

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DAYANNE MARY LIMA RABELO

INTERAÇÕES ENTRE AS COMUNIDADES MACROBENTÔNICAS
E OS FATORES AMBIENTAIS ASSOCIADAS À MARISMAS DE
Spartina alterniflora Loisel (1807) NA PENÍNSULA BRAGANTINA
(AJURUTEUA E FURO GRANDE), PARÁ, BRASIL.

BELÉM – PA
Novembro – 2012

DAYANNE MARY LIMA RABELO

INTERAÇÕES ENTRE AS COMUNIDADES MACROBENTÔNICAS
E OS FATORES AMBIENTAIS ASSOCIADAS ÀS MARISMAS DE
Spartina alterniflora Loisel (1807) NA PENÍNSULA BRAGANTINA
(AJURUTEUA E FURO GRANDE), PARÁ, BRASIL.

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

Orientador: Prof. Dr. Cesar França Braga.

Coorientador: Prof. M. Sc. Mayk Ferreira de
Almeida.

BELÉM – PA

Novembro – 2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

R114i Rabelo, Dayanne Mary Lima

Interações entre as comunidades macrobentônicas e os fatores ambientais associadas à marismas de *Spartina alterniflora* Loisel (1807) na Península Bragantina (Ajuruteua e furo Grande), Pará, Brasil / Dayanne Mary Lima Rabelo; Orientador: Cesar França Braga; Coorientador: Mayk Ferreira de Almeida – 2012

67 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em oceanografia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia, Belém, 2012.

1. Ecologia Costeira. 2. Macroinfauna. 3. Marismas. 4. Estuário do Caeté. 5. Península de Bragança. 6. Zonação vertical. I. Braga, Cesar França, *orient.* II. Almeida, Mayk Ferreira de, *coorient.* III. Universidade Federal do Pará. IV. Título.

CDD 22^a ed.: 577.51098115

DAYANNE MARY LIMA RABELO

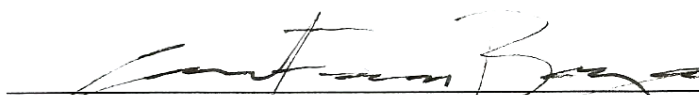
INTERAÇÕES ENTRE AS COMUNIDADES MACROBENTÔNICAS
E OS FATORES AMBIENTAIS ASSOCIADAS À MARISMAS DE
Spartina alterniflora Loisel (1807) NA PENÍNSULA BRAGANTINA
(AJURUTEUA E FURO GRANDE), PARÁ, BRASIL.

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

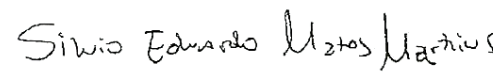
Data de aprovação: 14 / 11 / 2012

Conceito: Excelente

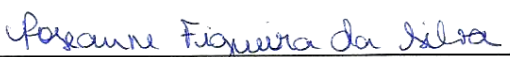
Banca examinadora:



Prof. Dr. Cesar França Braga – Orientador
Doutor em Recursos Biológicos da Zona Costeira Amazônica
Universidade Federal do Pará



Prof. M.Sc. Silvio Eduardo Matos Martins – Membro
Mestre em Geologia Marinha
Universidade Federal do Oeste do Pará



Prof. M.Sc. Roseanne Figueira da Silva – Membro
Mestre em Biologia Ambiental
Universidade Federal do Pará

À Deus, pelo possibilidade de cumprir essa fase em minha vida!
À minha família e Marcelo pelo apoio constante!
À minha pequena Luna que mesmo sem eu saber já estava comigo durante a
minha defesa e agora, conscientemente, para o resto de minha vida!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente dedico a Deus este trabalho como símbolo de gratidão por cada segundo vivido por mim até aqui. Pois acredito que Ele não dá fardos pesados a quem não possa carregar.

À minha mãe Maria José Lima, por ter me levado a grandes aventuras mesmo quando ainda estava em seu ventre; e pela dedicação e cuidados até hoje.

Ao meu querido Marcelo Ribeiro, por me ensinar a ter amor próprio e conquistar meu amor, respeito e admiração todos os dias.

Ao Prof. Dr. Cesar França Braga (Papito), pela sua orientação, não apenas acadêmica, quanto na vida pessoal; pela inestimável liberdade de trabalho e imaginação; e essencialmente pela piadas temperadas de sarcasmo que tanto me divertem só de lembrar (Meu Orientador Desorientado!!!).

Ao M.Sc. Mayk Ferreira de Almeida, por me fazer sentir acolhida; por me ensinar os primeiros passos na atividade laboratorial; e fundamentalmente pelas conversas soltas.

Aos M.Sc. Silvio Eduardo Matos Martins e M.Sc. Roseanne Figueira da Silva, por serem professores admiráveis, dentro ou fora de sala de aula.

À tia Ivonete e tio João, que mesmo em memória sempre foram a força motriz dos meus sonhos.

Às minhas insubstituíveis amigas e companheiras de muitas “derrotas” Inaê Nascimento (Êêê...), Luciana Soares (Lúúú...) e Esther Mesquita (Estherica) pelas abstrações (a criação das Certezas Universais, por exemplo), xingamentos (Cabeçuda e Bobona), informações úteis (e as inúteis também, porque rir da desgraça apazigua a alma!), pelas idéias para um mundo melhor (ou mais engraçado, no mínimo), pela tentativa de me fazer gostar de animes (falha total neste quesito!), e principalmente pelo esforço de agüentar a minha felicidade ácida (tenho aquela certeza quase celestial que vocês irão para o céu, eliminando o purgatório e os demais intermediários!).

Aos momentos em que familiares, companheiro, e amigos me ajudaram (e muito pelo simples fato de não me atrapalhar)... Esses momentos de riso frouxo, eu dedico meu esforço acadêmico, e minha, ainda que decrépita, sanidade mental.

O bambu chinês

Depois de plantada a semente do bambu chinês, não se vê nada por aproximadamente 5 anos - exceto um diminuto broto. Todo o crescimento é subterrâneo; uma complexa estrutura de raiz, que se estende vertical e horizontalmente pela terra, está sendo construída. Então, ao final do 5º ano, o bambu chinês cresce até atingir a altura de 25 metros.

Muitas coisas na vida pessoal e profissional são iguais ao bambu chinês. Você trabalha, investe tempo, esforço, faz tudo o que pode para nutrir seu crescimento e, às vezes, não vê nada por semanas, meses ou anos. Mas, se tiver paciência para continuar trabalhando, persistindo e nutrindo, o seu 5º ano chegará; com ele virão mudanças que você jamais esperava.

Lembre-se que é preciso muita ousadia para chegar às alturas e, ao mesmo tempo, muita profundidade para agarrar-se ao chão.

(Paulo Coelho)

“Crescer significa mudar e mudar envolve riscos, uma passagem do conhecido para o desconhecido e por isso nos causa tanto medo”
(Patrícia Couceiro)

RESUMO

Este estudo tem por objetivo verificar as interações entre a macroinfauna bentônica e as características de sedimento e vegetação em bancos de marismas no estuário do Caeté, Bragança, Pará. A atividade de coleta foi realizada em abril de 2009, em ambientes arenosos e lamosos (praia de Ajuruteua e canal de maré do Furo Grande respectivamente) para verificar variações na composição e abundância da macroinfauna e determinar as características de sedimento ou vegetação que foram mais importantes para a estruturação das assembléias associadas. Em cada área (ambientes arenosos e lamosos) três marismas foram selecionados aleatoriamente para amostragem, onde quatro réplicas para macroinfauna foram coletadas aleatoriamente, além de uma réplica adicional para análise do sedimento. Estas amostras foram estratificadas em diferentes zonas de profundidade: superior (0-10 cm) e inferior (10-20 cm). Além disso, uma amostra de raízes e partes aéreas foram coletadas em cada marisma para análises de características da vegetação. Os principais resultados obtidos mostram que em ambientes lamosos, há uma maior quantidade de sedimentos finos e matéria orgânica, o que positivamente aumenta a abundância e promove uma macroinfauna mais diversa. Marismas mais altos e densos foram relacionados ao ambiente arenoso, onde valores baixos de abundância e diversidade da macrofauna foram registrados. Em ambos os ambientes, areia e lama, alta abundância e diversidade de macroinfauna estavam concentrados nas camadas superiores do sedimento. Em conclusão, a presença de vegetação promove a acumulação de matéria orgânica na superfície do sedimento. Deste modo, existe um aumento na abundância da macroinfauna e variedade de espécies para tirar proveito da disponibilidade de recursos nas zonas superiores.

Palavras-chave: Ecologia Costeira. Macroinfauna. Marismas. Estuário do Caeté. Península de Bragança. Zonação Vertical.

ABSTRACT

This study aims to examine the interactions between the benthic macroinfauna structure and sediment and vegetation characteristics in saltmarshes banks on the Caeté estuary, Bragança, Pará. The sampling activity was conducted in April 2009 between sandy and muddy environments (Ajuruteua beach and Furo Grande tidal channel respectively) to determine variations in the composition and abundance of macroinfaunal species and determine the characteristics of sediment or vegetation which were most important to the structuring of assemblages associated. In each area (sandy and muddy environments), three saltmarshes were randomly selected for sampling, where four replicates for macroinfauna were randomly taken, plus a replica was taken for sediment analysis. These samples were stratified in different deep zones: upper (0-10 cm) and lower (10-20 cm). In addition, a sample of aerial and roots parts were taken in each saltmarsh for analysis of characteristics of vegetation. The principal results achieved show that in muddy environments, there is a greater amounts of fine sediments and organic matter which positively increases the abundance and promotes a diverse macroinfauna. Taller and denser saltmarshes were related at sandy environment where small values of abundance and diverse of the macrofauna were registered. In both, sandy and muddy environments, high abundance and diversity of macroinfauna were concentrated in the upper layers of sediment. In conclusion, the presence of vegetation promotes the buildup of organic matter in the sediment surface. Hence, there is an increase in macroinfaunal abundance and variety of species to take advantage of the availability of resources in the upper zones.

Keywords: Coastal Ecology. Macroinfauna. Saltmarshes. Caeté Estuary, Bragança Peninsula. Vertical Zonation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa da área dos bancos de marisma onde se realizaram as coletas (Península de Ajuruteua e Canal de Maré do Furo Grande), Península Bragantina, Pará.....	20
Figura 2 – Metodologia de escolha do ponto de coleta dentro do banco de marisma.....	21
Figura 3 – (a) Tubo cilíndrico; (b) Amostra estratificada.....	22
Figura 4 – Chuva Acumulada Mensal em 2009 na Estação de Tracuateua. A seta indica o mês de amostragem.....	27
Figura 5 – Ordenação PCA de amostras de vegetação e sedimento em marismas amostrados em ambiente lamoso superior (○), ambiente lamoso inferior (▲), ambiente arenoso superior (□) e ambiente arenoso inferior (*), durante Abril/09, na Península Bragantina, Pará.....	30
Figura 6 – Número de espécies (S), Abundância (N), Equitatividade (J') e a Diversidade (H') em diferentes ambientes e profundidade superior (○) e inferior (▲), na Península Bragantina, Pará. As barras verticais representam o desvio padrão.....	36
Figura 7 – Análise de Ordenação das amostras de ambiente lamoso superior (○), ambiente lamoso inferior (▲), ambiente arenoso superior (□) e ambiente arenoso inferior (*), derivados da macrofauna associada a marismas de <i>Spartina alterniflora</i> , durante Abril/09, na Península Bragantina, Pará.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – ANOVA avaliando efeitos do ambiente e da profundidade nos parâmetros de sedimento.....	28
Tabela 2 – ANOVA avaliando efeitos de ambiente e profundidade nos parâmetros de vegetação.....	29
Tabela 3 – Valores médios (\pm SD) das variáveis de sedimento nos ambientes e profundidade na Península Bragantina, Pará.....	31
Tabela 4 – Parâmetros texturais do sedimento em diferentes ambientes e profundidades na Península Bragantina, Pará.....	31
Tabela 5 – Valores médios (\pm SD) das variáveis de vegetação nos ambientes e profundidade na Península Bragantina, Pará.....	32
Tabela 6 – PCA de marismas amostrados entre ambientes (lamoso; arenoso) e profundidade (superior; inferior) na Península Bragantina, Pará.....	32
Tabela 7 – Lista da participação relativa (%) dos táxons distribuídos por ambiente (lamoso e arenoso) e por profundidade (superior e inferior) na Península Bragantina, Pará.....	34
Tabela 8 – ANOVA dos descritores Número de espécies (S), Abundância (N), Equitatividade (J') e Diversidade (H') da macrofauna bentônica nos ambientes e profundidades na Península Bragantina, Pará.....	35
Tabela 9 – Valores médios (\pm SD) das variáveis de macrofauna bentônica nos ambientes e profundidades na Península Bragantina, PA...	34
Tabela 10 – SIMPER dos ambientes e profundidades de coleta (Abril/09) na Península Bragantina, PA.....	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVO	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	17
3.1	CONDIÇÕES CLIMATOLÓGICAS E METEOROLÓGICAS	17
3.2	CONDIÇÕES SEDIMENTOLÓGICAS E OCEANOGRÁFICAS	17
3.3	VEGETAÇÃO	19
4	METODOLOGIA	20
4.1	MACROFAUNA BENTÔNICA	21
4.2	SEDIMENTOLOGIA	22
4.3	VEGETAÇÃO	23
4.4	ATIVIDADES DE LABORATÓRIO	23
4.5	ANÁLISE DE DADOS	24
5	RESULTADOS	27
5.1	CLIMA	27
5.2	SEDIMENTAÇÃO	27
5.3	VEGETAÇÃO	28
5.4	PCA	29
5.5	MACROFAUNA BENTÔNICA	33
5.6	MDS	36
5.7	SIMPER	38
5.8	BIOENV	38
6	DISCUSSÃO	40
7	CONCLUSÃO	53
	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

Marismas (*saltmarshes*) são ecossistemas vegetais colonizados por plantas vasculares herbáceas tipicamente halófitas (COSTA; DAVY, 1992; SILVESTRI; DEFINA; MARANI, 2005). O ambiente de marisma ocorre em planícies costeiras, ocorrendo em áreas de deposição marinha recente regularmente inundadas por águas salinas ou salobras (BIGARELLA, 2001; LANA, 2003).

Marismas são homólogos de mangue na região temperada (ADAM, 2002; COSTA, 1998a; SCHAEFFER-NOVELLI, 1999) sendo consideradas um sistema de transição entre o ambiente aquático e terrestre (VALGAS, 2009). Juntamente com os manguezais, constitui um dos principais sistemas vegetais de produção que subsidiam as áreas alagáveis (*wetlands*) costeiras, como estuários e baías (COSTA, 1996; LANA, 2003; ODUM, 2004).

As marismas tropicais e subtropicais são menos desenvolvidas e diversificadas que as de região temperada porque seu desenvolvimento está relacionado à alta capacidade de suportar baixas temperaturas do ar e da água, sendo o manguezal a vegetação mais adaptável às altas temperaturas dos trópicos (COSTA; DAVY, op. cit.; PENNING; BERTNESS, 2001). Adaime (1978) afirma que em regiões tropicais, marismas são formações pioneiras associadas a bordas inferiores de manguezais.

Marismas ocorrem entre as latitudes de 32° N aos 52° S (COSTA; DAVY, 1992). São ambientes estressantes devido à alta salinidade e à ciclos de inundação periódicos, permitindo a existência de vegetais com modificações morfo-anatômicas adaptadas a estas condições (SILVESTRI; DEFINA; MARANI, op. cit. Devido o caráter pioneiro, os ambientes de marismas encontram-se em locais estressantes para as assembléias bentônicas associadas, devido à variações de salinidade, temperatura e hidrodinâmica associada aos períodos cíclicos de alagamento, característico de regiões entre-marés (ADAM, 2009).

Por não constituírem uma fitocenose dominante, as marismas tropicais e subtropicais têm sua importância reduzida na literatura quando comparada aos manguezais (ADAM, 1990; op. cit.; BIGARELLA, 2001; NETTO; LANA, 1999; OLIVEIRA et al., 2006), sendo ignorada como ocorre nos trabalhos de Barnes e

Hughes (1982) e Levinton (1982). Em contrapartida, há registros da presença de marismas nos Estados do Amapá, Pará e Maranhão (PANITZ, 1992) e aparentam ser dominadas pela espécie *Spartina brasiliensis* Raddi (1823) (ADAM, 2002; BIGARELLA, 2001; PANITZ, 1992).

Em trabalhos mais recentes as marismas de *Spartina alterniflora* Loisel (1807) têm sido observadas por Braga, Beasley e Isaac (2009) e Braga et al. (2011) em diferentes ambientes do estuário do rio Caeté, como em áreas expostas e protegidas da ação das ondas; habitats arenosos; próximo à manguezais; e em ilhas de recente sedimentação.

