12 \pm 38,00
	Chuvoso	40,67 \pm 48,00	94,39 \pm 36,92	126,45 \pm 48,88
Diversidade (H')	Seco	105,65 \pm 1,21	134,37 \pm 14,89	142,98 \pm 14,22
	Chuvoso	105,24 \pm 2,58	112,91 \pm 15,37	136,96 \pm 23,72

De uma forma geral, a praia do Farol foi dominada por organismos vermiformes, principalmente da classe poliqueta, sendo esta representado principalmente pela *Orbinia sp* (44%), *Nephtys simoni* (23%) e pela *Armandia sp* (7%), que juntos representam aproximadamente 74% do total de indivíduos. O malacostraca amphipoda (3%), o inseto *Dystiscidae sp* (3%) e o braquiúro *Austinnixa bragantina* (2%) foram os principais representantes do filo Arthropoda que totalizaram 8% do total de indivíduos (Figura 10).

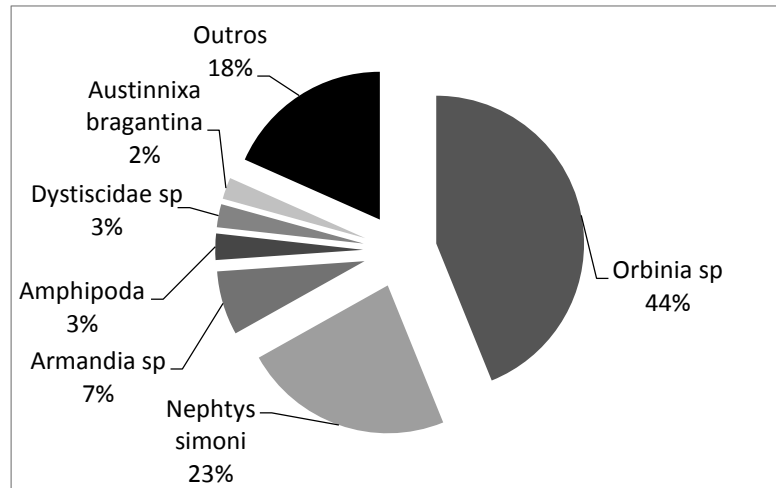


Figura 10: Participação relativa geral dos principais táxons da macrofauna bentônica nos períodos na praia do Farol (Ilha de Algodão/Maiandeuá-PA).

No período chuvoso, a praia do Farol foi dominada pelos poliquetas *Nephtys simoni*, *Orbinia sp* e pelo inseto *Dystiscidae sp*, representando respectivamente 36%, 32% e 6% do total de indivíduos. Por outro lado, no período seco, observou-se um aumento da participação de *Orbinia sp* e do poliqueta *Armandia sp*, com 53% e 12% do total de indivíduos, concomitantemente com a redução da abundância de *N. simoni* (13%) (Figura 11).

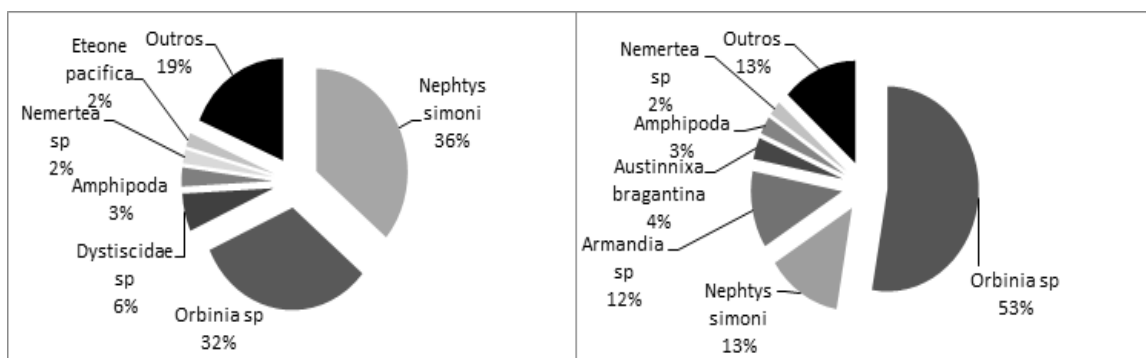


Figura 11: Participação relativa dos principais táxons da macrofauna bentônica no período seco (B) e chuvoso(A) na praia do Farol (Ilha de Algodão/Maiandeuá-PA).

Durante o período chuvoso, a região do médiolitoral superior (MLS) apresentou uma predominância do filo artrópoda, sendo o inseto *Dystiscidae sp* (51%) o organismo mais abundante seguido do Amphipoda e do poliqueta *Scolecopsis sp*, com respectivamente 15% e 5% do total de indivíduos. Por sua vez, a região do médiolitoral médio (MLM) observou-se principalmente a presença dos poliquetas *Nephtys simoni* (38%) e *Orbinia sp* (31%), seguidos pelo artrópoda Amphipoda (%%) e por Nemertea (3%). Na região do médiolitoral inferior (MLI) nota-se um aumento de *Orbinia sp* (39%)

e de *N. simoni* (42%) seguidos pelos poliquetas *Eteone pacifica* (3%), *Sigambra* sp e pelo Nemertea, ambos possuindo 2% do total de indivíduos (Figura 12).

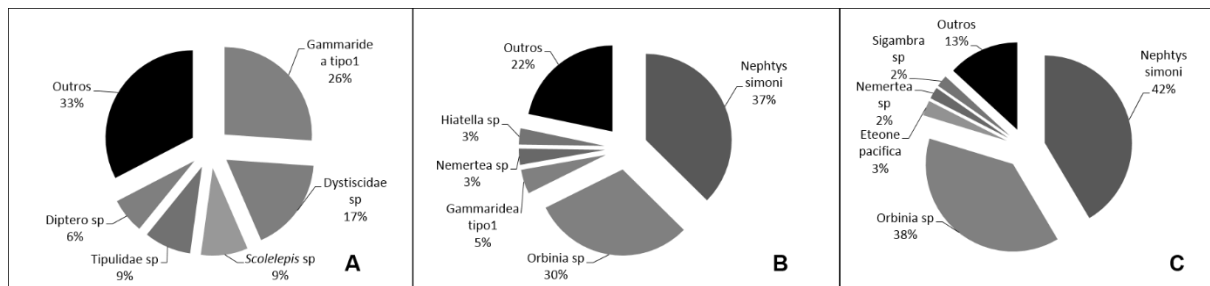


Figura 12: Participação relativa dos principais táxons da macrofauna bentônica na praia do Farol nas regiões do médiolitoral superior (A), médiolitoral médio (B) e médiolitoral inferior (C) no período chuvoso.

No período seco, a região do médiolitoral superior (MLS) foi dominada principalmente pelo malacostraca Amphipoda e pelo poliqueta *Armandia* sp, ambos possuindo 20% do total de indivíduos, seguido pelos poliquetas *Scolelepis* sp (9%) e *Dispio* sp (6%). Diferentemente da região do médiolitoral médio superior, a região do médiolitoral médio (MLM) foi dominada pela *Orbinia* sp (51%), seguida pelo *N. Simoni* (14%) e do *Armandia* sp (14%). Por sua vez, a região do médiolitoral inferior (MLI) apresentou um aumento de *Orbinia* sp com 59% do total de indivíduos, seguido novamente do *N. simoni*, com 14% do total de indivíduos (Figura 13).

