



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

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**YURI PAIXÃO SANTA ROSA PORTO**

**CARACTERIZAÇÃO SAZONAL DA MACROFAUNA BENTÔNICA NA  
REGIÃO DE ENTREMARÉS DE UM PLANO DE LAMA ESTUARINO  
NA ILHA DE ALGODOAL-MAIANDEUA (PARÁ, BRASIL)**

**Belém - PA**

**2014**

**YURI PAIXÃO SANTA ROSA PORTO**

**CARACTERIZAÇÃO SAZONAL DA MACROFAUNA BENTÔNICA NA REGIÃO DE ENTREMARÉS DE UM PLANO DE LAMA ESTUARINO NA ILHA DE ALGODOAL-MAIANDEUA (PARÁ, BRASIL)**

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.

Orientadora: M.Sc. Roseanne Figueira da Silva

Coorientador: José Eduardo Martinelli Filho

**Belém - PA**

**2014**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

---

P853c Porto, Yuri Paixão Santa Rosa, 1989-

Caracterização sazonal da macrofauna bentônica na região de entremarés de um plano de lama estuarino na ilha de Algodão-Maiandeuá (Pará, Brasil) / Yuri Paixão Santa Rosa Porto – 2014

52 f. : il. : 30 cm.

Orientadora: Roseanne Figueira da Silva

Coorientador: José Eduardo Martinelli Filho

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

1. Estuários – Amazônia. 2. Bentos - Amazônia. 3. Variação temporal. I. Título.

CDD 22. ed.: 551.461809811

---

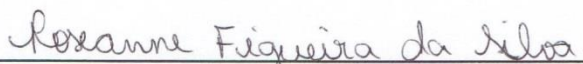
**YURI PAIXÃO SANTA ROSA PORTO**

**CARACTERIZAÇÃO SAZONAL DA MACROFAUNA BENTÔNICA NA REGIÃO DE ENTREMARÉS DE UM PLANO DE LAMA ESTUARINO NA ILHA DE ALGODOAL-MAIANDEUA (PARÁ, BRASIL).**

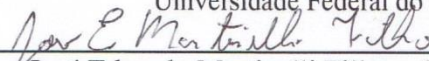
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Oceanografia da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia.

Data da defesa: 12/06/2014

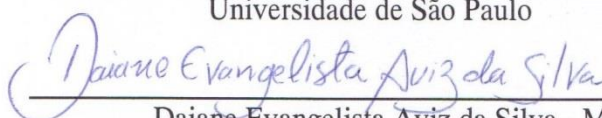
Banca examinadora:



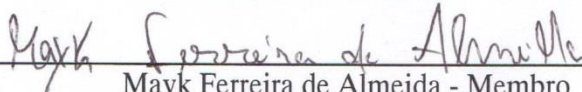
Roseanne Figueira da Silva – Orientadora  
Mestre em Biologia Ambiental  
Universidade Federal do Pará



José Eduardo Martinelli Filho – Co-orientador  
Doutor em Oceanografia (Oceanografia Biológica)  
Universidade de São Paulo



Daiane Evangelista Aviz da Silva - Membro  
Mestre em Biologia Ambiental  
Universidade Federal do Pará



Mayk Ferreira de Almeida - Membro  
Mestre em Ciências Ambientais  
Universidade Federal do Pará

Dedico este trabalho à minha família e amigos que à sua maneira, foram os ombros de gigantes onde me apoiei. Em especial à minha avó Maria José.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao longo destes anos, que foram uns dos mais especiais, criei laços não só com pessoas, mas com lugares também; então gostaria de agradecer à Universidade Federal do Pará, ao Instituto de Geociências e a Faculdade de Oceanografia, por terem sido acolhedores ao longo de tantas jornadas.

À minha família, meus pais Edna e Sebastião, minhas irmãs Caroline e Yasmin e a meu tio Edvaldo, que são os maiores incentivadores dos passos seguintes; à minha avó Maria José, que me ilumina do plano espiritual.

Aos Professores José Souto e Eduardo Martinelli que me coorientaram em momentos distintos e a todos os professores da Faculdade de Oceanografia.

À minha “mãe” Roseanne Figueira que me orientou de forma paciente e bem humorada e me ouviu e aconselhou em momentos de desânimo e tristeza; muito obrigado mesmo Rose.

Aos amigos do LABEN/LOB que nunca me deixaram fraquejar; em especial aos “tios” Mayk “Augusto” Ferreira e Daiane Aviz que gentilmente aceitaram avaliar este trabalho e também à “madrasta” Vanessa Barreto Lisboa que me atura, diariamente, falando bobagens e sempre tem palavras doces para acalmar um coração aflito.

Aos amigos da família oceano 2009 (Amanda, Andrey, Cintia, Ellery, Fabíola, Leonildo, Lorena, Luiza, Pablo, Priscila Natasha, Priscilla Valéria, Victor Rocha e Wilson) em especial Jonatas Miranda, Thais Cassiano e Victor Moreira que me aguentaram por 4 anos e vão me aguentar por pelo menos mais 60.

Aos amigos de oceano 2008 (Camila, Helanir, Rafael, Rafaela e Thais Borba) que foram minha segunda turma de coração; em especial Ana Flávia (fofuxuda) que é minha cúmplice e alma gêmea e vai ser obrigada a me aturar para o resto da vida.

Aos meus amigos de outros cursos, de outras faculdades, de outras épocas que até hoje são parceiros desta longa caminhada.

Por último, agradeço a Deus por ter me dado a honra e o prazer de conhecer e conviver com tantas pessoas especiais e por ter me dado a insaciável fome por conhecimento.

"Quem não sabe por que caminho chegará ao mar, deve tomar o rio por companheiro."

Plauto

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivos Gerais .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Área de Estudo .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2</b>	<b>Procedimentos de Campo .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3</b>	<b>Procedimentos de Laboratório .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4</b>	<b>Análise de Dados .....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1</b>	<b>Dados Abióticos .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2</b>	<b>Dados Bióticos .....</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>44</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>45</b>

## RESUMO

A fauna bentônica da zona costeira amazônica, apesar de sua enorme importância, é a menos conhecida no Brasil, assim, o estudo deste ambiente é importante a fim de conhecer suas espécies e sua variação temporal, acrescentando informações sobre tais indivíduos. Este trabalho teve como objetivo caracterizar temporalmente a macrofauna bentônica em um plano lamoso estuarino, na região do entremarés, da Área de Proteção Ambiental Algodoal-Maiandeuá (Maracanã-PA) as coletas foram feitas em setembro e dezembro de 2011 (no período seco) e março e junho de 2012 (no período chuvoso). Foram encontrados 35.104 indivíduos divididos em 48 táxons pertencentes aos filos Annelida, Arthropoda, Mollusca e Nemertea, sendo que, 23 foram comuns aos dois períodos, 22 foram restritos ao período seco e somente 4 foram restritos ao período chuvoso. O filo Arthropoda dominou em todos os meses, decaindo somente em junho quando os Arthropoda dominaram; quanto à participação relativa, o tanaidacea *Halmyrapseudes spaansi* dominou em todos os meses, exceto em junho quando sua abundância diminuiu, dando espaço para o Annelida Tubificinae sp1. dominar. Os maiores valores de riqueza foram durante o período seco; já a densidade apresentou resultados variados, com maior valor em dezembro (período seco) seguido de março (período chuvoso). Diversidade e equitatividade apresentaram padrão semelhante com maior valor em junho seguido de setembro. Os fatores que mais influenciaram na variação da macrofauna foram, principalmente, o parâmetro pH (para o período chuvoso) e salinidade (para o período seco), determinando as espécies mais suscetíveis a habitarem o meio sob tais condições; sendo que no período seco, nota-se uma predominância de Arthropodas, já no período chuvoso o número de Anelidas é maior. Os resultados demonstraram que as variações climáticas determinam modificações nos descritores composição específica, riqueza e densidade da macrofauna de um Plano de lama da Ilha de Algodoal.

**Palavras-chave:** Plano de Lama. Bentos. Variação temporal.

## ABSTRACT

The benthic fauna of the Amazon coastal zone, despite its enormous importance, is the least known in Brazil, so the study of this environment is important in order to know their species and their temporal variation, adding information about such individuals. This study aimed to characterize the temporal benthic macroinvertebrates in a estuarine muddy plain, in the intertidal zone, the Environmental Protection Algodual-Maiandeuá Area (Maracanã-PA). The samples were obtained in september and december 2011 (during the dry season) and march and june 2012 (during the rainy season). Have been found, 35,104 individuals divided into 48 taxa belonging to the phylum Annelida, Arthropoda, Mollusca and Nemertea, whereas 23 were common to both periods, 22 were restricted to the dry season and only 4 were restricted to the rainy season. The phylum Arthropoda dominated every month, declining only in june when Arthropoda dominated; in relative participation, the Tanaidacea *Halmyrapseudes spaansi* dominated in all months except in june when its abundance decreased, giving space for Annelida Tubificinae sp1. master. The highest faunal richness were during the dry season; now, the density showed a variety of results, with higher value in december (dry season) followed by march (rainy season). Diversity and evenness showed a similar pattern with highest value in june followed by september. The most important factors influencing the variation of macrofauna were mainly the pH parameter (for rainy season) and salinity (for the dry season), determining the most susceptible species to inhabit the environment under such conditions; whereas in the dry season, there is a predominance of Arthropodas, and in the rainy season the number of Annelidas was higher. The results showed that climate changes determined variations in descriptors: specific composition, richness and density of the macrofauna of the mud flat in the Algodual island.

**Keywords:** Mud Flat. Benthos. Temporal variation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Área de estudo e ponto de coleta	6
FIGURA 2 - Análise PCA para os meses setembro, dezembro, março e junho. Ilha de Algodual-Maiandeuá - PA.	11
FIGURA 3 - Participação Relativa por filos: A- set/2011, B- dez/2011, C- mar/2012, D- jun/2012	13
FIGURA 4 - Participação Relativa por táxons: A- set/2011, B- dez/2011, C- mar/2012, D- jun/2012	14
FIGURA 5 - Riqueza média da macrofauna bentônica em um plano de lama nos períodos, seco e chuvoso. Ilha de Algodual-Maiandeuá - PA.	16
FIGURA 6 - Densidade média da macrofauna bentônica em um plano de lama nos períodos, seco e chuvoso. Ilha de Algodual-Maiandeuá - PA.	17
FIGURA 7 - Diversidade média da macrofauna bentônica em um plano de lama nos períodos, seco e chuvoso. Ilha de Algodual-Maiandeuá - PA.	18
FIGURA 8 - Equitatividade média da macrofauna bentônica em um plano de lama nos períodos, seco e chuvoso. Ilha de Algodual-Maiandeuá - PA.	19
FIGURA 9 - Resultado da análise de ordenação (MDS) para as amostras de macrofauna de plano de lama entre os períodos, seco e chuvoso. Ilha de Algodual-Maiandeuá - PA.	20
FIGURA 10 - Resultado da análise de ordenação (MDS) para as amostras de macrofauna de plano de lama entre os meses setembro de 2011 e junho de 2012. Ilha de Algodual-Maiandeuá - PA.	20
FIGURA 11 - Análise de correspondência canônica para os meses de estudo.	23
FIGURA 12 - Análise de correspondência canônica para os táxons encontrados.	24

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Médias dos parâmetros abióticos para cada mês de coletas.	10
TABELA 2 - Resultado da análise de ANOVA para os fatores abióticos, Salinidade, Temperatura, pH, umidade, M.O. e Precipitação.	10
TABELA 3 - Lista dos táxons com os valores de densidade média de acordo com o mês de coleta.	12
TABELA 4 - Resultado da análise de ANOVA para os descritores bióticos Riqueza, Densidade, Diversidade e Equitatividade.	15
TABELA 5 - Análises ANOSIM, para as comparações da macrofauna bentônica entre os períodos, seco e chuvoso e entre os meses em um plano de lama na Ilha de Algodual- Maiandeuá - PA, ao longo do período de estudo.	21
TABELA 6 - Contribuição dos principais táxons para similaridade das amostras dos períodos, seco e chuvoso em um plano de lama. Ilha de Algodual- Maiandeuá - PA.	21
TABELA 7 - Contribuição dos principais táxons para similaridade das amostras no mês de setembro e dezembro (período seco) em um plano de lama. Ilha de Algodual- Maiandeuá - PA.	22
TABELA 8 - Contribuição dos principais táxons para similaridade das amostras no mês de março e junho (período chuvoso) em um plano de lama. Ilha de Algodual- Maiandeuá - PA.	22

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das maiores regiões costeiras do mundo, mais de 7.400 km de costa, onde ocorrem inúmeros processos oceanográficos decorrentes dos inúmeros despejos de rios e afluentes (EI-ROBRINI *et al.*, 1992), principalmente na região norte do país. A Zona Costeira é a região de interface entre o continente e o mar, sendo dominada por processos originados nas bacias de drenagem dos rios afluentes e por processos oceanográficos e atmosféricos (BRASIL, 2007); esta área de transição entre a terra e o mar apresenta alguns dos mais valiosos e produtivos habitats da biosfera (GRUBER, *et al.*, 2003), onde se encontram as áreas entremarés, restingas, manguezais, recifes de coral, entre outros ecossistemas (BRASIL, 2007).

Um dos ambientes costeiros de maior importância ecológica é o estuário, sendo definido como uma zona de transição entre continente e oceano, o estuário é um corpo hídrico costeiro semifechado, o qual estabelece livre ligação com o oceano aberto, resultando em diluição da água do mar através da drenagem continental da água doce (DYER, 1997).

Os ambientes costeiros estuarinos, a exemplo dos planos de lama, auxiliam na manutenção da linha de costa, reduzem o efeito de ondas e tempestades tropicais, além de servirem como berçário, proteção e fonte de alimentos para inúmeros indivíduos (BRASIL, 2002). É um ambiente de alta produtividade biológica, sendo maior que a dos rios e oceanos, em grande parte devido à sua hidrodinâmica, responsável por reter nutrientes e material orgânico além de organismos que promovem o aumento da produtividade (MIRANDA, *et al.* 2002), tornando este ambiente favorável à reprodução e crescimento (LAEDSGAARD; JHONSON, 2000).

Entre os grupos que habitam as regiões costeiras, encontra-se o bentos, representando cerca de 98% das espécies (TRUJILLO; THURMAN, 2003). Os seus componentes necessitam, pelo menos em um estágio do seu ciclo de vida, utilizar o substrato obrigatoriamente, seja como forma de proteção e abrigo contra predadores, utilizando para se fixar, andar ou rastejar ou ainda para retirar alimentos (VÉLEZ, 1971).