A composição das marismas geralmente é dominada por poucas ou por uma única espécie, sendo classificadas taxonomicamente segundo esta característica (DAVY; COSTA, 1992). Por exemplo, a espécie *S. alterniflora* domina a vegetação de marismas no sul e sudeste (especialmente no litoral paranaense) onde são conhecidas por “praturá” (BIGARELLA, op. cit.; CANEPARO, 2005). Já nas marismas do litoral norte foram encontradas, além da *S. alterniflora*, as espécies *Sporobolus virginicus*, *Cynodon sp.*, *Paspalum sp.* e *S. brasiliensis*, todas pertencentes a Família Poaceae (MENEZES; BERGER; MEHLIG, 2008). Assim, formam bancos de vegetação monoespecífico que inicialmente invade a linha costeira sedimentar, formando cinturões (ou franjas) descontínuos que colonizam planícies de marés protegidas do impacto direto das ondas, facilitando a acumulação de sedimento e a formação de habitats em frente aos manguezais (BIGARELLA, op. cit.; PENNING; BERTNESS, 2001; SCHAEFFER-NOVELLI, 1999).

Tanto nos ambientes temperados quanto nos tropicais, marismas parecem desempenhar funções ecológicas similares: proteger a costa contra processos erosivos, pois a cobertura vegetal atua como importante agente geomorfológico, impedindo a ação erosiva do mar e dos ventos sobre a costa, através da redução da velocidade das correntes, permitindo a deposição e/ou retenção de sedimento e associados (BIGARELLA, op. cit.; COSTA, 1998a; DAVY; COSTA, op. cit.; OLIVEIRA et al., 2006; PENNING; BERTNESS, op. cit.).

Além do mais a alta produtividade vegetal das marismas desempenha uma importante fonte de detritos para as teias alimentares estuarinas e costeiras, podendo contribuir em até 25% da produção total de detritos em áreas tropicais

(COSTA, 1996; PEIXOTO; COSTA, 2004; SEELIGER; COSTA; ABREU, 1998). De forma geral, o desenvolvimento da vegetação de marisma acima e abaixo do solo promove uma área propícia à fixação e proteção contra predação para alguns organismos. A porção aérea da vegetação de marisma modifica os regimes locais de circulação e sedimentação através do soerguimento da superfície da marisma através do trapeamento do sedimento (BOORMAN, 1999; BORTOLUS; IRIBARNE, 1999; FLYNN; TARARAM; WAKABARA, 1996; IRIBARNE; BORTOLUS; BOTTO, 1997).

As raízes e rizomas das marismas influenciam nas condições ambientais do sedimento, como a oxigenação deste através das raízes ou com a acumulação de água em volta das raízes, levando a condições favoráveis para a proliferação de organismos (NETTO; LANA, 1997; WHITCRAFT; LEVIN, 2007), como isso acaba proporcionando variações verticais das características ambientais como a granulometria, e conteúdo orgânico e de água do sedimento que raramente excedem os poucos centímetros de profundidade (BROEDEL, 2004; CHOU; YU; LOH, 2004; LYRA, 2007; OTHMAN; SAMAT; HOO, 2002; PASSOS; VALGAS, 2009). Essas variações impulsionam uma zonação ou distribuição vertical das associações bentônicas também. A distribuição vertical das espécies e da densidade de organismos nas diferentes camadas sedimentar está relacionada, além da presença de sedimentos oxidados, à disponibilidade de alimento, relações interespecíficas e respostas adaptativas à ação de predadores, porosidade do sedimento, salinidade (JORCIN, 1999; KAPUSTA; WÜRDIG; BEMVENUTI, 2002; MARIDET; WASSON; PHILIPPE, 1992; POOLE; STEWART, 1976).

A fauna associada a marismas é composta por espécies de origem aquática e terrestre. Visto que grandes extensões de marismas são alagadas ocasional ou raramente, organismos terrestres tendem a ser muito comuns. Entretanto, os organismos aquáticos têm sido mais estudados (COSTA, 1998b). Muitos destes organismos, como peixes, moluscos e crustáceos são importantes economicamente ou utilizados para alimentação, e encontram nas marismas melhores condições de alimentação, predando outros invertebrados bentônicos, algas epífitas ou consumindo a própria vegetação (LANA; GUISS, 1992; ROZAS; ZIMMERMAN, 2000; SILLIMAN; BORTOLUS, 2003; WHALEY, 1997; ZIMMERMAN; MINELLO, 1984).

A fauna bentônica também exerce uma importante função ecológica sobre a vegetação de marisma através da bioturbação e construção de tubos e tocas, que permite o transporte de água, nutrientes e oxigênio para as camadas mais internas do sedimento onde se localizam as raízes, favorecendo o desenvolvimento da vegetação (BORTOLUS; IRIBARNE, 1999; IRIBARNE; BORTOLUS; BOTTO, 1997). Além da participação direta dos organismos bentônicos na decomposição ativa de detritos orgânicos, participando efetivamente do ciclo de energia e materiais nas cadeias tróficas aquáticas (GARRISON, 2010; SUGUIO, 2003).

As associações bentônicas de marismas têm sido bem estudadas na Costa Leste e Oeste dos Estados Unidos (CRAFT; SACCO, 2003; GRIBSHOLT; KOSTKA; KRISTENSEN, 2003; GRIBSHOLT; KRISTENSEN, 2003; LEVIN; TALLEY; THAYER, 1996; KERWIN, 1964; KNEIB, 1984; MINELLO; ZIMMERMAN, 1992; POSEY et al., 2003; SILLIMAN; BERTNESS, 2002; SILLIMAN; BORTOLUS, 2003; STOCKS; GRASSLE, 2003; VAUGHN; FISHER, 1992; WAINRIGHT et al., 2000; WHALEY, 1997; WHITCRAFT; LEVIN, 2007). As investigações a cerca das associações bentônicas de marismas no Brasil, concentram-se na região sul e sudeste (COSTA; MARANGONI, 2000; FLYNN; TARARAM; WAKABARA, 1996; FLYNN et al., 1998; LANA; GUISS, 1992; NETTO; LANA, 1997, 1999; PAGLIOSA, 2006), enquanto que na Costa Norte Brasileira esta fauna continua pouco estudada com exceção dos trabalhos de Braga, Beasley e Isaac (2009) e Braga (2011).

Há uma necessidade por trabalhos de interações de halófitas com fatores abióticos, como o desenvolvimento de marismas, envolvendo a colonização de plantas vasculares em planícies de lama e de areia, sendo a matéria orgânica e a salinidade um importante componente do sedimento a influenciar a distribuição espacial de marismas (ADAM, 2002; SILVESTRI; DEFINA; MARANI, 2005); e bióticos como as relações intra- e interespecíficas, e as respostas adaptativas para viver em seu próprio ambiente (JORCIN, 1999; KAPUSTA; WÜRDIG; BEMVENUTI, 2002).

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho visa estudar as interações macrobentônicas associadas aos fatores abióticos e vegetais de bancos de marismas de *Spartina alterniflora* considerando diferentes ambientes do sistema estuarino do rio Caeté.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar parâmetros ambientais de sedimentos (conteúdo orgânico e de água no sedimento, tamanho médio de grãos, porcentagem de areia-silte-argila, salinidade no sedimento) relacionados à *Spartina alterniflora* em dois habitats do sistema estuarino de modo a conhecer as características físico-químicas do ambiente;
- Avaliar as características da vegetação (conteúdo orgânico e de água na vegetação; altura, densidade e área de ocupação) de marismas de *Spartina alterniflora* estudadas observando as diferenças locais entre os habitats (Furo Grande e Ajuruteua);
- Diagnosticar a composição da macrofauna bentônica determinando a abundância dos grupos taxonômicos encontrados, e definição da estrutura das comunidades, quanto á Número de Espécies (S), Abundância (N), Equitatividade (J') e Diversidade (H').

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 CONDIÇÕES CLIMATOLÓGICAS E METEOROLÓGICAS

O estuário do rio Caeté situa-se numa região tropical de clima úmido do tipo AM-2, que de acordo com a classificação de Köppen (1918) é caracterizado por ser quente e úmido (Clima Equatorial Amazônico), com pequena amplitude térmica mensal (em torno de 3°C), oscilando entre 25°C e 28°C (RIBEIRO et al., 2010). A umidade relativa do ar é elevada, com valores acima de 80% em todos os meses do ano (MORAES et al., 2005), a pluviosidade é elevada com média anual de 2500 mm/ano (ABREU, 2008). O clima da região apresenta uma forte e bem definida sazonalidade anual. Possui um período seco, em ocorrência de poucas chuvas, que se estende de junho a novembro e um período chuvoso, no qual ocorrem fortes chuvas entre dezembro e maio (MARTORANO et al., 1993; SILVA, 2002; RUIVO et al., 2005). É possível observar que os meses de fevereiro, março e abril possuem mais dias com chuva (INMET, 2010a).

3.2 CONDIÇÕES SEDIMENTOLÓGICAS E OCEANOGRÁFICAS

Do ponto de vista geomorfológico, a costa nordeste do estado do Pará é uma costa de rias, formada por vales fluviais parcialmente submersos durante o Holoceno (BERRÊDO; COSTA; PROGENE, 2008). A Formação Barreiras (Paleógeno) é a principal formação geológica da área e fonte de areias, siltes e argilo-minerais (principalmente caulinita e ilita), quartzo e oxi-hidróxidos de ferro para os manguezais. Os sedimentos dos manguezais (Holoceno) apresentam como característica geral, teores, em torno de 70% de silte, 10 a 20% de argila e menos que 10% de areia.

Os processos naturais atuantes na zona costeira Bragantina são extremamente energéticos, o que vem proporcionando intensas modificações na paisagem costeira. A posição geográfica do NE do Estado do Pará, aliada a seus embaiamentos costeiros e grande extensão da Plataforma Continental do Pará/Maranhão, proporciona o desenvolvimento de um ambiente de alta

energia, dominado por macromarés semi-diurnas com amplitude média de 5,6 m durante os solstícios e equinócios (DALRYMPLE; ZAITLIN; BOYD, 1992; HAYES, 1975; MARTORANO et al., 1993), com ondas de até 2m de altura geradas pelos ventos alísios de NE com velocidade que variam de 5 a 7,5 m/s e correntes de maré vazante no sentido de SE para NW e de maré enchente, NW para SE com velocidade média de 0,46 m/s, (DHN, 1986). A vazão no rio Caeté chega a aproximadamente 180 m³/s no mês de Abril (LARA, 2003). A velocidade de corrente pode atingir até 1,5 m/s durante as marés de sizígia (COHEN et al., 1999).

Quanto à circulação das águas, o estuário do Caeté é do tipo bem misturado (PRITCHARD, 1952). A velocidade de maré enchente é maior que a da maré vazante, sobretudo na sizígia. Mas a presença de bancos de areia, sobretudo a oeste do estuário do rio Caeté, quase que anula a velocidade das correntes de maré (ABREU, 2008). Tais condições hidrodinâmicas influenciam consideravelmente a sedimentação, o transporte de sal e a dinâmica das áreas costeiras, orientando os canais estuarinos do litoral norte, tornando-os incomparáveis com os demais setores da costa brasileira (SOUZA FILHO, 1999; SOUZA FILHO; EL-ROBRINI, 1997).

Quanto à geomorfologia, é do tipo formado em planície costeira (MIRANDA; CASTRO; KJERFVE, 2002). A sedimentação ao longo do estuário do rio Caeté se dá da seguinte forma: Depósitos lamosos distribuem-se ao longo do funil estuarino e dos segmentos retilíneos e meandrantés. No canal de curso superior, as planícies de inundação são constituídas por sedimentos pelíticos fitoturbados, ricos em matéria orgânica. Às margens desse trecho, ocorrem estreitas franjas de manguezal, seguidas por gramíneas e palmeiras que colonizam a planície de inundação e desaparecem quando entram em contato com o Planalto Costeiro (ABREU, op. cit.). O transporte de sal, dirigido estuário abaixo, pode ser resultado da descarga fluvial ou velocidade residual durante os meses de março e abril; e do transporte de massa gerado pela propagação de maré, devido à inclinação da topografia de fundo do estuário que, ambas, revelam uma possível influência sobre a costa paraense (SEGUNDO, 2007).

A planície de Ajuruteua (S 00°52'26" e W 46°38'59") está localizada na Planície Costeira Bragantina, delimitada pelos estuários do Caeté e Taperaçú, sendo atravessada por vários canais de maré como o Furo Grande (BRAGA,

2011). É uma área relativamente plana orientada na direção NW-SE com aproximadamente 2,5 km de extensão e 0,3 km de largura, apresentando um declive suave em direção ao mar, a arrebentação das ondas do tipo deslizante e o estado morfodinâmico dissipativo, caracterizando condições hidrodinâmicas de alta energia (MONTEIRO et al., 2009). Ela está sujeita a uma forte influência oceânica, transporte natural e deslocamento dinâmico de bancos de areia e do próprio rio Caeté (SOUZA FILHO, 1999).

3.3 VEGETAÇÃO

A vegetação da Planície Costeira Bragantina está enquadrada no contexto das florestas secundárias sobre o planalto costeiro e é representada principalmente por vegetação de mangue bem desenvolvida, cobrindo cerca de 95 % de toda a Planície Costeira Bragantina. É constituída por comunidades típicas pertencentes às espécies *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* e *Laguncularia racemosa*. O limite inferior dos bosques de mangue, na parte superior da zona entre-marés, são ocupados por marismas constituídas pela espécie *Spartina alterniflora* (BERRÊDO; COSTA; PROGENE, 2008) que atua como vegetação pioneira para o estabelecimento dos mangues (BRAGA; BEASLEY; ISAAC, 2009; BRAGA et al, 2011).

4 METODOLOGIA

A atividade de coleta de dados referentes à macrofauna bentônica associada às marismas ocorreu em dois locais: na Praia de Ajuruteua e no Furo Grande, ambos localizados na Península Bragantina.

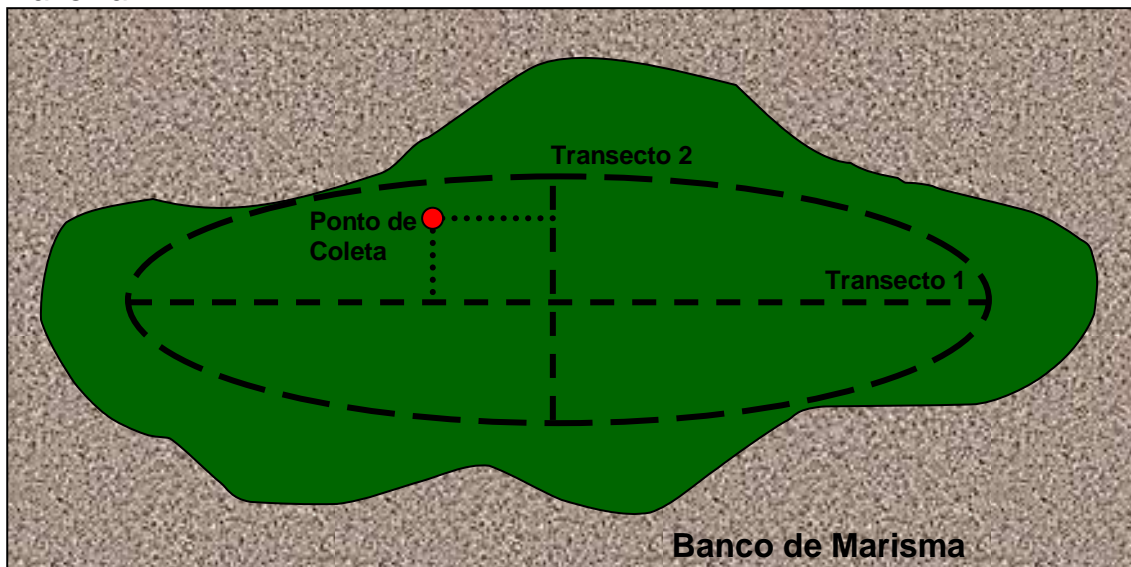
Figura 1 – Mapa da área dos bancos de marisma onde se realizaram as coletas: a) Praia de Ajuruteua; e b) Canal de Maré do Furo Grande. Península Bragantina, Pará.



FONTE: Google Earth (2012).

As coletas foram realizadas em abril de 2009, representando assim um período de elevada chuva na região. A coleta ocorreu nos períodos de lua cheia, quando se observou os maiores tempos de exposição da zona intermarés. Em cada local, foram feitas amostragens em três bancos de marisma. Cada banco teve sua área (m^2) medida, sendo então estabelecidos duas transecções perpendiculares, passando pelo centro do banco, desconsiderando cerca de 30 cm para eliminar o efeito de borda (Figura 6). Foram tomadas 04 réplicas, por banco de marisma, cuja localização foi determinada por sorteio da distância em metros a partir da interseção dos transectos.

Figura 2 – Metodologia de escolha do ponto de coleta dentro do banco de marisma.



FONTE: Modificado de Braga (2011).