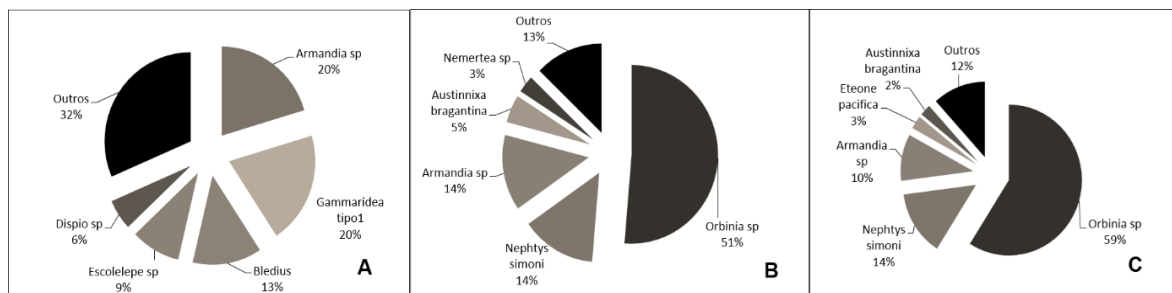


Figura 13: Participação relativa dos principais táxons da macrofauna bentônica na praia do Farol nas regiões do médiolitoral superior (A), médiolitoral médio (B) e médiolitoral inferior (C) no período seco.

O descritores da macrofauna bentônica (densidade, riqueza, diversidade e equitatividade) na praia do Farol apresentou diferença significativa tanto entre os períodos analisados (seco e chuvoso) quanto entre os estratos. (Tabela 5).

Tabela 7: Resultado da ANOVA fatorial para as comparações entre estratos e períodos dos descritores, densidade, riqueza, diversidade (H') e equitatividade (J') da macrofauna bentônica da praia do Farol (ilha de Algodual-Maianadeua/PA).

Fator	Densidade	Riqueza	Diversidade	Equitatividade
Período climático	0**	0**	0**	0**
Estrato	0,002***	0**	0**	0,008
Período climático x Estrato	0**	0**	0,002***	0,002**

* valores altamente significativos, $p < 0,01$; ns= valores não significativos

A abundância variou significativamente entre os períodos. Entre os estratos, o período seco do das regiões do médiolitoral inferior (MLI) e médio litoral médio (MLM), apresentaram maiores densidades, A região do médiolitoral superior (MLS), em ambos os períodos, apresentaram densidades similares (Figura 14).

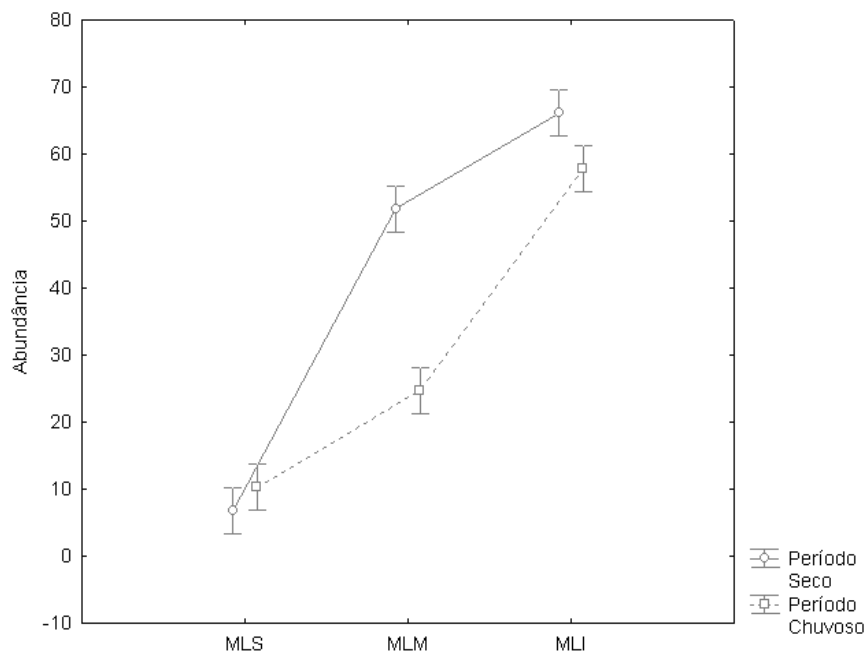


Figura 14: Densidade média (ind. m⁻²) da macrofauna bentônica na praia do Farol nos períodos chuvoso e seco

O padrão de zonação médio da macrofauna bentônica foi analisado para cada período climático amazônico a partir de digramas (*kite digrams*) com base nas densidades médias dos principais táxons encontrados durante todo o período de estudo. Os valores médios das densidades dos principais táxons com maiores densidades durante o período chuvoso e seco amazônicos se encontram na figura 15.

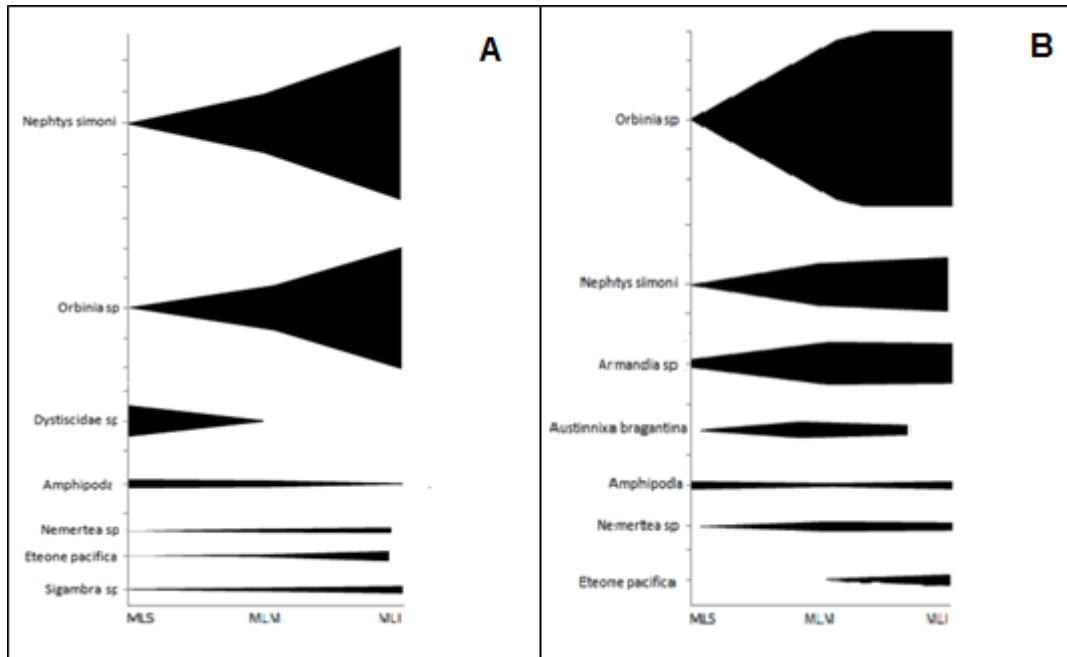


Figura 15: valores médios das densidades dos principais táxons da praia do Farol nos períodos chuvoso (A) e seco (B).