Segundo Little (2000), a fauna bentônica é bem diversificada, com representantes de quase todos os filos animais. Este grupo pode ser subdividido em

quatro categorias de acordo com seu tamanho e função ecológica, distintos entre tais categorias; estes grupos são: microfauna, com protozoários de dimensões menores que 0,01 mm; meiofauna, com organismos de tamanho entre 0,044 e 0,3 mm, macrofauna, com indivíduos maiores que 0,3 mm e megafauna, maiores que 2 cm (OLIVEIRA ; MOCHEL, 1999).

A fauna bentônica é considerada um excelente bioindicador ambiental (DAUVIN, 2007), além de ocupar uma posição importante dentro da cadeia alimentar (LANA *et al.*, 1996; NYBAKKEN, 1993) pois são importantes recicladores de nutrientes e realizam transferência de matéria e energia para elos superiores (SNELGROVE ; BUTMAN, 1994).

A região entremarés é um ambiente entre a linha de preamar e baixamar, portanto, de tempos em tempos esta região fica emersa e submersa devido à subida e descida das marés (GOMES, 2002). Devido a sua facilidade de acesso, esta área da região costeira é uma das mais estudadas, além de possuir uma fauna bem distinta. Os grupos de organismos habitantes de regiões costeiras, principalmente na região entremarés, precisa ser resistente a diversos fatores que tornam a vida bastante difícil neste ambiente, tais como: exposição ao ar e ao sol causando o consequente dessecamento e super aquecimento; organismos de ambientes fluviais são submetidos ao ambiente marinho e vice versa; submersão de organismos terrestres (RAFFAELLI; HAWKINS, 1996). Todos estes fatores selecionam os indivíduos mais resistentes e especializados para residir em tais ambientes.

A Lama de entremarés forma tipicamente extensos planos de lama em ambientes costeiros calmos (particularmente estuários e outras áreas protegidas), de forma que lamas secas compactadas podem formar faces íngremes e até verticais. Planos de lama entremarés suportam as comunidades caracterizadas por poliquetas, bivalves e oligoquetos (OSPAR, 2009).

Os planos de lama no entremarés ocupam um nicho importante no ambiente estuarino, apoiando uma teia alimentar ativa e proporcionando uma zona de transição e barreira protetora entre a terra e o estuário (DYER, 1998). Devido fornecerem uma condição de barreira extensa, planos de lama são importantes componentes do sistema estuarino, particularmente com relação aos sedimentos e matéria orgânica (DYER, 1989). A fauna bentônica da zona costeira amazônica, apesar de sua enorme importância, é a menos conhecida no Brasil (LANA *et al.* 1996).

Deste modo, o estudo deste ambiente é importante a fim de conhecer suas espécies e sua variação temporal, acrescentando informações sobre a macrofauna bentônica em um plano de lama na Ilha de Algodal (PA), além da influência de fatores abióticos em tais variações.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O trabalho tem como objetivo caracterizar temporalmente a macrofauna bentônica em um plano lamoso estuarino, na região do entremarés, da Área de Proteção Ambiental Algodal-Maiandeuá (Maracaná-PA).

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar as principais espécies associadas a planos de lama.
- Descrever a estruturação (densidade, riqueza, diversidade e equitatividade) das comunidades bentônicas espaço-temporalmente, correlacionando com os parâmetros abióticos do substrato (teor de matéria orgânica e umidade) e da água (pH, salinidade e temperatura).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

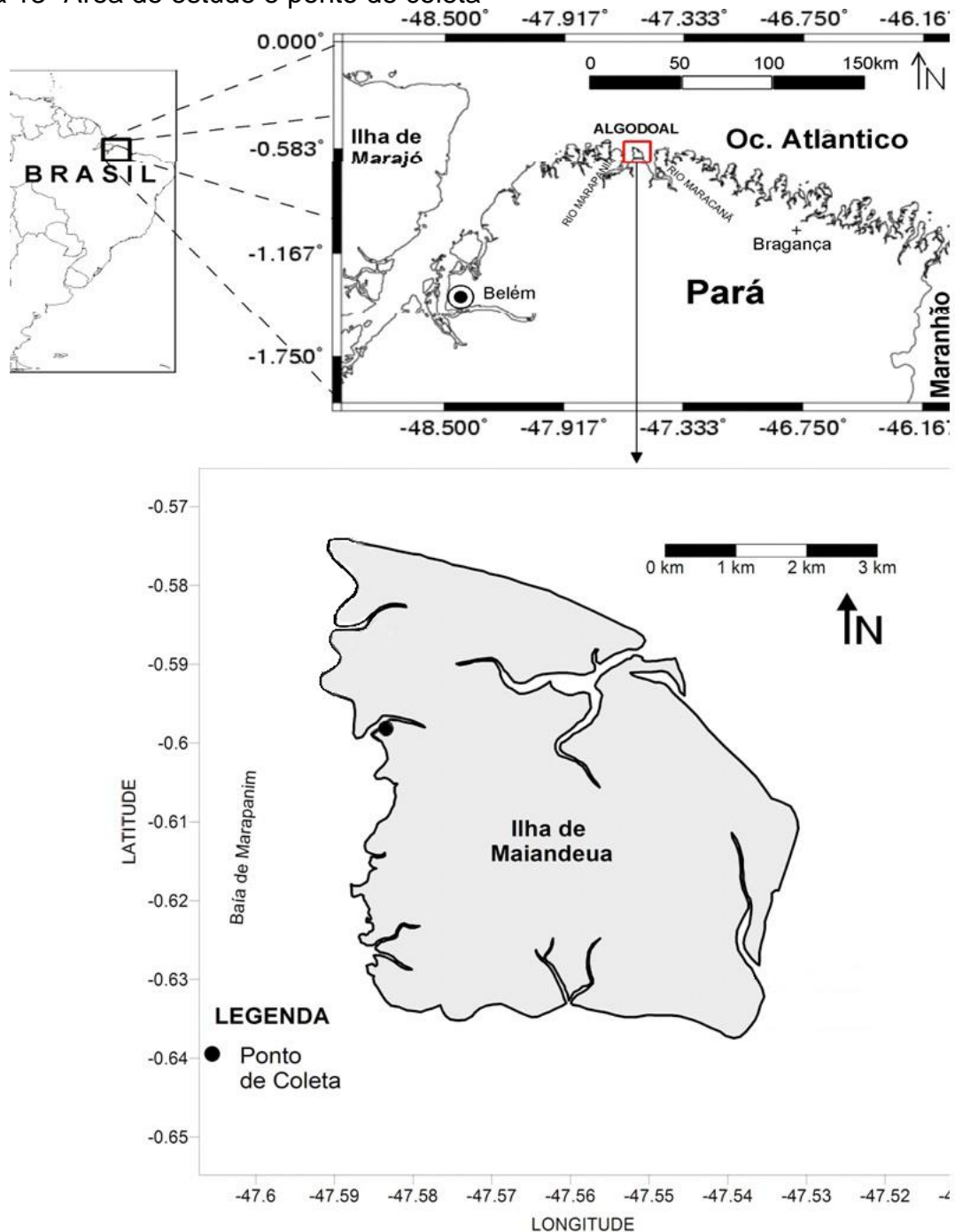
#### 3.1. Área de Estudo

A ilha de Maiandeuá (Figura 1) fica localizada no litoral nordeste do estado do Pará nas seguintes coordenadas: 47° 32' 05" à 47° 34' 12" de longitude (W) e 0° 34' 45" à 0° 37' 30" de latitude Sul; (MASCARENHAS, 2006). Esta pertence ao município de Maracanã, região nordeste paraense, a uma distância de cerca de 170 km da capital, Belém. É delimitada ao norte pelo Oceano Atlântico, ao sul pelo furo de Mocoóca, que a separa do continente, a leste pela baía de Maracanã e a oeste pela baía de Marapanim; correspondendo a cerca de 23 km<sup>2</sup> de área (EL ROBRINI, 1992).

A ilha é uma unidade de conservação estadual – Área de Proteção Ambiental de Algodual-Maiandeuá (PA), criada por meio da Lei Estadual nº. 5.621 de 27/11/1990 e é constituída por ecossistemas frágeis como praias, dunas, manguezais, apicuns, restingas e vegetação secundária, sobre baixos terraços do quaternário (PROST, 1994), na porção da ilha voltada para o continente, encontram-se extensos planos de lama. O que foi utilizado como área de estudo deste trabalho possui cerca de 226 metros de extensão, localiza-se em frente a um manguezal e encontra-se na saída de um canal de maré.

O clima na região é caracterizado como tropical úmido, com temperaturas anuais em torno de 28° C (MASCARENHAS, 2006). A região apresenta dois períodos climáticos bem definidos; um período seco que vai de julho a meados de dezembro e outro mais chuvoso de dezembro a junho (MORAES *et al.*, 2005). O índice pluviométrico está registrado na faixa de 3.000 mm anuais com médias de 200-500 mm/mês de janeiro a junho e com precipitação próxima a zero de julho a dezembro (MORAES *et al.*, 2005). Segundo DHN (1998), a ilha é dominada por regimes de macromarés com flutuações semidiurnas de amplitudes que variam de 4 a 6 m.

Figura 13- Área de estudo e ponto de coleta



Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.2. Procedimentos de Campo

As coletas foram realizadas no período seco (setembro e dezembro de 2011) e no período chuvoso (março e junho de 2012) no mediolitoral de um plano de lama localizado na praia do Porto na ilha de Algodual (PA).

No ambiente, os pontos distavam cerca de 15 metros entre si. Foram retiradas 3 amostras biológicas em cada um dos quatro pontos estabelecidos, de

forma aleatória. Depois de coletadas, as amostras foram passadas em malhas de 0,3 mm de abertura com água do ambiente para retirada do excesso de sedimento. A abertura de 0,3 mm assegura a retenção mais efetiva dos juvenis da macrofauna estuarina do que a tradicional abertura de 0,5 mm (BEMVENUTI *et al.*, 1992). O material retido foi acondicionado em sacos plásticos devidamente etiquetados e fixados com formalina salina a 5% (LINCOLN; SHEALS, 1979) corada com Rosa de Bengala (HOLME; MCINTYRE, 1984).

Paralelo às amostragens biológicas, uma amostra de sedimento foi coletada em cada ponto para análise do conteúdo de matéria orgânica e de água. Ainda foram medidos no sedimento, temperatura (com um termômetro de solo) e pH (com um phmetro); e determinada a salinidade superficial da água (com refratômetro); os dados pluviométricos foram obtidos através do site do (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2012).

### **3.3. Procedimentos Laboratoriais**

A análise do conteúdo de água do sedimento foi feita através de pesagem antes e depois do sedimento coletado ser secado em estufa a 65° C. O conteúdo orgânico do sedimento foi realizado através do método de calcinação descrito por Suguio (1973).

O material biológico foi triado, analisado e identificado ao menor nível taxonômico possível e conservado em álcool a 70%. A identificação dos metazoários macrobentônicos utilizou como embasamento bibliográfico as diversas chaves taxonômicas existentes, a exemplo de Amaral *et al.*(1996), Fauchald (1977), Nonato *et al.* (1970), entre outras.

### **3.4. Análise de Dados**

Para cada amostra foram determinados densidade (transformados para indivíduos por metro quadrado), riqueza (contagem do número de táxons), diversidade (Índice de Shannon - H) e equitatividade (Índice de Pielou - J'). Posteriormente os organismos foram agrupados em filos para o cálculo da participação relativa, observando os padrões temporais deste descritor através de análises gráficas, assim como análises de variância (ANOVA) foram utilizadas para comparar os descritores das associações e as características do sedimento e da água entre as ocasiões (seco e chuvoso). Antes da realização das análises, foram

aplicados testes de normalidade de distribuição dos dados e homocedasticidade das variâncias (CLARKE; WARWICK, 2006); ao serem verificadas diferenças estatísticas significativas, utilizou-se o teste pós-hoc. Também foi utilizada a análise PCA para observar os padrões de variação dos dados ambientais ao longo dos meses.

Foi utilizada Análise de Ordenação (MDS - Multi-Dimensional Scaling) para representação espacial das amostras. Para comparar a estrutura das associações macrobentônicas e ocasiões de coleta, foi aplicada Análise de similaridade unifatorial (ANOSIM). Tanto os MDS quanto as ANOSIM foram baseadas em matrizes de similaridade, calculadas utilizando-se o índice de similaridade de Bray Curtis com os dados de abundância transformados pela raiz quarta. Posteriormente foi utilizada a rotina SIMPER (Similarity Percentage) (CLARKE; WARWICK, 2006) para identificar os grupos taxonômicos mais importantes para a formação dos grupos identificados.

Por fim foi utilizada a Análise de Correspondência Canônica (CCA) com o intuito de identificar quais variáveis ambientais foram mais relevantes para explicar os padrões faunísticos no ambiente.

Tanto os cálculos estatísticos dos fatores bióticos (Riqueza, Densidade, Diversidade e Equitatividade), quanto a análise de variância (ANOVA), foram feitos com o auxílio do software Statistica 8. Os gráficos de participação relativa foram feitos utilizando o software Excel 2010. Já as Análises, de Ordenação (MDS) e PCA, assim como a rotina SIMPER, foram feitas com auxílio do software Primer 6. A Análise de Correspondência Canônica (CCA) foi feita através do software Past 6.

## 4 RESULTADOS

### 4.1. Dados abióticos

Tabela 1 - Médias dos parâmetros abióticos para cada mês de coleta.

$\bar{X}$	Temp. °C	Prec. mm/mês	Sal.	pH	% Umid.	% M.O.
<b>set/11</b>	31,25± 0,45 A	34,1	33	5,77± 0,46 A	10,15± 0,65 A	0,52± 0,08 A
<b>dez/11</b>	28,23± 0,26 B	0	35	6,02± 0,05 A	10,06± 1,07 A	0,55± 0,07 A
<b>mar/12</b>	29± 1,04 C	302,2	15	6,87± 0,05 B	11,18± 1,07 A	0,52± 0,06 A
<b>jun/12</b>	29,2± 0,24 C	112,7	27	7± 0,00 B	10,09± 2,05 A	0,50± 0,05 A

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 2 - Resultado da análise de ANOVA para os fatores abióticos, Salinidade, Temperatura, pH, umidade, M.O. e Precipitação.

