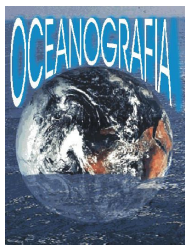




Universidade Federal do Pará



Faculdade de Oceanografia



Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MARCOS VINÍCIUS BARROS DA SILVA

CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES DA MACROINFAUNA
ASSOCIADA À VEGETAÇÃO DE MARISMAS (*Spartina alterniflora*) NA
ILHA DE ALGODOAL/MAIANDEUA – PA.

GEOCIÊNCIAS
U F P A

BELÉM – PA

Fevereiro - 2011

MARCOS VINÍCIUS BARROS DA SILVA

CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES DA MACROINFAUNA
ASSOCIADA À VEGETAÇÃO DE MARISMAS (*Spartina alterniflora*) NA
ILHA DE ALGODOAL/MAIANDEUA – PA.

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

Orientador: Prof. M. Sc. Cesar França Braga

Belém - PA
Fevereiro - 2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

S586c Silva, Marcos Vinícius Barros da

Caracterização das comunidades da macroinfauna associada à vegetação de marismas (*spartina alterniflora*) na ilha de Algodoal/Maiandeua – Pa. / Marcos Vinícius Barros da Silva
Orientador: Cesar França Braga – 2010

47 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia)
– Faculdade de Oceanografia, Instituto de Geociências,
Universidade Federal do Pará, Belém, Quarto Período de 2010.

1. Macrofauna. 2. Marisma. 3. Algodoal (PA). I. Braga, Cesar
França, *orient.* II. Universidade Federal do Pará. III. Título.

CDD 20º ed.: 577.7709811

MARCOS VINÍCIUS BARROS DA SILVA

CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES DA MACROINFAUNA
ASSOCIADA À VEGETAÇÃO DE MARISMAS (*Spartina alterniflora*) NA
ILHA DE ALGODOAL/MAIANDEUA – PA.

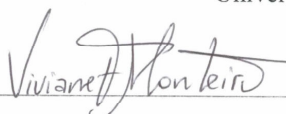
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Oceanografia da Universidade
Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às
exigências para obtenção do grau de Bacharel
em Oceanografia.

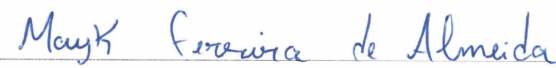
Data de aprovação: 07 / 02 / 2011

Conceito: EXCELENTE

Banca examinadora:


Prof. M.Sc. Cesar França Braga – Orientador
Mestre em Biologia Ambiental
Universidade Federal do Pará


Prof. M.Sc. Viviane Ferreira Monteiro
Mestre em Ecologia Aquática e Pesca
Universidade Federal do Pará


Prof. M.Sc. Mayk Ferreira de Almeida
Mestre em Ciências Ambientais
Universidade Federal do Pará

À minha família,
por me apoiarem em todos os momentos

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder sabedoria e saúde para concretização dessa etapa.

Aos meus pais, Carlos e Leontina por sempre me apoiarem durante a minha vida.

Ao Prof(a) e Orientador Cesar F. Braga por proporcionar alegria e ajuda na elaboração deste trabalho sem me pressionar e por depositar sua confiança.

Aos meus irmãos, por me proporcionarem tranquilidade quando preciso.

Aos amigos de turma, Bruna e Simão por me proporcionar momentos de alegria e incentivo quando necessário.

Aos amigos de turma, Antônio, Gabriela e Ernan por me proporcionar embriaguez e perseverança quando necessário.

Aos amigos de turma, Isaac, Mary, Esther e Maurício pela credibilidade depositada.

Aos companheiros, Andressa, David, Jordana, David e Thuareague pela amizade conquistada.

Aos colegas de laboratório, pela companhia amigável.

Aos demais professores do Instituto de Geociências pelos ensinamentos adquiridos.

Aos bibliotecários, funcionários e bolsistas da biblioteca do Instituto pelo apoio e dedicação na orientação e disseminação da informação e também pela atenção recebida.

A todos os amigos e amigas que fiz ao longo do Curso na UFPA.

Ao meu avô, João por me rebatizar de (Malandro).

“Minha maré é morada majestosa...
De minha Mãe que melindrosa
Aguarda muito ansiosa...
A volta de seu moleque-malandro ”
(Malandro)

RESUMO

O presente trabalho consiste na caracterização das comunidades macroinfaunísticas associadas à vegetação de marisma na Ilha de Algodoal/Maiandeuá, no litoral nordeste do estado do Pará. Foram feitas coletas da macroinfauna, sedimento e vegetação em três períodos (Novembro de 2007, Abril de 2008 e Novembro de 2008) para verificar possíveis mudanças na abundância e composição dos organismos e relacionar essas mudanças às características de sedimento e vegetação locais. Foram coletadas 36 réplicas para a macroinfauna associada às marismas; 12 réplicas individuais para a análise da vegetação e 12 réplicas individuais para a análise do sedimento. Os principais resultados mostram que a quantidade de sedimentos finos e matéria orgânica aumentaram ao longo dos períodos e foram maiores nas camadas mais superiores do sedimento. Para a vegetação, um acréscimo de altura e densidade da vegetação de marisma foi observado ao longo dos períodos. A macroinfauna também apresentou mudanças temporais em termos de abundância e composição de espécies acompanhando as mudanças ambientais e apresentou crescimento significativo entre os períodos. A abundância e diversidade da macroinfauna estiveram concentradas nas camadas superficiais de sedimento. Em conclusão, processos de sucessão ecológica parecem estar ocorrendo na estrutura da macroinfauna associada à vegetação de marismas na ilha de Algodoal. Este processo parece estar ligado paralelamente ao desenvolvimento dos bancos de marisma na área de coleta.

Palavras-chave: Macrofauna. Marisma. Algodoal

ABSTRACT

The present study is to characterize the macroinfaunal communities associated with saltmarsh vegetation at Algodoal/Maiandeuá island, on the northeast coast of Pará Coast. Samples were performed over macroinfauna, sediment and vegetation in three periods (November 2007 , April 2008 and November 2008) to determination of possible changes in abundance and composition of organisms relate to local characteristics of vegetation and sediment. 36 replicates for the macroinfauna associated with saltmarshes were collected; 12 individual replicas for vegetation and others 12 individual replicas for sediment. The main results showed that the amount of fine sediments and organic matter content increased over the periods and that were higher in the upper layers of sediment. For vegetation, an increase of height and density of vegetation was observed throughout the period. The macroinfauna also showed temporal changes in abundance and diversity of species associated with environmental changes and showed significant increase among periods for both characteristics. The abundance and diversity of macroinfauna were concentrated in the upper layers of sediment. In conclusion, processes of ecological succession seem to be occurring in the structure of macroinfauna associated to saltmarsh vegetation at Algodoal / Maiandeuá island. This process appears to be connected with the development of saltmarsh.

Key words: Macrofauna. Saltmarshes. Algodoal.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Mapa da área de estudo com destaque aos bancos de marisma onde se realizaram as coletas. (ilha de Algodual-Maiandeuá - Maracanã-PA). Fonte: LGC (IECOS/UFPA).	16
FIGURA 2 – Bancos de marisma em estágio inicial localizado em (ambiente entre-maré ou planície de maré) na Ilha de Algodual - PA.....	17
FIGURA 3 – Ordenação PCA de amostras de vegetação e sedimento em marismas amostrados entre períodos (Nov_07; Abr_08 e Nov_08) e profundidade (I-superior; II-inferior) em Algodual Maiandeuá-PA. PC1 explica 51,1% da variação e PC2 16,9% da variação.	27
FIGURA 4 - Valores médios das variáveis da macroinfauna associada à marismas relacionado aos (a) períodos (Nov_07; Abr_08 e Nov_08). N=abundância, S=número médio de indivíduos por unidade amostral, J'=equitabilidade e H'=diversidade.....	29
FIGURA 5 - Valores médios das variáveis da macroinfauna associada à marismas relacionado a profundidade. N=abundância, S=número médio de indivíduos por unidade amostral, J'=equitabilidade e H'=diversidade.	30
FIGURA 6 – Análises de agrupamento de MDS da abundância de organismos com relação às categóricas períodos (Nov_07, Abr_08 e Nov_09) e profundidade (P I=profundidade superior; P II=profundidade inferior).	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO PRINCIPAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 ÁREA DE ESTUDO	16
3.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA	16
3.1.1 Solo	17
3.1.2 Vegetação	17
3.1.3 Dados complementares: T°/Umidade/Pluviometria	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM	19
4.1.1 Macroinfauna betônica	19
4.1.2 Vegetação	20
4.1.3 Sedimento	20
4.1.4 Análise dos dados	21
5 RESULTADOS	23
5.1 ANÁLISES AMBIENTAIS	23
5.1.1 Dados do sedimento	23
5.1.2 Dados da vegetação	25
5.2 ANÁLISES BIOLÓGICAS	28
5.2.1 Dados da macroinfauna	28
5.2.2 Análise MDS	30
5.2.3 Análise SIMPER	31
5.2.4 Análise BIOENV	33
6 DISCUSSÃO	34
7 CONCLUSÃO	41
REFERENCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

Os grandes rios assim como as zonas marinhas são de especial interesse biológico (LARGIER, 1993). Dentro desse cenário estão presentes as áreas insulares, que assim como as zonas litorâneas, apesar de apresentarem baixo potencial para agricultura, são de grande importância do ponto de vista ambiental, por constituírem regiões de interface entre o mar e o continente, as quais representam papel fundamental na qualidade de vida do planeta (RUIVO *et. al.*, 2005).

As áreas insulares do Estado do Pará, segundo Mascarenhas, (2006), são verdadeiros laboratórios de pesquisa, principalmente por apresentarem um potencial ecológico e cultural favorável às práticas sociais. Contudo, estudos que quantifiquem esse potencial ainda são incipientes na área de estudo. A ilha de Algodoal/Maiandeuá, município de Maracanã é uma dessas áreas do estuário do estado do Pará de grande importância do ponto de vista ambiental e do ecoturismo (RUIVO *et. al.*, 2005).

As franjas estuarinas usualmente são colonizadas por macrófitas aquáticas, que podem ser constituídos tanto por bancos monoespecíficos como por mistos. As marismas, conhecidas da literatura americana e inglesa como salt-marshes ou saltmarshes respectivamente, constituem juntamente com os manguezais os principais sistemas vegetais das zonas úmidas (wetlands) costeiras, em escala global (LONG; MASON, 1983).

Formam-se predominantemente junto as zonas entre-marés das regiões temperadas (WEST, 1977), tendendo a ser substituídas por manguezais em áreas tropicais e subtropicais, onde são caracteristicamente menos desenvolvidas (PENNING; BERTNESS, 2001). As marismas tropicais e subtropicais da América do Sul, segundo Almeida *et. al.*, (2007), estão associadas a manguezais, atuando como vegetação pioneira. As marismas que dominam o litoral norte brasileiro são constituídas por bancos monoespecíficos de dois gêneros: *Spartina brasiliensis* Raddi, (1823) ou *S. alterniflora* Loisel, (1807).

Marismas destacam-se, tanto em regiões tropicais e subtropicais quanto nas temperadas, por manterem uma variedade de plantas e animais que podem ser úteis para as populações humanas (LONG; MASON, 1983; ADAM, 1990). De acordo com Esteves (1998), o importante papel ecológico das marismas está relacionado principalmente como área fonte de alimento e local de refúgio para diversas espécies de vertebrados e invertebrados. Além de auxiliar na ciclagem de nutrientes em vários ecossistemas aquáticos continentais (ADAM, 1990).

As relações diretas e indiretas da vegetação com invertebrados bentônicos foram bem estabelecidas, especialmente em marismas de clima temperado, tais como o papel da vegetação no assentamento, refúgio, alimentação, ciclagem de nutrientes e a dispersão de sementes (DAIBER, 1977). Cobertura vegetal aérea e rizomas de subsuperfície têm influência direta e indireta sobre assembléias de macroinvertebrados bentônicos (FLYNN; TARARAM e WAKABAR, 1996). O acúmulo de água na rizosfera leva à formação de microhabitats que é importante para a sobrevivência da fauna de macroinvertebrados bentônicos (WHITCRAFT; LEVIN, 2007; NYBAKKEN; BERTNESS, 2005). Invertebrados, como caranguejos, caramujos e insetos são protegidos contra a predação pelo dossel de plantas de marismas (IRIBARNE *et al.*, 1997, BORTOLUS; IRIBARNE, 1999, BOORMAN, 1999).