O período seco apresentou maior riqueza em comparação ao período chuvoso. Ao se comparar os estratos, as regiões do médiolitoral inferior (MLI) e médiolitoral médio (MLM) do período seco apresentaram maior riqueza em comparação à região do médiolitoral superior (MLS) em ambos os períodos (Figura 16).

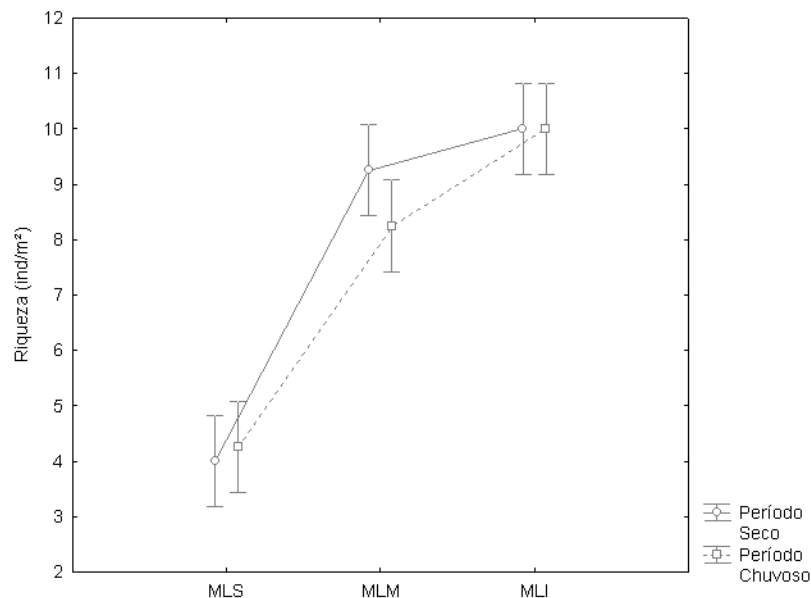


Figura 16: Riqueza média (nº total de táxons) da macrofauna bentônica na praia do Farol nos períodos chuvoso e seco.

A diversidade da macrofauna bentônica da praia do Farol apresentou grande variação entre os períodos principalmente na região do médiolitoral médio. Entre os

estratos, a região do médiolitoral superior (MLS) apresentou maior diversidade em ambos os períodos sendo a menor diversidade registrada na região do médiolitoral inferior (MLI) do período seco (Figura 17).

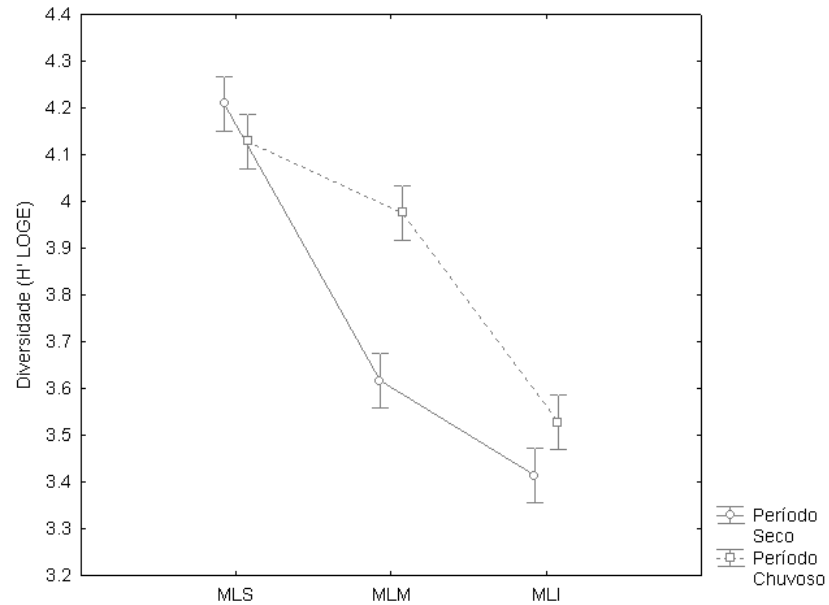


Figura 17: Diversidade média da macrofauna bentônica da praia do Farol nos períodos chuvoso e seco.

A equitatividade na praia do Farol variou significativamente entre os períodos (chuvoso e seco) e entre os estratos com maiores valores no médiolitoral superior (MLS) do período seco. Mas não foi significativamente diferente dentro do MLM (Figura 18).

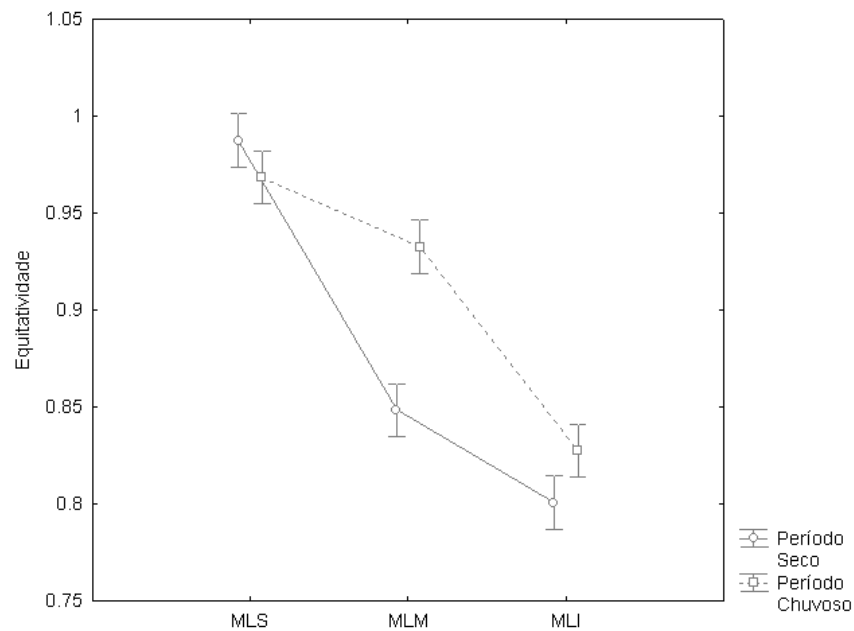


Figura 18: Equitatividade média da macrofauna bentônica na praia do Farol nos períodos chuvoso e seco.

Os resultados gráficos da análise de MDS (Figura 19) comparando os períodos amostrados (seco e chuvoso) e os estratos permitiram observar uma separação entre as amostras em dois grupos, sendo este resultado confirmado pelo teste ANOSIM ($R=0,473$ para os estratos; $R=0,169$ para os períodos). O primeiro grupo (grupo A) foi composto principalmente pelas amostras do médiolitoral superior (MLS) e o segundo grupo (grupo B) formado exclusivamente pelas amostras do MLM e MLI.