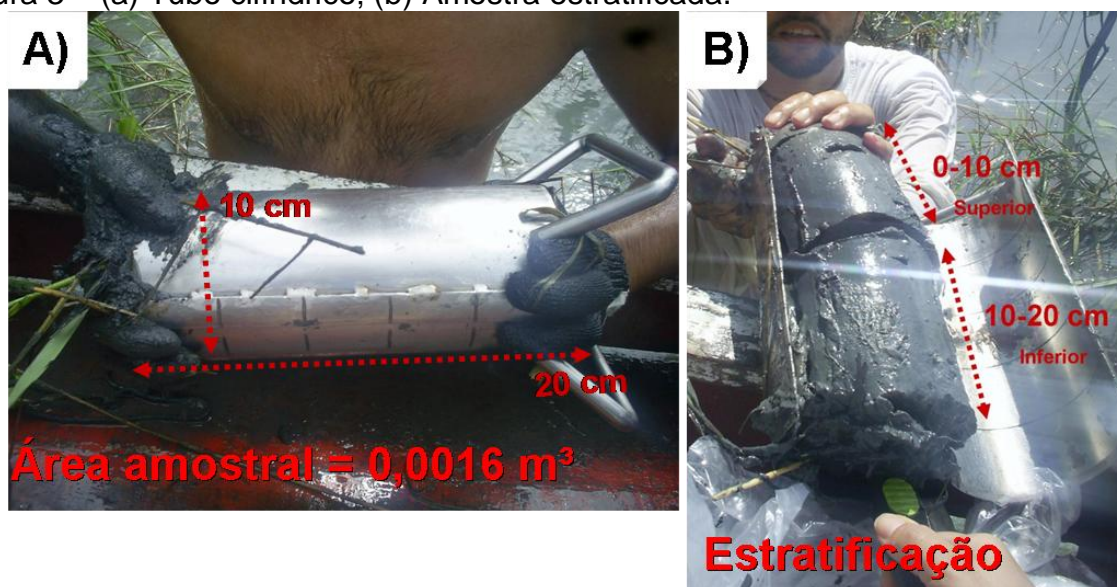
4.1 MACROFAUNA BENTÔNICA

A amostragem da macroinfauna foi realizada com um tubo cilíndrico de 20 cm de altura por 10 cm de diâmetro, o que limita a área amostrada em 0,0016 m³ (Figura 7). Este aparelho é uma adaptação de amostradores utilizados com sucesso na região em habitats entre-marés de substrato inconsolidados (ACHEAMPONG, 2001; FIGUEIRA, 2002; REBELO-MOCHEL, 1986; SAMPAIO, 2004). Possui como vantagem adicional permitir que se retirem amostras estratificadas em diferentes profundidades, visto que os organismos podem se distribuir verticalmente de forma desigual (ANGRADI; HOOD; TARTER, 2001; JOHNSON, 1967; NEWRKLA; WIJEGONAWARDANA, 1987).

Devido às marismas colonizadas por *Spartina* possuírem raízes pouco profundas, em parte, explicadas pelo tipo de reprodução clonal (PENNINGS; BERTNESS, 2001), no caso deste trabalho optou-se por estratificar cada amostra em profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, que correspondem, respectivamente, a zona superior (com influência das raízes) e inferior (sem influência das raízes) (Figura 8).

O material coletado foi lavado em malha de 0,3 mm de abertura visando à separação dos organismos do sedimento. Esta abertura é mais efetiva que a tradicional malha de 0,5 mm na retenção do macrozoobentos pois também retém as formas juvenis (BEMVENUTI, 1994). O material retido na malha foi acondicionado em sacos plásticos identificados, sendo inicialmente adicionado cloreto de magnésio (MgCl) à 10% por um período mínimo de 2 horas, e posteriormente fixado com solução de formalina salina a 5% neutralizada com tetraborato de sódio (bórax) e transportado para o laboratório.

Figura 3 – (a) Tubo cilíndrico; (b) Amostra estratificada.



4.2 SEDIMENTOLOGIA

Em cada banco de marisma uma réplica adicional de sedimento foi também tomada, com sorteio semelhante à amostragem de macroinfauna, para a determinação da granulometria (tamanho médio de grão (ϕ - Ø), seleção, percentagem de areia, silte e argila), estratificada nas mesmas profundidades já descritas para a coleta de macrozoobentos. Para a determinação do conteúdo de matéria orgânica (g) do sedimento, uma segunda amostra estratificada do substrato foi tomada em cada banco e resfriada ainda em campo, sendo congelada posteriormente em laboratório. Também foram obtidas medidas de temperatura (°C) e salinidade (‰) *in situ* com termômetro de solo e refratômetro ótico respectivamente.

4.3 VEGETAÇÃO

Em cada banco uma réplica de vegetação foi coletada com um delimitador quadrado de 50 x 50 cm (0,25 m²) que foi posicionado aleatoriamente, com sorteio semelhante à amostragem de macrofauna. A área do amostrador foi cavada até a profundidade da raiz para retirada da vegetação aérea e subterrânea. Estas amostras foram mantidas resfriadas para evitar a decomposição, e perda de biomassa, até o processamento definitivo em laboratório.

4.4 ATIVIDADES DE LABORATÓRIO

As amostras biológicas foram novamente lavadas em malha de 0,3 mm de abertura para a separação dos organismos do sedimento restantes e a substituição do formol por álcool 70%. O material retido foi analisado sob microscópio estereoscópico e microscópio ótico para separação, contagem, e identificação taxonômica à menor categoria taxonômica possível.

Para as análises de sedimento, foi empregada a metodologia de Suguio (1973). O conteúdo de água no sedimento foi medida através da pesagem do sedimento antes e após a secagem em estufa até peso constante. O sedimento foi então lavado com água destilada para retirada de sais, submetido à secagem em estufa à 60 °C e pulverizado para alíquotas. Um jogo padrão de peneiras metálicas (2 a 0,062 mm com intervalos de 0,5 Ø) foi utilizado para quantificar as frações grosseiras e submetido à procedimentos de pipetagem para a separação úmida da fração fina (silte + argila). O conteúdo de matéria orgânica e água no sedimento foram obtidos por processos de secagem e calcinação semelhante à realizada para vegetação.

Para a vegetação foi adotada uma metodologia adaptada de estudos realizados com sucesso em ambientes de marismas no sul do Brasil (LANA; GUISS, 1991; 1992; LANA; GUISS; DISARÓ, 1991). Inicialmente, foi contado o número de colmos para determinar a densidade e foi medida a altura de cada colmo (da base da raiz até a extremidade apical) para determinar a altura média do banco. Posteriormente, foram separadas as partes aéreas (caule, folhas, flores, brotos) e subterrâneas (raízes) para determinar os conteúdos

orgânicos e de água. Sub-amostras de cada parte foram secadas em estufa a temperaturas entre 80 e 90 °C até peso constante. O conteúdo orgânico de cada parte foi obtido por calcinação, que consiste na queima em forno mufla a uma temperatura de 500 °C por 4 horas de 1 ou 2 g de vegetação seca, sendo as cinzas pesadas em balança analítica (precisão de 0,0001g). A diferença no peso antes e depois a calcinação representa o conteúdo de matéria orgânica que volatilizou.

4.5 ANÁLISE DE DADOS

Foram realizados testes de normalidade da distribuição dos dados, por variável, pelo teste de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade das variâncias pelo teste C de Cochran. Quando for necessário, transformações foram aplicadas visando balancear o peso de espécies raras e abundantes e validar os pressupostos para análises subseqüentes (SOKAL; ROHLF, 1997). A escolha da transformação mais adequada seguiu o procedimento de Clarke e Warwick (2001) em que, para cada variável, é ajustada uma regressão linear entre os valores de log do desvio padrão e log da média da variável testada. A partir do coeficiente angular da equação da reta ($y = bx + a$) resultante são determinadas as seguintes transformações: $b \cong 0 \Rightarrow$ sem transformação; $b \cong 0,5 \Rightarrow \sqrt{\cdot}$; $b \cong 0,75 \Rightarrow \sqrt{\sqrt{\cdot}}$; e $b \cong 1 \Rightarrow \log(x+1)$.

Análises de variância foram utilizadas entre locais (Ajuruteua x Furo Grande) e profundidades (Superior x Inferior) para comparar os valores das variáveis bióticas, aquelas relacionadas à estrutura da assembléia bentônica como abundância, número de taxa, o índice de diversidade de Shannon (H') e o índice de equitabilidade de Pielou (J'). Também, foram analisadas as variáveis relacionadas à vegetação da marisma (densidade, altura média de vegetação, conteúdo de água e matéria orgânica das partes aéreas e subterrâneas da vegetação e características do sedimento (salinidade, tamanho médio de grãos, seleção, ou percentagem areia/silte/argila e conteúdos de água e matéria orgânica entre tratamentos (diferentes locais e profundidades). O teste de Tukey foi utilizado como método de comparação das médias *a posteriori* sempre que registrada diferença significativa (UNDERWOOD, 1997; ZAR, 1999).

Análises multivariadas seguiram a metodologia proposta por Clarke e Warwick (2001) e Clarke e Gorley (2001). Matrizes de similaridade foram calculadas utilizando o coeficiente de Bray-Curtis, medida de distância apropriada quando se trabalha com dados que possuem muitos zeros, como é esperado para os dados de abundância de taxa do presente trabalho. A partir dessa matriz, análises de similaridade (ANOSIM) foram conduzidas para comparar a estrutura das assembléias entre tratamentos, onde os valores R indicam o grau de similaridade entre as amostras, acompanhado com o nível de significância (valor P). Nesta análise, os valores de R situam-se entre -1 e +1 sendo que R=1 indica que todas as réplicas dentro do grupo são mais similares entre si que qualquer outra réplica de grupos diferentes e $R \approx 0$ aponta que a similaridade dentro e entre grupos é, em média, a mesma.

A formação de grupos significativamente diferentes em ANOSIM foi visualizada através de análises de ordenação (MDS), que é uma representação gráfica dos padrões de similaridade entre os diferentes tratamentos/amostras em termos de abundância e composição da fauna. A qualidade das ordenações foi avaliada através do STRESS (**S**tandardized **R**esidual **S**um of **S**quares) que indica o grau de ajuste das distâncias entre as unidades amostrais no número de dimensões desejado (geralmente duas ou três). Valores de STRESS <0,05 indicam uma representação excelente das similaridades entre unidades amostrais; <0,1 indicam boa representação; <0,2 indicam representações úteis; >0,3 indicam que a distribuição das unidades amostrais na ordenação pode ser arbitrária (CLARKE; GORLEY, op. cit.; QUINN; KEOUGH, 2002).

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

Para correlacionar as variáveis bióticas e abióticas, foi empregada a rotina BIO-ENV (**B**iota-**E**nvironment **M**atching). Esta análise visou identificar quais dados abióticos melhor explicam a estruturação das assembléias biológicas através do coeficiente de correlação de Spearman (ρ) (CLARKE; WARWICK, op. cit.; UNDERWOOD, 1997). Este índice resulta em valores compreendidos entre -1 e +1 e quanto mais próximo estiver destes extremos, maior é a

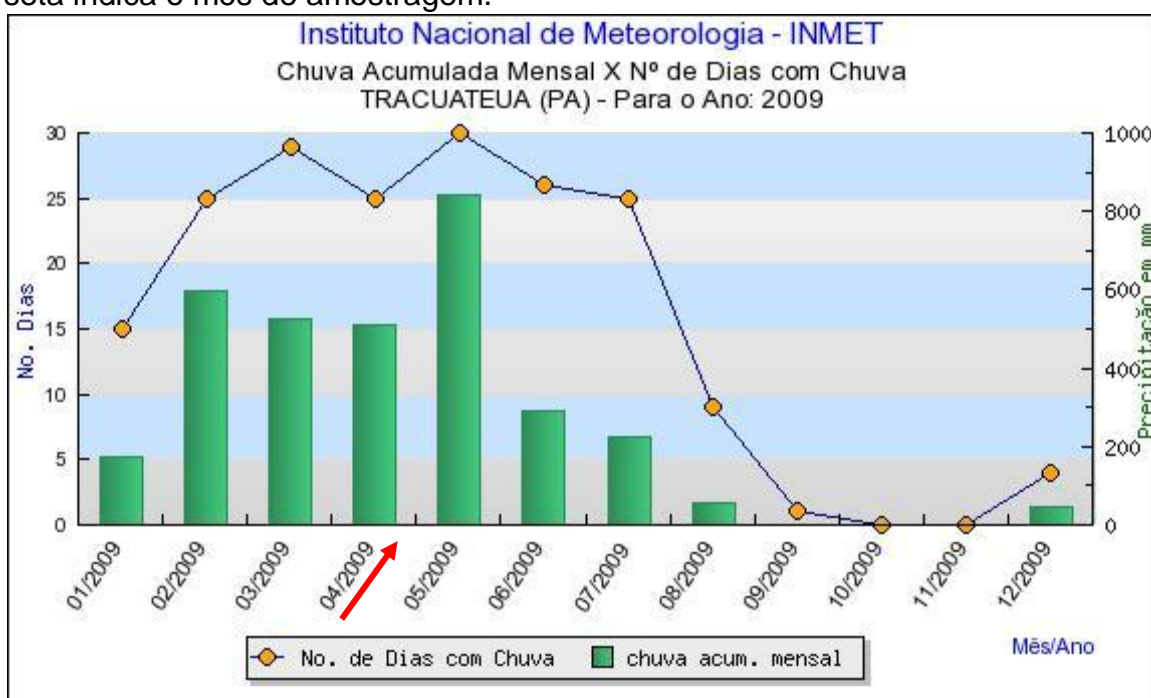
associação entre as variáveis e a estrutura das assembleias. O sinal negativo da correlação significa que as variáveis variam em sentido contrário, isto é, as categorias mais elevadas de uma variável estão associadas a categorias mais baixas da outra variável (CLARKE; GORLEY, 2001).

5 RESULTADOS

5.1 CLIMA

Durante o ano de 2009, na Estação Convencional de Tracuateua a 13 km da Estação Meteorológica de Bragança ($-1,04522^\circ$ de latitude e $-46,7827^\circ$ de longitude), a precipitação pluviométrica (Figura 01) apresentou padrão sazonal bem demarcado. Foi observada precipitação mais elevada em fevereiro a maio, e mínima de setembro a novembro. Os máximos foram registrados no mês de maio (800,8 mm) e mínimo em outubro e novembro (0,00 mm) (INMET, 2010b).

Figura 4 – Chuva Acumulada Mensal em 2009 na Estação de Tracuateua A seta indica o mês de amostragem.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2010b).

5.2 SEDIMENTOS

A maioria dos parâmetros de sedimento (conteúdo orgânico e de água, tamanho médio do grão, porcentagens de areia, silte e salinidade) variou significativamente entre ambientes, exceto por % argila. Em compensação, a maioria dos parâmetros variaram entre as profundidades (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados de ANOVA (valores de F) avaliando efeitos do local e profundidade nos parâmetros de sedimento. Valores significativamente diferentes entre parêntesis avaliados por análise de variância e teste de Tukey post hoc dado pelo NS= não significativo = $p > 0,05$; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ e *** $p < 0,001$; PA = Praia de Ajuruteua; FG = Furo Grande; Su = Profundidade Superior; In = Profundidade Inferior.

	Fatores	
	Locais (Lf=3)	Profundidade (Pf=1)
Conteúdo de Água (mg)	118,73 *** FG>PA	0,08 NS
Conteúdo Orgânico (g) transformado Log (x + 1)	353,86 *** FG>PA	0,003 NS
Tamanho Médio dos Grãos	47,57 *** FG>PA	0,42 NS
% Areia	35,34 *** PA>FG	0,35 NS
% Silte	36,24 *** FG>PA	0,34 NS
% Argila	2,76 NS	0,96 NS
Salinidade	103,29 *** PA>FG	0,07NS

O conteúdo orgânico e de água no sedimento e o tamanho médio dos grãos foram significativamente maiores no FG. A salinidade da água intersticial foi maior em PA (Tabela 1). Os parâmetros texturais do sedimento representados na Tabela 4, por profundidade e local de amostragem, mostra que os sedimentos de PA foram classificados como areia grossa a média na profundidade superior e areia média, na profundidade inferior; no FG como areia fina a silte grosso na profundidade superior e areia muito fina a silte grosso na profundidade inferior. Desta forma, PA e FG podem ser caracterizados como ambiente arenoso e lamoso, respectivamente. O grau de seleção no PA foi classificado como moderadamente selecionado na profundidade superior e moderadamente a muito bem selecionado na profundidade inferior. Enquanto que no FG, o grau de seleção foi classificado como pobremente selecionado em ambas as profundidades.

5.2 VEGETAÇÃO

A cobertura vegetal não variou significativamente entre locais; e o conteúdo de água e orgânico não variou entre profundidades. Mas o conteúdo orgânico e

de água, altura média e densidade média variaram significativamente entre locais (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultados de ANOVA (valores de F) avaliando efeitos de local e profundidade nos parâmetros de vegetação. Valores significativamente diferentes entre parêntesis avaliados por análise de variância e teste de Tukey post hoc dado pelo NS= não significativo = $p > 0,05$; * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ e *** $p < 0,001$. PA = Praia de Ajuruteua, FG = Furo Grande; Su = Profundidade Superior; In = Profundidade Inferior.