	Temp.		Prec.		Sal.		pH		% Umid.		% M.O.	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
<b>Período</b>	3,169	0,082	99,345	0,000	105,05	0,000	210,981	0,000	1,851	0,180	1,677	0,202
<b>Mês</b>	56,240	0,000	-	0,243	-	0,009	83,630	0,000	2,026	0,124	1,480	0,233

Significativos,  $p < 0,05$  Altamente significativos,  $p < 0,01$

Fonte: Elaborado pelo autor

A tabela 1 mostra os dados abióticos encontrados no período de estudo. A temperatura do sedimento não apresentou uma diferença significativa (Tabela 2) para a variação entre períodos ( $p = 0,082$ ), porém, para a variação mensal, a diferença foi altamente significativa ( $p = 0,000$ ), este fator não mostrou uma grande variação durante o período de análises, com valor mais alto durante o mês de setembro (31,25 °C); e mais baixo em dezembro, chegando a 28,23°C.

A precipitação mostrou um comportamento típico sazonal, com maiores valores no período chuvoso e quase nulos durante o período seco; a variação entre períodos foi altamente significativa ( $p = 0,000$ ), já mensalmente não houve variação significativa ( $p = 0,243$ ). Nos meses do período seco a precipitação foi extremamente baixa; em dezembro o valor foi 0. O contraste entre períodos foi bem grande; em março, no período chuvoso, a precipitação média foi de 302,2 mm/mês, maior valor até então.

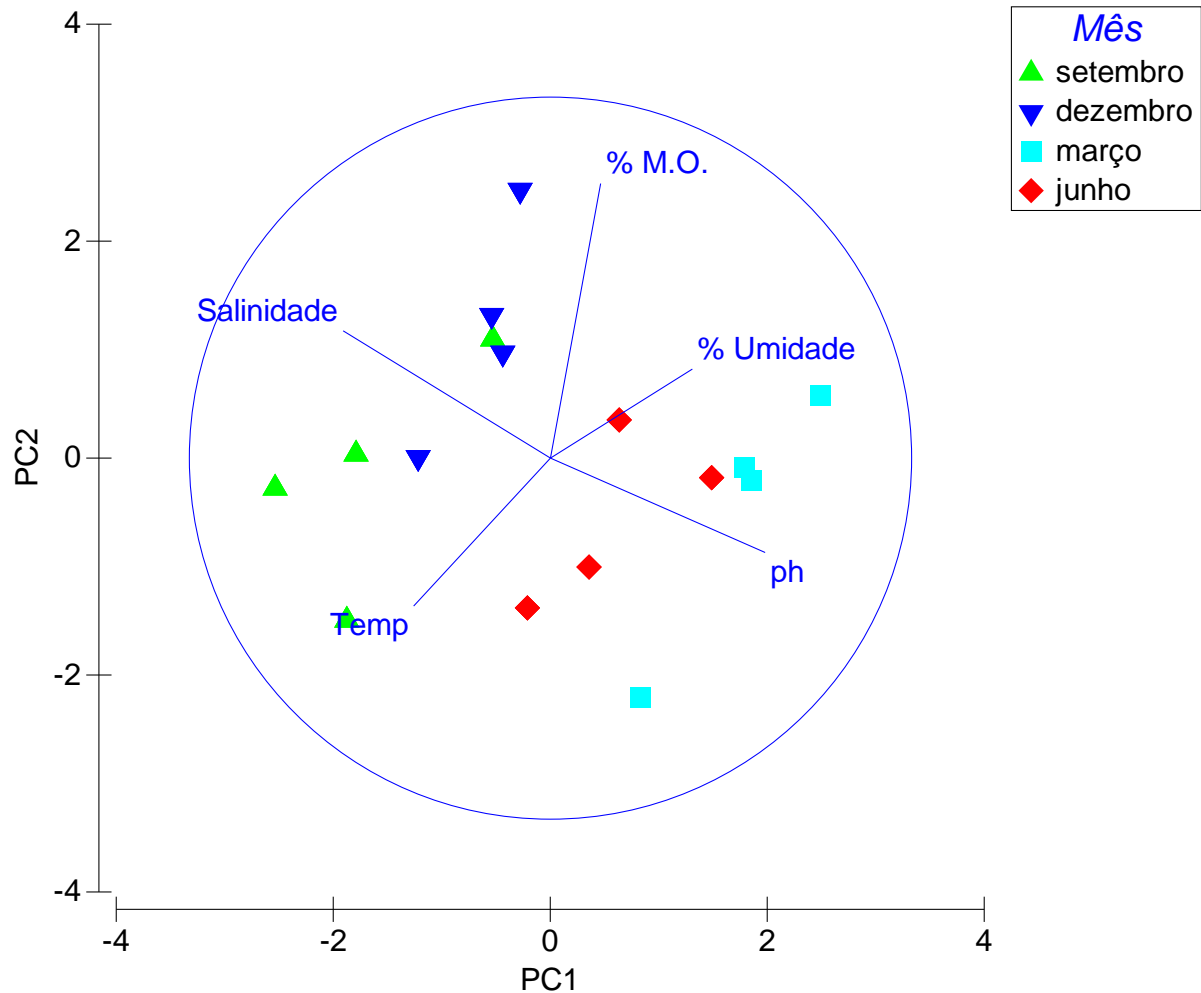
A salinidade apresentou diferenças altamente significativas tanto para a variação entre períodos ( $p = 0,000$ ), quanto para a variação mensal ( $p = 0,009$ ); os valores encontrados foram maiores durante o período seco (35 em dezembro) e menor durante o período chuvoso (15 em março). O pH também apresentou

diferenças altamente significativas tanto entre períodos ( $p= 0,000$ ) quanto mensalmente ( $p= 0,000$ ) e durante o período seco, este apresentou menor valor em setembro (5,77) posteriormente elevando a 7 em junho, maior valor encontrado.

A umidade, não mostrou grande variação no período de estudo, sem diferenças significativas entre períodos ( $p= 0,180$ ), e entre meses ( $p= 0,124$ ); pode-se observar que o menor valor (10,06) foi em dezembro, no período seco e o maior (11,18) em março, no período chuvoso. Por fim, a matéria orgânica (M.O.) não apresentou grande diferença significativa entre os períodos ( $p= 0,202$ ) e meses de ( $p= 0,233$ ), mantendo-se praticamente a mesma durante todo o período de estudo; o percentual de M.O. com menor valor ocorreu em setembro (0,52) e o maior em dezembro (0,55). Praticamente não houve variação.

A análise PCA mostrou que o parâmetro ambiental que melhor explica a variação das amostras no plano de lama durante o período seco – setembro e dezembro – (figura 2) foi a salinidade, seguido da temperatura; já no período chuvoso – março e junho – foi o pH seguido da umidade. Nota-se que a matéria orgânica não se apresentou como um fator importante, visto que seus valores foram semelhantes nas quatro ocasiões de coleta.

Figura 2 - Análise PCA para os meses setembro, dezembro, março e junho. Ilha de Algodual-Maiandeuá - PA.



Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.2. Dados Bióticos

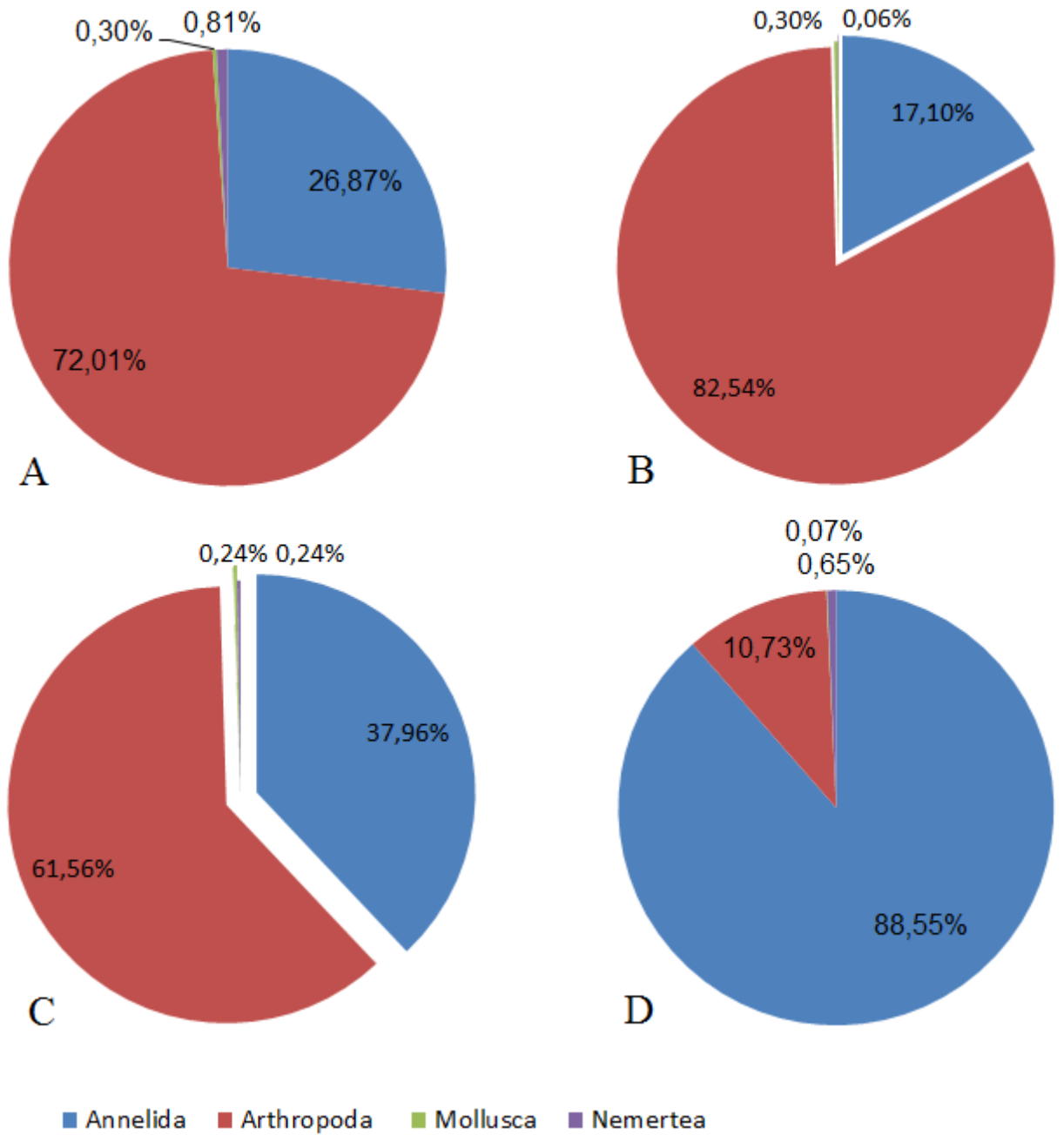
Foram coletadas 48 amostras, sendo identificados 35.104 organismos, representantes de 49 táxon pertencentes aos filos Nemertea (1 táxon), Mollusca (11 táxon), Annelida (23 táxon) e Arthropoda (14 táxons). Dos 49 táxons encontrados 23 são comuns aos dois períodos, seco e chuvoso, como o Mollusca *Tellina* sp., os Annelidas *Gyptis* sp., *Sigambra* sp. e *Leodamas* sp. 22 restritos ao período seco, entre eles os Arthropoda *Alpheus* sp., *A. Bragantina*, o Mollusca *Corbula* sp. e o Annelida *Boccardiella* sp. e somente 4 restritos ao período chuvoso, como a família Cossuridae, o Annelida *Synelmes* sp., a família Gnathidae e a ordem Mysidacea (Tabela 3).

Tabela 3 - Lista dos táxons com os valores de densidade média (ind.m<sup>-2</sup>) e desvio padrão de acordo com o mês de coleta.

Táxon	Seco		Chuvoso	
	Set 2011	Dez 2011	Mar 2012	Jun 2012
<b>Nemertea</b>	151,90± 53,7	41,14± 21,62	53,80± 18,99	28,48± 15,93
<b>Mollusca</b>				
Bivalvia	25,32± 16,34	79,11± 66,48	41,14± 6,33	-
<i>Corbula</i> sp.	-	12,66± 6,33	-	-
<i>Cyrthopleura costata</i>	25,32± 14,62	-	-	-
Hiatellidae	12,66± 6,33	71,73± 53,08	-	-
<i>Macoma</i> sp.	-	56,96± 41,82	-	-
<i>Phacoides pectinatus</i>	-	12,66± 6,33	-	-
<i>Protothaca pectorina</i>	12,66± 6,33	-	-	-
<i>Tagellus</i> sp.	12,66± 6,33	21,10± 12,12	-	-
<i>Tellina</i> sp.	-	18,99± 12,12	25,32± 14,62	-
<i>Solariorbis schumoi</i>	31,65± 23,96	31,65± 23,96	-	12,66± 6,33
<b>Annelida</b>				
Pectinariidae	-	25,32± 12,66	12,66± 6,33	-
<i>Isolda</i> sp.	-	12,66± 6,33	-	-
<i>Mediomastus</i> sp.	857,59± 476,7	712,03± 557,38	724,68± 557,38	443,04± 271,09
<i>Heteromastus</i> sp.	63,29± 31,65	12,66± 7,31	21,10± 12,12	44,30± 33,49
<i>Notomastus</i> sp.	-	25,32± 12,66	-	-
Cossuridae	-	-	-	12,66± 6,33
<i>Schistomeringos</i> sp.	33,76± 34,28	12,66± 6,33	-	-
<i>Gyptis</i> sp.	44,30± 29,91	12,66± 6,33	12,66± 6,33	-
<i>Magelona</i> sp.	18,99± 12,12	-	101,27± 50,63	109,70± 71,98
<i>Nephtys fluviatilis</i>	12,66± 6,33	-	16,88± 10,34	198,31± 207,84
<i>Laeonereis</i> sp.	97,05± 54,08	107,59± 108,64	63,29± 47,92	66,46± 48,89
<i>Neanthes</i> sp.	37,97± 30,13	28,48± 6,33	117,09± 70,38	-
<i>Nereis oligohalina</i>	12,66± 6,33	-	-	-
<i>Leodamas</i> sp.	85,44± 96,61	82,28± 52,19	135,02± 94,73	59,07± 56,14
<i>Anaitides</i> sp.	18,99± 12,12	-	-	-
<i>Eteone</i> sp.	-	12,66± 6,33	-	-
<i>Sigambra</i> sp.	1212,03± 127,16	287,97± 150,62	382,91± 250,06	94,94± 24,24
<i>Synelmes</i> sp.	12,66± 7,31	-	18,99± 12,12	16,88± 10,34
<i>Streblospio</i> sp.	28,48± 6,33	37,97± 24,24	94,94± 57,08	481,01± 265,12
<i>Boccardiella</i> sp.	12,66± 6,33	18,99± 12,12	-	-
<i>Capitela</i> sp.	44,30± 12,66	37,97± 17,9	25,32± 14,62	44,30± 21,92
Tubificinae sp1.	2598,10± 895,45	10031,65± 8304,6	6655,06± 4086,8	1772,15± 1128,07
Tubificinae sp2.	12,66± 6,33	12,66± 6,33	489,45± 700,52	655,06± 738,34
<i>Pristina</i> sp.	31,65± 18,99	-	-	-
<b>Arthropoda</b>				
Acari	-	97,05± 128,83	-	-
<i>Alpheus</i> sp.	12,66± 6,33	-	-	-
Gnathidae	-	-	12,66± 6,33	-
Mysidacea	-	-	18,99± 12,12	-
<i>Austinixa bragantina</i>	12,66± 6,33	-	-	-
Amphipoda sp1.	50,63± 37,26	-	-	-
Amphipoda sp2.	392,41± 251,68	-	-	-
Amphipoda sp3	37,97± 18,99	-	-	-
Amphipoda sp4.	12,66± 6,33	-	-	-
Ostracoda	4525,32± 698,12	1800,63± 1056,76	367,09± 57,55	189,87± 172,02
<i>Halmyrapseudes spaansi</i>	8401,90± 7172,78	52911,39± 14543,44	13430,38± 8923,07	367,09± 314,91
Megalopa	82,28± 71,98	16,88± 10,34	66,46± 12,12	12,66± 7,31
Zoea	33,76± 20,67	12,66± 6,33	25,32± 12,66	-
<b>Insecta</b>				
Collembola	-	-	12,66± 6,33	-
<b>TOTAL</b>	19069,62± 1009,9	66656,11± 2321,32	22925,1± 1361,68	4608,64± 195,97