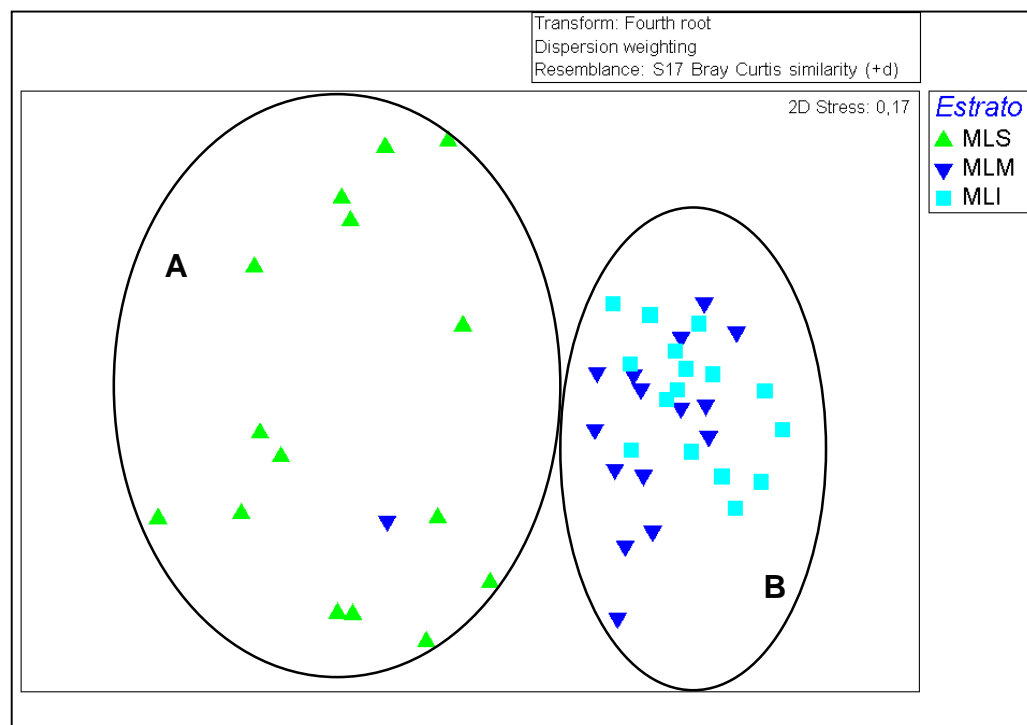


Figura 19: Resultado da análise de ordenação (MDS) para as amostras da macrofauna na praia do Farol.

As amostras pertencentes ao grupo A apresentaram uma similaridade média de 20,45%, contendo o malacostraca *Gammaridea* tipo 1 e o poliqueta *Armandia* sp como os táxons mais importantes. As amostras pertencentes ao grupo B apresentaram similaridade média de 53,64%, contendo os anelídeos *N. Simoni* e *Orbinia* sp como os táxons mais importantes (Tabela 6).

Tabela 8: Contribuição das principais espécies para a similaridade dos grupos identificados na praia do Farol.

Grupo A		Similaridade média: 20,45			
<u>Taxon</u>	<u>Abundancia média</u>	<u>Similaridade média</u>	<u>Sim/DP</u>	<u>Contribuição %</u>	<u>Contribuição acumulada</u>
Gammaridea tipo 1	0,68	6,61	0,67	32,32	32,32

Tabela 9 (final): Contribuição das principais espécies para a similaridade dos grupos identificados na praia do Farol.

<i>Armandia sp</i>	0,43	6,23	0,54	30,49	62,81
Grupo B	Similaridade média: 53, 64				
<u>Taxon</u>	<u>Abundancia</u>	<u>Similaridade</u>	<u>Sim/DP</u>	<u>Contribuição</u>	<u>Contribuição</u>
	<u>média</u>	<u>média</u>		<u>%</u>	<u>acumulada</u>
<i>Orbinia sp</i>	2,32	17,01	7,24	31,7	31,7
<i>N. simoni</i>	1,97	14,5	5,5	27,03	58,73

As variáveis ambientais que estiveram bem relacionadas à estrutura das assembleias bentônicas na praia do Farol foram à umidade no sedimento e conteúdo orgânico (R= 0,948).

5. DISCUSSÃO

Os padrões de precipitação reafirmam os valores encontrados por Moraes et al. (2005), que descrevem a variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará, com o primeiro semestre caracterizado por maiores índices de chuvas, as quais podem alcançar até 1000 mm/mês, chegando a 00 mm/mês no período seco. A maior quantidade de chuvas leva às temperaturas mais amenas, maior fluxo fluvial e conseqüentemente, a menores valores de salinidade da água (KINNE, 1971).

Em Algodual, a salinidade da água apresentou grande flutuação entre os meses de maior e menor intensidade de chuva, caracterizando duas fases distintas, a exemplo do que ocorre em outros estuários da costa paraense (OLIVEIRA, 2008). De uma maneira geral, os meses de março e junho apresentaram as menores salinidades, principalmente o mês de março, sendo que, segundo Flambot (1988) a partir do mês de abril, começa o aumento de salinidade das águas.

A matéria orgânica em praias geralmente ocorrem como matéria orgânica dissolvida e/ou matéria orgânica particulada (MACLACHLAN; BROWN, 2006). As concentrações de matéria orgânica na área de estudo, assemelham-se aos valores registrados em outros estudos na costa paraense (SILVA, 2008; BRAGA et al., 2009; PAULA et al., 2006). O grande fluxo de água e as fortes correntes, características de regiões dominadas por regime de macromarés, dificultam a deposição de partículas finas em áreas rasas, como nas praias oceânicas expostas ou naquelas localizadas próximo a desembocadura de estuários (ALVES et al., 2005), resultando em menores níveis de matéria orgânica nos sedimentos em áreas expostas. A maior concentração de matéria orgânica foi constatada nas regiões do

médiolitoral médio e inferior principalmente no período chuvoso, principalmente na região do médiolitoral inferior, provavelmente por estas regiões apresentarem maior taxa de decomposição e deposição de resíduos animais e vegetais, que ocorre através de processos microbianos. Esses organismos por sua vez, oxidam e liberam nutrientes que são essenciais à nutrição da biota do solo e das plantas (RUIVO et al., 2005). A matéria orgânica tem sido identificada como um dos mais importantes fatores na estruturação das comunidades macrobentônicas no sedimento, visto que, representa fonte de alimento para comedores de depósito e indiretamente para suspensívoros (SNELGROVE; BUTMAN 1994).

De uma maneira geral, o teor de umidade no sedimento foi maior durante o período chuvoso, provavelmente devido à grande precipitação pluviométrica da região, que pode alcançar valores de 1000 mm/mês no primeiro semestre, sendo este caracterizado por maiores índices de chuva (MORAES et al., 2005). Essa grande quantidade de chuva provoca uma amenização da temperatura o que diminui as taxas de evaporação da água contida nos sedimentos em praias (KINNE, 1971). Entre as zonas, as regiões do médiolitoral médio e médiolitoral inferior apresentaram os maiores teores de umidade no sedimento provavelmente devido se a maior proximidade dessas regiões com a água.

A praia do Farol apresentou uma extensão média de aproximadamente 400 metros e uma maior declividade no período seco. Essa maior declividade da praia durante o período seco foi provavelmente causada pelo aumento da hidrodinâmica local provocada pela maior intensidade de ventos na região durante esse período, sendo estes muito mais intensos, causando aumentos significativos na hidrodinâmica de águas rasas (SILVEIRA, 2006). Mudanças na morfologia praial podem ocorrer em diferentes frequências e podem envolver mudanças no volume, estado praial ou os dois (WRIGHT et al., 1985). Mudanças volumétricas, ou seja, erosão e acreção, são expressas na variabilidade do perfil praial. Estas mudanças podem ocorrer em várias escalas de tempo, sendo válidos para períodos intermediários (sazonais) onde a costa avança e retrai (MASSELINK, 2005), variando no tempo com a mudança das condições de ondas e variando espacialmente dependendo das condições ambientais que envolvem mudanças na sua morfologia e em seu comportamento hídrico.