A composição e abundância dos invertebrados bentônicos está diretamente relacionada com a densidade e a altura da vegetação (LANA; GUISS, 1991; RADER, 1984; LANA; GUISS, 1992). Esses parâmetros podem retardar as correntes e levar a um aumento na deposição de sedimentos finos e consequente acumulação de nutrientes e matéria orgânica (ADAM, 1990). Vegetação mais densa e alta também fornece sombra e, conseqüentemente, reduz a temperatura e a salinidade no sedimento e aumenta o teor de água (WHITCRAFT; LEVIN, 2007). Por outro lado, a fauna bentônica tem um importante papel nos processos sedimentares, por meio de bioturbação, conduzindo a mudanças importantes nas características das marismas (ADAM, 1990).

A fauna bentônica associada a marismas tem sido investigada ao longo da costa atlântica da Europa e dos Estados Unidos (ALONGI; SASEKUMAR, 1992). No Brasil, estudos sobre o bentos de marisma concentram-se na região Sul (LANA *et al.*, 1991; LANA; GUISS, 1991, 1992; A. NETO; LANA, 1996; LANA *et al.*, 1996), enquanto na Costa Norte Brasileira esta fauna continua pouco estudada destacando-se o trabalho de Braga *et al.* (2009), verificando os efeitos da sazonalidade e da cobertura da vegetação de marismas sobre a fauna macrobentônica na Ilha de Canela, litoral do estado do Pará, sendo o único estudo publicado até o momento envolvendo a associação entre os macrozoobentos e marismas para a região.

Os processos que determinam a presença de uma ou mais espécies vegetais são diversos e complexos, representando um conjunto de fatores integrados de sucessão, interação biológica e tolerância físico-química (DAVY, 2000). Neste contexto, o estudo das mudanças na comunidade de macroinvertebrados bentônicos e sua estrutura comunitária têm sido amplamente utilizados para a detecção de impacto do homem nos ecossistemas marinhos (BALDÓ *et al.* 1999). Amaral; Morgado e Salvador (1998) ressaltam ainda, que nos últimos

anos, diversos estudos têm demonstrado a importância da utilização de comunidades bênticas na avaliação da qualidade ambiental.

O presente trabalho tem como principal objetivo o estudo da composição e abundância da macroinfauna bentônica associada às marismas na Ilha de Algodão/Maiandeuá – PA, avaliando e co-relacionando a influência das variações temporais associadas às possíveis modificações de características ambientais amostradas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO PRINCIPAL

- Caracterizar a macroinfauna bentônica associada às marismas, localizada na Ilha de Maiandeua/Algodoal – PA.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os diferentes tipos de táxons à menor composição específica possível;
- Caracterizar a interação entre a fauna macrobentônica e à vegetação de marismas da espécie *Spartina alterniflora*.
- Identificar as mudanças sazonais na estrutura da macroinfauna bentônica, quanto à abundância e número de espécies.
- Identificar as possíveis mudanças na distribuição das assembléias bentônicas em relação à profundidade.
- Associar as possíveis mudanças na estrutura da macroinfauna bentônica aos fatores ambientais coletados.

3 ÁREA DE ESTUDO

3.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA

Segundo Bastos (1996), A Ilha de Algodoal/Maiandeua localiza-se no município de Maracanã, litoral nordeste do estado do Pará, entre as coordenadas geográficas de $00^{\circ} 35' 03''$ a $00^{\circ} 38' 29''$ S e $47^{\circ} 31' 54''$ a $47^{\circ} 34' 57''$ W, possuindo uma área equivalente a 2.278 ha. Limita-se ao norte com o Oceano Atlântico, ao sul com o canal de Mocooca, a leste com a baía de Maracanã e a oeste com a baía de Marapanim (RUIVO *et al.* 2005) (FIGURA 1).

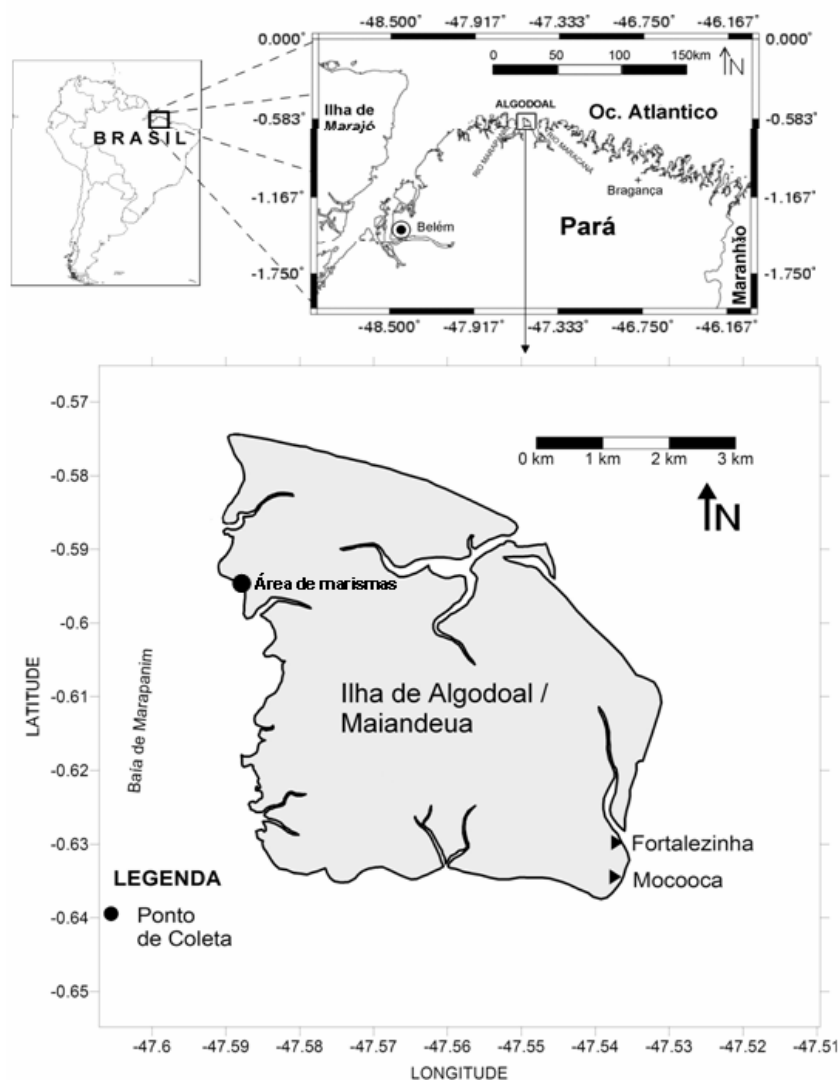


FIGURA 1 - Mapa da área de estudo com destaque aos bancos de marisma onde se realizaram as coletas. (ilha de Algodoal-Maiandeua - Maracanã - PA).

Fonte: LGC (IECOS/UFPA).

3.1.1 Solo

A ilha de Algodual é constituída por ecossistemas frágeis representados por dunas, lagos, mangues e baixos terraços oriundos, principalmente, de materiais geológicos do quaternário sobre solo de baixa fertilidade (AMARAL, 1998; BASTOS, 1996). Seus solos são na sua maioria, arenosos e salinos, sendo que, a cobertura vegetal e a influência marinha são importantes fatores de formação dos solos (RUIVO et al. 2005). Essa última, também, é a responsável pelos maiores teores de *K*, *Mg* e *Na* no solo (AMARAL, 1998; RUIVO et al. 2000). Em seus solos, também a ocorrência de ácidos fúlvicos é maior que a dos ácidos húmicos, fato que está relacionado à acidez do solo e à baixa qualidade da matéria orgânica (RUIVO et al. 2002).

3.1.2 Vegetação

Sua cobertura vegetal é constituída, predominantemente, por manguezais, apicuns, restingas e vegetação secundária (BASTOS, 1996). No local também são reconhecidos bancos significativos de marismas constituídas por espécies do gênero *Spartina* (FIGURA 2). A riqueza de ambientes reconhecidamente importantes para o gerenciamento e conservação costeira (SHAEFFER-NOVELLI, 1999) foram um dos fatores que tornaram esta ilha, junto com a cidade de Marapanim, parte da Área de Proteção Ambiental (APA) de Algodual/Maiandeua.



FIGURA 2 – Bancos de marisma em estágio inicial localizado em (ambiente entre-marés ou planície de maré) na Ilha de Algodual - PA.

3.1.3 Dados complementares: T°/Umidade/Pluviometria

O clima é quente e úmido, com temperatura média anual de 27° C (MARTORANO et al. 1993). Para a área em estudo, pode-se atribuir que as temperaturas médias mensais apresentam uma variação inferior a 5° C (RUIVO et al. 2005). Essa variação está associada à distribuição mensal das chuvas, ocorrendo, durante o período chuvoso, temperaturas máximas menos elevadas se comparadas ao período de estiagem. A umidade relativa do ar atmosférico é muito elevada, com média anual de 80%, oscilando durante o ano entre 80 a 85%, com valores mais baixos nos meses de menor queda pluviométrica (AMARAL, 1998).

De acordo com Amaral (1998), a área apresenta precipitação pluviométrica com valores anuais totais elevados, podendo-se esperar, em termos médios, valores próximos a 3.000 mm. A distribuição das chuvas, ao longo dos meses, define dois períodos distintos: um seco, de setembro a novembro com médias de precipitação próximas de zero; um bastante chuvoso (janeiro a abril), quando 73% da precipitação anual ocorre (MARTORANO *et al.*, 1993), acarretando elevados excedentes hídricos.

Existe uma forte variação sazonal de salinidade ao longo da costa amazônica, onde está inserida a área de estudo, devido à elevada pluviosidade e descarga de água doce no período chuvoso, associado a elevadas cargas de sedimentos finos e nutrientes (ALLER ; STUPAKOFF 1996). Assim, toda a costa é dominada por macromarés semidiurnas variando de 3,5 m na maré de quadratura para mais de 6 m nas marés de sizígia (MARTORANO *et al.*, 1993.; MEDINA *et al.*, 2001.; SANTOS; GORAYEB; BASTOS, 1999).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM

As coletas ocorreram em três períodos distintos, sendo dois pertencentes ao seco (Novembro de 2007 e Novembro de 2008) e um pertencente ao chuvoso (Abril de 2008), com a intenção de verificar se há influência da sazonalidade nas comunidades de organismos. Cada coleta ocorreu em períodos de lua (cheia ou nova), onde se observam os maiores tempos de exposição e melhor distribuição espacial desses bancos. Foram coletados dados relacionados à: a) macroinfauna bentônica; b) vegetação e; c) parâmetros do sedimento. Para cada período de coleta foram determinados 3 bancos de marisma, sendo coletado ao total 12 amostras aleatoriamente espalhadas ao longo dos bancos de marisma. Em cada banco de marisma foram coletadas quatro amostras sobre as marismas para a determinação da macroinfauna bentônica; uma amostra individual para a caracterização da vegetação e uma amostra exclusiva para a classificação do sedimento, totalizando 36 réplicas para a macroinfauna; 9 réplicas individuais para a análise da vegetação e 9 réplicas individuais para a análise do sedimento.

As coletas para análises de sedimento e para a macroinfauna e foi realizada com o auxílio de um amostrador cilíndrico de proporções 20 x 10 cm, em altura e diâmetro respectivamente, limitando a área amostrada em 0,0079 m². Este amostrador permitiu a divisão vertical da amostra em diferentes profundidades. Assim foi determinado um extrato superior (PI), correspondendo aos primeiros 10 cm a partir da superfície e um extrato inferior (PII), correspondendo à profundidade entre 10 e 20 cm.

4.1.1 Macroinfauna bentônica

Foi feita amostragens em três bancos distintos de marismas, sendo cada banco medido em (m²) sua área, estabelecendo-se dois transectos perpendiculares no centro do banco desconsiderando cerca de 30 cm para eliminar o efeito de borda com a obtenção de quatro réplicas determinadas por sorteio.