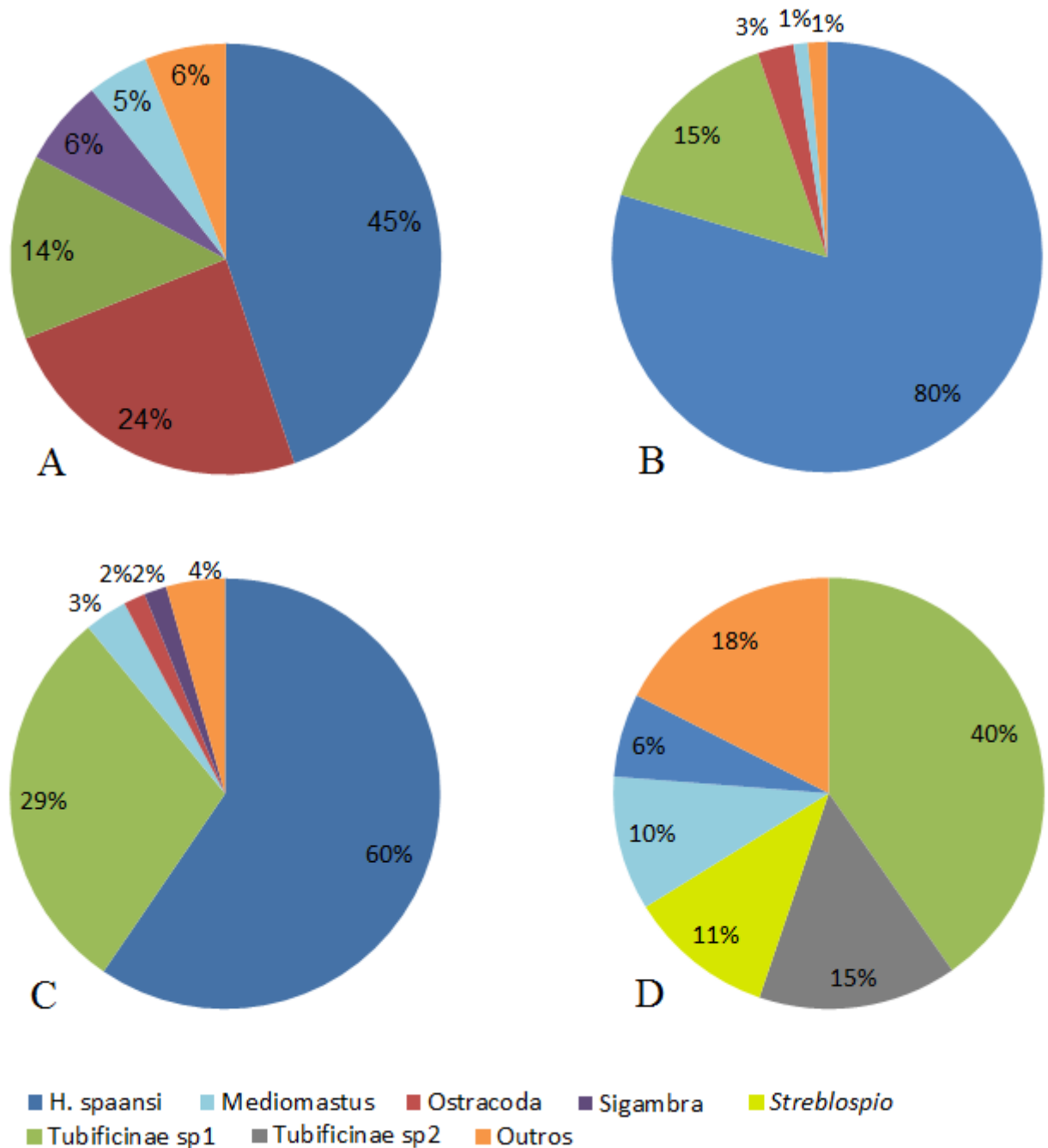
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 3 - Participação Relativa por filos: A- set/2011, B- dez/2011, C- mar/2012, D- jun/2012



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 4 - Participação Relativa por táxons: A- set/2011, B- dez/2011, C- mar/2012, D- jun/2012



Fonte: Elaborado pelo autor

O filo Arthropoda dominou em quase todas as ocasiões de coleta (Figura 3), com porcentagens superiores a 61%, seguido pelo filo Annelida com contribuição superior a 17%; em junho o filo Annelida dominou com cerca de 88,55% e o filo Arthropoda decaiu chegando a 10,73%. O tanaidáceo (*Halmyrapseudes spaansi*) apresentou riqueza de indivíduos superior em todos os meses (Figura 4), acima de 45%, seguido por ostracodas em setembro, com 24% e tubificinaes em dezembro e

março, com 15% e 29%, respectivamente, decaindo somente no mês de junho (6%), quando a subfamília Tubificinae aumentou sua participação se tornando o principal contribuinte com 40% seguido de *Tubificinae* sp2. com 15% de participação.

Tabela 4 - Resultado da análise de ANOVA para os descritores bióticos Riqueza, Densidade, Diversidade e Equitatividade.

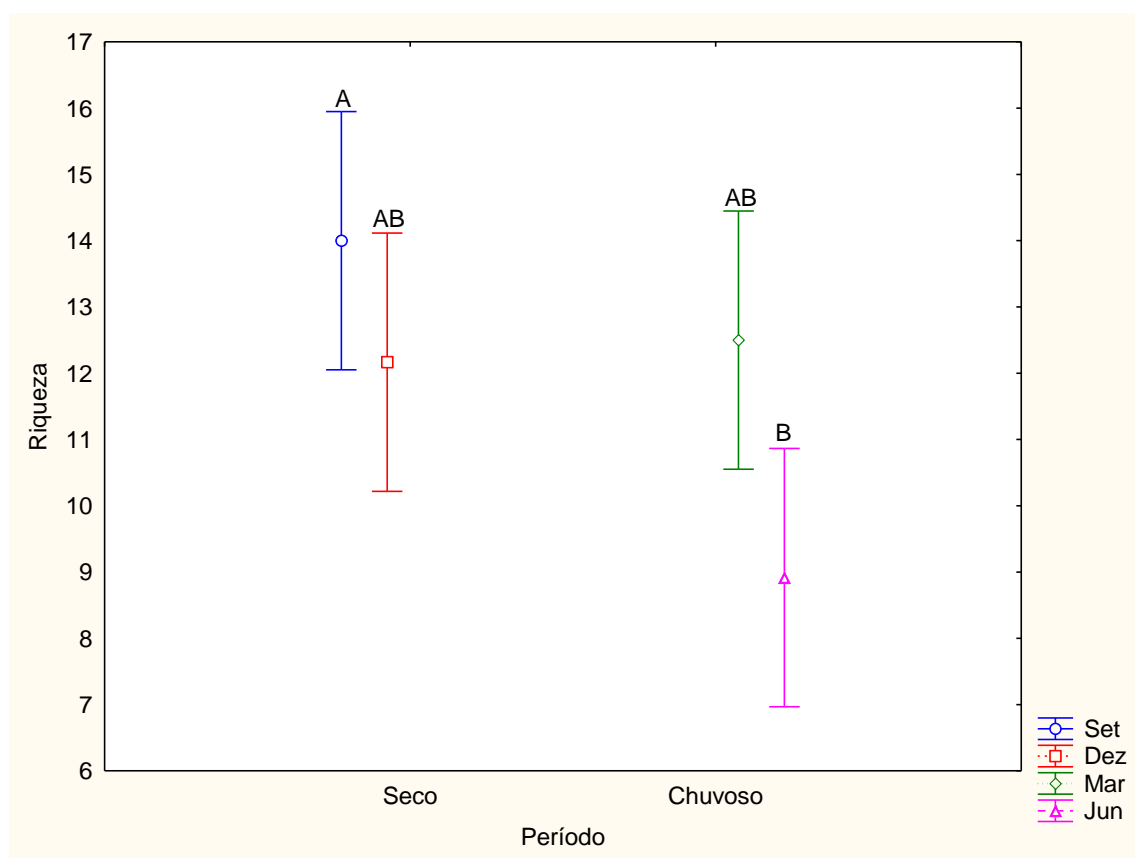
Descritores	Riqueza (nº. táxon)		Densidade (Ind.m <sup>-2</sup> )		Diversidade H'		Equitatividade J'	
	F	P	F	P	F	P	F	P
<b>Período</b>	6,033	0,018	14,286	0,000	19,898	0,000	19,898	0,000
<b>Mês</b>	4,332	0,019	12,049	0,000	19,962	0,000	19,962	0,000

significativos,  $p < 0,05$  altamente significativos,  $p < 0,01$

Fonte: Elaborado pelo autor

Foram encontrados 48 táxons durante o período de estudo. Como visto na tabela 4, a riqueza não apresentou grande variação, porém as diferenças foram significativas tanto na variação mensal ( $p=0,018$ ), quanto na variação entre períodos ( $p=0,019$ ). Observamos um decréscimo de táxons de um período ao outro (Figura 5), onde, no período seco observamos uma riqueza de 45 táxons, um valor maior que no período chuvoso com 27 táxons. Em setembro foram encontrados 36 táxons; maior valor do estudo. Nota-se um decréscimo ao longo dos meses, com o menor valor em junho (18 táxons), coincidindo com o final do período chuvoso. Na figura 4 percebemos a diferença estatística entre setembro (A) e junho (B); já dezembro (AB) e março (AB) possuem semelhanças a ambos os meses, apesar de ocorrerem em períodos diferentes.

Figura 5 - Riqueza média da macrofauna bentônica em um plano de lama nos períodos, seco e chuvoso. Ilha de Algodual-Maiandeuá - PA.



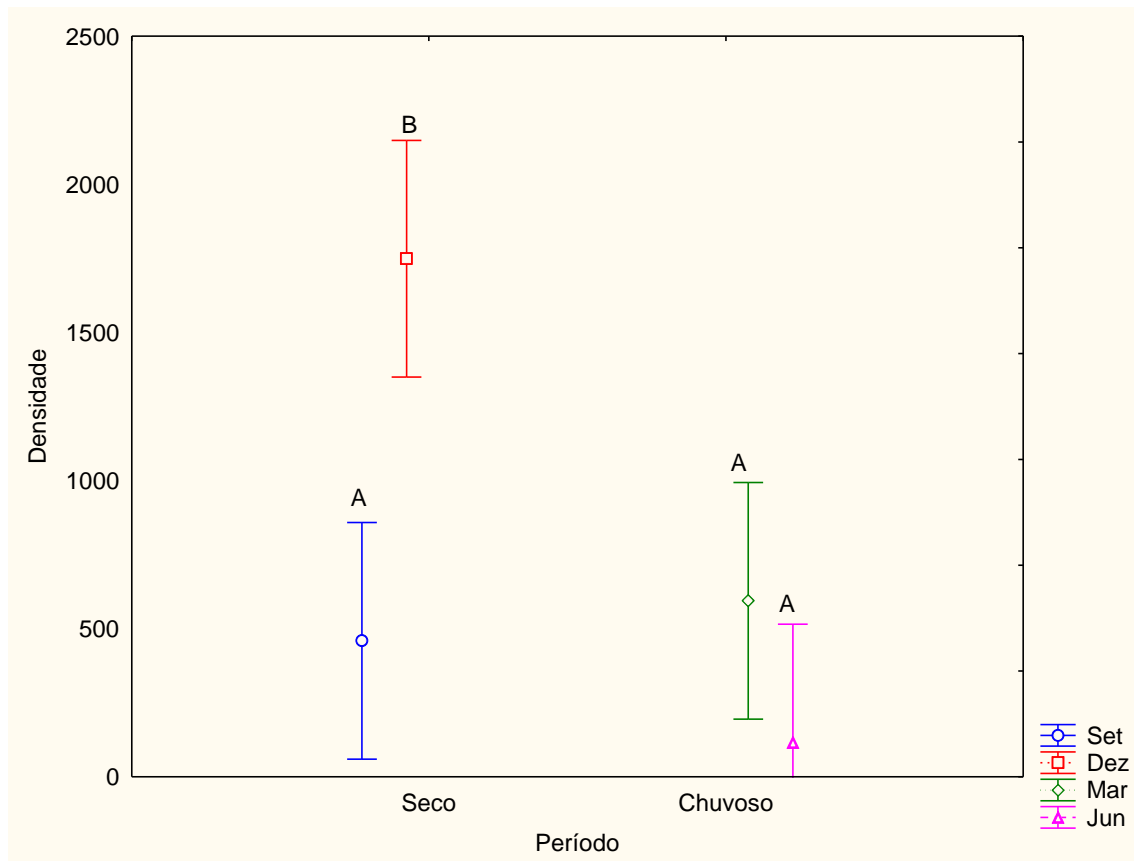
Fonte: Elaborado pelo autor

Quanto à densidade (Figura 6) de organismos, houve diferença altamente significativa tanto entre períodos ( $p=0,000$ ) quanto mês a mês ( $p=0,000$ ). O período seco apresentou valor médio superior ( $\bar{X} = 1103,79 \pm 231,10 \text{ ind.m}^{-2}$ ) ao período chuvoso ( $\bar{X} = 354,87 \pm 68,62 \text{ ind.m}^{-2}$ ). O mês de dezembro apresentou o maior valor do período de análises com densidade média de cerca de  $\bar{X} = 1748,66 \pm 376,88 \text{ ind.m}^{-2}$ ; a espécie de tanaidáceo *Halmyrapseudes spaansi* apresentou densidade de cerca de  $52911,39 \pm 14543,44 \text{ ind.m}^{-2}$  seguido pelos anelídeos *Tubificinae* sp1. ( $10031,65 \pm 8304,6 \text{ ind.m}^{-2}$ ).