A praia do Farol, durante os períodos analisados, apresentou uma composição típica das que são encontradas em praias arenosas, sendo esta dominada principalmente por anelídeos (poliquetas) e artrópodes (crustáceos), contendo o filo

Annelida como o mais abundante possuindo 28 táxons representando 83% da fauna presente. Esses resultados corroboram com os obtidos por Rosa Filho et al. (2011) o qual registrou para as praias da ilha de Algodão uma dominância de anelídeos em todas as zonas do entremarés, representando aproximadamente 85% do total dos organismos.

A classe poliqueta sempre representou mais de 80% dos organismos presentes na praia do Farol, sendo esta representada particularmente por *Orbinia* sp., *Nephtys simoni* e *Armandia* sp. Resultados similares foram encontrados por Rosa Filho et al. (2011) o qual encontrou uma dominância de *Orbinia* sp. e *N. simoni* nas praias da ilha de Algodão.

A composição de táxons observada nesse estudo é similar ao padrão de dominância comumente verificado em praias arenosas, sendo que estas são geralmente dominadas pelos filos Mollusca, Arthropoda e Annelida (MCLACHLAN; BROWN, 2006), sendo que segundo os trabalhos realizados por DEXTER (1988, 1990), praias com maior grau de energia dominadas pelo filo Arthropoda, praias com baixa energia dominada pelo filo Annelida e praias com condições intermediárias entre esses dois tipos de praias, são dominadas pelo filo Mollusca.

Em estuários tropicais, tradicionalmente, a macrofauna bentônica é composta principalmente por crustáceos e poliquetos (GAMBI; CONTI; BREMES, 1997). A classe Polychaeta não raro constitui o grupo dominante e mais importante em fundos moles estuarinos (OLIVEIRA; MOCHEL, 1999; TENÓRIO; COELITO-SANTOS; SANTOS, W. S. 2000; DITTMAN, 2000). A elevada ocorrência de anelídeos pode estar relacionada ao tipo de substrato presente na região, composto por sedimentos finos. Este tipo de sedimento apresenta, caracteristicamente, oferta elevada de alimento, que por sua vez, favorece a colonização e o domínio de táxons comedores de depósitos (obrigatórios ou ocasionais) (MANINO; MONTAGNA, 1997), como é o caso dos poliquetas *Orbinia* sp., *Nephtys simoni* e *Armandia* sp. Além disso, o formato do corpo (fusiforme), que facilita as atividades de escavação; a alta tolerância à stress ambiental, permitindo-os sobreviver em ambientes altamente estressantes (o que isso quer dizer?) como as praias arenosas (BOWMAN, 1983; GIENE, 2009; ROSA FILHO et al., 2009).

As exigências ou tolerâncias peculiares de cada espécie aos diferentes fatores ecológicos resultam em uma distribuição vertical dos organismos em faixas ou zonas características (zonação). Na praia do Farol, a riqueza e a abundância dos organismos aumentaram partindo da região do médiolitoral superior (MLS) indo em direção ao

médiolitoral inferior (MLI). Esse resultado concorda com muito outros trabalhos realizados e revisados por McLachlan e Brown (2006) com a fauna bêntica em diversas praias arenosas oceânicas. Esse aumento dos valores da macrofauna em direção ao mar pode ser explicado pelo menor risco de dissecação nas zonas mais próximas ao mar, e da dependência das atividades de alimentação da maioria das espécies da macrofauna na submergência da maré (MCLACHLAN; JARAMILLO, 1995; ARMONIES; REISE, 2000).

Ao se comparar a diversidade (H) e a equitatividades (J) dos organismos entre os estratos, observa-se um padrão inverso da abundância e da riqueza, possivelmente devido ao pequeno número de organismos que dominam em ambientes estuarinos e em ambiente praias. A dominância de um pequeno número de espécies e uma baixa diversidade são características comuns de comunidades estuarinas, formadas principalmente por espécies resistentes e que se reajustam às situações de estresse tais como mudanças bruscas de salinidade, longos tempos de exposição ao sol e elevada temperatura, sendo favorecidas e se aproveitando de todo espaço e recurso disponível (HOGARTH, 1999). Por essa razão, as espécies tipicamente estuarinas foram as que estiveram mais amplamente distribuídas.

Os resultados das análises de ordenamento (MDS) e de similaridade (ANOSIM) mostraram um padrão de duas zonas na praia do Farol. A primeira zona sendo caracterizada pela região do médiolitoral superior (MLS), onde ocorreu a maior presença de crustáceos e insetos (larvas), principalmente pelo Gammaridea Tipo1, além da presença do anélida *Armandia* sp; e a última zona compreendeu as regiões do médiolitoral médio (MLM) e do médiolitoral inferior (MLI), sendo esta zona caracterizada pela presença de moluscos e principalmente pela grande quantidade de poliquetas, principalmente pela *Orbinia* sp e pelo *Nephtys simoni*.

A zona do MLS pode ser caracterizada como uma a zona análoga a zona do supralitoral proposta por Mclachlan e Jaramilo (1995). Por sua vez, a última zona pode ser caracterizada pela junção das zonas de litoral e sublitoral propostas pelos mesmo autores.

As associações macrobentônicas da praia do Farol apresentaram variações temporais distintas, com modificações significantes nas sua estrutura entre os períodos estudados (seco e chuvoso). Em geral, as diferenças estruturais das associações macrobentônicas entre os períodos de amostragem se deveram à variações no número de indivíduos e a dominância de táxons entre as zonas de

amostragem (MLS, MLM, MLI). Este resultado concorda com vários autores, que demonstraram flutuações na composição específica na densidade das espécies que habitam as regiões estuarinas ao longo do tempo, sendo estas influenciadas diretamente pelas diversas mudanças ambientais, tais como salinidade, pluviosidade e temperatura que ocorrem nesse sistema (ROSA FILHO, 2001; MCCARTHY et al., 2000).

Em termos de diferenças sazonais de acordo com a Análise de Similaridade (ANOSIM) a macrofauna apresentou diferenças significativas entre os períodos. Observando os valores de densidade fica evidente que essas diferenças são devido à modificação na estrutura da macrofauna em termos de presença e ausência de alguns grupos raros.

Na praia do Farol as mudanças observadas na estrutura da comunidade macrobentônica entre os períodos, provavelmente estiveram associadas às mudanças das características físico-químicas das águas e dos sedimentos, provindas principalmente das variações na precipitação pluviométrica e da descarga dos rios.

Além disso, a praia do Farol apresentou elevada riqueza quando comparada a outras praias arenosa, provavelmente devido à morfologia da praia e grande aporte de nutrientes fornecidos pelo continente. O período chuvoso apresentou maior riqueza, contudo o período seco apresentou maior abundância. As associações bentônicas estão bem correlacionadas a alguns parâmetros ambientais tais como teor de matéria orgânica e umidade no sedimento. Por exemplo, Rosa Filho et al. (2009) explicam a variação da salinidade e da exposição direta a radiação solar como fator perturbador da fauna bentônica aumentando a diversidade e diminuindo a abundância.