O material coletado foi lavado em malha de nylon de 0,3 mm visando a separação dos organismos do sedimento. O material retido na malha foi posto em sacos plásticos etiquetados, fixado com solução de formalina salina a 5% neutralizada com tetraborato de sódio (bórax) e transportado para o laboratório, o qual foi novamente lavado em malha 0,3

mm para a separação dos organismos substituindo o formol por álcool 70%. O material retido foi analisado sob microscópio estereoscópico e ótico para separação, contagem e identificação ao menor nível taxonômico possível. Na identificação foram utilizadas bibliografias específicas de cada grupo.

4.1.2 Vegetação

Foram coletadas para cada banco uma réplica da vegetação, delimitada por um quadrado de 50 x 50 cm (0,25 m²) posicionado aleatoriamente com sorteio semelhante à amostra da macroinfauna. A vegetação foi retirada (caule, folhas e raiz) e resfriada, evitando a decomposição e perda de biomassa até o processamento adequado em laboratório, onde inicialmente foram contados os números de colmos e medido a sua altura (da base da raiz até a extremidade apical) para a determinação da densidade e altura média do banco respectivamente.

Em seguida foram separadas as partes subterrâneas (raízes e rizóides) e aéreas (folhas, flores, caule e broto). O conteúdo orgânico dos tecidos vegetais foi obtido por calcinação, ou seja, queima em forno mufla a 500 °C por 4 horas de 1 ou 2 g de vegetação seca, pesando-se as cinzas em balança analítica de precisão (precisão de 0,01 g), obtendo-se o conteúdo de matéria orgânica que volatizou pela diferença de peso entre as duas pesagens.

4.1.3 Sedimento

Para as análises de sedimento será empregada a proposta do Suguio (1973), onde o conteúdo da água no sedimento foi medido através da diferença da pesagem do sedimento antes e depois de secagem em estufa. Posteriormente foi lavado com água destilada para a retirada do sal, submetido à secagem em estufa a 60 °C, pulverizado, peneirado utilizando-se um jogo padrão de peneiras metálicas (2 a 0,062 mm com intervalos de 0,5Ø) para a quantificação das frações grosseiras e submetido à procedimentos de pipetagem para a separação úmida da fração fina (argila e silte), o conteúdo de matéria orgânica no sedimento também foi obtido por calcinação atribuindo-se a mesma metodologia que a utilizada para a vegetação.

A salinidade foi determinada com refratômetro ótico por obtenção de quatro amostras de água obtidas *in situ* com tubos plásticos (10 ml) em cada banco, acompanhando as retiradas das replicas para macrofauna bentônica.

4.1.4 Análise dos dados

O objetivo de testar a homogeneidade de variância e normalidade dos dados, testes de Cochran (C) e quando necessário foram feitas transformações $\log(x + 1)$ para dados ambientais e raiz quarta para dados de macrofauna foram aplicados para alcançar os pressupostos para as análises subseqüentes. Todos os valores de médias serão expressos em média $\pm$ desvio padrão, exceto quando indicado.

As análises de variância (ANOVA's) foram utilizadas para testar as diferenças significativas presentes na macroinfauna correspondentes a abundância (N), número médio de indivíduos por unidade amostral (S), equitatividade (J') e diversidade (H'), para a vegetação (conteúdo de água, altura e abundância média, matéria orgânica e área total) e sedimento (conteúdo de água, média do tamanho dos grãos, matéria orgânica, % de areia, % de silte e salinidade na água intersticial) avaliando a variação entre os períodos (Nov_07, Abr_08 e Nov_08) e as camadas de sedimentos (superior e inferior). Não houve efeito estatisticamente significativo entre os bancos de marisma, permitindo a somatória de valores em um nível nas subseqüentes ANOVA's. 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 após transformação com raiz quarta dos dados biológicos. As espécies que mais contribuíram para a formação dos grupos foram identificadas através da rotina SIMPER (percentagem de semelhança), excluindo-se as contribuições de menos de 10% do total da abundância para minimizar a influência de táxons raros e reduzir o número relativamente grande de zeros.

Os dados de sedimento e da vegetação 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 da vegetação e variáveis de sedimentos foram exploradas usando o procedimento BIO-ENV por uma

correlação de Spearman (r) entre a matriz de similaridade das variáveis bióticas (espécie) e da matriz de variáveis ambientais.

5 RESULTADOS

O processamento geral dos dados foi dividido em duas categorias: *Análises ambientais* e *Análises biológicas*. Essa divisão possui o intuito de direcionar os resultados obtidos, de acordo com as respectivas categorias.

5.1 ANÁLISES AMBIENTAIS

5.1.1 Dados do sedimento

Os valores médios e desvios das variáveis ambientais relacionadas ao sedimento são mostrados na TABELA 1. De modo geral pode se observar um aumento ao longo dos meses nos valores referentes à matéria orgânica (g), % de silte e salinidade; um decréscimo nas variáveis referentes ao conteúdo de água (mg) e % de areia. Os valores de média do tamanho de grãos sofreram oscilações, mas apresentou tendência de se tornar maior ao longo dos períodos. Entre profundidades, quase todas as variáveis, exceto a média de tamanho de grãos, obtiveram valores maiores no extrato superior.

TABELA 1 – Os valores médios das variáveis de sedimento de acordo com os períodos (Nov_07; Abr_08 e Nov_08) e profundidades (P I= profundidade superior e P II= profundidade inferior) ao longo das amostras na Ilha de Algodoal/Maiandeuá – PA.

	Conteúdo de água (mg)	Matéria orgânica (g)	Média do tamanho do grão (Ø)	Areia %	Silte %	Salinidade
Período						
Nov_07	4,19 ± 1,05	0,17 ± 0,08	2,65 ± 0,08	99,16 ± 0,55	0,83 ± 0,55	8,33 ± 9,22
Abr_08	4,02 ± 1,14	0,18 ± 0	0,94 ± 0,45	98,15 ± 2,18	1,84 ± 2,18	9,16 ± 10,06
Nov_08	3,62 ± 1,20	0,24 ± 0,11	1,36 ± 0,18	94,99 ± 4,40	5 ± 4,40	13,16 ± 14,45
Profundidade						
P I	4,46 ± 0,98	0,24 ± 0,09	1,49 ± 0,92	97,06 ± 2,90	2,93 ± 2,90	20,44 ± 4,69
P II	3,43 ± 0,98	0,15 ± 0,06	1,81 ± 0,65	97,81 ± 3,69	2,18 ± 3,69	-

Para a análise do sedimento o conteúdo de água (mg) não mostrou valores significativos entre períodos e entre profundidades. A matéria orgânica (g) também não apresentou valores significativos em relação aos períodos, porém mostrou significatividade para a profundidade. Os resultados apresentados pela média do tamanho dos grãos mostraram significância para os dois fatores, enquanto que, as variáveis: % de areia e % de silte, não apresentaram relevância em nenhum dos fatores analisados. A salinidade não foi comparada entre profundidades, pois sua coleta foi a mesma utilizada para as duas profundidades e se verificou que a mesma apresentou valores significativos entre os períodos (TABELA 2).

TABELA 2 – Resultados fatoriais de ANOVA (valores de F) avaliando os efeitos de período (A= Nov_07; B= Abr_08 e C= Nov_08) e profundidade (P I= profundidade superior e P II= profundidade inferior) em parâmetros de sedimentos. 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 e ***p<0.001.; PI= profundidade I, P II= profundidade II.

	Fatores		
	Períodos (D)	Profundidade (P)	D X P
Conteúdo de água (mg)	0,47 NS	0,13 NS	0,62 NS
Matéria orgânica (g)	1,30 NS	4,78 * P I>P II	0,11 NS
Média do tamanho dos grãos (ϕ)	14,84 *** A>C>B	14,39 ** P II>P I	6,08 **
% Areia	3,08 NS	0,27 NS	0,47 NS
% Silte	3,07 NS	0,27 NS	0,47 NS
Salinidade	30,04 *** A<B<C	-	30,04 ***

5.1.2 Dados da vegetação

Os valores médios e desvios das variáveis ambientais relacionadas a vegetação são mostradas na TABELA 3. Observou-se entre os períodos que os valores médios das variáveis matéria orgânica (g), altura média (cm), densidade média (ind/0,50m²) e a área da vegetação (m²) aumentaram ao longo do período. Os valores do conteúdo de água da vegetação aumentaram em (Abr_08), mas tornaram a diminuir em (Nov_08). Entre profundidades, o valor médio do conteúdo de água (mg) foi maior na profundidade inferior enquanto que a matéria orgânica (g) foi maior na profundidade superior. A análise para as variáveis: área (m²), altura (cm) e densidade média (ind/0,50m²) não foram feitas, visto que, as mesmas não existem na profundidade inferior.

TABELA 3 – Os valores médios das variáveis de vegetação de acordo com os períodos (Nov_07; Abr_08 e Nov_08) e profundidades (P I= profundidade superior e P II= profundidade inferior) das amostras.

	Conteúdo de água (mg)	Matéria orgânica (g)	Altura média (cm)	Densidade média (ind/0,50m ²)	Área (m ²)
Período					
Nov_07	2,74 ± 0,64	0,37 ± 0,17	7,68 ± 8,49	23,67 ± 26,06	495,26 ± 677,13
Abr_08	2,96 ± 0,94	0,58 ± 0,16	17,52 ± 19,55	23,33 ± 25,76	3702,33 ± 6339,37
Nov_08	2,61 ± 0,82	0,61 ± 0,17	20,41 ± 22,37	121,33 ± 134,98	217,98 ± 333,21
Profundidade					
P I	2,59 ± 0,72	0,59 ± 0,18	30,41 ± 11,97	112,22 ± 96,64	2943,71 ± 5121
P II	2,95 ± 0,83	0,45 ± 0,19	-	-	-
Grupo todo	2,77 ± 0,78	0,52 ± 0,19	15,20 ± 17,67	56,11 ± 89,48	1471,86 ± 3825,55

Quanto aos dados da vegetação, foi verificado que o conteúdo de água (mg), assim como a matéria orgânica (g), não apresentou valores significativos em relação a período e profundidade, enquanto que, altura média (cm) e densidade média (ind/0,50m²) mostraram diferenças significativas com relação à período e profundidade. A área total (m) apresentou significância apenas para profundidade. Ressaltando-se que altura, densidade e área de vegetação são características apenas da profundidade superior, e por isso não foram comparadas entre profundidades (TABELA 4).

TABELA 4 - Resultados fatoriais de ANOVA (valores de F) avaliando os efeitos de períodos (A= Nov_07; B= Abr_08 e C= Nov_08) e profundidades (P I= profundidade superior e P II= profundidade inferior) sobre os parâmetros da vegetação. 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 e *** p <0,001.

	Fatores		
	Período (D)	Profundidade (P)	D X P
Conteúdo de água (mg)	0,24 NS	0,77 NS	0,12 NS
Matéria orgânica (g)	3,68 NS	2,84 NS	0,32 NS
Altura média (cm)	41,47 *** A<B<C	-	-
Densidade média (ind/0,50m ²)	80,43 *** A≈B<C	-	-
Área (m ²)	2,87 NS	-	-

5.1.3 PCA

Os resultados obtidos para as análises de PCA, baseados nas variáveis ambientais (sedimento e vegetação), explicam 68% da variação em relação aos períodos e profundidades analisadas. Ao longo do PC1 as réplicas se agruparam preferencialmente de acordo com as profundidades e este fator explica individualmente 51,1% da variação. No lado direito da ordenação, localizaram-se as amostras referentes à profundidade inferior enquanto que à esquerda localizaram-se as amostras relativas à profundidade superior (FIGURA 3). Ao longo do PC2, as réplicas distribuem-se de acordo com período e este fator explica individualmente 16,9% da variação. A formação de grupos segundo o período parece acontecer somente para as réplicas de profundidades superiores.