	Fatores	
	Local (Lf=3)	Profundidade (Pf=1)
Conteúdo de Água (mg)	1,25 *** PA>FG	0,95NS
Conteúdo Orgânico (g) transformado Log (x + 1)	5,64 *** FG>PA	4,74 NS Su ≈ In
Altura Média (cm)	124,16 *** PA>FG	-
Densidade Média (colmos/0,25m²)	4215,91 *** PA>FG	-
Cobertura Vegetal (m²) transformado Raiz	0,20 NS	-

O conteúdo orgânico na vegetação foi maior nas marismas do FG. Enquanto que os bancos de marismas foram mais altos e densos na PA (Tabela 5).

5.3 PCA

As análises de PCA, baseados nas variáveis ambientais (vegetação e sedimento), apresentou resultados que explicam 86,4 % da variação em relação aos locais e profundidades analisadas. As réplicas se agruparam de acordo com o local e profundidade e este fator explica toda a variação, tanto em PC1 quanto em PC2. No lado direito da ordenação, localizaram-se as amostras referentes à PA e no lado esquerdo da ordenação, as amostras referentes ao FG, revelando uma clara separação entre os locais. A separação entre profundidades também se apresentou claras no sentido vertical, as amostras situadas na porção superior da ordenação são referentes à profundidade superior, enquanto as amostras situadas abaixo são referentes à profundidade inferior (Figura 9).

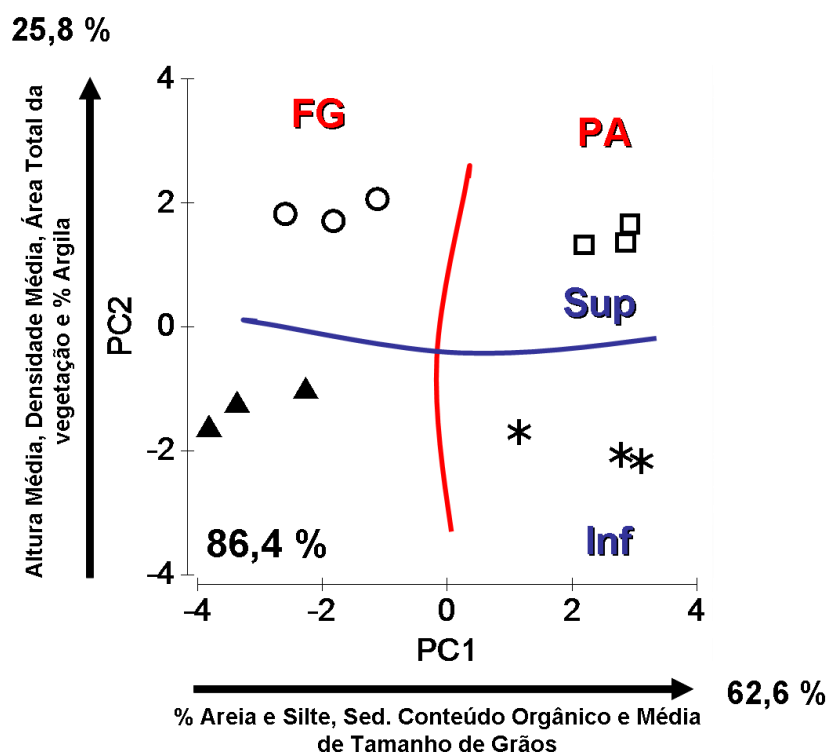


FIGURA 5 – Ordenação PCA de amostras de vegetação e sedimento em marismas amostrados em FG superior (○), FG inferior (▲), PA superior (□) e PA inferior (*), durante Abril/09, na Península Bragantina, Pará.

De acordo com a Tabela 6, as variáveis Veg. Conteúdo Orgânico, Sed.% Areia, Veg. Conteúdo de Água, Sed. Conteúdo Orgânico, Sed. Média de Tamanho de Grãos e Sed. % Silte contribuíram com 62,6 % para a formação de grupos ao longo do PC1. Desta forma, as amostras situadas à direita do gráfico de ordenação PCA (Figura 9) apresentam a maior quantidade de Conteúdo Orgânico no sedimento, maior Média de Tamanho de Grãos e maior porcentagem de Silte. Enquanto que ao lado esquerdo encontra-se as amostras com maior Conteúdo Orgânico na Vegetação, maior porcentagem de Areia e maior Conteúdo de Água na vegetação. Sendo assim, na PA a contribuição orgânica é da vegetação e no FG, do sedimento.

Os grupos formados ao longo do PC2 tiveram 25,8 % da contribuição total com as variáveis Veg. Altura Média, Veg. Densidade Média, Veg. Área Total, Sed. % Argila, Veg. Conteúdo de Água e Veg. Conteúdo Orgânico. Então as amostras situadas na porção superior (Figura 9) destacam-se por possuírem maior Altura Média, Densidade Média e Área Total da vegetação. Enquanto que na porção inferior, as amostras destacaram-se por possuírem maior porcentagem de Argila, maior Conteúdo Orgânico e de Água na vegetação.

Tabela 3 – Valores médios (\pm SD) das variáveis de sedimento nos locais e profundidade, Península Bragantina, PA.

	Conteúdo de Água (mg)	Conteúdo Orgânico (g)	Tamanho Médio dos Grãos	% Areia	% Silte	% Argila	Salinidade (‰)
Local							
PA	5,35 \pm 3,07	0,27 \pm 0,07	1,98 \pm 0,96	91,82	8,17 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	21,00 \pm 19,9
FG	9,57 \pm 8,17	2,86 \pm 1,77	4,97 \pm 2,72	79,35 \pm 35,10	63,40 \pm 20,65	1,50 \pm 0,00	18,00 \pm 16,90
Profundidade							
Superior (0-10 cm)	9,57 \pm 3,07	2,19 \pm 0,08	4,65 \pm 0,96	42,67	57,01 \pm 0,00	0,32 \pm 0,00	21,00 \pm 17,00
Inferior (10-20 cm)	8,36 \pm 3,24	2,86 \pm 0,07	4,97 \pm 1,28	35,1	63,4 \pm 0,00	1,50 \pm 0,00	21,00 \pm 16,90
Todos os grupos	9,57 \pm 3,07	2,86 \pm 0,07	4,97 \pm 0,96	35,1	63,4 \pm 0,00	1,50 \pm 0,00	21,00 \pm 16,9

Tabela 4 – Parâmetros texturais do sedimento em diferentes locais e profundidades, Península Bragantina, Pará.

Local	Profundidade	Classificação	Grau de Seleção
PA	Superior 0-10 cm	Areia grossa	Moderadamente selecionado
		Areia média	
	Inferior 10-20 cm	Areia média	
		Areia média	
FG	Superior 0-10 cm	Areia fina	Pobrememente selecionado
		Areia muito fina	
	Inferior 10-20 cm	Silte grosso	
		Silte grosso	

Tabela 5 – Valores médios (\pm SD) das variáveis de vegetação nos locais e profundidade, Península Bragantina, PA.

	Conteúdo de Água (mg)	Conteúdo Orgânico (g)	Altura Média (cm)	Densidade Média (colmos/0,25m ²)	Cobertura Vegetal (m ²)
Local					
PA	101,0 \pm 3,97	103,0 \pm 0,64	94,56 \pm 80,93	264,00 \pm 255,99	1612,53 \pm 189,65
FG	3,83 \pm 2,36	107,0 \pm 104,0	58,52 \pm 50,33	144,00 \pm 139,99	1046,01 \pm 125,60
Profundidade					
Superior (0-10 cm)	6,89 \pm 3,36	106,0 \pm 0,64	94,56 \pm 50,34	264,00 \pm 140,00	1612,53 \pm 125,61
Inferior (10-20 cm)	101,0 \pm 2,36	107,0 \pm 101,0	-	-	-
Todos os grupos	101,0 \pm 2,36	107,0 \pm 0,64	94,56 \pm 50,33	264,00 \pm 139,99	1612,53 \pm 125,60

Tabela 6 – PCA de marismas amostrados entre locais (FG; PA) e profundidade (superior; inferior) na Península Bragantina, PA.

No	Variáveis	Autovetores	
		PC1	PC2
1	Veg.Alt. Média	0,073	0,552
2	Veg.Dens. Média	0,074	0,551
3	Veg.Área Total	0,063	0,551
4	Veg.Conteúdo água	0,310	-0,053
5	Veg.Conteúdo orgânico	0,345	-0,089
6	Sed.Cont.Agua.	-0,330	0,132
7	Sed.M.O.	-0,353	0,076
8	Sed.Méd. tam. grãos	-0,360	-0,036
9	Sed.Classificação	-0,322	0,170
10	Sed.% Areia	0,339	0,056
11	Sed.% Silte	-0,358	0,027
12	Sed.% Argila	-0,245	-0,140

5.4 MACROFAUNA BENTÔNICA

A fauna foi constituída de 1959 organismos distribuídos em 35 táxons pertencentes aos filos Arthropoda (17 táxons), Annelida (12 táxons), Mollusca (cinco táxons) e Nemertea (um táxon). Dos 35 táxons registrados, oito táxons foram comuns a ambos locais e a profundidade superior, 23 táxons restritos apenas em FG e apenas quatro táxons em PA (Tabela 7).

No FG, a macrofauna total foi composta por 31 táxons, sendo 29, na profundidade superior e 11, na inferior. Na PA, a macrofauna total constituiu 12 táxons, onde só foram registrados táxons nas profundidades superiores (Tabela 7). Os filos Annelida e Arthropoda foram dominantes em praticamente todos os locais e profundidades, seguidos pelos filos Mollusca e Nemertea.

Na profundidade superior do FG, o filo Annelida representou cerca de 98% dos todos organismos encontrados, destacando-se o táxon Tubificinae (74%). Na profundidade inferior, o filo Annelida também foi mais dominante, sendo representado pelos táxons *Notomastus lobatus* (33%) e Tubificinae (30%). Também se observa uma maior participação do filo Arthropoda, representado por Hemiptera (8%).

Na PA, a macrofauna foi encontrada apenas a profundidade superior. Sendo composta predominantemente pelo filo Annelida. Os táxons *Capitella* (27%), *Neanthes succinea* (7%) e *Laeonereis culveri* (40%), foram dominantes. Não foi registrado nenhum táxon na profundidade inferior da PA.

Tabela 7 – Lista da participação relativa (%) dos táxons distribuídos por local (FG e PA) e por profundidade (superior e inferior).

FILOS	FG		PA	
	SUP	INF	SUP	INF
Nemertea				
	Nemertea	0,5		
Mollusca				
	<i>Anomalocardia brasiliiana</i>		2,42	
	Bivalve (juvenil)	0,22		
	<i>Heleobia sp.</i>	0,11		
	<i>Semele sp.</i>		1,61	
	Veneridae	0,11		
Annelida				
	<i>Capitella</i>	5,91	27,42	
	<i>Heteromastus sp.</i>	0,22		
	<i>Laeonereis culveri</i>	0,17	40,32	
	<i>Mediomastus sp.</i>	0,45		
	<i>Namalycastis abiuma</i>			2,5
	<i>Neanthes succinea</i>	1,5	5	7,26
	<i>Nephtys fluviatilis</i>	4,35	5	
	<i>Notomastus lobatus</i>	7,3	32,5	0,81
	<i>Parahesion sp.</i>	0,06		
	<i>Sigambra grubii</i>	2,06	5	4,03
	<i>Streblospio sp.</i>	0,06		
	Tubificinae	73,65	30	
Arthropoda				
	Acariformes	0,45		
	<i>Cassidinidea fluminensis</i>	0,17	2,5	3,23
	Ceratopogonidae (Larva)	0,5	2,5	
	Chironomidae (Larva)	0,17		
	<i>Corbicula sp.</i>	0,17		
	Dolichopodidae (Larva)			1,61
	<i>Halmyrpseudes spaansi</i>	0,06		
	Hemiptera	0,17	7,5	
	Hyalellidae	0,45	5	
	<i>Ocypode quadrata</i>			4,84
	<i>Pseudosphaeroma jakobii</i>	0,06		2,42
	<i>Sphaeroceridae sp.</i>		2,5	
	<i>Sphaeroma annandalei</i>	0,06		
	Tabanidae	0,06		
	Tipulidae	0,06		4,03
	<i>Uca cumulanta</i>	0,11		
	<i>Uca maracoani</i>	0,89		

O Número de espécies (S), Abundância (N), Equitatividade (J') e Diversidade (H') variaram significativamente entre locais e profundidades.

Tabela 8 – Resultados de Análise de Variância dos parâmetros S, N, J' e H' da macrofauna bentônica no FG e PA, utilizando diferentes profundidades (* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$). Valores significantemente diferentes entre parêntesis avaliados por análise de variância e teste de Tukey post hoc dado pelo NS= não significativo; $p > 0,05$; * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ e *** $p < 0,001$ = significativo. FG = Furo Grande, PA = Praia de Ajuruteua; Su = Profundidade Superior; In = Profundidade Inferior.

	Local			Profundidade		
	F	gl	p	F	gl	p
S	35,8	1	0,00** FG>PA	77,44	1	0,00** Su>In
N	213,58	1	0,00** FG>PA	257,58	1	0,00** Su>In
J'	197,91	1	0,00** FG<PA	284,87	1	0,00** Su<In
H'	197,91	1	0,00** FG<PA	284,87	1	0,00** Su<In

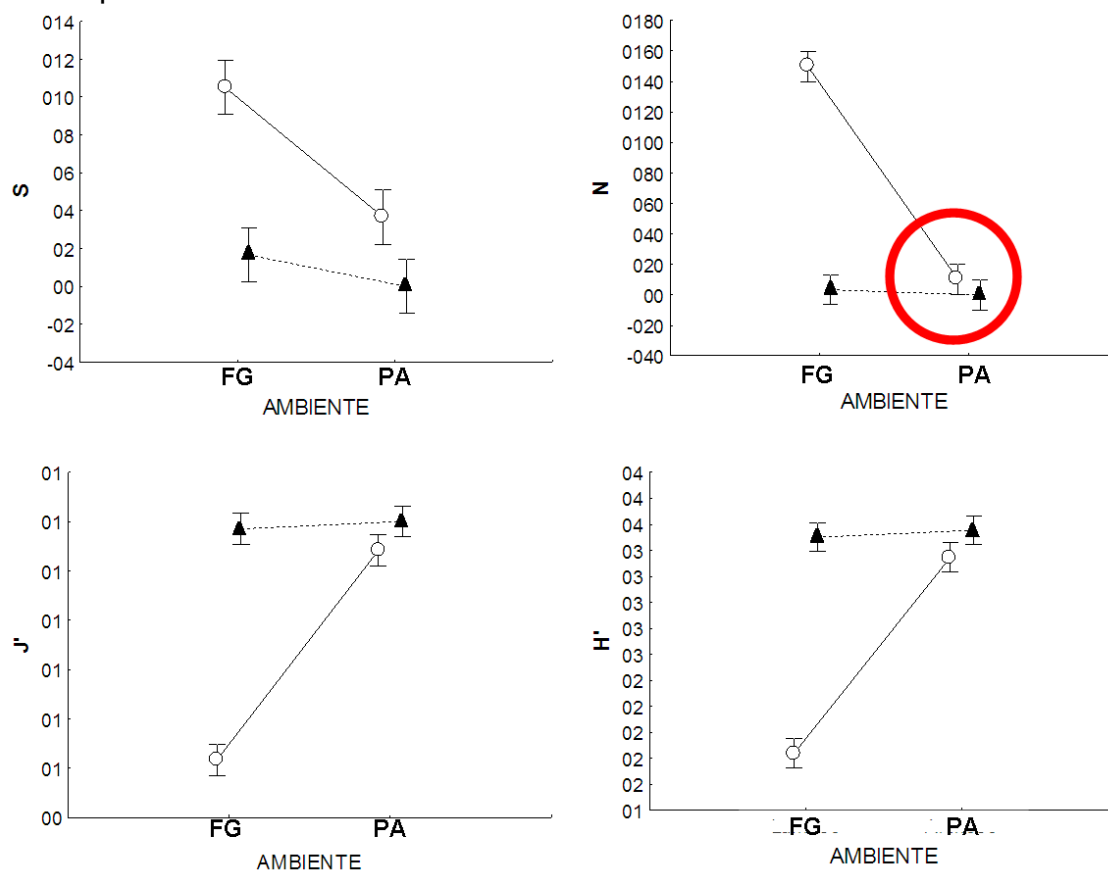
A H' foi significativamente maior nas marismas de PA, mas não variou significativamente entre profundidades, onde a densidade das espécies foi relativamente mais homogênea do que a apresentada nas marismas de FG. O baixo valor na J' se dá à alta densidade de organismos como Tubificinae e *Notomastus lobatus* que dominaram, em termos de N, a macrofauna (Tabela 8 e 9; Figura 10).