Segundo Kinne (1966) as flutuações de salinidade afetam os animais principalmente por alterar seus processos fisiológicos. Posteriormente o mesmo autor em outro trabalho (1971), cita que ovos e larvas de algumas espécies de invertebrados podem não sobreviver aos baixos valores de salinidades que são tolerados por organismos adultos. A intensa hidrodinâmica das ondas e exposição ao sol que induz a evaporação, diminui o conteúdo orgânico e os níveis de oxigênio, aumentando a salinidade (MONTEIRO et al., 2009). Poucas espécies ocorrem em áreas de grande oscilação de salinidade da água intersticial, por outro lado, densidades altas ocorrem onde a taxa de variação da mesma é baixa.

Além disso, outra questão a ser considerada é que o aumento do fluxo fluvial pode dificultar ainda o transporte de larvas de espécies estuarinas, provindas de áreas costeiras adjacentes ou mesmos da parte inferior do estuário, para o estuário.

A umidade do sedimento é uma característica que favorece os parâmetros biológicos, tais como abundância, densidade e riqueza, das comunidades praias (HOWARD; DORJES, 1972; OMENAL; AMARAL, 1997; BORZONE et al. 2003).

Esquemas de zonação propostos para explicar os padrões de distribuição da macrofauna ao longo das praias são ainda motivo de controvérsia, e um modelo ainda não foi encontrado (RAFAELLI et al., 1991) e dificilmente vai existir devido às grandes diferenças (morfologia, sedimentologia, temperatura, umidade, entre outras) encontradas nas diferentes regiões de uma mesma praia.

Estudos ecológicos posteriores são extremamente necessários para consolidar e melhor entender a dinâmica das associações bênticas macrofaunais entre as praias analisadas, tanto em larga como em pequena escala (BRAZEIRO; DEFEO, 1996; NEVES et al., 2007).

6. CONCLUSÃO

Foram identificados 1.739 organismos, representantes de 72 táxons pertencentes a cinco filos, sendo o filo Annelida o mais abundante. A classe Polychaeta foi a mais abundante contendo 27 táxons.

O período seco apresentou maior abundância possuindo 991 organismos, entretanto apresentou menor riqueza (40) em relação ao período chuvoso (52).

A praia do Farol, durante os períodos analisados, apresentou uma composição típica das que são encontradas em praias arenosas, sendo dominada principalmente por anelidas e arthropodas.

Os anelidas *Orbinia* sp (51%), *Nephtys simoni* (24%) e *Armandia* sp (7%) possuíram maior abundância juntos totalizando 74% dos indivíduos. resultados

A região do MLS foi dominada pelo filo Arthropoda sendo esta composta principalmente pelo inseto *Dystiscidae* sp no período chuvoso e pelo malacostraca Gammaridea tipo 1 no período seco, entretanto as regiões do MLM e MLI foram dominadas pelo filo Annelida, sendo compostas principalmente por *Orbinia* sp e *Nephtys simoni*.

Ao longo do estudo, a densidade e a riqueza variaram significativamente entre os períodos, ambos apresentando um aumento nos estratos localizados nas porções inferiores da praia (MLM e MLI).

A diversidade e a equitatividade variaram significativamente entre os períodos, ambos possuindo maiores valores na região superior da praia (MLS). resultados

O número de táxons e a abundancia da macrofauna aumentaram em direção ao mar, devido provavelmente ao risco de dissecação, maior quantidade de alimento disponível e morfologia da praia.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. S. O efeito da morfodinâmica praial e suas variações temporais de curto e médio prazo sobre a macrofauna bentônica de três praias arenosas expostas de Santa Catarina, Brasil. 2004. 242f. Tese (Doutorado em Ciências, área ecologia). Universidade de São Paulo. 2004.

ALVES, M.; EL-ROBRINI, M.; SOUZA FILHO, P. W. M.; FARIAS, R.; FRANÇA, C. F. Morfodinâmica das praias de meso-macromarés da zona costeira do estado do Pará. Lm: X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Vitória, 2005. CD-ROM.

ANDERSON, M. J.; GORLEY, R. N.; CLARKE, K. R. *PERMANOVA+. Guide to software and statistical methods*. PRIMER-E. Plymouth. 2008. 214 p.

ARMONIES, W; REISE, K., 2000. Faunal diversity across a sandy shore. *Marine Ecology Progress Series*, 196, 49-57.

ATAIDE, M. B. Caracterização da meiofauna associada aos recifes de *Sabellaria wilsoni* (Polychaeta Sabellaridae) da ilha de Algodoal (Pará, Brasil) com ênfase aos nematodas. 2009. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Oceanografia). Universidade Federal do Pará. 2009.

BARROS, F., BORZONE, C.A., ROSSO, S. Macroinfauna of six beaches near Guaratuba bay, southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 44 (4): 351–364. 2001.

BIRKEMEYER, W.A. Fast accurate two person beach survey. *Coastal Engineering Technical Aid*. 22, 81-11. 1981.

BORZONE, C.A.; MELO, S.G; REZENDE, K.V; VALE, R; KRUL, R. Macrobenthic intertidal communities from wave to tide dominated beach environments: a case study in two Brazilian beaches. *Journal of Coastal Research*. 35, 472-480. 2003.

BORZONE, C.A.; SOUZA, J.R.B. Estrutura da macrofauna bentônica no supra, meso e infralitoral de uma praia arenosa do sul do Brasil. *Oecologia Brasiliensis*. 3, 197-212. 1997.

BOUWMAN, L.A. A survey of nematodes from the Sem estuary. Part II. Species assemblages and associations. *Zoologische Jahrbuecher Systematik*. 110, 345-376. 1983.

BRAGA, C. F.; BEASLEY, C. R.; ISSAC, V. J. 2009. Effects of plant cover on the macrofauna of *Spartina* marshes in northern Brazil. *Brazilian Archive of biology And Technology*. 52, 1409 – 1420. 2009

BRAZEIRO, A. & O. DEFEO. Macroinfauna zonation in microtidal sandy beaches: is it possible to identify patterns in such variable environments?. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 42, 523-536. 1996.

BROWN, A. C.; MCLACHLAN, A. *Ecology of Sand Shores*. Elsevier, Oxford. 1990. p.328.

CLARKE, K. R.; GORLEY, R. N. *PRIMER v5: User Manual/Tutorial*. In: PRIMER-E-LTD(ed.). Prospect Place, West Hoe, Plymouth PL1 3DH. U.K.: Plymouth Marine Laboratory. 2001.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory. 1994. p. 144.

COSTA, S. R. C. Estudos Morfodinâmicos das praias da Princesa, Fortalezinha e Caixa D'água (Ilha de Algodão-Maiandeuá) - NE do Pará. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Oceanografia) - Universidade Federal do Pará. 2009.

DAHL, E. Some aspects of the ecology and zonation of the fauna on sandy beaches. *Oikos*. 4, 1-27. 1952.

DEGRAER, S., VOLCKAERT, A; VINCX, M. Macrobenthic zonation patterns along a morphodynamical continuum of macrotidal, low tide bar/rip and ultra-dissipative sandy beaches. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 56, 459-468. 2003.

DEXTER, D. M. The Sandy Beach Fauna of Portugal. *Arquivos do Museo Bocage*. 101-110. 1988.

DEXTER, D. M. The Effect of Exposure and Sazonality on Sandy Beach Community Structure in Portugal. *Ciência Biológica, Ecológica e Sistemática*. 10, 31-50. 1990.