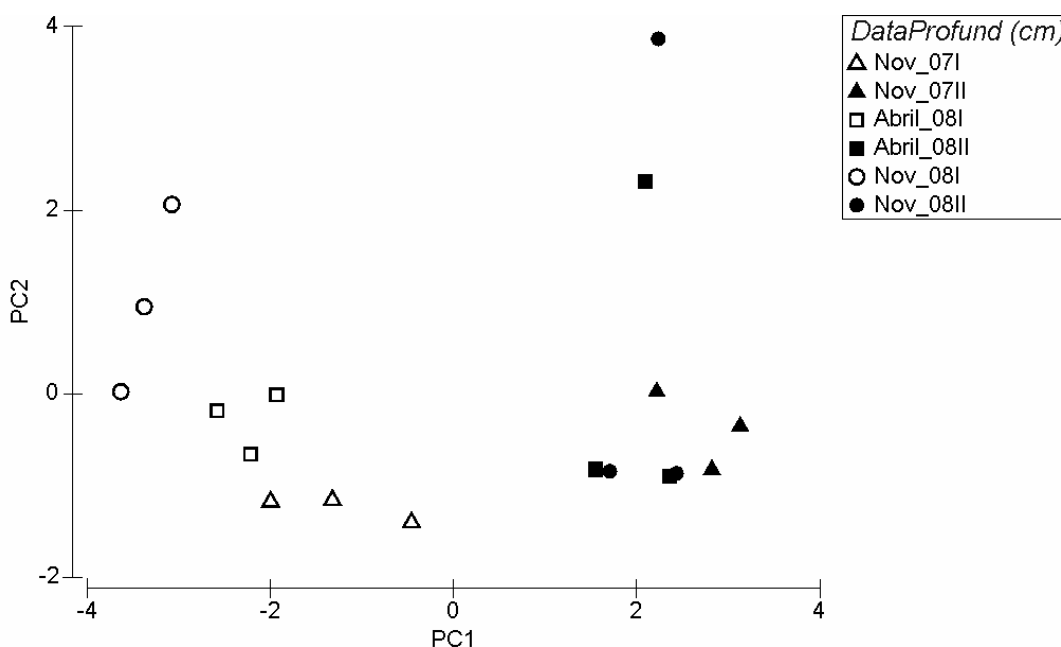


FIGURA 3 – Ordenação PCA de amostras de vegetação e sedimento em marismas amostrados entre períodos (Nov_07; Abr_08 e Nov_08) e profundidade (I-superior; II-inferior) em Algodoal Maíandeuá-PA. PC1 explica 51,1% da variação e PC2 16,9% da variação.

Como mostrado na TABELA 5. As variáveis média do tamanho dos grãos, conteúdo de água de vegetação e % de areia foram as principais contribuintes para a formação de grupos ao longo do PC1. Assim, as amostras localizadas à direita são aquelas com sedimentos com maior média de tamanho de grãos, maior % de areia e vegetação com maior conteúdo de água. No lado esquerdo, localizam-se as amostras com as maiores áreas (m^2) altura (cm) e densidade (ind/0,50 m^2).

As principais variáveis contribuintes para a formação de grupos ao longo do eixo PC2 foram: conteúdo de água de vegetação e % silte do sedimento, indicando que as amostras superiores possuem a vegetação com maior conteúdo de água e possuem silte predominando no sedimento. Para os sites inferiores as variáveis % areia; conteúdo de água e a média do tamanho dos grãos foram os principais contribuintes para a caracterização das amostras.

TABELA 5 –PCA de marismas amostrados entre períodos (Nov_07; Abr_08 e Nov_08) e profundidade (I-superior; II-inferior) em Algodual - PA. PC1 explica 51,1% da variação e PC2 16,9% da variação.

Autovetores		
Variável	PC1	PC2
Veg. Altura Média (cm)	-0,394	-0,036
Veg. Dens. Média (ind/0,50 m ²)	-0,394	-0,011
Veg. Área total (m ²)	-0,388	-0,063
Veg. Conteúdo de água	0,114	0,362
Veg. M.O	-0,224	0,045
Sed. Conteúdo de água	-0,224	-0,254
Sed. M.O.	-0,247	-0,008
Sed. Média tamanho dos grãos ($\emptyset$)	0,160	-0,125
% Areia	0,101	-0,648
% Silte	-0,147	0,597
Salinidade	-0,391	-0,057

5.2 ANÁLISES BIOLÓGICAS

5.2.1 Dados da macroinfauna

Os resultados obtidos da macroinfauna relacionados a abundância (N), número médio de indivíduos por unidade amostral (S), equitatividade (J') e diversidade (H') apresentaram valores significativos em relação à período e a profundidade (FIGURA 4). Apenas a equitatividade entre profundidades não apresentou diferenças significativas (FIGURA 5).

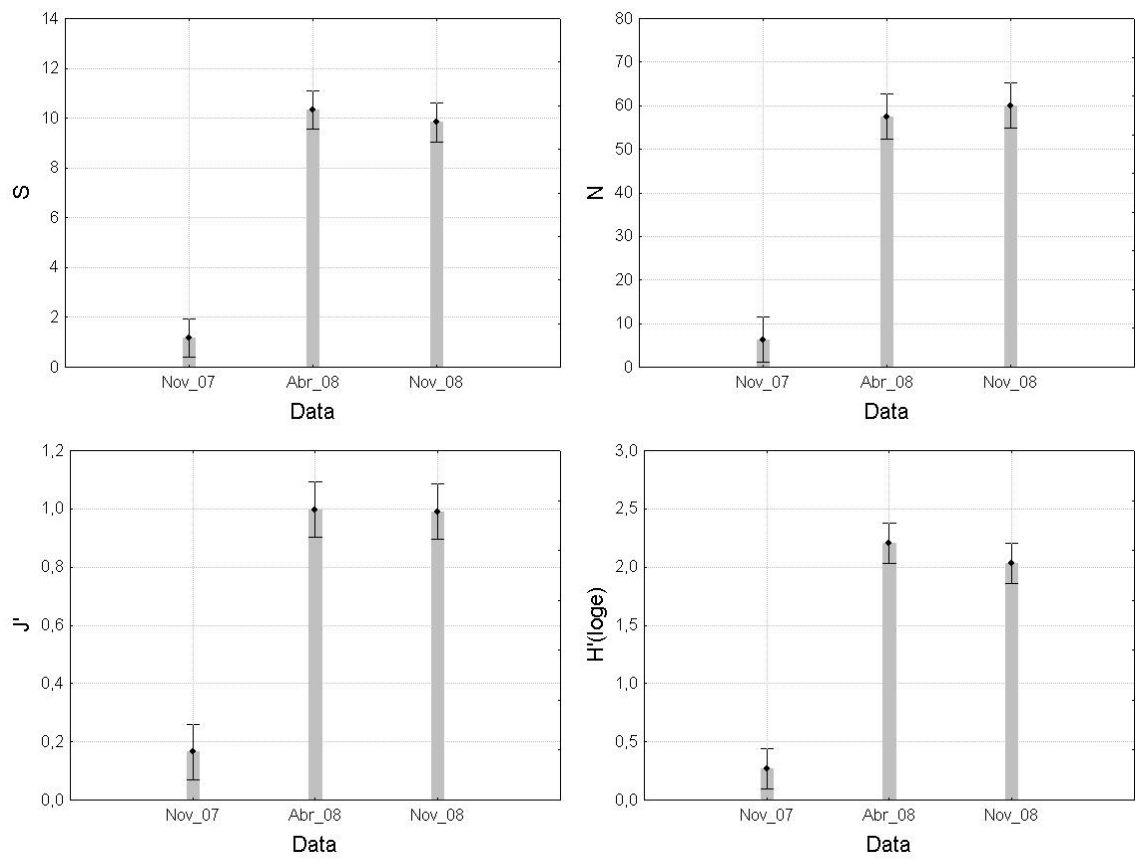


FIGURA 4 - Valores médios das variáveis da macroinfauna associada à marismas relacionado aos (a) períodos (Nov_07; Abr_08 e Nov_08). N=abundância, S=número médio de indivíduos por unidade amostral, J'=equitabilidade e H'=diversidade.

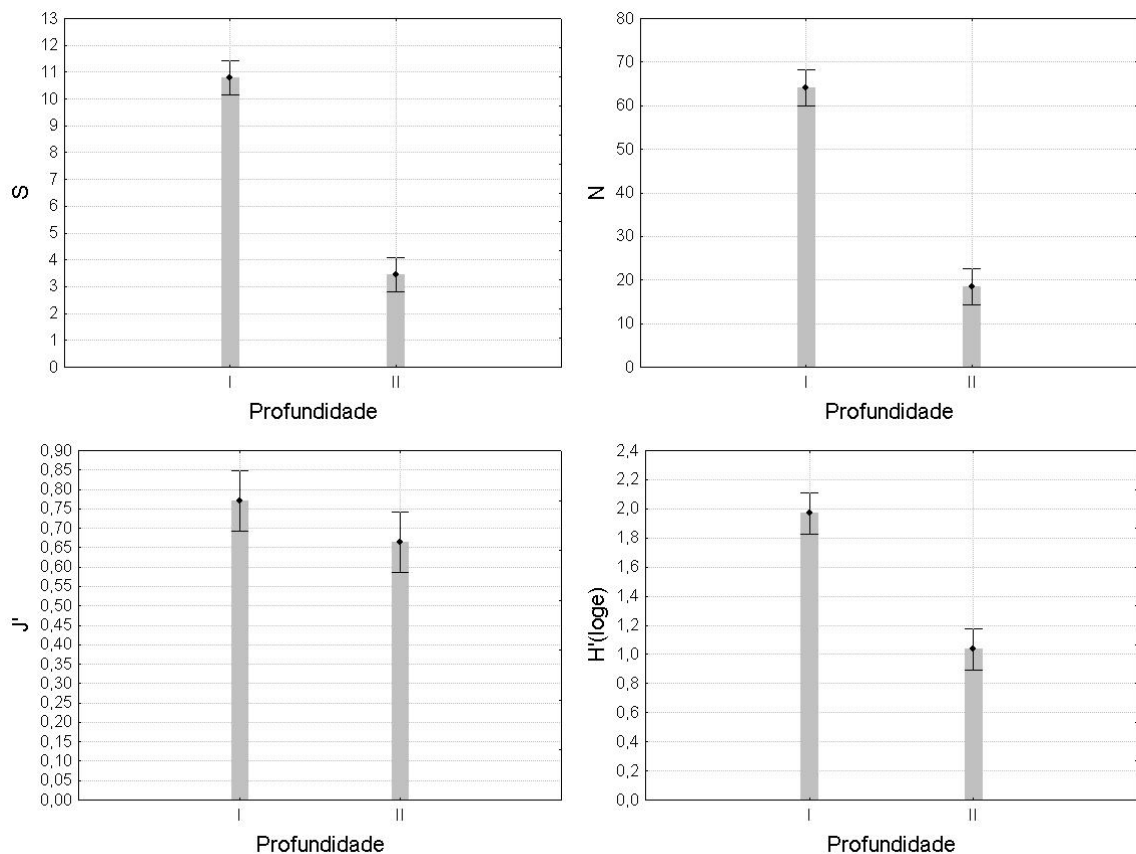


FIGURA 5 - Valores médios das variáveis da macrofauna associada à marismas relacionado a profundidade. N=abundância, S=número médio de indivíduos por unidade amostral, J'=equitabilidade e H'=diversidade.

5.2.2 Análise MDS

Observou-se com as análises de agrupamento que o principal componente pela distribuição das amostras é a profundidade (FIGURA 6). Este fator separa as amostras entre aquelas relacionadas à profundidade superior à esquerda e; aquelas relacionadas à profundidade inferior à direita. Contudo, o efeito dos períodos é evidenciado pelos agrupamentos que se espalham em sentido vertical. As amostras referentes ao primeiro período tendem a se concentrar na parte inferior da ordenação enquanto que as mais recentes na parte superior. Vale ressaltar que parte das amostras do período inicial não está incluída na análise MDS por não apresentar indivíduos. Os resultados apresentados indicam diferenças significativas na abundância da macrofauna entre períodos e profundidades, comprovados pelos resultados do ANOSIM, ($R=0,7$; $p<0,001$).