Junho, já no período chuvoso, foi o outro mês de destaque devido ser o menor valor encontrado nas análises, com densidade média de ( $\bar{X} = 115,75 \pm 36,10 \text{ ind.m}^{-2}$ ); os representantes que mais participaram neste último mês foram os anelídeos *Tubificinae* sp1., *Tubificinae* sp2. e *Streblospio* sp. das famílias Naididae e Spionidae, respectivamente, com densidades médias de  $1772,15 \pm 1128,07 \text{ ind.m}^{-2}$  para o *Tubificinae* sp1.,  $655,06 \pm 738,34 \text{ ind.m}^{-2}$  para o *Tubificinae* sp2. e  $481,01 \pm$

265,12 ind.m<sup>-2</sup> para o *Streblospio* sp. O mês de dezembro (B) foi o único que apresentou diferença estatística significativa dos demais meses, setembro (A), março (A) e junho (A), mesmo setembro estando no mesmo período que dezembro (Figura 7).

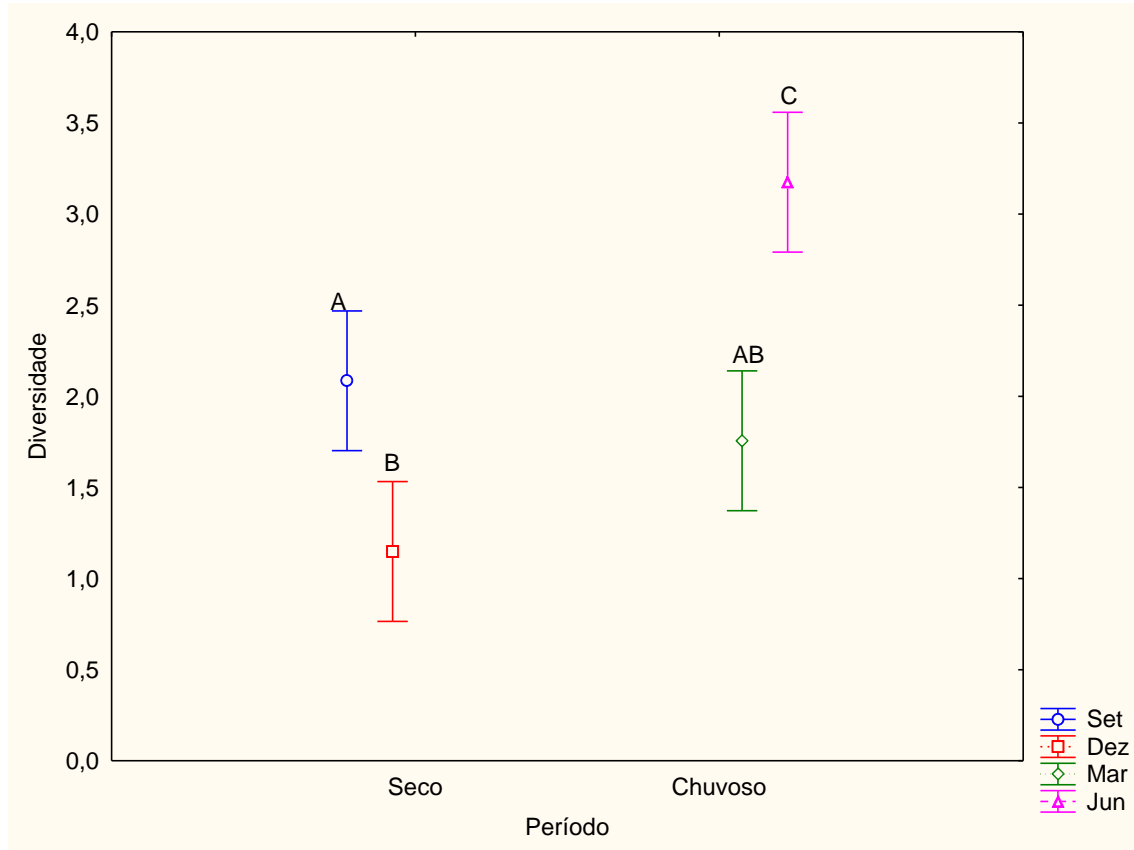
Figura 6 - Densidade média da macrofauna bentônica em um plano de lama nos períodos, seco e chuvoso. Ilha de Algodoal-Maiandeuá - PA.



Fonte: Elaborado pelo autor

A diversidade (Figura 7) apresentou diferenças altamente significativas, tanto na variação entre períodos ( $p= 0,000$ ) quanto na variação mensal ( $p= 0,00010$ ). A diversidade foi maior no período chuvoso ( $\bar{x} = 2,46 \pm 0,20$ ) se comparada ao período seco ( $\bar{x} = 1,61 \pm 0,15$ ). Em junho, ( $\bar{x} = 3,17 \pm 0,19$ ) último mês de análises do período chuvoso, a diversidade foi a maior durante o ano. Em dezembro, no período seco, ( $\bar{x} = 1,14 \pm 0,21$ ) os resultados de diversidade foram os menores de todo o ano. Neste descritor podemos ver que setembro (A), dezembro (B), e junho (C) apresentam diferenças estatísticas significativas entre si; somente o mês de março (AB) apresenta semelhanças a setembro e dezembro.

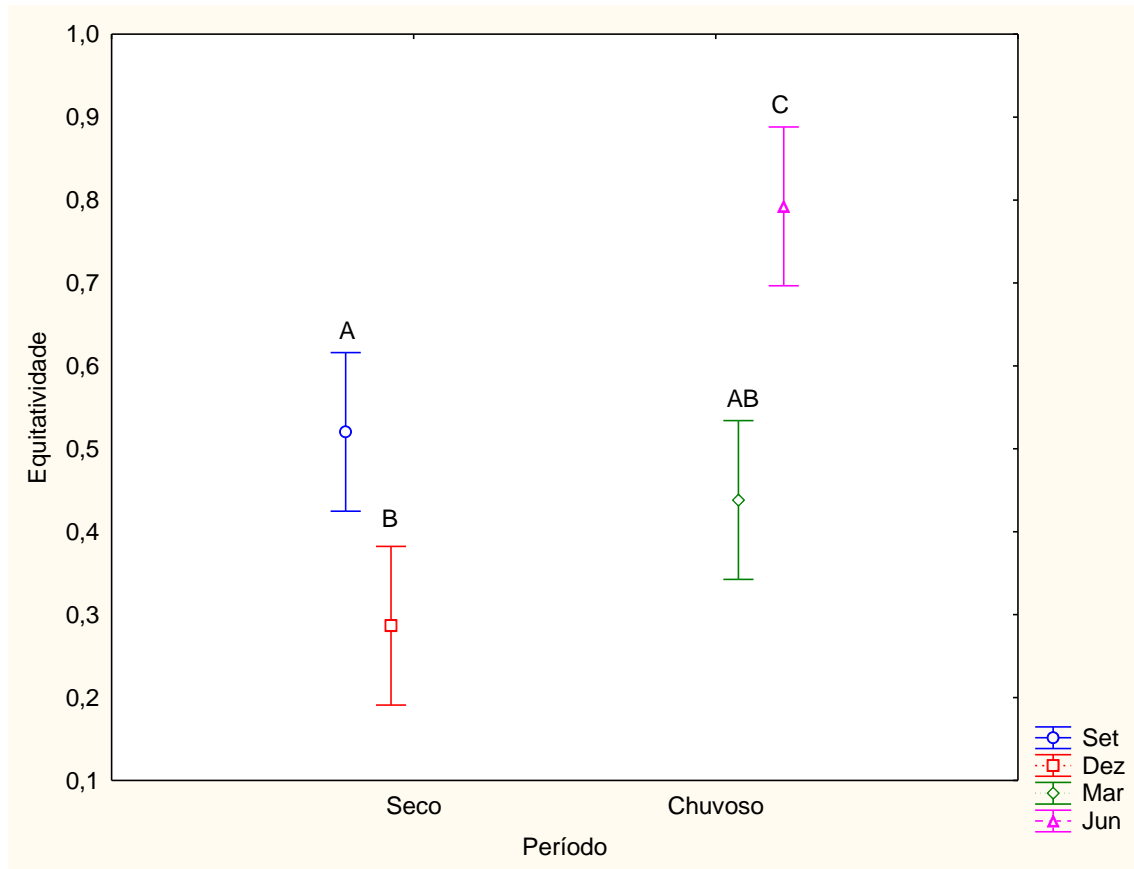
Figura 7 - Diversidade média da macrofauna bentônica em um plano de lama nos períodos, seco e chuvoso. Ilha de Algodual-Maiandeuá - PA.



Fonte: Elaborado pelo autor

O descritor equitatividade (Figura 8) mostrou um comportamento semelhante à diversidade, com diferenças altamente significativas tanto para a variação entre períodos ( $p= 0,000$ ), quanto para a variação mensal ( $p= 0,000$ ). O período chuvoso apresentou o maior valor ( $\bar{x} = 0,61 \pm 0,05$ ) em relação ao período seco ( $\bar{x} = 0,40 \pm 0,03$ ). O maior resultado aconteceu em junho ( $\bar{x} = 0,79 \pm 0,04$ ) no período chuvoso; já o menor valor ocorreu em dezembro ( $\bar{x} = 0,28 \pm 0,18$ ) no período seco. Assim como no descritor anterior, vemos diferenças estatísticas significativas em quase todos os meses, onde somente março (AB) se assemelha a setembro (A) e dezembro (B) e ambos diferem de junho (C).

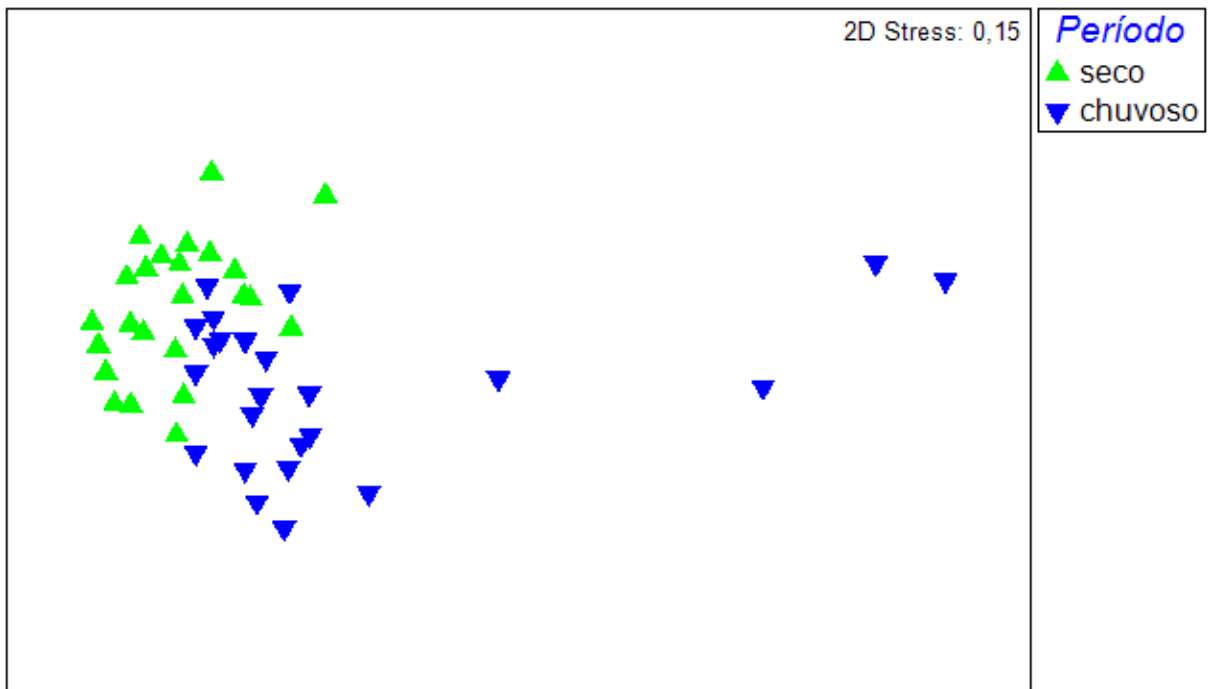
Figura 8 - Equitatividade média da macrofauna bentônica em um plano de lama nos períodos, seco e chuvoso. Ilha de Algodual-Maiandeua - PA.