Na Figura 10, o que chama atenção é a aproximada igualdade nas marisma de PA. Foram encontrados poucos organismos na profundidade superior, sendo distribuídos em pouquíssimas espécies, o que em importância estatística quase se iguala a escassez de organismos na profundidade inferior do mesmo local.

Tabela 9 – Valores médios (\pm SD) das variáveis de macrofauna bentônica nos locais e profundidades, Península Bragantina, Pará.

	S	N	J'	H'
Local				
PA	8,0 \pm 1,0	22,0 \pm 1,0	1,0 \pm 0,86	3,55 \pm 3,08
FG	19,0 \pm 1,0	199,0 \pm 1,0	1,0 \pm 0,37	3,55 \pm 1,34
Profundidade				
Superior	19,0 \pm 3,0	199,0 \pm 6,0	0,98 \pm 0,37	3,50 \pm 1,34
Inferior	6,0 \pm 1,0	19,0 \pm 1,0	1,0 \pm 0,89	3,55 \pm 3,19
Todos os grupos	19,0 \pm 1,0	199,0 \pm 1,0	1,0 \pm 0,37	3,55 \pm 1,34

Figura 6 – S, N, J' e a H' em diferentes locais e profundidade superior (○) e inferior (▲), na Península Bragantina, Pará. As barras verticais representam o desvio padrão.



5.5 MDS

A análise de ordenação dos dados derivados da macrofauna associada a marismas de *Spartina alterniflora* permitiu a identificação de grupos de amostras (Figura 11). A ANOSIM indicou variação significativa na estrutura das comunidades entre locais ($R=0,87$). Por sua vez, observou-se uma separação entre as amostras de profundidade ($R=0,944$), principalmente na PA, identificando dissimilaridade significativa entre locais.

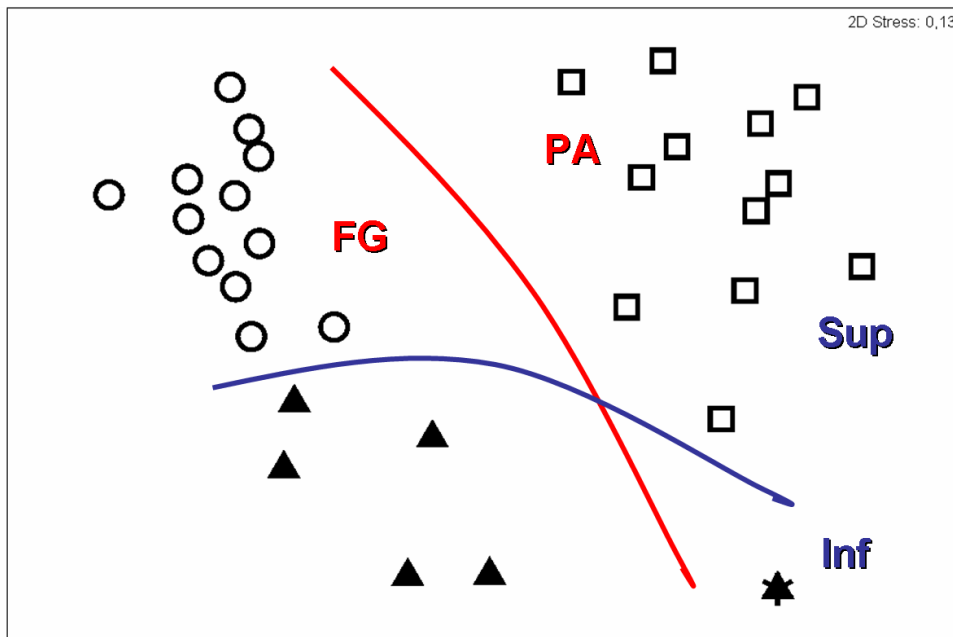


Figura 7 – MDS das amostras de FG superior (○), FG inferior (▲), PA superior (□) e PA inferior (*), derivados da macrofauna associada a marismas de *Spartina alterniflora*, durante Abril/09, na Península Bragantina, Pará.

5.6 SIMPER

A análise demonstrou que no mês de abril/09 ocorreram similaridades devido ao grande número de organismos (1959 indivíduos distribuídos em 35 espécies) coletados, tanto para locais quanto para profundidades. No FG, as análises do número de indivíduos e espécies mostraram a formação de um grupo com similaridade média de 55,59%, com contribuição principal de Tubificinae, *Notomastus lobatus* e *Nephtys fluviatilis*, somando 48,66% do total de espécies registradas para este local. Na PA, a similaridade do grupo foi maior (cerca de 79,33%) e as principais espécies à contribuir para formação deste agrupamento foram *Laeonereis culveri*, *Capitella* e *Neanthes succinea*, somando 49,49% do total de espécies registradas para este local. Entre profundidades, a similaridade média foi maior para o grupo superior (75,88%), com a contribuição de 43,9% das espécies *Capitella*, *Laeonereis culveri*, *Neanthes succinea* e Tubificinae. No entanto, para a profundidade inferior, a similaridade foi baixíssima (38,75%), se comparada aos demais valores registrados neste estudo, sendo o táxon Tubificinae responsável por 42,99% do total de espécies registradas para esta profundidade (Tabela 10).

5.7 BIOENV

As variáveis ambientais que estiveram bem relacionadas à estrutura das assembléias bentônicas associadas às marismas foram densidade média de vegetação e conteúdo orgânico da vegetação ($R=0,660$, $p<0,01$).

Tabela 10 – Sumários das análises de SIMPER mostrando a contribuição individual por espécie para a formação dos agrupamentos relacionados aos locais e as profundidades de coleta (Abril/09), Península Bragantina, Pará.

Grupo FG	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Similaridade média: 55,59%					
Tubificinae	2,95	15,62	7,80	28,09	28,09
<i>Notomastus lobatus</i>	1,76	6,10	1,23	10,98	39,07
<i>Nephtys fluviatilis</i>	1,45	5,33	1,16	9,60	48,66
<i>Sigambra grubii</i>	1,19	5,26	0,75	9,45	58,12
<i>Neanthes succinea</i>	1,19	4,65	1,05	8,37	66,49
<i>Ocypode quadrata</i>	0,97	3,92	0,90	7,04	73,54
<i>Capitella</i>	1,17	3,24	0,91	5,83	79,37
<i>Halmyrpsuedes spaansi</i>	0,75	2,26	0,91	4,07	83,44
<i>Ceratopogonidae (Larva)</i>	0,82	2,15	0,91	3,86	87,30
Nemertea	0,65	2,01	0,90	3,62	90,92
Grupo PA	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Similaridade média: 79,33%					
<i>Laeonereis culveri</i>	1,01	16,08	11,29	20,27	20,27
<i>Capitella</i>	0,89	12,97	42,85	16,35	36,62
<i>Neanthes succinea</i>	0,65	10,21	8,21	12,87	49,49
<i>Uca cumulanta</i>	0,56	8,83	6,13	11,13	60,62
<i>Sigambra grubii</i>	0,56	8,75	28,55	11,03	71,65
<i>Pseudosphaeroma jakobii</i>	0,58	8,75	28,55	11,03	82,69
<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	0,50	8,27	14,01	10,43	93,12
Grupo Profundidade Superior	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Similaridade média: 75,88%					
<i>Capitella</i>	2,06	9,73	2,73	12,82	12,82
<i>Laeonereis culveri</i>	1,37	8,51	1,01	11,22	24,04
<i>Neanthes succinea</i>	1,51	7,78	2,75	10,26	34,3
Tubificinae	2,29	7,29	0,9	9,6	43,9
<i>Sigambra grubii</i>	1,42	6,5	2,48	8,56	52,46
<i>Uca cumulanta</i>	0,73	4,41	0,9	5,82	58,28
<i>Pseudosphaeroma jakobii</i>	0,58	4,38	0,91	5,77	64,05
<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	0,5	4,14	0,91	5,45	69,5
<i>Notomastus lobatus</i>	1,45	4,13	0,9	5,44	74,94
<i>Nephtys fluviatilis</i>	1,12	3,36	0,91	4,42	79,36
<i>Halmyrpsuedes spaansi</i>	0,75	2,26	0,91	2,98	82,34
<i>Ceratopogonidae (Larva)</i>	0,66	2,15	0,91	2,83	85,17
Nemertea	0,65	2,01	0,9	2,65	87,82
<i>Ocypode quadrata</i>	0,63	1,94	0,91	2,56	90,38
Grupo Profundidade Inferior	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Similaridade média: 38,75%					
Tubificinae	0,67	16,66	8,94	42,99	42,99
<i>Sigambra grubii</i>	0,33	6,27	0,58	16,18	59,18
<i>Neanthes succinea</i>	0,33	3,95	0,58	10,21	69,38
<i>Nephtys fluviatilis</i>	0,33	3,95	0,58	10,21	79,59
<i>Notomastus lobatus</i>	0,48	3,95	0,58	10,21	89,79
<i>Ocypode quadrata</i>	0,33	3,95	0,58	10,21	100

6 DISCUSSÃO

Além do incremento da vazão no período chuvoso ser responsável pelo aumento da quantidade de sedimentos, nutrientes e matéria orgânica na descarga fluvial (SILVA, 2008), a ação hidrodinâmica de marés e ondas também funciona como importador/exportador sedimentar (MONTEIRO et al., 2009), promovendo uma variação em sua distribuição granulométrica (SUGUIO, 2003). Quando as ondas aproximam-se paralelamente à linha da costa, formam-se células de circulação costeira, com correntes longitudinais (PARK, 2008). Essas ondas quebram em um ângulo suave, distribuindo parte de sua energia para longe da direção de aproximação, propulsionando uma corrente estreita na qual o sedimento já suspenso pela ação de onda pode ser transportado costa abaixo (GARRISON, 2010). No estuário do Caeté, as correntes longitudinais superficiais e de fundo geram, respectivamente, uma intensa e fraca tensão na direção noroeste (SEGUNDO, 2007).

Essa ressuspensão de sedimentos auxilia no grau de selecionamento do sedimento, pois consegue agrupar e distribuir os grãos segundo seu tamanho médio (FAGHERAZZI; PRIESTAS, 2010; PEREIRA et al., 2007). A condição naturalmente abrigada do canal de maré e manguezal permite a deposição de argilas, silte e outros detritos na planície de maré (ONOFRE et al., 2007), devido a redução das velocidades das correntes pela fricção com a vegetação e bancos de areia, causando complexas alterações hidrodinâmicas até a total estagnação (SOUZA, 2004; SEGUNDO, op. cit.).

As frações finas são depositadas durante a fase estacionária da maré alta máxima. Quando a maré abaixa, as frações finas depositadas não são erodidas (SUGUIO, 1980). Nos rios, onde a água torna-se salobra, a salinidade tem um papel muito importante na sedimentação de partículas finas. À nível molecular, ocorre uma atração elétrica entre os íons na água e as ligações não atendidas nas bordas dos látices de cristal das partículas finas, acentuando a coagulação de moléculas orgânicas complexas, com o ligeiro incremento de salinidade (de 1–10). Às proximidades das zonas de relativa turbulência, os flocos formados sofrem uma ruptura resultando na deposição de sedimentos finos na zona de transição fluvio-marinha (DALRYMPLE; CHOI, 2007; JAEGER; NITTRouer,

1995; SUGUIO, 2003). Com isso a presença de uma intensa estratificação salina do rio Caeté, no período de alta descarga fluvial, permite a combinação da circulação estuarina com a floculação que melhoram a retenção de sedimentos no fluído lamoso estuário abaixo (KINEKE; STERNBERG, 1995; SEGUNDO, 2007).

Enquanto que nas praias, a intensa ação hidrodinâmica das ondas promove uma rápida retrolavagem de partículas mais finas (BIRD, 2008; GARRISON, 2010; SUGUIO, op. cit.), favorecendo a deposição de areia média a fina (BRAGA; SOUZA FILHO, 2007). Diante disto é possível afirmar que a ação hidrodinâmica das ondas é o principal fator modificador entre locais no estuário do Caeté.

Outra consequência desta hidrodinâmica estuarina (JAEGER; NITTROUER, 1995), juntamente com a condição baixa e plana da planície de maré do rio Caeté (COHEN et al., 2004), são as intercalações de material de diferente granulometria, modificando constantemente o horizonte ou camada sedimentar superficial (ROSSI; MATTOS, 2002). A elevação do nível topográfico torna a deposição de sedimentos finos escassa ao passo que aumenta a proporção de areia. Às vezes há, novamente, a deposição de sedimentos lamosos, quando as correntes longitudinais não conseguem transportá-los pelas rasas planícies de maré (DALRYMPLE; CHOI, 2007). Essa homogeneização das características ambientais entre zonas de profundidade se estende para além dos 20 cm (COIMBRA, 2003; ESTEVES, 1998; SEGUNDO, op. cit.; VALGAS, 2009; WHITCRAFT; LEVIN, 2007). No estuário do rio Caeté ficou claro que a ausência de zonação vertical está relacionada ao processo de retrolavagem da maré.

A análise sedimentar em laboratório mostra que o sedimento do estuário do rio Caeté é composto predominantemente por areia, silte e pouca argila. A feição granulométrica dos sedimentos variou entre locais de amostragem, com dominância de areia na Praia de Ajuruteua (PA) e de silte, no Canal de Maré do Furo Grande (FG). A argila não variou significativamente entre locais. Esse padrão de distribuição sedimentar registrada no estuário do rio Caeté assemelha-se aos padrões encontrados no mesmo estuário estudado por Monteiro (2009) e Silva (2008).

A coesão de sedimentos é uma reação complexa da composição mineralógica, da textura de sedimento, do conteúdo de água e do teor de matéria orgânica (SUGUIO, 1980). O tipo de sedimento depositado irá influenciar diretamente no conteúdo orgânico associado (STEIN, 2011). Substratos pouco compactados têm alta permeabilidade, o que os torna mais porosos (ALMEIDA, 2004), facilitando a penetração de água e matéria orgânica quando sujeito a períodos alternados de inundação e drenagem, conforme variação das marés (ROSSI; MATTOS, 2002).

A matéria orgânica se associa aos sedimentos finos através da reação de adsorção, devido à elevada área de superfície específica entre as partículas (ONOFRE et al., 2007). Dentre os fatores que corroboram para a formação de matéria orgânica, pode-se destacar a pouca oxigenação devido a saturação hídrica do solo, o pH alcalino, a disponibilidade de sulfetos e a decomposição anaeróbica pouco eficiente presentes no substrato. Para a retenção dessa matéria orgânica, da água e da salinidade, são necessárias, irregularidades topográficas e raízes delicadas e muito ramificadas de *S. alterniflora*. Explicando o alto teor de matéria orgânica nos sedimentos de locais lamosos no estuário do Caeté.

O acúmulo de matéria orgânica (proveniente da decomposição de raízes e folhas), assim como a humificação no substrato, com o incremento da profundidade ocorre com o tempo (FERREIRA, 2008). Da mesma forma que o estudo de Osgood et al. (1995) sobre a idade da marisma quanto o estágio de desenvolvimento, em termos de altura, densidade e biomassa de vegetação, afirma que marismas jovens têm os sedimentos mais arenosos com pouco conteúdo orgânico e geralmente com um padrão de drenagem superficial ineficiente. Enquanto que em marismas antigas, o sedimento é geralmente mais fino e rico em matéria orgânica, com um padrão de drenagem bem desenvolvida, sendo consistente com os primeiros estágios de acreção vertical. Contudo, o estudo de Braga et al. (2011) no estuário do Caeté, reforça que o tempo de colonização das marismas nos locais foi relacionada à falta de diferença entre as características de sedimento por profundidades, mesmo caracterizando as marismas na península de Ajuruteua como relativamente recentes. Assim como o constatado neste estudo.

Entretanto para o desenvolvimento de *Spartina* são necessárias condições fisiológicas largamente relacionadas ou por uma entrada suficiente de energia e substâncias vitais (como água, radiação solar, íons salinos, macro- e micronutrientes, etc.) ou por uma limitação dos fatores de estresse (como topografia, amplitude de maré, níveis de energia ambiental, etc.) (COSTA, 1996; 1998a; b; DAVY; COSTA, 1992; KERWIN, 1964; SILVESTRI; DEFINA; MARANI, 2005).

A atenuação solar pela cobertura das árvores de mangue é um fator que limita o mecanismo fotossintético da *Spartina* (COSTA; DAVY, 1992). A ausência dessa cobertura arbustiva expõe o solo ao calor da radiação solar, promovendo a evaporação (RIBEIRO et al., 2010) que diminui o conteúdo orgânico e os níveis de oxigênio e também aumenta a salinidade do solo (PENNING; BERTNESS, 2001). Essa salinidade também afeta a distribuição e desenvolvimento das marismas em um sistema estuarino (ADAM, 2002; SILVESTRI; DEFINA; MARANI, op. cit.). O que justifica a alta salinidade, pouca água intersticial e conteúdo orgânico presentes no sedimento na praia de Ajuruteua; e por consequência influencia na maior altura das marismas neste local.