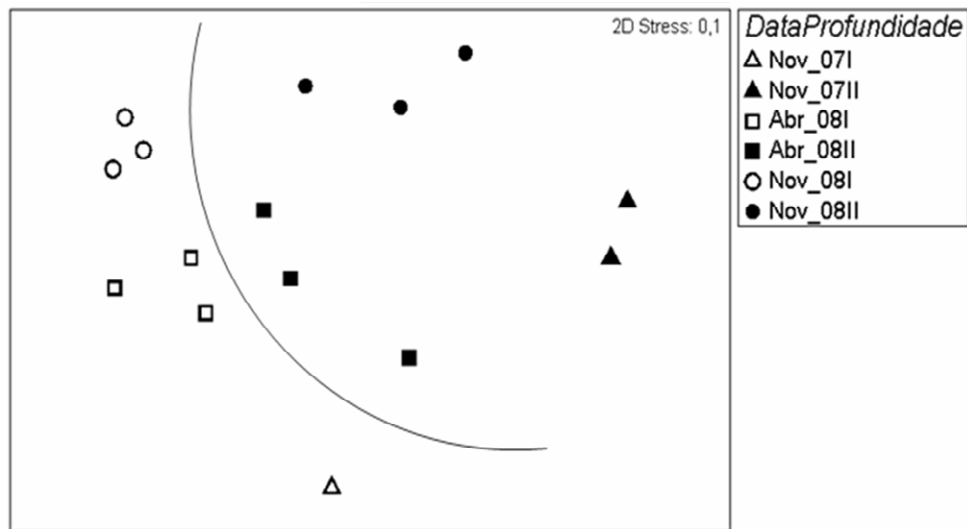


FIGURA 6 – Análises de agrupamento de MDS da abundância de organismos com relação às categóricas períodos (Nov_07, Abr_08 e Nov_09) e profundidade (PI=profundidade superior; PII=profundidade inferior).

5.2.3 Análise SIMPER

A contribuição das espécies por período pela análise de SIMPER, mostrou que os agrupamentos identificados em (Nov_07) possuem similaridade média de (SM=8,33) e foram explicados por larvas de Dolocho podidae, contribuindo com 100% para a formação dos agrupamentos. Os grupos formados em (Abr_08) (SM=38,50) foram explicados principalmente pelas espécies *Laonereis culveri*, *Capitella capitata* e *Neanthes succinea*, que juntas contribuíram com 47,89% da variação. As espécies *Halmyrpsudes spaansi*, *Sigambra grubii* e *Capitella capitata* contribuirão juntas com 80,28% para a formação dos grupos em (Nov_08) (TABELA 6).

TABELA 6 – Sumário das análises de SIMPER mostrando a contribuição individual por espécie para a formação dos agrupamentos relacionados aos períodos de coleta (Nov_07, Abr_08 e Nov_09). Méd. Abund.=média da abundância; Méd.Sim=média da similaridade; Sim/DP=desvio padrão da similaridade; Contrib%=contribuição em %.

Nov_07				
Espécies	Méd.Abund	Méd.Sim	Sim/DP	Contrib%
<i>Dolichopodidae (larva)</i>	0,33	8,33	0,29	100
Abr_08				
Espécies	Méd.Abund	Méd.Sim	Sim/DP	Contrib%
<i>Laeonereis culveri</i>	1,34	6,78	1,23	17,6
<i>Capitella capitata</i>	1,14	6,13	1,18	15,91
<i>Neanthes succinea</i>	1,12	5,53	1,25	14,37
<i>Tubificidae sp.</i>	0,78	4,59	0,71	11,92
<i>Naididae sp.</i>	0,75	3,31	0,72	8,59
<i>Sigambra grubii</i>	0,89	3,01	0,75	7,82
<i>Nemertea sp.</i>	0,73	2,71	0,75	7,03
<i>Pseudosphaeroma jakobii</i>	0,53	1,36	0,46	3,53
<i>Nephtys simoni</i>	0,53	1,34	0,46	3,49
Nov_08				
Espécies	Méd.Abund	Méd.Sim	Sim/DP	Contrib%
<i>Halmyrpsudes spaansi</i>	3,36	15,08	2,04	38,24
<i>Sigambra grubii</i>	1,33	9,41	1,54	23,85
<i>Capitella capitata</i>	2,01	7,18	1,16	18,19
<i>Neanthes succinea</i>	0,95	2,5	0,76	6,34
<i>Isolda pulchella</i>	0,64	0,87	0,48	2,2
<i>Laeonereis culveri</i>	0,75	0,84	0,48	2,12

As dissimilaridades ocorridas entre os períodos (Nov_07; Abr_08) apresentaram o valor de dissimilaridade média (DM=95,21), onde foi observado que a ocorrência das duas principais espécies em (Abr_08) *Capitella capitata* e *Laeonereis culveri* foi maior em relação à (Nov_07), possuindo os respectivos valores cumulativos (10,56% e 20,56%). Para a dissimilaridade ocorrida entre os períodos de (Abr_08; Nov_08) (DM=71,50) apenas *Halmyrpsudes spaansi* apresentou valor cumulativo significativo (15,55%). A dissimilaridade entre (Nov_07; Nov_08) (DM=98,33) mostrou variação relevante para as espécies *Halmyrpsudes spaansi*, *Capitella capitata* e *Sigambra grubii*, com os respectivos valores cumulativos (24,09%; 37,11% e 49,94%).

Entre as diferentes profundidades, as espécies *Laeonereis culveri*, *Capitella capitata* e *Neanthes succinea* foram as que mais contribuíram juntas com 39,85%. Na profundidade superior e inferior as espécies *Halmyrpsudes spaansi*, *Capitella capitata* e *Sigambra grubii* contribuíram juntas com 79,85%

TABELA 7 – Sumário das análises de SIMPER mostrando a contribuição individual por espécie para a formação dos agrupamentos relacionados as profundidades (superior e inferior). Méd. Abund.=média da abundância; Méd.Sim=média da similaridade; Sim/DP=desvio padrão da similaridade; Contrib%=contribuição em %.

Profundidade superior				
Espécies	Méd.Abund	Méd.Sim	Sim/DP	Contrib%
<i>Laeonereis culveri</i>	1,31	4,3	0,98	17,12
<i>Capitella capitata</i>	1,52	3,08	0,77	12,28
<i>Neanthes succinea</i>	1,03	2,62	0,81	10,45
<i>Sigambra grubii</i>	0,98	2,36	0,82	9,38
<i>Nemertea</i> sp.	0,73	2,02	0,8	8,06
<i>Pseudosphaeroma jakobii</i>	0,56	1,48	0,58	5,89
<i>Halmyrpsedes spaansi</i>	1,72	1,4	0,3	5,57
<i>Bivalve</i> sp. (juvenil)	0,65	1,27	0,6	5,04
<i>Dolichopodidae</i> (larva)	0,57	1,15	0,41	4,58
<i>Tubificidae</i> sp.	0,65	0,98	0,44	3,91
<i>Cassidinidea fluminensis</i>	0,49	0,85	0,43	3,37
<i>Namalycastis abiuma</i>	0,47	0,73	0,44	2,92
<i>Cyprididae</i> sp.	0,33	0,59	0,28	2,34
Profundidade inferior				
Espécies	Méd.Abund	Méd.Sim	Sim/DP	Contrib%
<i>Halmyrpsedes spaansi</i>	0,63	3,87	0,43	30,08
<i>Capitella capitata</i>	0,59	3,26	0,43	25,34
<i>Sigambra grubii</i>	0,5	3,15	0,44	24,43
<i>Neanthes succinea</i>	0,35	1,18	0,3	9,2
<i>Tubificidae</i> sp.	0,26	0,58	0,17	4,53

As análises entre as duas profundidades revelaram que as espécies *Halmyrpsedes spaansi*, *Capitella capitata* e larvas de *dolicopodidae* possuíram elevada contribuição para a dissimilaridade, contribuindo com 11%21, 8,57 e 8,16% respectivamente e sendo mais abundante na primeira profundidade.

5.2.4 Análise BIOENV

De acordo com a análise do BIOENV, a variável ambiental que apresentou o maior grau de correlação entre as amostras biológicas foi o tamanho médio dos grãos ($r_s=0,537$). Seguidas por área ($R_S=0,499$), matéria orgânica ($r_s=0,499$) e a altura média da vegetação ($r_s=0,491$).

6 DISCUSSÃO

A média do tamanho dos grãos diminuiu gradativamente nos períodos da campanha. Isso indica a gradual transformação do tipo de sedimento nas marismas ao longo do período de coleta de um tipo mais grosso (arenoso) para um mais fino (silte). A presença dos bancos de marisma no ambiente diminui a flutuação exagerada de vários fatores ambientais (DAIBER, 1977) incluindo neste caso, a ação das ondas e velocidade das correntes, favorecendo com isso na diminuição da energia hidrodinâmica local, proporcionando a sedimentação de materiais mais finos, como o silte (GRAY; MOGG 2001; ADAM 1990; DAVY; COSTA 1992).

A matéria orgânica apresentou maiores valores na profundidade superior, possivelmente devido ao acúmulo da decomposição da biomassa vegetal atrelado ao aporte e acúmulo de nutrientes nesta profundidade. Marismas constituem um ambiente de elevada produtividade de matéria orgânica que pode se concentrar no sedimento e servir como base alimentar para vários organismos herbívoros e decompositores (ADAM, 1990). Com o desenvolvimento das marismas ao longo do período de estudo, é esperado um aumento na matéria orgânica presente no solo, proveniente da decomposição de folhas e raízes. Ruivo et al. (2005) afirma que a cobertura vegetal, além de favorecer a atividade de microrganismos, é responsável pelo aporte da matéria orgânica ao solo que, por meio de sua mineralização, concorre para maior disponibilidade de nutrientes para as plantas. Além disso, a decomposição dos resíduos vegetais ocorre através dos processos microbianos que oxidam e liberam nutrientes, que são essenciais à nutrição da biota do solo e das plantas (RUIVO et al., 2005).

A salinidade, ao contrário, aumentou gradativamente entre os períodos. O crescimento estrutural das marismas, representada no aumento de densidade e altura de vegetação e aumento de biomassa das raízes promovem o aumento de salinidade local (ADAM, 1990). Em áreas tropicais, as elevadas taxas de evaporação podem levar a um aumento de salinidade no sedimento (NYBAKKEN ; BERTNESS, 2005), embora isso possa não ser importante em ambientes freqüentemente alagados, como a costa norte amazônica, onde a salinidade pode ser constante e raramente exceder a salinidade do mar (ADAM, 1990). Além disso, salinidade é considerada um fator correlacionado e influenciado pela radiação solar. A radiação que atinge o sedimento aumenta a temperatura e as taxas de evaporação, o que pode influenciar fortemente a macrofauna (COPERTINO; COSTA e SEELIGER, 1997, WHITCRAFT; LEVIN, 2007).

Por outro lado, as coletas de salinidade neste trabalho são feitas de forma pontual, outros estudos considerando a variação diária e ao longo de um período maior devem ser realizadas para uma melhor compreensão dos efeitos da salinidade sobre as marismas e a macrofauna associada. Costa, (1996) afirma que a salinidade da água de alagamento e do sedimento de marismas pode variar de um dia para o outro, ou mesmo de um ponto para o outro no mesmo dia, devido à lavagem ou acumulação diferencial, resultando em uma grande variação das condições ambientais.

Para a vegetação foi identificado o aumento gradativo dos valores da altura e densidade média ao longo dos períodos, o que representa um aumento da biomassa vegetal entre os mesmos. Flynn; Tararam e Wakabar (1996), alegam que a flutuação sazonal da biomassa vegetal (*Spartina alterniflora*) é um fenômeno frequentemente observado em marismas temperadas. No entanto, não há estudos para ambientes tropicais, especialmente para a costa Amazônica. Apesar disso, não ocorreu aumento significativo para a área total (horizontal) nas marismas locais, revelando que os bancos desenvolveram-se principalmente verticalmente em relação aos períodos. De fato, não há dados consistentes na literatura relacionando o tamanho do marisma com as estruturas das assembléias bentônicas (ADAM, 1990). Em Canela, no entanto, a densidade de vegetação aumenta com a área, embora a composição macroinfaunal seja independente do tamanho do banco de marisma (BRAGA; BEASLEY e ISAAC, 2009).