DIÉGUES, F. M. F. 1972. Introdução à oceanografia do estuário amazônico. *Anais do XXVI Congresso de Geologia*. São Paulo. 301-317.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA NACIONAL - DHN. *Cartas náuticas: De Salinópolis ao canal de Espadarte*. 4ªed. Rio de Janeiro. 2006.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA NACIONAL - DHN. Centro de Hidrografia marinha – Serviço Meteorológico Marinho. 2011b. Disponível em: http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/modnum/hrm/metarea_v/00hmg/hrm_meteo_im.htm. Acessado em: 11 de novembro de 2011.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA NACIONAL - DHN. *Tábuas de maré para o fundeadouro de Salinópolis (Estado do Pará)*. 2011a. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas>. Acessado em: 11 de novembro de 2011.

DITTMAN, S. Zonation of benthic communities in a tropical tidal flat of north-east Australia. *Journal of Sea Research*. 43, 33-51. 2000.

EL ROBRINI, M. In: Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro. Relatório Técnico. Batimetria. IDESP/IBAMA/SECTAM, Belém. 8-16. 1992

ESCOFET, A.; GIANUCA, N.; MAYTIA, S. & SCARABINO, V. Playas arenosas del Atlantico Sudoccidental entre los 29° y 43° LS: consideraciones generales y esquema biocenológico. *UNESCO Sem., Montevideo*. 245-258. 1979.

FERNANDEZ, M.; JARAMILLO, E.; MARQUET, P. A.; MORENO, C. A.; NAVARRETE, S. A.; OJEDA, F. A.; VALDOVINOS, C.O.; VASQUEZ, J. A. Diversity, dynamics and biogeography of Chilean benthic nearshore ecosystems: an overview and guidelines for conservation. *Revista Chilena de História Natural*. 73, 797–830. 2000.

GAMBI, M. C.; CONTI, G.; BREMEC, C. S. Polychaete distribution, diversity and seasonality related to seagrass cover in shallow soft-bottoms of Tyrrhenian Sea (Italy). *Scientia Marina*. 26, 1-17. 1997.

GIERE, O., *Meiobenthology: The microscopic fauna in aquatic sediments*. Berlin, Springer, 2009.p.328.

GEYER, W. R. et al. The physical oceanography of Amazon outflow. *Oceanography*. 4, 8-14, 1991.

GIANUCA, N.M. Zonação e produção nas praias arenosas do litoral sul e sudeste do Brasil. *Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira – síntese dos conhecimentos*. Cananéia, SP.1, 313-332. 1987.

GOMES, T. P; ROSA FILHO, J. S. Composition and spatio-temporal variability of meiofauna community on a sandy beach in the Amazon region (Ajuruteua, Pará, Brazil). *Iheringia*.99, 210-216. 2009.

HALL, S. J (1994). Physical disturbance and marine benthic communities: Life in unconsolidated sediments. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, n.32, p.179-239.

HOCKEY, P.A.R., SIEGFRIED, W.R., CROWE, A.A. AND COOPER, J. Ecological structure and energy requirements of the sandy beach avifauna of southern Africa. In: MCLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (Eds), *Sandy beaches as ecosystems*. The Hague: Junk. p. 507-521. 1983.

HOEFEL, F. G. Morfodinâmica de Praias Arenosas Oceânicas: uma revisão bibliográfica. Itajaí, Editora da Universidade do Vale do Itajaí. 1973. p.387.

HOEFEL, F. G. Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica. Editora da Universidade do Itajaí, Itajaí. p. 92. 1998.

HOGARTH, P. J. The biology of mangroves. Oxford: Oxford University Press. 1999. p.228.

HOWARD, J.D.; DORJES, J. Animal-sediment relationships in two beach-related tidal flats, Sapelo Island, Georgia. *Journal of Sedimentology and Petrology*. 42, 608-623. 1972.

JARAMILLO, E.; CONTRERAS, H.; DUARTE, C.; QUIJÓN, P. Relationships between community structure of the intertidal macroinfauna and sandy beaches characteristics along the Chilean coast. *Marine Ecology*. 4, 323 – 342. 2001.

KINNE, O. Physiological aspects of animal life en estuaries with special reference to salinity. *Netherlands Journal of Sea Research*. 3, 222-244. 1966.

KINNE, O. Salinity. Ln: KINNE, O. *Marine Ecology: A comprehensive, integrated treatise of life in oceans and coastal waters*. London. John Wiley & Sons. V.1. pp. 683-995. 1971.

KNOX, G. A. *The Ecology of Sea Shores*. CRC press, New York. 2000. p.555.

KOMAR, P.D. *Beach processes and sedimentation*. Prentice Hall. Upper Saddle River. 1998. p.544.

LEVINTON, J. *Marine Biology. Function, biodiversity, ecology*. 3rd Ed. Oxford University Press. Oxford. 2009. p.523.

MANINO, A.; MONTAGNA, P. A. Small-scale spatial variation of macrobenthic community structure. *Estuaries*. 20,159-173. 1997

MASCARENHAS, A. L. S. Análise geoambiental da Ilha de Algodual-Maiandeuá/PA. 2006. 133f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ceará, 2006.

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

MASSELINK, G. et al. Suspended sediment transport in the swash zone of a dissipative beach. *Marine Geology*. 216, 169-189. 2005

McCARTHY, S. A.; LAWS, W. A.; ESTABROOKS, J. H.; BAILEY-BROCK; KAY, E. A. Intra-annual variability in Hawaiian shallow-water soft-bottom macrobenthic communities adjacent to a eutrophic estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 50, 245-258. 2000.

McLACHLAN, A. *Sandy beach ecology: a review*. In: McLACHLAN, A., ERASMUS, T (eds.) *Sandy beaches as ecosystems*. W. Junk, The Hague. 1983. p.321-380.

McLACHLAN, A. Dissipative beaches and macrofauna communities on exposed intertidal sands. *Journal of Coastal Research*. 1, 57-71. 1990.

McLACHLAN, A; BROWN, A.C. *The ecology of sandy shores*. Elsevier: Amsterdam. 2006. p.373.

McLACHLAN, A; DORVLO, A. Global patterns in sandy beach macrobenthic communities. *Journal of Coastal Research*. 21, 674-687. 2005.

McLACHLAN, A; JARAMILLO, E. Zonation on Sandy beaches. *Oceanography and marine biology: na annula review*. 33, 305-335. 1995.

MENDES, A.C; SILVA, M.S; SANTOS, V.F. *Análise das características físicas para o gerenciamento ambiental na praia de Atalaia e ilha de Algodal (NE do Pará)*. In: Prost, M.T. and Mendes, A.C. *Ecosistemas Costeiros: impactos e gerenciamento ambiental*. Ed. MPEG. Belém. 2001. p. 103-112.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Áreas prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira: atualização*, Portaria MMA 09, de 23 de janeiro de 2007. MMA. Brasília. 2007. 300p.

MONTEIRO, V. F. *Eficiência de diferentes abordagens metodológicas e caracterização das associações macrobentônicas estuarinas da zona costeira amazônica*. 2009. 96f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca). Universidade Federal do Pará. 2009.

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

NEUBERGER-CYWIAK, L., ACHITUV, Y., MIZRAHI, L. The ecology of *Donax trunculus* Linneus and *Donax emistriatus* Poli from the Mediterranean coast of Israel. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*.134, 203–220. 1990.

NEVES, L. P.; DA SILVA, P. R.; BEMVENUTI, C.E. Zonation of benthic macrofauna on Cassino Beach, southernmost Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*. 55. 2007.