A altura das marismas também exerce certa influência sobre as taxas de acúmulo sedimentar (BOORMAN, 1999). A vegetação atua como importante agente geomorfológico, funcionando como uma armadilha de sedimentos e poluentes, favorecendo o soerguimento da superfície da marisma através do trapeamento e da deposição de pequenos grãos de argila e areia suspensos na coluna d'água em hastes da gramínea (BIGARELLA, 2001; OLIVEIRA et al., 2006). Com isso, reduz ainda mais o fluxo das correntes e permitindo uma maior fixação de sedimento e matéria orgânica nas folhas, hastes e nas compactas redes de raízes superficiais, resultando na diminuição da ação erosiva do mar sobre a costa durante o evento de tempestades (COSTA, 1998a; DAVY; COSTA, op. cit.; PENNING; BERTNESS, 2001). As marismas estudadas por Flynn, Tararam e Wakabara (1996), possuíam aproximadamente 50 cm de altura, tornando-as mais resistentes ao fluxo de água das correntes de maré, permitindo a deposição de material fino e matéria orgânica. Como pode ser notado neste estudo onde a baixa média de 50,33 a 58,52 cm de altura encontrada nas marismas do FG coincide com a relativamente alta

concentração de conteúdo orgânico ligados aos sedimentos finos como silte e argila pela reação de adsorção já mencionada neste estudo.

Em contrapartida o estresse hídrico causado pelas marés não é um fator limitante para o desenvolvimento e produtividade em bancos de *Spartina* (COSTA, 1996; COSTA; CATARINO; BETTENCOURT, 2001; LONG; MASON, 1983; VALGAS, 2009), pois ela possui um metabolismo de assimilação fotossintético C4 (SANTOS, 2004) responsável por controlar efetivamente o balanço hídrico da planta nesses locais com variado índice de conteúdo de água intersticial. Além de existir um processo de bombeamento que incorpora nutrientes das partes profundas do sedimento à biomassa através de suas raízes (ESTEVES, 1998), absorvendo esses nutrientes em quantidades superiores as necessidades fisiológicas vegetais em virtude da alta capacidade de fixação de carbono durante a fotossíntese, onde há altos valores de conteúdo orgânico disponível no sedimento (COSTA, op. cit.; COSTA; CATARINO; BETTENCOURT, op. cit.; SANTOS, op. cit.). Como é observado nas marismas do Furo Grande, onde os altos valores de biomassa vegetal mostram-se de acordo com a alta concentração de matéria orgânica.

A relação entre biomassa vegetal e a salinidade do ambiente também estão vinculadas, uma vez que é uma estratégia adaptativa da *Spartina*, em solos altamente salinos, minimizar a pouca osmose de água através das raízes mantendo alta a concentração de solutos para assegurar a extração de fluidos do solo e distribuição dos nutrientes através dos sistemas vasculares para as estruturas superiores da planta. Já que altas concentrações de sal podem ser prejudiciais para o metabolismo vegetal, contudo, plantas freqüentemente usam solutos orgânicos, não sal, para manter essas altas pressões osmóticas vasculares, aumentando assim a sua biomassa (BERTNESS, 1999). Logo marismas pouco densas possuem talos baixos, grossos, fortes e muita biomassa, enquanto que marismas densas possuem talos altos, finos, fracos e pouca biomassa (PENNING; BERTNESS, 2001).

Arquiteturalmente, marismas inundadas totalmente duas vezes ao dia pela maré de *S. alterniflora* na costa Atlântica geralmente têm tecido aerenquimoso bem desenvolvido e raízes superficiais nos primeiros 2 a 3 cm de superfície para oxigenar as estruturas de raízes profundas. O desenvolvimento do tecido aerenquimoso e das raízes superficiais acompanha diretamente o

encharcamento do solo (BERTNESS, 1999; LONG; MASON, 1983). O que se assemelha ao encontrado neste estudo, em que a salinidade foi maior e a biomassa vegetal e o desenvolvimento dos tecidos aerenquimoso é reduzido na PA, resultando numa vegetação alta e densa, porém com raízes superficiais pouco desenvolvidas.

A presença da vegetação também impulsiona uma distribuição de parâmetros físicos entre as profundidades, como: condições de oxi-redução do solo, a porosidade do substrato, a disponibilidade de alimento; além das relações intra- e interespecíficas, e as respostas adaptativas da fauna bentônica que geralmente se dispõem nos primeiros 10 cm de profundidade. (JORCIN, 1999; KAPUSTA; WÜRDIG; BEMVENUTI, 2002; MARIDET; WASSON; PHILIPPE, 1992; NETTO; LANA, 1997; POOLE; STEWART, 1976).

As condições de oxi-redução do solo de marismas podem ser influenciadas pela atividade vegetal. Para compensar as baixas taxas de difusão no sedimento permanentemente encharcado, a parte superior da marisma produz oxigênio como um subproduto da fotossíntese e através das rápidas atividades metabólicas, as raízes consomem e permitem o vazamento desse oxigênio sobressalente, resultando em uma micro-zona de oxigenação ao redor das raízes, evitando o efeito tóxico de substâncias produzidas no processo de redução (como o Fe^{+2} , o Mn^{+2} e o HS^{-1}), conseqüentemente alterando as condições de oxidação da matéria orgânica e seu eventual acúmulo na camada sedimentar subsuperficial, favorecendo a resiliência das associações macrobentônicas (FERREIRA, 2008; GOLDBERG, 1996; LANA; GUISS, 1992; PENNINGS; BERTNESS, 2001). No estudo do estuário do Caeté, a diferença entre as profundidades foram similar entre si. Embora seja significativamente diferente entre locais. Uma vez que na PA, a intensa hidrodinâmica das ondas, o aumento da salinidade e exposição ao sol induz a evaporação diminui o conteúdo orgânico e os níveis de oxigênio, como ocorre também no estudo de Pennings e Bertness (op. cit.) e Monteiro et al. (2009).

Contudo o estudo de Bertness (op. cit.) afirma que as raízes se estabelecem nos primeiros 2 a 3 cm de profundidade, retendo e extravasando oxigênio no sedimento ao redor. Enquanto que para Netto e Lana (op. cit.), essa condição química do solo justifica o não aumento da abundância dos invertebrados abaixo de 5 cm de profundidade.

No estudo de Goldberg (1996), a presença de raízes e rizomas diminui a competição intra-específica e aumenta a eficiência da macrofauna para fugir de predadores. Uma vez que no estudo de Lana e Guiss (1992) e Flynn et al. (1998) é clara a utilização das estruturas vegetais vivas como refúgio que protege contra dessecação e/ou suporte físico para tubos. Além de favorecer a atividade de microorganismos denitrificadores através da oxidação dos resíduos vegetais, pela mineralização (enriquecimento orgânico do solo), disponibilizando nutrientes que beneficia a planta (RUIVO et al., 2005) e a composição e abundância de espécies depositívoras de superfície e subsuperfície (GOLDBERG, op. cit.).

Na literatura, as associações bentônicas estão bem correlacionadas a alguns parâmetros ambientais. O padrão de distribuição mais comum dos organismos bentônicos ocorre em pequenas manchas de agregação ou agrupamentos. Verifica-se distribuição agregada quando as condições de crescimento são consideradas ótimas em pequenas áreas por causa da proteção física, da concentração de nutrientes, da dispersão inicial ou interações sociais (GARRISON, 2010).

Costa e Davy (1992); Stocks e Grassle (2003) e Rosa, Freitas e Niencheski (2009) explicam a variação da salinidade e da exposição direta a radiação solar como fator perturbador da fauna bentônica. Assim como o tamanho da partícula de sedimento também é um importante fator a se correlacionar com as associações macrobentônicas (DITTMANN, 2000; FERNANDES; SOARES-GOMES, 2006). Como no estudo de Chapman e Tolhurst (2007), onde as associações macrobentônicas se correlacionam inversamente com a areia.

Isso porque a oxigenação do sedimento também pode ser influenciada pela porosidade do sedimento (ESTEVES, 1998). Quanto menor o tamanho médio de grãos maior é capacidade de reter compostos orgânicos e associados devido aos pequenos espaços em que podem ser armazenados, aumentando assim a disponibilidade de alimento (SERRAT, 2002; STEIN, 2011). Além do aumento da porosidade permitir ao organismo se enterrar entre as partículas (BESSA; PAIVA; ECHEVERRÍA, 2007). Assim como o formato vermiforme dos organismos infaunais facilita seu enterramento no substrato não consolidado (ESTEVES, op. cit.).

De acordo com Monteiro (2009), a correlação entre granulometria e fauna é mais nítida em locais lamosos, devido o alto conteúdo orgânico presente no sedimento. O que corrobora para o estudo de Netto e Lana (1997), que em substratos lamosos, observou que uma porção considerável da fauna tende a penetrar até 15 cm de profundidade, isso porque esses sedimentos são ricos em matéria orgânica e água que permite uma maior oxigenação para a fauna e raízes. Já em substratos arenosos, a maioria (ou totalidade) das espécies bentônicas está restrita aos primeiros 5 cm de profundidade. Como também foi observado neste estudo, onde o número de espécies e a abundância foram maiores no FG que na PA.

Assim, a combinação de granulometria e matéria orgânica associada a sedimentos finos foi o principal fator de estruturação da comunidade bentônica no estudo de Mucha et al. (2003). Tal como a análise de ordenação PCA neste estudo apontou para representação 62,6% destes fatores entre os locais estudados.

Neste trabalho foram registrados 1959 organismos distribuídos em 35 táxons. Valor similar à riqueza encontrada por Monteiro (2009) que registrou 33 táxons no mesmo estuário no período chuvoso. Enquanto que ambas as riquezas foram inferiores aos 62 táxons encontrados em pontos distribuído ao longo de todo o estuário do rio Caeté por Silva (2008) e aos 46 táxons encontrados no trabalho de Braga, Beasley e Isaac (2009), na ilha de Canela. A não uniformidade nesses valores está relacionada aos diferentes locais e quantidades de habitats amostrados.

A fauna bentônica associada a marismas revelaram que as principais espécies responsáveis pela distribuição tanto entre locais quanto entre profundidades foram: Tubificinae, *Laonereis culveri*, *Notomastus lobatus* e *Capitella* que contribuíram com quase 58% do total de organismos nos locais e profundidades. Estas espécies também foram registradas em outros trabalhos realizados no litoral norte brasileiro, como em Almeida (2008), Braga (2011), Braga, Beasley e Isaac (op. cit.), Silva (op. cit.) e Monteiro (op. cit.).

A maioria das espécies de Annelida é tolerante a variações de salinidade extremas, a regiões de alto estresse hídrico e sedimentos anóxicos com alto teor de matéria orgânica (DITTMANN, 2000). A colonização com sucesso da classe Polychaeta está relacionada à tolerância a essas variações nas

características ambientais, permitindo-lhe alcançar altas abundâncias nos estuários (SILVA et al., 2011). Justificando a contribuição de 80% do filo Annelida no total de espécies encontradas neste estudo, sendo nítida a alta incidência de Tubificinae.

No entanto, a tremenda diversidade adaptativa do filo Arthropoda permitiu-lhe sobreviver em virtualmente todos os habitats. A maior parte dos organismos da classe Insecta é aquática ou tem parte de seu ciclo de vida na água. O grande sucesso dos insetos em meio aquático poderia, portanto, ser atribuído à evolução de uma casca de ovo resistente, que permite a exposição a condições ambientais mais externas; e um desenvolvimento que inclui uma larva, permitindo que o inseto juvenil utilize recursos diferentes dos adultos. De forma geral, a forma larval da grande maioria destes organismos é bentônica. A ordem Hemiptera tem hábito alimentar herbívoro e predador. Enquanto que na ordem Díptera, as larvas são freqüentemente herbívoras e carnívoras (ESTEVES, 1998; RUPPERT; BARNES, 1996). Por isso, neste estudo, os organismos da ordem Hemiptera e as larvas da espécie Ceratopogonidae (pertencente à ordem Díptera) são encontrados no local Mangue do Furo Grande, onde há uma maior disponibilidade de alimento.

Além dos Insecta, o subfilo Crustacea também possui membros primariamente aquáticos e marinhos, geralmente de hábito bentônico. A qual a sua dieta e mecanismos são variados, compreendendo organismos consumidores filtradores de suspensão, predadores ou coletores de alimento. A ordem Decapoda em sua maioria é marinha. As espécies da família Ocypodidae vivem em praias de areia e lama protegidas de baías e estuários, em pântanos salobros e em mangues. As espécies tropicais do gênero *Ocypode* tendem a serem ativas durante as marés baixas noturnas, na zona intertidal, podendo descer até a praia inferior para preda outros animais ou consumir detritos alimentares. A espécie *Ocypode quadrata* constroe suas tocas de aproximadamente 15 a 20cm de profundidade onde a oferta de alimentação é maior (ALBERTO; FONTOURA, 1999; RUPPERT; BARNES, op. cit.). O que esteve de acordo com o registrado no local Praia de Ajuruteua, onde o *O. quadrata* esteve restrito a camadas superficiais do substrato.

Enquanto que os organismos da ordem Isopoda se distribuem largamente e ocupam todos os tipos de habitats. Muitos isópodos aquáticos escavam, e

alguns constroem túneis através do substrato. Embora a família Sphaeromatidae possua fisiologia adaptada para nadar. A maioria dos isópodos é de consumidores de carniça e onívoros, embora alguns tendam para a dieta herbívora, sendo o consumo de depósito comum (RUPPERT; BARNES, 1996). Neste estudo, a espécie *Pseudosphaeroma jakobii* é comum a ambos os locais de estudo, sendo restrita aos primeiros centímetros de profundidade do substrato, onde, segundo Netto e Lana (1997), encontram-se a maior abundância de organismos bentônicos.

Ambientes estuarinos de recente sedimentação com sedimento fino rico em silte, argila e matéria orgânica associada disponibiliza para a fauna uma elevada oferta de alimento, permitindo a colonização de espécies oportunistas que se dispersam rapidamente no ambiente (GOLDBERG, 1996; NETTO; LANA, 1995). No entanto, Silva et al. (2011) observou em seu estudo no estuário do rio Caeté que mesmo em sedimentos compostos de finos grãos de areia e com pouca matéria orgânica não impede a alta densidade, riqueza e diversidade de espécies oportunistas.

A família Tubificinae (Oligochaeta) possui espécies detritívoras que aglutinam e ingerem detritos, sendo de grande importância na decomposição do material orgânico e no transporte desse material de camadas mais profundas do substrato a poucos milímetros ou alguns centímetros acima da interface água-sedimento através da atividade de biorrevolvimento que retira o alimento entre 3-6cm de profundidade para excretá-lo na superfície do sedimento onde o conteúdo orgânico é alto (OTHMAN; SAMAT; HOO, 2002). Por isso esses oligoquetas apresentaram um nítido grau de estratificação vertical (POOLE; STEWART, 1976). Além de serem portadores de pigmentos respiratórios que lhes permite suportar baixas concentrações de oxigênio no ambiente de manguezal, são considerados eficientes indicadores de poluição orgânica em ambiente marinho (ESTEVES, 1998). Neste estudo, o Tubificinae contribuiu com 28,09% do total de espécies para a formação da macrofauna bentônica no FG. Estando presentes em ambas as profundidades, sobretudo a profundidade inferior, a qual contribuiu com 42,99% do total de espécies ali encontradas.

A espécie *Notomastus lobatus* constrói tubos parcialmente espiralados que se mantêm por algum tempo depois de construída. Através desses tubos, o

organismo mantém contato com a superfície possibilitando sua alimentação. Em sedimentos anóxicos, como nos manguezais, o tubo serve para captar água para irrigar o sedimento subjacente e oxigênio para os organismos. Acredita-se que esses organismos tubícolas são cosmopolitas detritívoros e por ser uma espécie pouco oportunista, ela apresenta uma dieta seletiva. Logo o tamanho e a composição das partículas sedimentares são parâmetros ambientais importantes para essas espécies menos oportunistas (FAUCHALD; JUMARS, 1979). O que explica a sua contribuição de 10,98% do total de espécies no FG.

A espécie eurihalina *Nephtys fluviatilis*, comumente encontradas em regiões estuarinas lamosas com reduzida salinidade, possui hábito alimentar carnívoro e detritívoro, alternando a predação entre a macro- e meiofauna (SENE-SILVA *et al.*, 2011). O que neste trabalho contribuiu com 9,6% do total das espécies encontradas no FG.

Assim a assembléia macrobentônica que forma o grupo FG é formado principalmente pelas espécies detritívoras Tubificinae, *Notomastus lobatus* e *Nephtys fluviatilis* que representaram 48,66% do total das espécies encontradas neste local.