Foi observada uma mudança significativa para as variáveis da macrofauna (N), (S), (J') e (H') ocorrendo, sobretudo aumento dos valores nos períodos finais. Quanto à profundidade, de modo geral todos esses parâmetros da comunidade foram maiores no extrato superior, exceto a equitatividade (J'), que não apresentou valores significativos em relação à profundidade. Isso implica que, embora ocorram diferenças entre o número de espécies e abundância de organismos, todas as espécies são igualmente abundantes entre as profundidades.

A macroinfauna tende a acompanhar o comportamento das variáveis ambientais que apresentaram aumento significativo ao longo dos períodos. Na medida em que a vegetação aumentou em termos de altura e densidade, pode se observar a mudança na composição e abundância da macroinfauna bentônica. Estas mudanças, também foram associadas à mudanças no sedimento, na medida em que se tornavam progressivamente mais finos ao longo dos períodos. Este padrão apresentado pode estar relacionado a um possível evento de sucessão ecológica, tanto para a marisma quanto para a macrofauna associada.

A sucessão ecológica é o nome dado à sequência de mudanças nas comunidades animais ou vegetais, desde a colonização inicial até o desenvolvimento de uma comunidade estável, sujeita à pouca ou nenhuma alteração (chamada comunidade clímax). O processo de sucessão se dá através de alterações graduais, ordenadas e progressivas no ecossistema resultante da ação contínua dos fatores ambientais sobre os organismos e da reação destes últimos sobre o ambiente (ODUM e BARRET, 2007).

O estado de um marismas, em termos de altura, densidade e biomassa de vegetação, está ligado ao seu tempo de desenvolvimento (idade). Marismas antigos têm, no geral, vegetação bem desenvolvida e são caracterizados por sedimentos mais finos, ricos em matéria orgânica (OSGOOD; SANTOS e ZIEMAN, 1995). Entretanto, nas assembléias macrobentônicas associadas à marismas em Algodual, essas mudanças não foram homogêneas entre as diferentes profundidades, o que sugere que as variáveis ambientais não influenciam ou pouco influencia as comunidades macroinfaunísticas associadas à marismas, com exceção da matéria orgânica presente na profundidade inferior do sedimento.

As análises entre as profundidades para a distribuição da macroinfauna evidenciaram uma diminuição significativa nos valores das variáveis de abundância, número de indivíduos e diversidade na profundidade inferior. A distribuição das comunidades entre profundidades não apresentaram variação vertical, fato que pode estar relacionado a camada limite sedimentar, onde os teores de oxigênio e a acumulação de nutrientes são abundantes nos primeiros centímetros do sedimento. Coull e Bell (1979), Ansari ; Parulekar (1993) e Smol et al. (1994), confirmam que esta distribuição dos organismos no sedimento é determinada principalmente pela profundidade da camada de descontinuidade do potencial de óxido-redução (DPR), sendo o limite entre a zona aeróbica e anaeróbica, servindo como uma barreira para os organismos, e pela clorofila a (recurso alimentar). O tamanho médio dos grãos também influencia na distribuição da macroinfauna, dificultando muito ou pouco a locomoção dos organismos, dependendo do substrato. Frenchel e Riedl (1970), explicam que os organismos habitantes de sedimentos arenosos ou areno lodosos podem ocupar profundidades às vezes acima de um metro no interior do substrato. Ao contrário, segundo Ansari; Parulekar (1993) e Soetaert et al. (1994), mais de 50% do total dos organismos encontram-se nos dois primeiros centímetros em sedimentos finos.

Os resultados das variáveis associadas a macroinfauna estão correlacionados aos valores apresentados pela altura e densidade de vegetação. Orth; Heck; Jr, Montfrans (1984); Decho; Hummon e Fleeger (1985); Capehart; Hackney (1989), explicam que a presença de vegetação no substrato influencia a composição das espécies e a abundância da fauna de

invertebrados de muitos habitats marinhos, como as gramas marinhas, prados e bancos de marisma entre-marés. A influência da altura e densidade de marismas na estrutura macroinfauna está bem estabelecida na literatura (ADAM, 1990, BOORMAN, 1999, BORTOLUS *et al.* 2002, DAIBER, 1977). Vegetação mais densa e alta diminui as correntes, aumenta a deposição e impede a ressuspensão de sedimentos finos e matéria orgânica influenciando assim na composição da macrofauna associada (GRAY; MOGG, 2001, ADAM, 1990, DAVY; COSTA, 1992). Diferenças na composição da macrofauna ocorrem tradicionalmente de acordo com a altura e a densidade de marismas (ADAM, 1990, BORTOLUS; SCHWINDT e IRIBARNE, 2002). Por exemplo, moluscos epifaunais e isópodes dominam em marismas pouco densas e baixas, enquanto que poliquetas infaunal são mais abundantes em marismas densos e altos (FLYNN; TARARAM e WAKABAR, 1996). As abundâncias do poliqueta *Nereis oligohalinas* aumentam com a biomassa de marismas em comparação a amostras de sedimentos sem vegetação (LANA; GUISS, 1991). No entanto, não há dados consistentes na literatura correlacionando o tamanho da área de marisma com a composição e estrutura da comunidade (ADAM, 1990). Em Canela, a composição de macroinvertebrados é independente do tamanho da marisma (BRAGA; BEASLEY e ISAAC, 2009).

Vale ressaltar que as características de vegetação também estão interligadas às características do sedimento, acompanhando o padrão estabelecido pela média do tamanho dos grãos, levando a crer que a vegetação desenvolveu-se de acordo com a mudança nas características do solo. Marismas (e manguezais) crescem em regiões onde o suprimento de sedimento lamoso é suficiente para a deposição e manutenção do sistema (SOUZA FILHO; MARTINS e COSTA, 2006). O desenvolvimento e a estabilidade das marismas requerem proteção contra ondas de alta energia e, portanto, geralmente se desenvolvem em locais abrigados, onde sedimentos finos podem ser depositados (ADAM, 1990, ISACCH *et al.* 2006, DAVY ; COSTA, 1992). Ruivo *et al.*, (2005) afirma que os solos da ilha de Algodal/Maiandeuá são, na sua maioria, arenosos, salinos e de baixa fertilidade. Amaral, (1998) e Ruivo *et al.* (2000) ressaltam que a cobertura vegetal e a influência marinha são importantes fatores de formação dos solos, sendo que, essa última, também é a responsável pelos maiores teores de K, Mg e Na no solo. Além disso, estudos como os de Nickerson e Thibodeau, (1985) têm demonstrado que os níveis nutricionais do solo são identificados como um dos grandes fatores limitantes da composição florística e da distribuição de plantas associadas à salinidade.

Uma característica comum tanto dos fatores ambientais quanto dos fatores ligados à macrofauna foi o maior dinamismo da profundidade superior à em relação inferior. A ação dos parâmetros ambientais quanto à profundidade influenciam diretamente no comportamento em quase todas as variáveis da macrofauna, exceto a variável equitatividade na profundidade inferior. As variações observadas ocorreram apenas na profundidade mais superficial. Com relação a isso, verificamos que a macroinfauna bentônica de estuários encontra-se concentrada, sobretudo nos primeiros 10 cm do sedimento procurando melhores condições de oxigenação e acúmulo de matéria orgânica (JOHNSON, 1967, SHIRAYAMA; HORIKOSHI, 1982, RODRIGUES *et al.*, 2007). Verificou-se que para marismas é esperada uma distribuição uniforme de fatores ambientais e em relação à macrofauna devido ao efeito da estrutura das raízes, que aumenta a oxigenação (HOLMER; GRIBSHOLT e KRISTENSEN, 2002) e acúmulo de matéria orgânica até as camadas mais profundas de sedimento (PENNINGS; BERTNESS, 2001).

A maior % de areia no estrato inferior também pode influenciar fortemente as diferenças na estrutura macrobentônica entre as profundidades. Sedimentos grossos aumentando a porosidade entre as partículas do sedimento (DIAS, 2004), isso facilitaria a infiltração do conteúdo de água da vegetação até os organismos presentes da profundidade inferior, caracterizando o ambiente em questão. Por outro lado, ao contrário do registrado nesse estudo, Braga; Beasley; Isaac (2009) não registrou diferenças entre profundidades em Canela, outra ilha localizada na costa do Pará.

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; OMENA ; AMARAL 1997). Nas marismas, os organismos bentônicos são reconhecidos como ativos decompositores de detritos orgânicos, estando envolvido no ciclo de energia e materiais nas cadeias tróficas aquáticas, nas fases adultas ou juvenis (DAIBER, 1997; REBELO, 1986; BOERO *et al.*, 1996; WOLFF; KOCH e ISAAC, 2000).

A triagem e análise SIMPER da macroinfauna associada às marismas revelaram que as principais espécies responsáveis pela distribuição tanto entre os períodos quanto à profundidade foram: as larvas de Dolichopodidae, *Laeonereis culveri*, *Capitella capitata*, *Halmyrpsudes spaansi* e *Sigambra grubii*.

No período inicial, somente larvas de Dolichopodidae foram identificadas como importantes no ambiente, apesar dos baixos valores de abundância. Isso sugere que a comunidade macrobentônica deste período não apresentava elevada diversidade e abundância,

provavelmente neste período a comunidade encontrava-se em estágio inicial de sucessão. Por isso é esperada a presença de organismos resistentes ao stress promovido pelas condições ambientais iniciais no desenvolvimento das marismas. Trivinho-Strixino e Strixino, (1995) alegam que os representantes da ordem díptera, formam um dos mais importantes e resistentes grupos de insetos aquáticos, participando significativamente da composição faunística dos mais variados biótipos aquáticos, onde geralmente, ocorrem em elevadas abundâncias numéricas na condição de larvas.

As espécies *Laeonereis culveri* e *Capitella capitata* ocorreram principalmente no período seguinte (Abr_08). A alta incidência da espécie *Laeonereis culveri* no período intermediário se deve provavelmente a maior disponibilidade de matéria orgânica que aumentaram em relação ao período anterior. A espécie *L. culveri* é detritívora de ampla distribuição (BEMVENUTI; 1997; BEMVENUTI; CAPITULO; GIANUCA; 1978) e tipicamente estuarina de substrato arenoso (SANTOS; LANA, 2001). O stress físico (correntes, ondas, temperatura, salinidade) no ambiente de marisma também pode ser um fator que favorece a ocorrência dessa espécie. Segundo Rosa-Filho et al. (2006), *L. culveri* é tolerante a instabilidades físico-químicas e hidrodinâmicas. Em relação à profundidade, *L. culveri* concentrou-se, sobretudo na profundidade superior. Segundo Santos e Lana, (2001) esta espécie é comedora de depósitos de subsuperfície. Portanto é esperada a maior abundância desta espécies no extrato superior, devido principalmente a elevada quantidade de matéria orgânica presente na mesma.

A ocorrência da espécie *Capitella capitata* entre os períodos também acompanha o desenvolvimento das marismas em termos de altura e densidade de vegetação bem como o aumento na quantidade de sedimentos finos. A quantidade de matéria orgânica do sedimento é o principal fator relacionado à esta espécie. De fato a macrofauna associada à marismas com sedimentos finos ao longo da costa do Pará apresenta aumento de riqueza e abundância em relação à marismas com sedimentos arenosos (BRAGA, 2011, dados não publicados¹). Quanto à profundidade, verifica-se a ocorrência da espécie tanto na profundidade superior quanto na inferior. Hartman e Fauchald (1971) afirmam que todos os capitélides são considerados depositívoros não seletivos se alimentando da matéria orgânica associada ao sedimento, isso pode explicar sua ocorrência nos períodos finais, pois foram nestes períodos que se registraram maiores quantidades de matéria orgânica. Além disso, estudos feitos alegam que alguns capitélídeos podem se alimentar de algas (HARTMAN; FAUCHALD, 1971). As folhas de marismas são substratos para fixação e desenvolvimento de micro e

macroalgas e¹ estas podem ficar à disposição da macrofauna bentônica associada quando as folhas caem e entram em decomposição (ADAM, 1990).