OLIVEIRA, D. B. *Composição das larvas dos crustáceos decápodos (Anomura e Thalassanidea) do estuário do rio Marapanim, Pará, Litoral norte do Brasil*. 2008. 55f. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação de Biologia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas. 2008.

OLIVEIRA, M.; MOCHEL, F. R. *Macroendofauna bêntica de substratos móveis de um manguezal sob impacto das atividades humanas no sudoeste da Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil*. *Boletim do Labohidro*. 12, 75-93. 1999.

PAULA, J. H. C.; ROSA FILHO, J. S.; SOUZA, A. L. B.; AVIZ, D. A meiofauna como indicadora de impactos da carcinicultura no estuário de Curuçá (PA). *Boletim do Labohidro*. 19, 61-72. 2006.

PETERSON, C. H; SUMMERSON, H. C.; THOMSON, E; LENIHAN, H. S; GRABOWSKI, J; MANNING, L; MICHELLI, F; JOHNSON. G. Synthesis of linkages between benthic and fish communities as a key to protecting essential fish habitat. *Bulletin of Marine Science*. 66, 759-774. 2000.

QUINN, G.P.; KEOUGH, M.J. *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press. 2002.

RAFFAELLI, D., KARAKASSIS, I., GALLOWAY, A. Zonation schemes on sandy shores. A multivariate approach. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 148, 241-253. 1991.

RODIL, I.F.; LASTRA, M. Environmental factors affecting benthic macrofauna along gradient of intermediate sandy beaches in northern Spain. *Estuarine, coastal and Shelf Science*. 66, 37-44. 2004.

RODIL, I.F.; LASTRA, M.; LÓPEZ, J. Macroinfauna community structure and biochemical composition of sedimentary organic matter along a gradient of wave exposure in sandy beaches (NW Spain). *Hydrobiologia*. 579, 301 – 316. 2007.

ROSA-FILHO, J.S. Variações espaço-temporais das associações de macroinvertebrados bentônicos de fundos moles dos estuários do Rio Grande do Sul (Brasil). Influência de fatores naturais e introduzidos, e modelos para sua predição. 2001. 210f. Rio Grande. Tese de Doutorado (Doutorado em Oceanografia Biológica) Fundação Universidade Federal do Rio Grande. 2001.

ROSA-FILHO, J.S.; ALMEIDA, M.F.; AVIZ, D.E. Spatial and temporal changes in the benthic fauna of a macrotidal Amazon sandy beach. *Journal of Coastal Research*. 56, 1823-1827. 2009.

ROSA FILHO, J. S.; GOMES, T. P; ALMEIDA, M. F. de; SILVA, R. F. Benthic fauna of macrotidal sandy beaches along a small-scale morphodynamic gradient on the Amazon coast (Algodão Island, Brazil). *Journal of Coastal Research*. 64, 435-439. 2011.

RUIVO, M. L. P.; AMARAL, I. G.; GUEDES, A. L. S; RIBEIRO, E. L. C.; FARO, M. P. S.; SANTOS M. M. S de Lourdes. Caracterização química da manta orgânica e da matéria orgânica leve em diferentes tipos de solo em uma topossequência na ilha de Maiandeuá/Algodão, PA. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*. 1, 227-234. 2005.

SALVAT, M. B. Les conditions hydrodynamiques interstitiales de sediments meubles intertidaux et la répartition verticale de la fauna endogée. C. R. *Acad. Sei. Paris*. 259, 1576-1579, 1964.

SANTOS, V. F. Estratigrafia holocênica e morfodinâmica atual da planície costeira da ilha de Algodal e Marudá. 1996. 128f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará, Belém, PA. 1996.

SHORT, A. The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. *Revista Chilena de Historia Natural*. 69, 589-604.

SHORT, A. *Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics*. John Wiley e Sons, Chinchester. 1999. p. 589.

SHORT, A; WRIGHT, L. D. *Physical variability of sandy beaches*. In McLachlan, A and T. Eramsmus (Eds.). *Sandy beaches as ecosystems*, W.Junk, The Hague. 1983.133-144.

SILVA, M. G. L. Avaliação multitemporal da dinâmica costeira da Praia do Pescador. Bragança (norte do Brasil). 2001. 113f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 2001.

SILVA, R. F. Associações macrobentônicas de fundos moles do estuário do rio Caeté (Bragança – PA). 2008. Dissertação (mestrado em Biologia Ambiental) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém. 2008.

SILVEIRA, O. F. M.; SANTOS, V. F. *Aspectos geológicos-geomorfológicos da região costeira entre o rio Amapá Grande e a região dos lagos do Amapá*. Macapá. MMA/PROBIO. 2006. p.30.

SNELGROVE, P. V. R.; BUTTMAN, C. A. Animal-sediment relationship revisited: cause versus effect. *Oceanographic and marine Biology: animal review*. 32, 111- 117. 1994.

SOARES, A.G. Sandy beach morphodynamics and macrobenthic communities in temperate, subtropical and tropical regions — a macroecological approach. 2003. 152f. Tese de Doutorado. Port Elizabeth. University of Port Elizabeth. 2003.

SOKAL, R.R.; ROHLF, J.F. *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. 3 ed. W.H. Freeman and Company, New York. 1997.

SKOV, H.; DURINCK, J.; LEOPOLD, M.F; TASKER, M.L. A quantitative method For evaluatingthe importance of marine areas for conservation of birds. *Biological Conservation*.136, 362 – 371. 2007.

SOUZA-FILHO, P.W.M.; LESSA, G.C.; COHEN, M.C.L.; Costa, F.R; LARA, R.J. *The Subsiding Macrotidal Barrier Estuarine System of the Eastern Amazon Coast, Northern Brazil*. In: DILLENBURG, S.R; HESP, P.A. *Geology and geomorphology of holocen coastal barriers of Brazil*. Berlin, Springer Verlag. p. 347-372. 2009.

SOUZA, J.R.B. & GIANUCA, N. M. Zonation and seasonal variation of the intertidal macrofauna on a sandy beach of Paraná State, Brazil. *Scientia Marina*. 59, 103–111. 1995.

TAKAHASHI, K., T. HIROSE, AND K. KAWAGUCHI. The importance of intertidal sand-burrowing peracarid crustaceans as prey for fish in the surf-zone of a sandy beach in Otsuchi Bay, northeastern Japan. *Fisheries Science*. 6, 856-864. 1999.

TENÓRIO, D. O.; COELHO-SANTOS, M. A.; SANTOS, W. S. *Biodiversidade bêntica do Canal de Santa Cruz, Itamaracá, Pernambuco, Brasil*. In: MANGROVE. Recife: [s.n.]. p. 46. 2000.

UNDERWOOD, A.J. *Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press, Cambridge. 1997.p.535.

VELOSO, V. G.; SILVA, E. S.; CAETANO, C. H. S.; CARDOSO, R. S. Comparison between the macroinfauna of urbanized and protected beaches in Rio de Janeiro State, Brazil. *Biological conservation*. 27, 510-515.2006.

WRIGHT, D; SHORT, A. D.; GREEN, M. O. Short term changes in the morphodynamic states of beaches and surf zones: an empirical predictive model. *Marine Geology*. 62, 339-344. 1985.

WRIGHT, D; SHORT, A. D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: synthesis. *Marine Geology*. 56, 93-118. 1984.