Fonte: Elaborado pelo autor

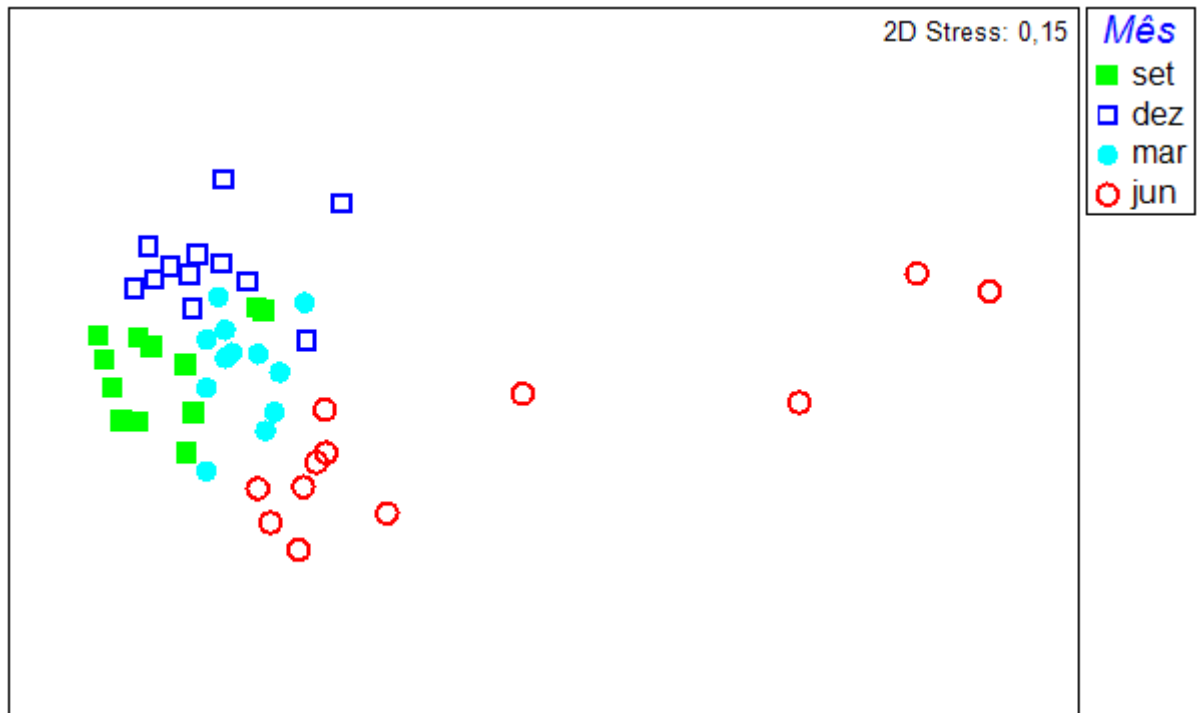
Os gráficos da análise MDS mostram uma divisão entre os grupos de indivíduos, tanto entre os períodos seco e chuvoso ( $R= 0,262$ ), quanto entre os meses, setembro, dezembro, março e junho (Figuras 9 e 10 & Tabela 5). Mensalmente, nota-se que junho foi o mais distinto de todos, se separando por completo de todos os outros grupos analisados no mesmo gráfico; a análise ANOSIM (Tabela 5) confirma a diferença entre os grupos de indivíduos, além disso, evidencia que, na comparação com os outros meses, junho se manteve o mais diferente de todos, com bem mais altos (0,598; 0,586; 0,485) que as comparações entre os outros meses.

Figura 9 - Análise de ordenação (MDS) para as amostras de macrofauna de um plano de lama entre os períodos, seco e chuvoso. Ilha de Algodual-Maiandeuá - PA.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 10 - Análise de ordenação (MDS) para as amostras de macrofauna de um plano de lama entre os meses setembro de 2011 e junho de 2012. Ilha de Algodual-Maiandeuá - PA.



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 5 - Análises ANOSIM, para as comparações da macrofauna bentônica entre os períodos, seco e chuvoso e entre os meses em um plano de lama na Ilha de Algodoal- Maiandeuá - PA, ao longo do período de estudo.

<b>Comparações</b>	<b>R</b>
<b>Períodos</b>	
Seco x Chuvoso	0,262
<b>Meses</b>	
set, dez	0,346
set, mar	0,433
set, jun	0,598
dez, mar	0,241
dez, jun	0,586
mar, jun	0,485

Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com a análise SIMPER, os táxons que melhor explicam a formação do grupo período seco no plano de lama, foi, com cerca de 74%, os anelídeos *Sigambra* sp. (15,98%), *Mediomastus* sp. (11,07%), Tubificinae (10,93%), além de Nemertea (10,53%) e dos crustáceos, Ostracodas (13,84%) e *Halmyrapseudes spaansi* (11,84%) (Tabela 6). Já no período chuvoso (Tabela 6), os táxons que mais contribuíram, com uma representação de cerca de 61%, foram *Sigambra* sp. (13,08%), *Mediomastus* sp. (12,08%), *Streblospio* sp. (10,4%), Tubificinae (10,31%), além dos Crustacea *Halmyrapseudes spaansi* (8,45%) e Ostracoda (6,27%).

Tabela 6 - Contribuição dos principais táxons para similaridade das amostras dos períodos, seco e chuvoso em um plano de lama. Ilha de Algodoal-Maiandeuá - PA.

<b>Per. Seco</b>	<b>Similaridade média = 53,48%</b>	<b>Per. Chuvoso</b>	<b>Similaridade média = 42,30%</b>
<b>Táxons</b>	<b>Contribuição (%)</b>	<b>Táxons</b>	<b>Contribuição (%)</b>
<i>Sigambra</i> sp.	15,98	<i>Sigambra</i> sp.	13,08
Ostracoda	13,84	<i>Mediomastus</i> sp.	12,08
<i>Halmyrapseudes spaansi</i>	11,84	<i>Streblospio</i> sp.	10,4
<i>Mediomastus</i> sp.	11,07	Tubificinae	10,31
Tubificinae	10,93	<i>Halmyrapseudes spaansi</i>	8,45
Nemertea	10,53	Ostracoda	6,27

Fonte: Elaborado pelo autor

O mês de setembro (Tabela 7) apresentou táxons que contribuíram em cerca de 72%, com representantes do filo Annelida como: *Sigambra* sp. (19,68%), *Mediomastus* sp. (10,41%), Tubificinae (9,1%), além de Crustáceos como Ostracodas (13,53%) e *Halmyrapseudes spaansi* (7,31%) e representantes do filo

Nemertea (12,17%). Para o mês de dezembro (Tabela 7), encontramos táxons com uma contribuição média de cerca de 73%. Os táxons mais presentes foram: Crustáceos *Halmyrapseudes spaansi* (17,27%), e Ostracoda (12,76%), assim como os Anelídeos: *Sigambra* sp. (12,53%), Tubificinae (12,07%), *Mediomastus* sp. (10,33%) e também indivíduos do filo Nemertea (7,96%).

No mês de março (Tabela 8) os indivíduos mais contribuintes apresentaram similaridade de cerca de 65,5%, com representantes do filo Annelida como: *Sigambra* sp. (13,01%), *Mediomastus* sp. (12,22%), Tubificinae (11,05%), além de Crustáceos como Ostracodas (7,47%) e *Halmyrapseudes spaansi* (10,72%) e representantes do filo Nemertea (11,06%). Já no mês de junho (Tabela 8), os representantes majoritários contribuíram em cerca de 56%, sendo que todos os representantes se encontram no filo Annelida, são eles: *Streblospio* sp. (13,35%), *Sigambra* sp. (9,67%), *Heteromastus* sp. (9,56%), *Mediomastus* sp. (8,57%), Tubificinae 2 (7,4%) e *Laeonereis* sp. (7,16%).

Tabela 7: Contribuição dos principais táxons para similaridade das amostras no mês de setembro e dezembro (período seco) em um plano de lama. Ilha de Algodão-Maiandeuá - PA.

Setembro	Similaridade média = 58,44%	Dezembro	Similaridade média = 54,94%
Táxons	Contribuição (%)	Táxons	Contribuição (%)
<i>Sigambra</i> sp.	19,68	<i>Halmyrapseudes spaansi</i>	17,27
Ostracoda	13,53	Ostracoda	12,76
Nemertea	12,17	<i>Sigambra</i> sp.	12,53
<i>Mediomastus</i> sp.	10,41	Tubificinae	12,07
Tubificinae	9,1	<i>Mediomastus</i> sp.	10,33
<i>Halmyrapseudes spaansi</i>	7,31	Nemertea	7,96

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 8 - Contribuição dos principais táxons para similaridade das amostras no mês de março e junho (período chuvoso) em um plano de lama. Ilha de Algodão-Maiandeuá - PA.

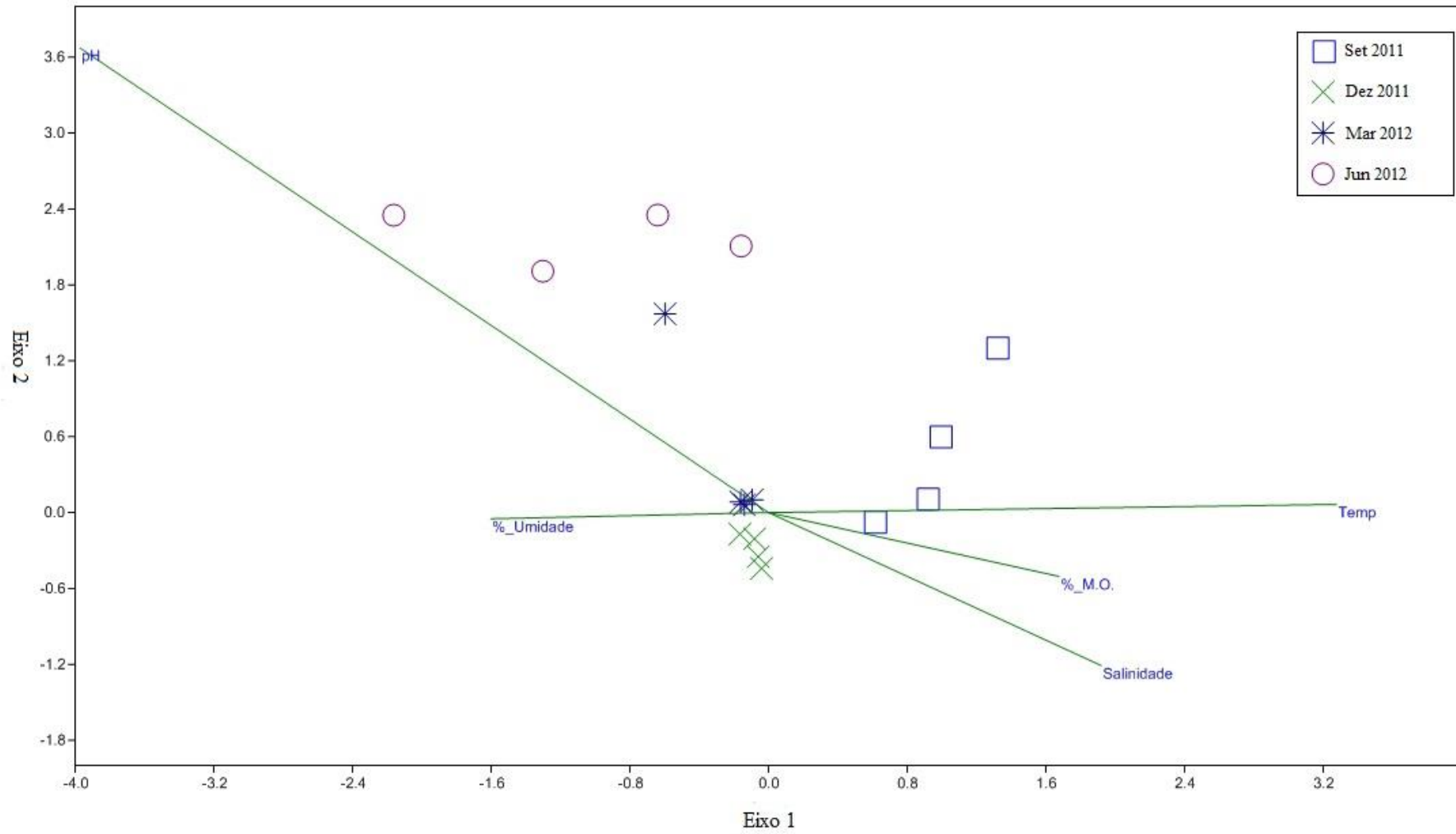
Março	Similaridade média = 62,96%	Junho	Similaridade média = 35,48%
Táxons	Contribuição (%)	Táxons	Contribuição (%)
<i>Sigambra</i> sp.	13,01	<i>Streblospio</i> sp.	13,35
<i>Mediomastus</i> sp.	12,22	<i>Sigambra</i> sp.	9,67
Nemertea	11,06	<i>Heteromastus</i> sp.	9,56
Tubificinae	11,05	<i>Mediomastus</i> sp.	8,57
<i>Halmyrapseudes spaansi</i>	10,72	Tubificinae 2	7,4
Ostracoda	7,47	<i>Laeonereis</i> sp.	7,16

Fonte: Elaborado pelo autor

O resultado gráfico do CCA mostra que o eixo 1 foi responsável por explicar mais de 50% das variações; na análise mensal (Figura 11), podemos perceber que setembro, no período seco, foi influenciado majoritariamente pela temperatura e em seguida pela salinidade, já junho, no período chuvoso, foi fortemente influenciado pelo pH.

Na análise de correspondência canônica para os táxons (Figura 12), o eixo 1 mostra que, de maneira geral, durante o período chuvoso os anelídeos *Streblospio* sp., *Nephtys fluviatilis*, *Magelona* sp., *Synelmes* sp., Tubificinae 2 foram mais comuns; neste período o pH foi dominante e chegou a valores neutros; já durante o período seco, quando a salinidade e a temperatura foram maiores, os crustacea *Halmyrapseudes spaansi*, Ostracoda, Amphipodas foram os mais comuns.

Figura 11 - Análise de correspondência canônica para os meses de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor



## 5 DISCUSSÃO

Em seu trabalho no sistema estuarino de Laguna – SC, Meurer (2007) encontrou valores de temperatura que variaram de forma diferente da encontrada no plano de lama deste trabalho; maiores valores de temperaturas ( $25,5^{\circ}\text{C}$ ) em dezembro e menores em junho ( $20^{\circ}\text{C}$ ), enquanto no plano de lama a temperatura em dezembro, foi a menor encontrada ( $28,2^{\circ}\text{C}$ ) e em junho foi a maior ( $29,2^{\circ}\text{C}$ ). Rosa Filho *et al.* (2009) encontraram valores de salinidade, em uma praia estuarina, maiores no período seco (35) e bem menores no chuvoso (5) semelhante ao plano de lama onde, no período seco o valor foi máximo (35) e no período chuvoso foi menor (15).

Durante o período seco foi possível observar as maiores salinidades e menores precipitações, ocorrendo o inverso durante o período chuvoso. Kinne (1971) observou que a precipitação em abundância leva a queda brusca na salinidade, como observamos durante o período chuvoso; Moraes *et al.* (2005) verificou, durante 30 anos, que assim como em outras localidades do Nordeste, o estado do Pará também apresenta durante o primeiro semestre maiores índices de chuva, podendo alcançar até 1000 mm/mês, como encontrado neste trabalho.

Berrêdo *et al.* (2008), encontraram valores de pH, em um manguezal no nordeste do Pará, maiores durante o período seco do que no período chuvoso, contrastando com os valores encontrados neste trabalho onde os valores do pH no período seco foram menores que no período chuvoso; isso se deve, provavelmente, ao acúmulo de ácidos orgânicos provenientes da decomposição da matéria orgânica (ESTEVES, 1999) que com contribuição da maior evaporação, aumenta a concentração de tais ácidos no meio.

Altos valores de umidade sedimentar são essenciais para a sobrevivência do bentos, já que, esta atenua os efeitos de altas temperaturas e dessecação, especialmente em regiões tropicais (ADAM, 1990). Neste trabalho encontramos o mesmo padrão de umidade (baixa) para todos os meses de amostra, não ocorrendo variações significativas, mantendo o ambiente estável, para este valor. O principal motivo da pequena quantidade de água intersticial é devido à falta de vegetação no plano de lama, que promoveria sombra, atenuaria a temperatura e aumentaria a umidade (WHITCRAFT ; LEVIN, 2007).