Os resultados para a ocorrência da espécie *Halmyrpsudes spaansi*, mostraram sua presença significativa apenas no ultimo período (Nov_08) e esta esteve associada às duas profundidades. Segundo Holdich; Jones (1993) maioria é habitante da zona litorânea, onde vivem enterrados no sedimento, em tubos em forma de U, a uma profundidade entre 10 e 15 cm. A construção de tubos longos em extratos relativamente profundos no sedimento pode justificar sua distribuição nas camadas superior e inferior nas marismas de algodoal. (GRASSLE; SANDERS, 1973; GARDINER, 1975; JUMARS, 1976) indicam que a ordem dos Tanaidacea está entre os invertebrados numericamente mais abundantes em habitats marinhos. De acordo com Santos (2004) a abundância e diversidade aumentam com a profundidade, fazendo com que Tanaidacea supere a ordem Isopoda nesses parâmetros. Entretanto, as dificuldades para identificação dos táxons em espécie, ou freqüentemente em nível de família, têm impedido o avanço de pesquisas na biologia e distribuição do grupo (SANTOS, 2004; BLAKE; SCOTT, 1997).

A espécie *Sigambra grubii* apresentou relevância significativa apenas no ultimo período (Nov_08) estando presente nas duas profundidades. Isso pode ter ocorrido devido ao aumento considerável da biomassa vegetal, promovendo o acúmulo de matéria orgânica local. De acordo com Day (1967), a família dos Pilargidae, tradicionalmente carnívora, pode apresentar hábitos alimentares onívora em condições ligadas à disponibilidade de alimentos ou competição. Isto pode explicar sua maior abundância durante o último período, pois, o desenvolvimento de uma macrofauna mais diversa e abundante favorece a predação enquanto que o desenvolvimento da vegetação e aumento da matéria orgânica local favorece o hábito onívoro.

¹ BRAGA, C. F. 2011. Tese de doutorado em andamento

7 CONCLUSÃO

Definiram-se como principais conclusões:

A comunidade macrobentônica dominante dos organismos associados às marismas foram os Poliquetas, no entanto, o relevante número de diferentes taxa bentônicos presentes, não pode ser desconsiderado devido ao alto grau de contribuição para a caracterização da macroinfauna local.

A altura e densidade de vegetação das marismas influenciam diretamente na estruturação das assembléias da macroinfauna bentônica associadas enquanto que a área, representando uma variação espacial horizontal não contribuiu significativamente para alteração no padrão de distribuição e composição da macroinfauna.

Verificou-se que a abundância e composição da macrofauna associada à marismas sofreu mudanças ao longo dos períodos de coleta, sugerindo um processo de sucessão ecológica. Essas mudanças foram relacionadas a modificação dos parâmetros ambientais (vegetação e sedimento) ao longo dos períodos.

Foi observado que os principais fatores ambientais responsáveis por influenciar as comunidades macrobentônicas, avaliando-se os efeitos de sazonalidade foram a altura e a densidade média da vegetação. A diminuição do tamanho médio dos grãos gerando um aumento dos sedimentos finos, atrelado ao acúmulo de matéria orgânica no sedimento foram as variáveis que mais contribuíram para a mudança no comportamento dos macrobentos no sedimento.

Identificou-se variação na estrutura das comunidades macrobentônicas em relação às profundidades, onde se observou a maiores abundâncias e diversidade de espécies na profundidade superior, devido a uma maior influência das variáveis ambientais nos extratos superiores.

Processos de sucessão ecológica parecem estar ocorrendo na estrutura da macroinfauna associada à vegetação de marismas, paralelamente ao desenvolvimento dos bancos de marisma presentes na localidade.

REFERENCIAS

ACHEAMPONG, E. **Distribution of macrozoobenthos abundance and biomass in intertidal soft sediments of North-East Brazil**. 2001. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Bremen (ISATEC2001).

ADAM, P. **Saltmarshes ecology**. Cambridge: Cambridge University Press. 461 p, 1990.

ALLER, J. Y.; STUPAKOFF, I. The distribution and seasonal characteristics of benthic communities on the Amazon shelf as indicators of physical processes. **Continental Shelf Research**, v.16, p. 717-751. 1996.

ALMEIDA, L. S. M; MARTINS, C. A. M; GIRARD, T. C; BRAGA, C. F. Variação Temporal da Macrofauna de Moluscos em Regiões de Marismas na Ilha de Canela, Bragança, PA. CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR, 12., 2007, Florianópolis.

ALMEIDA, M. F. **Comunidades macrobentônicas da reserva biológica do lago Piratuba (Amapá – Brasil)**. 2008. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

ALONGI, D. M.; SASEKUMAR, A. Benthic Communities. In: ROBERTSON, A. I.; ALONGI, D. M. (eds.). **Tropical Mangrove Ecosystems. Coastal and Estuarine Studies 41**. Washington D. C: American Geophysical Union, 1992. p.137-171.

AMARAL, I. G. **Caracterização de solos de uma topossequência na Ilha de Maiandeuá-PA**. 1998. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 1998.

AMARAL, A. C. Z; MORGADO, E. H.; SALVADOR, L. B. Poliquetas bioindicadoras de poluição orgânica em praias paulistas. **Revista Brasileira Biologia**, v. 58, n. 2, p. 307-316, 1998.

ANSARI, Z. A.; PARULEKAR, A. H. Distribution, Abundance and Ecology of the Meiofauna in a Tropical Estuary along the West Coast of India. **Hidrobiologia**, v. 262 p.115-126. 1993.

ANTÔNIO NETTO, S.; LANA, P. C. Benthic macroinfauna of *Spartina alterniflora* marshes and nearby unvegetated tidal flats of Paranaguá Bay (SE Brazil). **Neritica**, v.8 p.41-55. 1996.

BALDÓ, F.; DRAKE, P.; ARIAS A. M.; GARCÍA-MARTÍN, S. F. Discrimination between disturbed coastal ecosystems by using macrobenthos at different taxonomic levels. **Bol. Inst. Esp. Oceanogr.** v15 n.1 p.489-493. 1999.

BASTOS, M. N. C. **Caracterização das formações vegetais da restinga da princesa, Ilha de Algodoal-Pará.** 1996. 261f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Pará, Belém, 1996.

BEMVENUTI, C. E. Benthic invertebrates. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J. P. (Ed.). **Subtropical convergence marine ecosystem: the coast and the sea in the warm temperate southwestern atlantic.** New York: Springer Verlag. p. 43-46. 1997.

BEMVENUTI, C. E.; CAPITOLI, R. R.; GIANUCA, N. M. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos: distribuição quantitativa do macrobentos infralitoral. **Atlântica**, v. 3, n. 2, p. 23-32. 1978.

BLAKE, J. A.; P. H. SCOTT, Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and the Western Santa Barbara Channel. **Santa Barbara Museum of Natural History.** V. 11. 1997.

BOERO, F.; BELMONTE, G.; FANELLI, G.; PIRAINO, S.; RUBINO, F.. The Continuity of living matter and the discontinuities of its constituents: do plankton and benthos really exist?. **Trends Ecol. Evol.** v.11(4): p.177-180. 1996

BOORMAN, L. A.. Salt marshes - present functioning and future change. **Mangroves and Salt Marshes**, v. 3, p.241-. 1999.

BORTOLUS, A.; IRIBARNE, O. Effects of the SW Atlantic burrowing crab *Chasmagnathus granulata* on a *Spartina* salt marsh. **Marine Ecology-Progress Series**, v.178, p.79-88. 1999.

BORTOLUS, A., SCHWINDT, E.; IRIBARNE, O. Positive plant-Animal interactions in the high marsh of an Argentinean coastal lagoon. **Ecology**, v. 83, v. 733-742. 2002.

BRAGA, C. F., BEASLEY, C. R.; ISAAC, V. J. Effects of Plant Cover on the Macrofauna of *Spartina* Marshes in northern Brazil. **Brazilian archives of Biology and Technology**, v. 52, 1409-1420. 2009.

CAPEHART, A. A.; HACKNEY, C. T. The potential role of roots and rhizomes in structuring salt-marsh benthic communities. **Estuaries** v.12 p. 119-122. 1989.

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**. p. 144, 1994.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. 2º ed. **Plymouth Marine Laboratory**, Plymouth, UK. 2001. p. 172.

COPERTINO, M., COSTA, C. S. B.; SEELIGER, U. Dinâmica Populacional de *Spartina Alterniflora* em Pântanos Salgados do Estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande, Rs. In: SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, SÃO CARLOS (SP), 8., 1997, Recife. **Anáís...**— Recife: UFSCar, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Renováveis, 1997. p.295-312.

COSTA, C. S. B. Pântanos Salgados e o Ensino de Ecologia. **Jornal do CEAMECI e do CEAEM**. v. 3. 1996.

COULL, B. C.; BELL, S. S. Perspectives of marine meiofauna ecology. In RJ. Linvingstone (ed) **Ecological processes in coastal and marine systems**. Plenum press. New York. p. 189-216. 1979.

DAIBER, F. C. Salt-marsh animals: distributions related to tidal flooding, salinity and vegetation. In: CHAPMAN, V. J. (ed.). **Ecosystems of the world. I Wet coastal ecosystems**,. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, p. 79-108. 1977.

DAVY, A. J.; COSTA, C. S. B. Development and Organization of Saltmarsh Communities. In: SEELIGER, U. (ed.) **Coastal Plant Communities of Latin America**. New York: Academic Press. 1992.

DAVY, A. J. Development and structure of salt marshes: community patterns in time and space. In. Concepts and controversies in tidal salt marsh ecology. Weinstein, M. P. e Kreeger, D. A. editors. **Kluwer academic publishers**. p. 137-156. 2000.

DAY, J. H. *British Museum (nat. hist.)*, Publi. v. 656, p. 878. 1967.

DECHO, A W., HUMMON, W. D., FLEEGER, J. W.). Meiofauna sediment interactions around subtropical seagrass sediment using factor analysis. **J. mar. Res.** v.43 p.237-255. 1985.

DIAS, J. A. **A Análise Sedimentar e os Conhecimentos dos Sistemas Marinhos**. Portugal: e- book. 2004. Versão preliminar.

ESTEVES, F. A.. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro, Interciência/Finep. 1998. 602p.

FIGUEIRA, E. A. G. **Caracterização da comunidade macrobentônica dos manguezais do Furo Grande, Bragança, Pará**. 2002. 109f. Dissertação (Mestrado em Biologia Ambiental) - Universidade Federal do Pará, Bragança, 2002.

FLYNN, M. N.; TARARAM, A. S.; WAKABAR, Y. Effects of habitat complexity on the structure of macrobenthic association in a *Spartina alterniflora* marsh. **Rev. bras. Oceanogr.**, v.44(1) p.9-21. 1996.

FRENCH, T. M.; RIEDL, R. J. The sulfide systems: A new biotic community underneath oxidized layer of marine sand bottom. **Mar. Biol.** V.7 p.225-268. 1970.

GARDINER, L. F. The systematics, postmarsupial development, and ecology of the deep-sea family Neotanaidae (Crustacea: Tanaidacea). **Smithsonian Contributions to Zoology**, v.170: n.1 p.265. 1975.

GOERKE, H., The Diet of Worms: A Study of Polychaete Feeding Guilds. **Verof. Inst. Meeresforsch. Bremerh.**, v.13, p.1-50. 1971a.

GRASSLE, J. F., H. L. SANDERS, Life histories and the role of disturbance. **Deep-Sea Research**. V.20, p. 643-659. 1973.

GRAY, A. J.; MOGG, R. J. Climate impacts on pioneer saltmarsh plants. **CLIMATE RESEARCH**, v. 18, p.105-112. 2001.

GRIBSHOLT, B.; KRISTENSEN, E. Benthic metabolism and sulfur cycling along an inundation gradient in a tidal *Spartina anglica* salt marsh. **Institute of Biology, Odense University-SDU**, Campusvej 55, DK-5230 Odense M, Denmark, p.12. 2003.

HARTMAN, O. ; FAUCHALD, K. 1971. The Diet of Worms: A Study of Polychaete Feeding Guilds. **J. Fish . Res . Bd Can .** v. 28, p. 1407-1428.

HOLDICH, D. H.; JONES, J. A. The distribution and ecology of British shallow-water tanaid crustaceans (Peracarida, Tanaidacea). **Journ. nat. Hist.**, London, v.17, p. 157-183. 1993.

HOLMER, M., GRIBSHOLT, B.; KRISTENSEN, E. Effects of sea level rise on growth of *Spartina anglica* and oxygen dynamics in rhizosphere and salt marsh sediments. **Marine Ecology Progress Series**, v.225, p.197-204. 2002.