A espécie *Laeonereis culveri* da família Nereididae é uma espécie detritívora de subsuperfície, tipicamente estuarina, pois consegue sobreviver em ambientes com alto estresse ambiental (instabilidade físico-química e hidrodinâmica), conseqüentemente aproveitando o espaço para a colonização e consumo do alimento disponível (CHOU; YU; LOH, 2004; KAPUSTA; WÜRDIG; BEMVENUTI, 2002; SEELIGER; COSTA; ABREU, 1998). Coloniza predominantemente substratos arenosos (SANTOS; LANA, 2001), devido a sua pouca capacidade de seleção e pela necessidade de ingestão de grandes quantidades de sedimento espera-se sua maior abundância em profundidades onde há maior concentração de matéria orgânica (FAUCHALD; JUMARS, *op. cit.*). Neste estudo, a *L. culveri* contribuiu com 20,27% do total de espécies para a formação da macrofauna bentônica na PA. Estando presente na profundidade superior com 11,22% do total de espécies ali encontradas.

A espécie *Capitella* é um polychaeta da família Capitellidae que pode habitar diversos tipos de sedimento na zona entre-maré (WU, 1988; BLAKE, 2009). Seu hábito alimentar é detritívoro não seletivo, que secreta uma mucose

polissacarídica para aglutinar o sedimento e possivelmente selecionar partículas orgânicas de baixa gravidade específica, como detritos e microflora associados (FAUCHALD; JUMARS, 1979). Considerado uma espécie errantia. Sua reprodutividade está vinculada à quantidade e qualidade do alimento disponível, que por sua vez influenciará na distribuição espacial do assentamento das larvas em sedimentos finos ricos em matéria orgânica. Essa espécie é detritívora de subsuperfície que pode construir tubos superficiais ou a uns 15 cm da superfície (GOLDBERG, 1996). Segundo Blake (2009) é necessária a re-descrição taxonômica de *C. capitata*, porque existem simultaneamente numerosas espécies de *Capitella*, distintas geneticamente, ainda que similar morfológicamente. Até agora, aproximadamente 12-13 espécies irmãs distintas biologicamente tem sido identificadas com o mesmo nome. Neste estudo, a *Capitella* contribuiu com 16,35% do total de espécies para a formação da macrofauna bentônica na PA. Também estando presente na profundidade superior, mas com 12,82% do total de espécies encontradas neste local.

O poliqueta *Neanthes succinea* é uma espécie cosmopolita, locomovendo-se ativamente no sedimento. Possui hábito tanto epi- como infaunal. É comedor de depósito superficial e também predador da meiofauna e de juvenis da macrofauna. Ela ocupa galerias menos profundas no interior do sedimento se alimentando de detritos superficiais, sendo mais suscetível à predação por organismos da epifauna. Além de possuir capacidade osmorregulatória. Essa espécie produz largo número de ovos e larvas pelágicas. Considerada uma espécie indicadora de poluição orgânica (ALMEIDA, 2008; CAMPELLO, 2006; COLLING; CAPÍTOLI; BEMVENUTI, 2007; FAUCHALD; JUMARS, op. cit.; FONG, 1987; KNEIB, 1984; OURIVES, 2010). Neste estudo, a *N. succinea* contribuiu com 12,87% do total de espécies para a formação do grupo PA. Enquanto que também está presente na profundidade superior com 10,26% do total de espécies ali encontradas.

A espécie *Sigambra grubii* não forma tubos no sedimento e possui uma alimentação tanto carnívora quanto onívora, por apresentar uma faringe eversível presume-se ser um auxílio na captura de presas e talvez na entrada de detritos e microalgas (DEAN, 1998; FAUCHALD; JUMARS, op. cit.).

Assim a assembléia macrobentônica que forma o grupo PA é formado principalmente pelas espécies detritívoras *Laeonereis culveri*, *Capitella* e *Neanthes succinea* que representaram 49,49% do total das espécies encontradas neste local.

Já a assembléia macrobentônica que forma o grupo Profundidade Superior é formado principalmente pelas espécies detritívoras *Capitella*, *Laeonereis culveri*, *Neanthes succinea* e Tubificinae que representaram 43,9% do total das espécies encontradas nesta profundidade. Enquanto que o grupo Profundidade Inferior é formado pelas espécies Tubificinae e *Sigambra grubii* que representaram 59,18% do total das espécies encontradas nesta profundidade.

A relação entre a fauna macrobentônica e a vegetação é bem estabelecida na literatura. Nas marismas estudadas por Flynn et al. (1998) e Minello e Zimmerman (1992), a biomassa da *S. alterniflora* foi a variável ambiental que melhor se correlacionou diretamente a abundância de várias espécies macrobentônicas. De acordo com Goldberg (1996), com a morte, marismas pouco densas irão disponibilizar mais biomassa como recurso alimentar potencialmente utilizado pela macrofauna. Da mesma forma que para Jorcin (1999), a presença da vegetação contribui para a variação de parâmetros físicos entre profundidades. Neste estudo, a análise do BIO-ENV aponta para uma boa correlação entre densidade média da vegetação e conteúdo orgânico vegetal promovendo uma zonação vertical da macrofauna.

Para Ferreira (2008), o acúmulo de matéria orgânica no sedimento incrementa na profundidade com o tempo. E isso, de acordo com a proposição de Braga et al. (2011), ratifica que o tempo de colonização das marismas entre locais pode influenciar nas características do sedimento e, conseqüentemente, na abundância e diversidade da macrofauna, promovendo essa diferenciada zonação vertical da macrofauna entre ambientes arenosos e lamosos, caracterizando, assim, as marismas de PA como relativamente recentes.

7 CONCLUSÃO

Neste estudo, observou-se que:

Os principais fatores que contribuíram para a caracterização do local da praia de Ajuruteua (PA) foram o conteúdo orgânico e de água na vegetação e porcentagem de areia. E no local do mangue do Furo Grande (FG) foi a quantidade de conteúdo orgânico no sedimento, tamanho médio de grãos e a porcentagem de silte.

Diante disto, a uma descrição macro-visual das marismas de *Spartina*, pode-se caracterizar hidrodinâmica e geomorfologicamente a PA como uma marisma recente de alta energia hidrodinâmica, exposta a ação das ondas e correntes de maré, com sedimentos muito bem selecionados formados por sedimentos grosseiros e com pouco conteúdo orgânico e de água.

Enquanto que o FG é identificado como uma marisma antiga de pouca força hidrodinâmica e com intensificação do processo de floculação, com sedimentos pobremente selecionados, constituído de sedimentos finos ricos em água e matéria orgânica.

As amostras de profundidade da porção superior se agruparam sob a influência da presença vegetal; e a da porção inferior é a porcentagem de argila, conteúdo orgânico e de água na vegetação.

As marismas de PA são ambientes, ligeiramente, mais salinos que FG, com vegetação alta e densa, porém com pouca biomassa e desenvolvimento de tecidos aerenquimoso e raízes superficiais o que influiu diretamente diversidade e equitatividade das associações macrobentônicas, sobretudo para as profundidades inferiores.

Enquanto que as marismas de FG são ambientes menos salinos em comparação a PA, sua vegetação é baixa e pouco densa, no entanto com muita biomassa e com um tecido aerenquimoso e raízes superficiais bem desenvolvidas, favorecendo o número de espécies e abundância, principalmente, nas profundidades superiores.

Comparando este estudo com outros, principalmente, em regiões temperadas, a fauna é pouco diversa e os inúmeros organismos divididos em poucas espécies abaixa os valores de equitatividade também.

As associações macrobentônicas residem a poucos milímetros da subsuperfície do sedimento, bem na interface água-sedimento. Preferencialmente em locais com alta deposição de sedimentos finos ricos em matéria orgânica e com vegetação bem desenvolvida.

Do qual o filo Annelida dominou a abundância em ambos os locais. Com destaque para a espécie Tubificinae no FG, e *Laeonereis culveri*, na PA.

Entre profundidades, o táxon Tubificinae dominou o nível superior, e o táxon *Notomastus lobatus* e Tubificinae dominaram o nível inferior do ambiente lamoso, uma vez que não houveram espécies registradas na profundidade inferior da PA durante este estudo.

O número de espécies, abundância, equitatividade e diversidade variaram significativamente entre locais e profundidades. O número de espécie e abundância foram maiores no FG e na profundidade superior. Enquanto que a equitatividade e diversidade foram maiores no PA e na profundidade Inferior.

As análises das variáveis ambientais favoreceram o agrupamento das réplicas de acordo com o local e profundidade, explicando formação de grupo de amostras biológicas. Sobretudo a densidade média de vegetação e conteúdo orgânico da vegetação que se correlacionaram muito bem com a estrutura das assembléias bentônicas associadas às marismas.

A presença da vegetação contribui para a variação de parâmetros físicos entre profundidades; e o acúmulo de matéria orgânica no sedimento incrementa na profundidade. Isso ratifica a proposição de que o tempo de colonização das marismas entre PA e FG pode influenciar nas características do sedimento e, conseqüentemente, da abundância e diversidade da macrofauna, promovendo uma diferenciada zonação vertical da macrofauna entre locais, uma vez que as marismas de PA são relativamente recentes.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M.W.M. **Aplicação do modelo hidrodinâmico no estuário do rio Caeté (NE do Pará)**. 2008. 150f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica). Universidade Federal do Pará. Belém: [s.n.]. 2008.
- ACHEAMPONG, E. **Distribution of macrozoobenthos abundance and biomass in intertidal soft sediments of north-east Brazil**. 2001. 69f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Bremen (ISATEC2001). 2001.
- ADAIME, R.R. Estudo da variação estacional do “standing-crop” e do repovoamento em um banco de *Spartina alterniflora* Loiseleur, 1807, no complexo estuarino-lagunar de Cananéia. **Boletim do Instituto Oceanográfico**. São Paulo, v. 27, n. 2, p. 1 – 43. 1978.
- ADAM, P. **Saltmarshes ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. p. 461.
- ADAM, P. Saltmarshes in a time of change. **Environmental Conservation**, v. 29, n. 1, p. 39 – 61. 2009.
- ALBERTO, R.M.F.; FONTOURA, N.F. Distribuição e estrutura etária de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustácea, Decapoda, Ocypodidae) em praia arenosa do litoral sul do Brasil. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 59, n.1, p. 108. 1999.
- ALMEIDA, G.C.P. **Caracterização física e classificação dos solos**. Universidade Federal de Juiz de Fora. [Minas Gerais]: [s.n.], p. 145. 2004.
- AMARAL, A.C.Z.; NONATO, E.F. **Annelida polychaeta**: características, glossário e chaves para famílias e gêneros da costa brasileira. Campinas: UNICAMP, 1996. p. 124.
- ANGRADI, T.; HOOD, R.; TARTER, D. Vertical, longitudinal and temporal variation in the macrobenthos of an Appalachian headwater stream system. **Am. Midl. Nat.**, v. 46, p. 223 – 242. 2001.
- BARNES, R.S.K.; HUGHES, R.N. **An introduction to marine ecology**. London: Blackwell Scientific Publications. 1982. p. 351.
- BELAN, T.A. Benthos abundance pattern and species composition in conditions of pollution in Amursky Bay (the Peter the Great Bay, the Sea of Japan). **Marine Pollution Bulletin**, v. 46, n. 9, p.1111 – 1119. 2003.
- BEMVENUTI, C.E. O poliqueta *Nephtys fluviatilis* Monro, 1937 como predador da infauna na comunidade de fundos moles. **Atlântica**, v. 16, p. 87 – 98. 1994.
- BERRÊDO, J.F.; COSTA, M.L.; PROGENE, 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**, v. 38, n. 3, p. 473 – 482. 2008.

BERTNESS, M.D. **The ecology of atlantic shorelines**. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. 1999. p. 465.

BESSA, E.G.; PAIVA, P.C.; ECHEVERRÍA, C.A. Distribuição vertical no sedimento dos grupos funcionais de anelídeos poliquetas em uma área da enseada martel, baía do Almirantado, Antártica. **Oecol. Bras.**, v. 11, n. 1, p. 95 – 109. 2007.

BIGARELLA, J.J. Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. Jubilee Volume (1946-2001), p. 65 – 110. 2001.

BIRD, E.C.F. **Coastal geomorphology: an introduction**. 2ª ed. England: John Wiley & Sons Ltd. 2008. p. 436.

BLAKE, J.A. Redescription of *Capitella* (Fabricius) from west Greenland and designation of a neotype (Polychaeta, Capitellidae). **Zoosymposia**, v. 2, p. 55 – 80. 2009.

BOORMAN, L.A. Salt marshes – present functioning and future change. **Mangroves and Salt Marshes** 3: p. 227 – 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.

BRAGA, C.F. **Ecologia de assembléias de macroinfauna associadas à marismas no litoral nordeste do Estado do Pará**. 2011. 129f. Tese (Doutorado em Recursos Biológicos da Zona Costeira Amazônica). Belém: Universidade Federal do Pará, 2011.

BRAGA, C.F.; BEASLEY, C.R.; ISAAC, V.J. Effects of plant cover on the macrofauna of *Spartina* marsh in northern Brazil. **Brazilian archives of biology and technology**, v. 52, n. 6, p. 1409 – 1420. 2009.

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

BRAGA, F.P.S.; SOUZA FILHO, P.W.M. Sedimentologia e morfologia da praia de macromaré de Ajuruteua, Pará: um estudo para definição de índices de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo. In: 4^o **Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás - PDPETRO**. Campinas, SP, 2007. p. 9.

BROEDEL, H.A. **Análise experimental dos efeitos do petróleo sobre os macroinvertebrados bentônicos de uma marisma do estuário da Lagoa dos Patos, RS**. 2004. 53f. Trabalho de Graduação. Fundação Universidade Federal de Rio Grande, 2004.

CAMPELLO, F.D. **A problemática da poluição por esgoto doméstico no sistema estuarino-lagunar Tramandaí-Armazém (RS, Brasil): física e química da água e a resposta dos macroinvertebrados bentônicos.** 2006. p. 194. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2006.

CANEPARO, S.C. Identificação das situações problemáticas sob o ponto de vista ambiental no ecossistema manguezal localizado na cidade de Paranaguá – Paraná – Brasil. **5º Congresso Florestal Nacional**, p. 8. 2005.

CHAPMAN, M.G.; TOLHURST, T.J. Relationships between benthic macrofauna and biogeochemical properties of sediments at different spatial scales and among different habitats in mangrove forests. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 343, p. 96 – 109. 2007.

CHOU, L.M.; YU, J.Y.; LOH, T.L. Impacts of sedimentation on soft-bottom benthic communities in the southern islands of Singapore. **Hydrobiologia**, v. 515, p. 91 – 106. 2004.

CLARKE, K.R.; GORLEY, R.N. **PRIMER v5: user manual/tutorial.** Plymouth Marine Laboratory, Primer–E–Ltd., Prospect Place, West Hoe, Plymouth PL1 3DH. U.K. 2001. p. 172.

CLARKE, K.R.; WARWICK, R.M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation.** Plymouth, UK: 2ª Ed. Plymouth Marine Laboratory. 2001. p.172.

COHEN, M.C.L.; LARA, R.J.; RAMOS, J.F.F.; DITTMAR, T. Factors influencing the variability of Mg, Ca and K in Waters of a mangrove creek in Bragança, North Brazil. **Mangroves and Salt Marshes**, v. 3, p. 9 – 15. 1999.

COHEN, M.C.L.; LARA, R.J.; SZLAFSZTEIN, C.; DITTMAR, T. Mangrove inundation and nutrient dynamics from a GIS perspective. **Wetlands Ecology and Management**, v. 12, p. 81 – 86. 2004.

COIMBRA, A.G. **Distribuição de metais pesados em moluscos e sedimentos nos manguezais de Coroa Grande e da enseada das Garças, baía de Sepetiba, RJ.** 2003. 72f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica Ambiental). Niterói: Universidade Federal Fluminense. 2003.

COLLING, L.A.; CAPÍTOLI, R.R.; BEMVENUTI, C.E. 2007. Epitoquia de *Neanthes succinea* na região estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Rio Grande. **Atlântica**, v. 29, n. 1, p. 61 – 63.

COSTA, C.S.B. Pântanos salgados e o ensino de ecologia. **Jornal do CAEMECI e do CEAEM**, n. 3, p. 16 – 19. 1996.

COSTA, C.S.B. Plantas de marismas e terras alagáveis. In: **Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil** (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. Eds.). Cap. 5.1. Rio Grande: Ed. Ecocientia, p. 25 – 29. 1998a.

COSTA, C.S.B. Marismas irregularmente alagadas. In: **Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil** (SEELIGER, U., ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J.P. Eds.). Cap. 5.1. Rio Grande, Ed. Ecocientia, p. 82 – 87.1998b.

COSTA, C.S.B.; DAVY, A.J. Coastal saltmarsh communities of latin america. **Coastal Plant Communities of Latin America**, p. 179 – 199. 1992.

COSTA, C.S.B.; MARANGONI, J.C. Impacto ambiental do asfaltamento da BR 101 sobre as marismas de São José do Norte (RS, Brasil): estado atual e efeitos potenciais. **Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros**, v. 1, n. 109, p. 268 – 291. 2000.

COSTA, M.J.; CATARINO, F.; BETTENCOURT, A. The role of salt marshes in the Mira estuary (Portugal). **Wetlands Ecology and Management**, v. 9, p.121 – 134. 2001.