A ciclagem de nutrientes dentro de planos de lama entremarés é governado pela temperatura, ressuspensão dos sedimentos de maré, pH, condições redox, entradas de matéria orgânica (M.O.) e sua degradabilidade e as propriedades químicas do camada d'água em contato com o substrato (SUNDARESHWAR ; MORRIS, 1999). A baixa variação de matéria orgânica se deve provavelmente, devido ao ambiente estudado ser adjacente a um manguezal que, com auxílio das correntes estuarinas e do escoamento terrestre, se encarrega de suprir a demanda de matéria orgânica (ALONGI, 1990; BOTO ; BUNT, 1981. FLEMING *et al.*, 1990; TWILLEY, 1985).

Moraes *et al.* (2005) em seu trabalho sobre a variação da precipitação no estado do Pará, constataram que as menores temperaturas ocorreram no mês de fevereiro, considerado por ele sendo período chuvoso e as maiores em outubro, onde ele considerou um mês de transição do período seco para o chuvoso. Neste trabalho, encontramos a menor temperatura em dezembro e a maior em setembro; ambos os meses no período seco.

Gimenez *et al.*, (2010) em seu trabalho sobre a variação da macrofauna bentônica em estuários uruguaios, correlacionada com a variação na salinidade, perceberam que os organismos bentônicos, de forma geral, encontrados em diversos estuários estudados, aumentaram sua abundância de acordo com o aumento da salinidade, onde os maiores valores de abundância ocorreram nos meses de período seco, onde a salinidade foi a maior encontrada. Neste trabalho encontramos resultados semelhantes; a abundância no mês de dezembro (período seco - maior valor de salinidade) alcançou resultados muito acima dos apresentados no mês de junho (período chuvoso – menor valor de salinidade), onde a precipitação foi maior e a salinidade foi a menor do estudo.

Os declínios na fauna bentônica, como resultado da diminuição do pH, foram relatados na Escandinávia (WIEDERHOLM ; ERIKSSON, 1977; MOSSBERG ; NYBERG, 1979). Alguns grupos, especialmente moluscos e crustáceos, têm a fama de serem sensíveis à redução de pH (OKLAND, 1980; SUTCLIFFE ; CARRICK, 1973); um efeito comum exibido por invertebrados, como resultado do processo de acidificação, é um aumento na abundância ou tamanho médio (MOSSBERG ; NYBERG, 1979); observa-se que, em dezembro no período seco, o pH tornou o meio pouco ácido, com valor ligeiramente menor que 7, porém, houve um aumento

na abundância de organismos, diminuindo ao longo dos meses com a chegada dos período chuvoso.

Braga, *et al.* (2011) em seu estudo em marismas estuarinas no litoral paraense, encontraram os maiores valores de abundância de macrofauna bentônica em ambientes onde a umidade sedimentar, a matéria orgânica e a salinidade tiveram valores bem altos. Neste trabalho, encontramos valores de umidade bastante semelhantes) em todo o período de estudo, o que exclui este fator como sendo um limitante para a variação da macrofauna no ambiente.

Em planos de lama entremarés, assembléias de consumidores bentônicos são muitas vezes dominadas por organismos comedores de depósitos que, principalmente, obtém seu consumo nutricional de matéria orgânica sedimentar e sedimentada (LOPEZ ; LEVINTON, 1987; HEIP *et al.*, 1995). As concentrações de matéria orgânica sedimentar são muitas vezes fortemente relacionadas ao tamanho do grão; concentrações mais elevadas estão associadas a sedimentos mais refinados do que a sedimentos de granulação mais grossa (BORDOVSKIY, 1965). A matéria orgânica em sedimentos inclui organismos vivos tais como bactérias e microalgas, que foram consideradas um dos alimentos mais nutritivos (MCLNTYRE *et al.*, 1996; HENTSCHEL, 1998), e matéria morta em diferentes níveis de degradação (GREMARE, 1994).

Em pequenas escalas espaciais e temporais, a composição de matéria orgânica demonstrou ser um processo importante na regulação da abundância e da biomassa de comedores de depósitos (ZAJAC, 1991; SNELGROVE ; BUTMAN, 1994; SARDA *et al.*, 1995; HEIP *et al.*, 1995), porém devido à pequena concentração de matéria orgânica, é improvável que este fator tenha sido preponderante na variação da macrofauna, pois pode não ser um fator limitante para comedores de depósito devido à sua grande concentração nos sedimentos (CHENG ; LOPEZ, 1991; LEVINTON ; STEWART, 1988; LOPEZ ; LEVINTON, 1987).

Os sedimentos do plano de lama consistem principalmente de partículas finas, principalmente nas frações do silte e argila (tamanho de partícula inferior a 0,063 milímetros de diâmetro), embora de lama arenosa possa conter até 80% de areia (areia muito fina e principalmente fina), muitas vezes com um alto conteúdo orgânico. O oxigênio penetra pouco esses sedimentos e uma camada anóxica é na maioria das vezes presente em milímetros da superfície do sedimento. Ondas e correntes interagem para erodir planos de lama e variam de acordo com a amplitude

das marés, estações do ano, e eventos episódicos, como tempestades (CHRISTIE ; DYER, 1998).

Segundo Christie e Dyer, (1998) a sedimentação ocorre durante períodos relativamente calmos, quando a acreção é maior do que a erosão. O ambiente suporta grande número de moluscos, artrópodes, vermes e microbiota, que se alimentam diretamente ou indiretamente de microalgas produtivas nos sedimentos (HORNE ; GOLDMAN, 1994).

Variações sazonais no número de indivíduos podem ser afetados pela temperatura (CHU ; LEVIN, 1989), por predação (HINES *et al.*, 1990; VALIELA *et al.*, 1995) e por flutuação na disponibilidade de recursos alimentícios (MARSH ; TENORE, 1990; TRUEBLOOD *et al.*, 1994). Degré. *et al.* (2006) perceberam uma mudança na teia alimentar de 3 planos de lama, devido à mudança da estação, fazendo com que a abundância de alguns organismos diminuísse, outros foram predados por peixes e ainda, algumas espécies cometeram canibalismo devido à falta de alimento disponível.

Silva *et al.* (2011), em seu trabalho no estuário do Caeté (um estuário amazônico), encontraram uma macrofauna bentônica bem diversificada, constituída de Arthropodas e principalmente de Anelidas. Rosa Filho *et al.* (2009) estudaram a biota em uma praia estuarina localizada em Ajuruteua-PA; a Macrofauna encontrada nesta praia constituiu-se de Arthropodas, Anelidas e Molluscas. Os valores de riqueza tanto no estuário do Caeté, quanto na praia estuarina em Ajuruteua, foram maiores durante o período seco, diminuindo no período chuvoso, assim como encontrado no plano de lama em Algodual.

No estuário estudado por Silva *et al.* (2011), durante os períodos seco e chuvoso, os Anelidas foram dominantes, principalmente com as espécies *Namalycastis terrestres* e *Nephtys fluviatilis*; já na praia estuarina, os indivíduos encontrados foram diversos, abrangendo tanto Arthropodas quanto Anelidas, em ambos os períodos. Neste trabalho, durante o período seco, a espécie com maior dominância foi o tanaidáceo *Halmyrapseudes spaansi*, já durante o período chuvoso, o táxon mais dominante foi o Tubificinae sp1.

Em boa parte dos estudos da fauna bentônica, os polychaetas são dominantes tanto em quantidade de espécies quanto de espécimes (FAUCHALD, 1977). São anelidas de vida livre, mais comuns no meio marinho podendo ser errantes ou sedentários (FAUCHALD, 1977). Muitos polychaetas vivem no ambiente

marinho e são bem representados em todo habitat bentônico desde estuários lamoarenosos e recifes rochosos e coralinos à lamas de mar profundo. Eles também ocorrem em ambientes pelágicos como meroplâncton e holoplâncton.

Os principais polychaetas que apareceram neste trabalho foram: Pilargiidae; que são encontrados em substratos moles da plataforma continental, encostas e profundidades abissais, em estuários, em sedimentos arenosos a lamosos; a maioria dos pilargiidae são carnívoros ou onívoros e alguns aparentam ser predadores ativos e comedores de depósitos (PEARSON, 1970; FAUCHALD ; JUMARS 1979). Muitos são de vida livre, vivendo na superfície do sedimento e aqueles com apêndices cefálicos reduzidos podem cavar.

Os Capitélideos são os polychaetas mais comumente encontrados (FAUCHALD, 1977), principalmente em habitats poluídos; *Capitella capitata* é uma das espécies indicadoras de poluição devido a sua capacidade de “invadir” áreas onde houve a retirada da fauna de causa natural ou antrópica (GRASSLE ; GRASSLE, 1974). Os capitélideos ocorrem de estuários ao mar profundo. Entretanto eles têm poucos representantes em mar profundo devido à sua fragilidade, o que torna a identificação destes indivíduos bastante difícil.

Os Spionidae são mais comuns em substratos moles através de muitos ambientes marinhos (BEESLEY, 2000). Algumas espécies são escavadoras de rochas ou substratos calcários, outras formam tubos permanentes em substrato mole e outras ainda, combinam as duas atividades (FAUCHALD, 1977). Spionidae é uma das famílias de polychaetas mais diversas e centenas de espécies são conhecidas em todo o mundo.

Oligochaetas são anelidas majoritariamente de água doce (apenas cerca de 200 espécies marinhas) que vivem entre a vegetação submersa ou escavando a lama e nos sedimentos do fundo; são consumidoras de detritos e de matéria orgânica morta, além de algas e outros micro-organismos (BARNES, 1984).

A família Naididae é composta de oligoquetas predominantemente de água doce que podem ser carnívoros, herbívoros e comedores de depósito (Barnes, 1984)

Os Crustacea são o único grande subfilos dos artrópodes cujos membros são primariamente aquáticos. A maioria dos indivíduos pertencentes a este subfilos é marinha, porém existem muitos representantes de água doce (BARNES, 1984) como vistos abaixo:

Os Ostracodas São artrópodes diminutos que são encontrados largamente no mar e em qualquer habitat de água doce, podendo ser carnívoros, herbívoros, consumidores de depósitos ou filtradores (BARNES, 1984).

Os membros da ordem Tanaidacea são quase exclusivamente marinhos e habitantes do fundo da zona litorânea (BARNES, 1984). Os Tanaidacea da família Parapseudidae, onde se enquadra o a espécie *Halmyrapseudes spaansi*, de modo geral, tem uma preferência por águas costeiras, pouco profundas, com um nível de flutuação e estando em constante movimento, baixa salinidade e substrato lamoso ou com sedimentos muito finos, algumas vezes em suspensão (GUTU, 1996); neste trabalho encontramos uma divergência quanto a questão da preferência por ambientes salinos, do tanaidacea *Halmyrapseudes spaansi*, já que esta espécie apresentou maior densidade no mês de dezembro, durante o período seco; isto pode ser considerado normal, já que, em uma mesma família pode haver divergências quanto a preferência do habitat pelas diversas espécies pertencentes ao táxon.

Os valores de densidade no estuário do Caeté (SILVA *et al.* 2011), seguiram o mesmo padrão da riqueza neste ambiente (maiores durante o período seco, menores no período chuvoso) e um padrão diferente no plano de lama paraense, onde a densidade aumentou significativamente em dezembro devido a alta incidência do tanaidácea *Halmyrapseudes spaansi*.

A diversidade, tanto no estuário do Caeté (SILVA *et al.*, 2011), quanto na praia estuarina (ROSA FILHO *et al.* 2009) foi maior no período seco; segundo Barnes (1980, 1994), os estuários apresentam maior diversidade em sua porção mais salina do que na doce, o que difere deste trabalho, onde a maior diversidade encontrada foi em junho, durante o período chuvoso, quando a salinidade foi a segunda menor registrada.

No trabalho realizado na praia estuarina em Ajuruteua (ROSA FILHO *et al.* 2009) os valores de equitatividade foram maiores durante o período chuvoso, diferente do estuário do Caeté (SILVA *et al.* 2011), cujos valores foram maiores durante o período seco . Em comparação aos valores de equitatividade encontrados no plano de lama em Algodual, temos o maior valor em junho ( $J= 0,61$ ), no período chuvoso e o menor em setembro ( $J= 0,40$ ) no período seco.

Vê-se a partir do exposto que a macrofauna bentônica apresenta variação temporal entre períodos; no período seco (setembro e dezembro) a riqueza, assim

como a abundância foi maior que no período chuvoso (março e junho), o que mostra uma clara preferência da biota ao período seco, porém durante o período chuvoso é claro o aparecimento e aumento da abundância de algumas espécies antes em menor número.

## 6 CONCLUSÃO

- A macrofauna bentônica encontrada no plano de lama estuarino desse estudo constituiu-se de animais marinhos, estuarinos e dulcícolas, sendo dominada por anelídeos e pequenos crustáceos.
- Ocorreram variações significativas na estrutura da fauna, associada às mudanças nas características da água (salinidade) e pH (sedimento).
- De modo geral os artrópodes apresentaram preferência ao período seco, quando a salinidade foi o parâmetro mais importante para a variação da macrofauna e os oligoquetas ao período chuvoso quando o parâmetro mais importante foi o pH.
- O filo Annelida foi o dominante em todas as ocasiões, superando os táxons do filo Arthropoda; porém em relação à dominância por táxons, o artrópode *Halmyrapseudes spaansi* dominou em todos os meses decaindo somente em junho, quando o Annelida Tubificinae dominou.

## REFERÊNCIAS

ADAM, P. **Saltmarsh ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

ALONGI, D. M. ., Effect of mangrove detrital outwelling on nutrient regeneration and oxygen fluxes in coastal sediments of the Central Great Barrier Reef Lagoon. **Estuar. coast. mar. Sci** . 31 :581-598 1990.

AMARAL, A. C. Z.; NONATO, E. F. **Annelida Polychaeta**: características, glossário e chaves para famílias e gêneros da costa brasileira. Campinas. Ed. da UNICAMP, 124p. 1996.

BARNES, R.S.K. **Coastal lagoons**. Cambridge. Cambridge University Press. 106 p. 1980.

BARNES, R.D. **Zoologia dos Invertebrados**. São Paulo: Livraria Roca, 1984.

BARNES, R.S.K. **Macrofaunal community structure and life histories in coastal lagoons**. In: KJERFVE, B. (Ed.). *Coastal Lagoon Processes*. Amsterdam. Elsevier. pp. 231-263. 1994.