IRIBARNE, O., BORTOLUS, A.; BOTTO, F. Between-habitat differences in burrow characteristics and trophic modes in the southwestern Atlantic burrowing crab *Chasmagnathus granulatus*. **Marine Ecology Progress Series**, v. 155, p.137-145. 1997.

ISACCH, J. P., COSTA, C. S. B., RODRIGUEZ-GALLEGO, L., CONDE, D., ESCAPA, M., GAGLIARDINI, D. A. ; IRIBARNE, O. O. Distribution of saltmarsh plant communities associated with environmental factors along a latitudinal gradient on the south-west Atlantic coast. **J. Biogeogr.**, v.33, p. 888-900. 2006.

JOHNSON, R. G. The vertical distribution of the infauna of the sand flat. **Ecology**, v.48, p.571-578. 1967.

JUMARS, P. A. **Deep-Sea species diversity: does it have a characteristic scale? Reprint from Journal of Marine Research**, v.34, n.2, 1976.

KOCH V, & WOLFF M, Energy budget and ecological role of mangrove epibenthos in the Caeté estuary, North Brazil. **Mar Ecol Prog Ser** v. 228 p.119–130. 2002.

LANA, P. C., GUISS, C.; DISARÓ, S. T. Seasonal variation of biomass and production dynamics for above and belowground components of *Spartina alterniflora* marsh in the euhaline sector of Paranaguá Bay (SE Brazil). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.32: p. 231-241. 1991.

LANA, P. C.; GUISS, C. Influence of *Spartina alterniflora* on structure and temporal variability of macrobenthic association in a tidal flat of Paranaguá Bay (Southern Brazil). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.73 p.231-244. 1991.

LANA, P. C. ; GUISS, C. Macroinfauna – plant-biomass interactions in a euhaline salt marsh in Paranaguá Bay (SE Brazil). **Marine Ecology Progress Series**, v.80 p. 57-64. 1992.

LANA, P. C., CAMARGO, M. G., BROGIM, R. A., ISAAC, V. J. **O bentos da costa brasileira. Avaliação crítica e levantamento bibliográfico**. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal/ Comissão Interministerial para Os Recursos do Mar/Fundação de Estudos do Mar, Rio de Janeiro, 431 Pp.. Rio de Janeiro: MMA/CIRM/FEEMA, 1996. p.431.

LARGIER, J. L. Estuarine fronts: how important are they? **Estuaries**, v.16, p.1–11. 1993.

LONG, S. P.; MASON, C. F. **Saltmarsh Ecology**. New York: Blackie Sons Ltd, Glasgow, 1983, p.159.

MARTORANO, L. G., PEREIRA, L. C., CEZAR, E. G. M.; PEREIRA, I. C. B. **Estudos Climatológicos do estado do Pará, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thorntwhite, Mather)**. Belém, Pará, Brazil: SUDAM/EMBRAPA. 1993.

MASCARENHAS, A. L. DOS SANTOS. **Análise geoambiental da Ilha de Algodão-Maiandeuá/Pa**. 2006. Dissertação (Mestrado em geografia) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Geografia, 2006.

MEDINA, E., GIARRIZZO, T., MENEZES, M. P. M. D., LIRA, M. P., CARVALHO, M. L., CARVALHO, E. A., PERES, A., SILVA, A. B., VILHENA, R., REISE, A. ; BRAGA, C. F. Mangal communities of the Salgado Paraense: ecological heterogeneity along the Bragança peninsula assessed through soil and leaf analysis. **Amazoniana**, v.16, p.397-416. 2001.

NICKERSON, N. H.; THIBODEAU, F. R. Association between water sulfide concentrations and the distribution of mangroves. **Biogeochemistry**. v..1 p.183-192. 1985.

NYBAKKEN, J. W.; BERTNESS, M. D. Estuaries and Salt Marshes. In: NYBAKKEN, J. W.; BERTNESS, M. D. (eds.). San Francisco: Pearson/Benjamin Cummings. 2005.

ODUM, P. E.; BARRET, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. 5. ed. São Paulo: Thomson. 2007.

OMENA, E. P.; AMARAL, A. C. Z. Distribuição espacial de Polychaeta (Annelida) em diferentes ambientes entremarés de praias de São Sebastião (SP). **Ecologia Brasiliensis: Ecologia de Praias Arenosas do Litoral Brasileiro**, v.3, p.183-196. 1997.

ORTH, R. J., HECK, K. L., JR., MONTFRANS, J. Faunal communities in seagrass beds: a review of the influence of plant structure and prey characteristics on predator-prey relationships. **Estuaries** v.7 p.339-350. 1984.

OSGOOD, D. T., SANTOS, M. C. F. V.; ZIEMAN, J. C. Sediment physico-chemistry associated with natural marsh development on storm-deposited sand flat. **Marine Ecology Progress Series**. v.120, p.271-283. 1995.

PENNINGS, S. C.; BERTNESS, M. D. **Salt marsh communities**. In: BERTNESS, M. D., GAINES, S. D.; HAY, M. E. (eds.). Sinauer Associates. 2001.

RADER, D. N. Salt-marsh benthic invertebrates: small-scale patterns of distribution and abundance. **Estuaries**, v.7, p.413-420. 1984.

REBELO, F. C. Metodologia para o estudo da endofauna de manguezais (macrobentos). In: GUIA para estudo de áreas de manguezal, estrutura, função e flora. p. 171. 1986.

RODRIGUES, A. M.; MEIRELES, S.; PEREIRA, T.; QUINTINO, V. Spatial heterogeneity recognition in estuarine intertidal benthic macroinfaunal communities: influence of sieve mesh-size and sampling depth. **Hydrobiologia**, v.587 p. 37-50. 2007.

ROSA-FILHO, J. S.; BUSMAN, D. V.; VIANA, A. P.; GREGORIO, A. M. ; OLIVEIRA, D. M. Macroinfauna bentônica de zonas entre – marés de zonas não vegetadas do estuário do Rio Caeté (Bragança-Pa). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. v. 1 p.42-59. 2005.

RUIVO, M. L. P.; AMARAL, I. G.; GUEDES, A. L. S.; RIBEIRO, E. L. C. **Caracterização e produção de matéria orgânica (lábil e estável) em uma toposseqüência na Ilha de Algodual/Mainadeua, nordeste do estado do Pará**. In: Mangrove 2000, Artigos Completos, Recife, 2000. CD-ROM.

RUIVO, M. L. P.; AMARAL, I. G.; GUEDES, A. L. S.; RIBEIRO, E. L. C. Os solos de uma toposseqüência na Ilha de Algodual/Maiandeua, nordeste do estado do Pará, Brasil: composição química e produção de matéria orgânica. **Acta Amazôn**. v. 32, n. 2, p. 257-266. 2002.

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/Algodoal, PA. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 1, p. 227-234. 2005.

SAMPAIO, D. S. **Comparação da macroinfauna bentônica em bosques de mangue sob diferentes graus de degradação no município de Bragança - Pará - Brasil**. 2004. 85f. Dissertação (Mestrado em Biologia Ambiental) - Universidade Federal do Pará, Bragança, 2004.

SANTOS, J. U. M., GORAYEB, I. S.; BASTOS, M. N. C. **Diagnóstico para a Avaliação e Ações Prioritárias para Conservação da biodiversidade da Zona costeira e marinha Amazônica. - Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira**. MMA/PROBIO. 1999.

SANTOS, C. S. G.; LANA, P. C. Nereididae (Annelida, Polychaeta) da costa nordeste do Brasil. Gêneros Namalycastis, Ceratocephale, Laeonereis e Rutilienereis. **Iheringia, Ser. Zool.** v. 91, p. 137-149. 2001.

SANTOS, K. C. **Aspectos morfológicos e taxonômicos de Tanaidacea (Crustacea - Peracarida), na plataforma continental brasileira, com ênfase na subordem pseudomorpha**. Volume I. 2004. 232p. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 2004.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal, marisma e apicum (Diagnóstico Preliminar). . In: AMBIENTE.; F. B.-R. M.-M. D. M. (ed.) **Avaliações e ações prioritárias para conservação da biodiversidade das Zonas Costeira e Marinha**. Brasília: MMA/SBF. 1999.

SHIRAYAMA, Y.; HORIKOSHI, M. Vertical distribution of smaller macrobenthos and larger meiobenthos in the sediment profile in the deep-sea system of Sugura Bay (Central Japan). **Journal of the Oceanographical Society of Japan**, v.38, p.273-280. 1982.

SILVA, E. F. G.; CARDOSO, D. N. B.; BELÚCIO, L. F. Anelídeos poliquetas em substrato inconsolidado na região de manguezal de Bragança (PA) durante o período chuvoso. 3º WORKSHOP INTERNACIONAL DO PROGRAMA MADAM. 1997. p.22-23. Belém.

SILVA, R. F.; VASCONCELOS, T. R.; CARVALHO, I. L. R.; ROSA FILHO, J. S. Biodiversidade da macroinfauna bentônica do estuário do Rio Curuçá (Curuçá-Pa): Primeiros Resultados. ENCONTRO DE ECOLOGIA BÊNTICA, BIOINCRUSTAÇÃO E CORROSÃO. 2003. CD-ROM de Resumos. Arraial do Cabo.

SILVA, D. E. A. **Variações espaço-temporais das associações macrobentônicas em áreas sujeitas à contaminação ambiental no estuário Guajará (Belém-Pará)**. 108p. Dissertação (Mestrado em Biologia Ambiental) - Universidade Federal do Pará Bragança. 2006.

SILVA, R. F. **Associações macrobentônicas de fundos moles do estuário do rio Caeté (Bragança-PA)**. 65p. Dissertação (Mestrado em Biologia Ambiental) - Universidade Federal do Pará, Bragança, 2008.

SOKAL, R. R. & ROHLF, J. F. **Biometry: The principles and practice of statistics in biological research**. New York: W. H. Freeman and Company. 1997.

SMOL, N; WILLEMS, K. A.; GOVAERE, J. C. R. ; SANDAE, A. J. J. Composition, distribution and biomass of meiobenthos in the Oosterschelde estuary. (SW Netherlands) **Hidrobiologia**. v.282/283 p.197-217. 1994.

SNELGROVE, P. V. R.; BUTMAN, C. A. Nimalsediment relationships revisited: Cause versus effect. **Oceanography and Marine Biology**. v.32, p.111-117. 1994.

SOETAERT, K; VINCX, M; WITTOECK, J; TULKENS, M.; GANSBEKE, D. V. Spatial patterns of westerschelde meiobenthos. **Estuarine coastal shelf. Sci**. v.39 p.367-388. 1994.

SOUZA FILHO, P. W. M., MARTINS, E. S. F. ; COSTA, F. R. Using mangroves as a geological indicator of coastal changes in the Bragança macrotidal flat, Brazilian Amazon: A remote sensing data approach. **Ocean; Coastal Management**, v.49, p.462-475. 2006.

SUGUIO K.; **Introducao a sedimentologia**. Sao Paulo: Edgard Blucher, 1973. 317p.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. II. **Larvas de Chirominidae (Diptera) do Estado de São Paulo: Guia de Identificação e Diagnose dos Gêneros**. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos – SP. 1995.

WEST, R. C. **Tidal salt marsh and mangal formations of Middle and South America**. In: CHAPMAN, V. J. (ed.). Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company. 1977.

WHITCRAFT, C. R.; LEVIN, L. A. **Regulation of benthic algal and animal communities by salt marsh plants: Impact of shading**. Ecology, 88, 904-917. 2007.

WOLFF, M; KOCH, V. & ISAAC, V. A trophic flow model of the Caeté mangrove estuary (North Brazil) with considerations for the sustainable management of its resources. **Estuarine Coastal and Shelf Science** v.50(6) p.789-803. 2000.

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

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis. Fourth edition**. Prentice Hall, USA. p.929. 1999.

ZIMMERMAN, R. J.; MINELLO, T. J. ; SMITH, D. L.; KOSTERA, J. The use of Juncus and Spartina marshes by fisheries species in Lavaca Bay, Texas, with references to effects of flood. **NOAA Technical Memorandum**. p. 40. 1990.