BEESELEY, P. L., ROSS, G. B. ; GLASBY, C. J. **Polychaetes & Allies**: The southern Synthesis. Fauna of Australia. Vol. 4A Polychaeta, Myzostomida, Pogomophora, Echiura, Sipuncula. CSIRO Publicação: Melbourne xii 465 pp. 2000.

BEMVENUTI, C. E.; CATTANEO, S. A.; NETTO, S. A. **Características estruturais da macrofauna bentônica em dois pontos da região estuarial da Lagoa dos Patos, RS**. Brasil Atlântica, Rio Grande, v. 4, p. 5-28, 1992.

BERRÊDO, J. F., COSTA, M. L., PROGNE, M. P. S., Efeitos das variações sazonais do clima tropical úmido sobre as águas e sedimentos de manguezais do estuário do rio Marapanim, costa nordeste do Estado do Pará. **Acta Amazônica**, Blackwell., vol., 38., 3., 2008: 473 – 482. 2008.

BORDOVSKIY, O. K. Accumulation and transformation of organic substances in marine sediments. 3. Accumulation of organic matter in bottom sediments. **Marine Geology** 3,33-82. 1965.

BOTO, K. G. ; J. S. BUNT, Tidal export of particulate organic matter from a Northern Australian mangrove system. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. 13 : 247-255. 1981.

BRAGA, C. F., MONTEIRO, V. F., ROSA-FILHO, J. S., BEASLEY, C. R., **Benthic macroinfaunal assemblages associated with Amazonian saltmarshes**. *Wetlands Ecol Manage* 19:257–272 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha**. Fundação Bio-RIO, SECTAM, IDEMA, SNE, Brasília. 72pp. CD-Rom. 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira**. Brasília: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007. / 2007. Disponível em <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em: 12 jun. 2012.

CHENG, I.-J. ; G. R. LOPEZ, **Contribution of bacteria and sedimentary organic matter to the diet of *Nucula proxima***, a deposit-feeding protobranchiate bivalve. *Ophelia* 34: 157-170 1991.

CHRISTIE, M. C., ; DYER, K. R. **Measurements of the turbid tidal edge over the Skeffling mudflats**. In K. S. Black, D. M. Patterson, & A. Cramp (Eds.), *Sedimentary processes in the intertidal zone*, Special publications, 139 (pp. 45–55). London: Geological Society. 1998.

CHU, J-W. ; L.A. LEVIN. **Photoperiod and temperature regulation of growth and reproduction in *Streblospio benedicti* (Polychaeta: Spionidae)**. *Invertebrate Reproduction and Development*, v.15 n.2., p. 131-142. 1989.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. Plymouth. PRIMER-E. 3<sup>rd</sup> ed. 144p. 2006.

DAUVIN, J. C. **Paradox of estuarine quality: Benthic indicators and indices, consensus or debate for the future**. *Marine Pollution Bulletin*, 55: 271-281. 2007.

DEGRÉ, D.; *et al.* **Comparative analysis of the food webs of two intertidal mudflats during two seasons using inverse modelling: Aiguillon Cove and Brouage Mudflat, France**. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. v.69. p.107-124. 2006.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. **Tábuas das Marés**. Disponível em: <www.dhn.mar.mil.br> Acesso em: 16 de abril de 2012. 1998.

DYER, **Estuaries**: A Physical Introduction. 2 ed. Chichester, Wiley. 195p. In: MIRANDA, L.B. *Princípios de Oceanografia Física de Estuários*/ Luis Bruner de Miranda, Belmiro Mendes de Castro e Björn Kjerve. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo (Acadêmica; 42). 414 p.2002. 1997.

DYER, K. R. Sediment processes in estuaries: future research requirements. **Journal of Geophysical Research** v.194 n.C10., p.14327– 14339. 1989.

DYER, K. R. **The typology of intertidal mudflats**. In K. S. BLACK, D. M. PATTERSON, ; A. CRAMP (Eds.), *Sedimentary processes in the intertidal zone*, Special publications, v.139 p. 11–24. London: Geological Society. 1998.

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

EL-ROBRINI, M.; *et al.* **Deposição e assoreamento das rias do Nordeste do Estado do Pará (Brasil)**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 37, São Paulo. Resumo, p.79-80. 1992.

ESTEVEES, F. A.; **Fundamentos de Limnologia**, 2. ed., Rio de Janeiro: Interciência, 1999.

FAUCHALD, K. **The polychaete worms**: definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles Country. p.190, 1977.

FAUCHALD, K; JUMARS, P.A. The diet of worms: A study of polychaete feeding guilds. **Oceanogr.Mar.Bilog.Ann.Rev.** v.17, p.193-284. 1979.

FLEMING, M., G . LIN ; L . DE S . L . STEINBERG, Influence of mangrove detritus in an estuarine ecosystem. **Bull. mar. Sci.** v.47. p.663-669. 1990.

GOMES, A. SOARES; PAIVA, P. C.; SUMIDA, P. Y. Bentos de sedimentos não consolidados. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Eds.). **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Editora Interciências, p.127-145, 2002.

GRANT, W. D., ; MADSEN, O. S. **Combined wave and current interaction with a rough bottom**. Journal of Geophysical Research v.84 n.C4, p.1797–1808. 1979.

GRASSLE, J.F. ; GRASSLE, J.P. **Opportunistic life histories and genetic systems in marine benthic polychaetes.** *Journal of Marine Research*, v.32, p. 253-84 1974.

GREMARE, A. **What describes fecundity of *Capitella* sp. I better: macro- or micronutrient availability?** *Marine Biology* v.119, p.367– 374. 1994.

GRUBER, N. L. S.; BARBOSA, G.; NICOLODI, J. L. **Geografia dos sistemas costeiros e oceanográficos: subsídios para a gestão integrada da zona costeira.** Porto Alegre: Gravel. v.1. p.81-89. 2003.

GUTU, M. **Tanaidaceans (Crustacea, Peracarida) from Brazil, with description of new taxa and systematical remarks on some families.** *Travaux du Muséum d'Histoire Naturelle 'Gr. Antipa'* v.36 p.25-135. 1996.

HEIP, C. H. R., *et al.* **Production and consumption of biological particles in temperate tidal estuaries.** *Oceanography and Marine Biology Annual Review* v.33, p.1–149. 1995.

HENTSCHEL, B. T. Intraspecific variations in  $\delta^{13}C$  indicate ontogenetic diet changes in deposit-feeding polychaetes. ***Ecology*** v.79, p.1357–1370. 1998.

HINES, A. H., A. M. HADDON, AND L. A. WEICHERT. Guild structure and foraging impact of blue crabs and epibenthic fish in a subestuary of Chesapeake Bay. ***Marine Ecology Progress Series*** 67:105–126 1990.

HOLME, N. A.; McINTYRE, A. D. **Methods for the study of marine benthos.** London 2<sup>o</sup> ed.

HORNE, A. J., ; GOLDMAN, C. R. **Limnology.** McGraw-Hill, New York. 1994.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

KINNE, O. **Salinity. A comprehensive, integrated treatise on life in oceans and coastal waters.** In: KINNE, O. ed. *Marine ecology*: New York: Wiley-Interscience, v. 3, p.342-397., 1971.

KRONE, R. B. **Flume studies of the transport of sediments in estuarial shoaling processes**. Final report. Hydraulic Engineering Laboratory and Sanitary Engineering Research Laboratory, University of California, Berkeley. 1962.

LAEDSGAARD, P.; JHONSON, C. Why do juveniles fish utilized mangrove habitats? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v 257 n.2, p229-253. 2000.

LANA, P.C.; *et a.* **O bentos da costa brasileira: avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858-1996)**. Rio de Janeiro. FEMAR. 432p. 1996.

LEVINTON, I. S. ; S. STEWART, Effects of sediment organic, detrital input, and temperature on demography, production, and body size of a deposit feeder. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 49 : 259-266. 1988.

LINCOLN, R. J.; SHEALS, J. G. **Invertebrate animals: collection & preservation**. London. British Museum (Natural History). p150. 1979.

LITTLE, C. **The biology of soft shores and estuaries**. Oxford. Oxford University Press. p.252 2000.

LOPEZ, G. R. ; LEVINTON, J. R. Ecology of deposit-feeding animals in marine sediments. *The Quarterly Review of Biology* v.62, p.235–260. 1987.

MARSH, A. G ; TENORE, K. R. The role of nutrition in regulating the population dynamics of opportunistic, surface deposit feeders in a mesohaline community. *Limnology and Oceanography* v.35, p.710–724. 1990.

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

MCINTYRE, H. L., GEIDER, J. R. ; MILLER, D. C. Microphytobenthos: the ecological role of the 'secret garden' of unvegetated shallow-water marine habitats. I. Distribution, abundance and Primary production. *Estuaries* 19, 186–201. 1996.

MEURER, A. Z. ; NETTO, S. A. Seasonal dynamics of benthic communities in a shallow sublittoral site of Laguna Estuarine System (South, Brazil). *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v. 11, p. 53-62. 2007.

MIRANDA, L.B; CASTRO, B.M; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 424p. 2002.

MORAES, B. C.; *et al.* Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. **Acta Amazônica**, v.35, p.207-214. 2005.

MOSSBERG, P. ; P. NYBERG, **Bottom fauna of small acid forest lakes**. Inst. Freshwat. Res. Drott. 58: 77-87. 1979.

NONATO, E. F.; LUNA, J. A. C. **Anelídeos poliquetas do Nordeste do Brasil**. I – Poliquetas bentônicos da costa de Alagoas e Sergipe. Boletim do Instituto Oceanográfico. São Paulo, v.19, p. 57-130, 1970.

NYBAKKEN, J. W. **Marine biology**: an ecological approach. New York: Harper Collins College Publishers. 1993.

OKLAND, K., **Mussels and crustaceans**. Studies of 1000 lakes in Norway. Proc. int. Conf. ecol. Impact Acid Precipitation, (SNSF-project) Norway: p.324-325. 1980.

OLIVEIRA, M . ; MOCHEL, F.R. **Macroendofauna bêntica de substratos móveis de um manguezal sob impacto das atividades humanas no sudeste da ilha de São Luís do Maranhão**, Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*. v12:75-93. 1999.

OSPAR, **Background Document for Intertidal mudflats** 2009.

PARTHENIADES, E. **A study of erosion and deposition of cohesive soils in salt water** PhD thesis, University of California at Berkeley. 182 p. 1962.

PEARSON T.H. **The benthic ecology of Loch Linnhe and Loch Eil, a sea-loch system on the west coast of Scotland**. The physical environment and distribution of the macrobenthic fauna. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* v.5, p.1–34. 1970.

PROST, M. T. R. **O litoral nordeste do Estado do Pará. Dinâmica atual e aplicações do sensoriamento remoto**. Município de Marapanim, Maracanã e Salinópolis. Relatório. Programa: evolução atual e holocênica do litoral nordeste do Pará, CNPq, Belém, p.55.1994.

RAFFAELLI, D. G.; HAWKINS, S. **Intertidal Ecology**. London: Chapman and Hall. 1996. *Revta bras. Zool.* 6 ed. V.14, n.4, p.1003 -1018, p.1179, 1997.

ROSA FILHO, J.S., ALMEIDA, M.F. ; D.E. AVIZ, Spatial and temporal changes in the benthic fauna of amacrotidal Amazon sandy beach, Ajuruteua, Brazil. **Journal of Coastal Research**, SI 56 (Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Coastal Symposium) Lisbon, Portugal, ISBN 2009.

SARDA, R., FOREMAN, K. ; VALIELA, I. Macroinfauna of a southern New England salt marsh: seasonal dynamics and production. **Marine Biology** v.121, p.431–445. 1995.

SILVA, R.F., ROSA FILHO, J.S., SOUZA, S.R. ; SOUZA FILHO, P.W., Spatial and temporal changes in the structure of soft-bottom benthic communities in an Amazon estuary, Caeté estuary, Pará, Brazil. **Journal of Coastal Research**, SI 64 (Proceedings of the 11th International Coastal Symposium), Szczecin, Poland, ISSN 0749-0208 p.440-444, 2011.

SNELGROVE, P. V. R.; BUTTMAN, C. A. Animal-sediment relationship revisited: cause versus effect. **Oceanogr. Mar. Biol.** Ann. Rev., v.32, p.111-177, 1994.

SUGUIO, K. **Introdução a sedimentologia**. Edgard Blucher/EDUSP, São Paulo. P.312, 1973.

SUNDARESHWAR, P.V., MORRIS, J.T., Phosphorus sorption characteristics of intertidal marsh sediments along an estuarine salinity gradient. **Limnology and Oceanography** v.44, p.1693–1701, 1999.

SUTCLIFFE, D. W. ; T. R. CARRICK, Studies on mountain streams in the English Lake District, 1. pH, calcium and the distribution of invertebrates in the River Duddon. **Freshwat. Biol.** v.3, p.437-462, 1973.

TRUEBLOOD, D. D., GALLAGHER, E. D., GOULD, D. M. Three stages of seasonal succession on the Savin Hill Cove mudflat, Boston Harbour. **Limnology and Oceanography** v.39, p.1440– 1454, 1994.

TRUJILLO A. P.; THURMAN, H. V. **Introductory Oceanography**. Pearson Education. 10 ed. 634 p. Valiela, I. 1995 *Marine Ecological Processes*. 2 ed. Springer Verlag, New York, London, p.686, 2003.

TWILLEY, R. R., The exchange of organic carbon in basin mangrove forests in a Southwest Florida Estuary. **Estuar. Coast Shelf Sci.** v.2, p.543-557. 1985 .

VALIELA, I., MCCLELLAND, J., HAUXWELL, J., BEHR, P.J., HERSH, D., FOREMAN, K., Macroalgal blooms in shallow estuaries: controls and ecophysiological and ecosystem consequences. **Limnol. Oceanogr.** V.42, p.1105–1118. 1995.

VÉLEZ, A. **Fluctuación mensual del índice de engorde del mejillón *Perna perna* natural y cultivado.** Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, v. 10, n. 2, p. 3-8, 1971.

WIEDERHOLM, T. ; L. ERIKSSON, **Benthos of an acid lake.** Oikos v.29, p.261-267. 1977.

WHITCRAFT, C. R., LEVIN, L. A., **Regulation of benthic algal and animal communities by saltmarsh plants:** impact of shading. Ecology v.88, n.4, p.904-917 2007.

ZAJAC, R. N. **Population ecology of *Polydora lignii* (polychaete: Spionidae) I.** Seasonal variation in population characteristics and reproductive activity. Marine Ecology Progress Series v.77, p.197–206, 1991.