CRAFT, C.; SACCO, J. Long-term succession of benthic infauna communities on constructed *Spartina alterniflora* marshes. **Marine Ecology Progress Series**, v. 257, p. 45 – 58. 2003.

DALRYMPLE, R.W.; CHOI, K. Morphologic and facies trends through the fluvial-marine transition in tide-dominated depositional systems: a schematic framework for environmental and sequence-stratigraphic interpretation. **Earth-Science Reviews**, v. 81, p. 135 – 174. 2007.

DALRYMPLE, R.W.; ZAITLIN, B.A.; BOYD, R. Estuarine facies models: conceptual basis and stratigraphic implications. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 62, n. 6, p. 1130 – 1146. 1992.

DAVY, A.J.; COSTA, C.S.B. Development and organization of saltmarsh communities. **Coastal Plant Communities of Latin America**. p. 157 – 178. 1992.

DEAN, H.K. The Pilargidae (Annelida: Polychaeta) of the Pacific Coast of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* v. 46, n. 6, p. 41 – 62. 1998.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO – DHN. Roteiro Costa-Norte. Rio de Janeiro, DHN. 1986. p. 152.

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

DITTMANN, S. Benthic fauna in tropical tidal flats of Hinchinbrook channel, NE Australia: diversity, abundance and their spatial and temporal variation. **Wetlands Ecology and Management**, v. 10, p. 323 – 333. 2002.

ESTEVEZ, F.A. **Fundamentos de limnologia**. 2ª Ed. Interciência. 1998. p. 226.

FAGHERAZZI, S.; PRIESTAS, A.M. Sediments and water fluxes in a muddy coastline: interplay between waves and tidal channel hydrodynamics. **Earth Surf. Process. Landforms**, v. 35, p. 284 – 293. 2010.

FAUCHALD, K.; JUMARS, P.A. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. **Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.**, v. 17, p. 193 – 284, 1979.

FERREIRA, F.P. **Caracterização das substâncias húmicas extraídas do solo do manguezal de Pai Matos (Cananéia, SP, BR) e de marismas da Espanha (Galícia e Valência)**. 2008. 126f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2008.

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

FLYNN, M.N.; TARARAM, A.S.; WAKABARA, Y. Effects of habitat complexity on the structure of macrobenthic associations in a *Spartina alterniflora* marsh. **Rev. Bras. Oceanogr.**, v. 44, p. 9 – 21. 1996.

FLYNN, M.N.; WAKABARA, Y.; TARARAM, A.S. Macrobenthic associations of the lower and upper marshes of a tidal flat colonized by *Spartina alterniflora* in Cananéia Lagoon, estuarine region (Southeastern Brazil). **Bulletin of Marine Science**, v. 63, n. 2, p. 427 – 42 S. 1998.

FONG, P.P. Particle-size utilization in the Introduced Polychaete *Neanthes succinea* in San Francisco bay. **Pacific Science**, v. 41, p. 1 – 4. 1987.

GARRISON, T. **Fundamentos de oceanografia**. Ed. Cengage Learning. São Paulo. 2010. p. 426.

GOLDBERG, A.R. **Development of infaunal populations and below-ground organic matter from three created *Spartina alterniflora* marshes in Galveston bay, Texas**. 1996. 91f. Dissertação (Mestrado em Wildlife and Fisheries Sciences). [Texas]; A&M University. 1996.

GRIBSHOLT, B.; KOSTKA, J.E.; KRISTENSEN, E. Impact of fiddler crabs and plant roots on sediment biogeochemistry in a Georgia saltmarsh. **Marine Ecology Progress Series**, v. 259, p. 237 – 251. 2003.

GRIBSHOLT, B.; KRISTENSEN, E. Benthic metabolism and sulfur cycling along an inundation gradient in a tidal *Spartina anglica* salt marsh. **Limnol. Oceanogr.**, v. 48, n. 6, p. 2151 – 2162. 2003.

HAYES, M.O. Morphology of sand accumulations in estuaries. In: **Estuarine Research, Geology and Engineering** (CRONIN, L.E. Ed.). New York: Acad. Press, 1995. v.2, p. 3 – 22. 1975.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET: Banco de dados. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sonabra/downDadosCodigo.php>>. Acesso em: 23 julho 2010a.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET: banco de dados. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php>>. Acesso em: 23 julho 2010b.

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

JAEGER, M.J.; NITTROUER, C.A. Tidal controls on the formation of fine-scale sedimentary strata near the Amazon river mouth. **Marine Geology**, v. 125, p. 259 – 281. 1995.

JOHNSON, R.G. The Vertical Distribution of the Infauna of the Sand Flat. **Ecology**, v. 48, p. 571 – 578. 1967.

JORCIN, A. Distribuição do macrozoobentos na coluna vertical dos sedimentos da região estuarina de Cananéia (SP), Brasil. **Rev. Bras. Oceanogr.**, v. 47, n. 1, p. 79 – 85. 1999.

KAPUSTA, S.C.; WÜRDIG, N.L.; BEMVENUTI, C.E. Distribuição vertical da meiofauna, inverno e verão, no estuário de Tramandaí-Armazém, RS - Brasil. **Acta Limnol. Bras.**, v. 14, n. 1, p. 81 – 90. 2002.

KERWIN, J.A. Distribution of the Salt Marsh Snail (*Melampus bidentatus* Say) in relation to marsh plants in the Poropotank river area, Virginia. **Short Papers and Notes**, p.151 – 153. 1964.

KINEKE, G.C.; STERNBERG, R.W. Distribution of fluid muds on the Amazon Continental shelf. **Marine Geology**, v. 125, p. 193 – 233. 1995.

KNEIB, R.T. Patterns of invertebrate distribution and abundance in the intertidal salt marsh: causes and questions. **Estuaries**, v. 7, n. 4A, p. 392 – 412. 1984.

KÖPPEN, W. Klassifikation der klimate nach temperatur, Niederschlag um Jahresverlauf. **Petermanns Geogr. Mittlg. Gotha**, p. 17. 1918.

LANA, P.C. As marismas da baía de Paranaguá: características gerais, modos de apropriação e implicações para a legislação ambiental. Ed. UFPR. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 8, p. 11 – 23. 2003.

LANA, P.C.; GUISS, C. Influence of *Spartina alterniflora* on structure and temporal variability of macrobenthic associations in a tidal flat of Paranaguá bay (southeastern Brazil). **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 73, n. 2 – 3, p. 231 – 244. 1991.

LANA, P.C.; GUISS, C. Macrofauna – plant-biomass interactions in a euhaline salt-marsh in Paranaguá bay (SE Brazil). **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 80, n. 1, p. 57 – 64. 1992.

LANA, P.C.; GUISS, C.; DISARÓ, S.T. Seasonal variation of biomass and production dynamics for above and below-ground components of a *Spartina alterniflora* marsh in the euhaline sector of Paranaguá bay (SE Brazil). **Estuar. Coast. Shelf. Sci.**, v. 32, p. 231 – 241. 1991.

LARA, R. Amazonian mangroves – a multidisciplinary case study in Para State, north Brazil: introduction. **Wetlands Ecology and Management**, v. 11, p. 217 – 221. 2003.

LEVIN, L.A.; TALLEY, D.; THAYER, G. Succession of macrobenthos in a created salt marsh. **Marine Ecology Progress Series**, v. 141, p. 67 – 82. 1996.

LEVINTON, J.S. **Marine ecology**. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ. 1982. p. 526.

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

MARIDET, L.; WASSON, J.; PHILIPPE, M. Vertical distribution of fauna in the bed sediment of three running water sites: influence of physical and trophic factors. **Regulated Rivers: Research & Management**, v. 7, p. 45 – 55. 1992.

MARTORANO, L.G.; PERREIRA, L.C.; CÉZAR, E.G.M.; PEREIRA, I.C.B. **Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (KÖPPEN) e deficiência hídrica (THORNTHWITE, MATHER)**. Belém, SUDAM/EMBRAPA, SNLCS. 1993. p. 53.

MENEZES, M.P.M.; BERGER, U.; MEHLIG, U. Mangrove vegetation in Amazonia: a review of studies from the coast of Pará and Maranhão States, north Brazil. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 3, p. 403 – 420. 2008.

MINELLO, T.J.; ZIMMERMAN, R.J. Utilization of natural and transplanted Texas salt marshes by fish and decapod crustaceans. **Marine Ecology Progress Series**, v. 90, p. 273 – 285. 1992.

MIRANDA, L.B.; CASTRO, B.M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo. Ed. Universidade de São Paulo (EDUSP). 2002. p. 414.

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

MONTEIRO, M.C.; PEREIRA, L.C.C.; GUIMARÃES, D.O.; COSTA, R.M. Ocupação territorial e variações morfológicas em uma praia de macromaré do litoral amazônico, Ajuruteua-PA, Brasil. **Rev. Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n. 2, p. 91 – 99. 2009.

MORAES, B.C.; COSTA, J.M.N.; COSTA, A.C.L.; COSTA, M.H. Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 2, p. 207 – 214. 2005.

MUCHA, A.P.; TERESA, M.; VASCONCELOS, S.D.; BORDALO, A.A. Macrobenthic community in the Douro estuary: relations with trace metals and natural sediment characteristics. **Environmental Pollution**, v. 121, p. 169 – 180. 2003.

NETTO, S.; LANA, P.C. Zonação e estratificação da macrofauna bêntica em um banco areno-lodoso do setor euhalino de alta energia da baía de Paranaguá (Paraná, Brasil). **Iheringia, Série Zoologia**, v. 79, p. 27 – 37. 1995.

NETTO, S.A.; LANA, P.C. Intertidal zonation of benthic macrofauna in a subtropical salt marsh and nearby unvegetated flat (SE, Brazil). **Hydrobiologia**, v. 353, p. 171 – 180. 1997.

NETTO, S.A.; LANA, P.C. The role of above- and below-ground components of *Spartina alterniflora* (Loisel) and detritus biomass in structuring macrobenthic associations of Paranaguá bay (SE, Brazil). **Hydrobiologia**, v. 400, p. 167 – 177. 1999.

NEWRKLA, P.; WIJEGOONAWARDANA, N. Vertical distribution and abundance of benthic invertebrates in profundal sediments of Mondsee, with special reference to oligochaetes. **Hydrobiologia**, v. 155, p. 227 – 234. 1987.

ODUM, E.P. **Fundamentos de ecologia**. 4ª Ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 2004. p. 927.

OLIVEIRA, S.C.S.; NETO, J.S.; GODÓI, A.; CASSIANO, C.S.; OLIVEIRA, M.I.; FLYNN, M.N. Fluxo de energia em marisma na região de Cananéia. **Environmental and Health World Congress**, p. 679 – 681. 2006.

ONOFRE, C.R.E.; CELINO, J.J.; NANO, R.M.W.; QUEIROZ, A.F.S. Biodisponibilidade de metais traços nos sedimentos de manguezais da porção norte da baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. **Rev. de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 2, p. 65 – 82. 2007.

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

OTHMAN, M.R.; SAMAT, A.; HOO, L.S. The Effect of Bed-Sediment Quality on Distribution of Macrobenthos in Labu River System and Selected Sites in Langat River, Malaysia. **OnLine Journal of Biological Sciences**, v. 2, n. 1, p. 32 – 34. 2002.

OURIVES, T.M.S. **Distribuição espacial da macrofauna bêntica no estuário do rio Cachoeira, Ilhéus, Bahia**. 2010. 41f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Ilhéus - Bahia: Universidade Estadual de Santa Cruz. 2010.

PAGLIOSA, P.R. Distribuição da macrofauna bêntica do entremarés ao sublitoral em uma praia estuarina da baía da Babitonga, sul do Brasil. **Biotemas**, v.19, n. 1, p. 25 – 33. 2006.

PANITZ, C.M.N. Ecological aspects of salt marsh ecosystems in Santa Catarina island, Brazil. In: **Coastal plant communities of latin america** (Seeliger, U. Ed). Academic Press, New York, p. 213 – 230. 1992.

PARK, D. **Waves, tides and shallow-water processes**. The Open University. p. 227. 2008.

PASSOS, F.J.P.; LYRA, C.F. **Caracterização da comunidade de macroinvertebrados bentônicos do estuário do rio Minho – sua relação com a distribuição de poluentes no sedimento**. 2007. 109f. Dissertação (Mestrado em ecologia Aplicada). [Portugal]: Faculdade de Ciências da Universidade de Porto. 2007.

PEIXOTO, A.R.; COSTA, C.S.B. Produção primária líquida aérea de *Spartina densiflora* Brong. (Poaceae) no estuário da laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, v. 59, n. 1, p. 27 – 34. 2004.

PENNINGS, S.C.; BERTNESS, M.D. Salt marsh communities. In, **Marine community ecology** (BERTNESS M.D., GAINES S.D.; HAY M.E. Ed.), Sinauer Associates. p. 77. 2001.

PEREIRA, L.C.C.; GUIMARÃES, D.O.; RIBEIRO, M.J.S.; COSTA, R.M.; SOUZA FILHO, P.W.M. Use and occupation in Bragança Littoral, brazilian amazon. **Journal of Coastal Research**, SI 50 (Proceedings of the 9th International Coastal Symposium), 1116 – 1120. 2007.

POOLE, W.C.; STEWART, K.W. The vertical distribution of macrobenthos within the substratum of the Brazos river, Texas. **Hydrobiologia**, v. 50, n. 2, p. 151 – 160. 1976.

POSEY, M.H.; ALPHIN, T.D.; MEYER, D.L.; JOHNSON, J.M. Benthic communities of common reed *Phragmites australis* and marsh cordgrass *Spartina alterniflora* marshes in Chesapeake bay. **Marine Ecology Progress Series**, v. 261, p. 51 – 61. 2003.

PRITCHARD, D.W. Salinity distribution and circulation in the Chesapeake bay estuarine system. **Journal of Marine Research**, v. 11, p. 106 – 123. 1952.

QUINN, G.P.; KEOUGH, M.J. **Experimental design and data analysis for biologists**. Cambridge University Press. 2002. p. 537.

REBELO-MOCHEL, F. C. Metodologia para o estudo da endofauna de manguezais (macrobentos). In: **Guia para estudo de áreas de manguezal: estrutura, função e flora** (SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G. Ed.). São Paulo: Caribbean Ecological Research, v. 3, p. 1 – 25. 1986.

RIBEIRO, J.B.M.; ROCHA, E.J.P.; COHEN, J.C.P.; MATTOS, A.; SOUZA, P.J.O.P.; FERREIRA, M.A.V. 2010. Estudo micrometeorológico do manguezal de Bragança-PA. **Rev. Gestão Costeira Integrada**. Disponível em: http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgcimang2_Ribeiro.pdf Acessado em: 15 outubro 2011.

ROSA, L.C.; FREITAS, U.; NIENCHESKI, L.F.H. Macrofauna associada a um cultivo semi-intensivo de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) no estuário da lagoa dos Patos (sul do Brasil). **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, v. 13, n. 2, p. 25 – 29. 2009.

ROSSI, M.; MATTOS, I.F.A. Solos de mangue do Estado de São Paulo: caracterização química e física. **Rev. Departamento de Geografia**, v. 15, p. 101 – 113. 2002.

ROZAS, L.P.; ZIMMERMAN, R.J. Small-scale patterns of nekton use among marsh and adjacent shallow nonvegetated areas of the Galveston bay estuary, Texas (USA). **Marine Ecology Progress Series**, v. 193, p. 217 – 239. 2000.

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 toposseqüência na ilha de Maiandeuá/Algodóal, PA. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 1, p. 227 – 234. 2005.

RUPPERT, E. E.; BARNES, R.D. Zoologia dos Invertebrados. 6ª Ed. São Paulo: Ed. Roca. 1996. 1028p.

SAMPAIO, D.S. **Comparação da macrofauna bentônica em bosques de mangue sob diferentes graus de degradação no município de Bragança-Pará-Brasil**. Dissertação de Mestrado. p. 84. 2004. Universidade Federal do Pará. Campus de Bragança. Brazil. 2004.

SANTOS, A.M. Produtividade primária de macrófitas aquáticas. **LIMNOtemas** n. 4, p. 35. 2004.

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

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Situação atual do grupo de ecossistemas: “manguezal, marisma e apicum” incluindo os principais vetores de pressão e as perspectivas para sua conservação e usos sustentáveis.** p. 119. 1999. Disponível em: http://www.anp.gov.br/brnd/round5/round5guias/perfuracao/5round/refere/manguezal_marisma_apicum.pdf. Acessado em 30 agosto 2010.

SEELIGER, U.; COSTA, C.S.B.; ABREU, P.C. Ciclos de produção primária. In: **Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil** (SEELIGER, U., ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J.P. Eds.). Cap. 5.1. Rio Grande, Ed. Ecocientia, p. 73 – 78. 1998.

SEGUNDO, G.H.C. **Processos oceanográficos na região costeira e estuarina do rio Caeté, Pará, Brasil.** 2007. 139f. Tese (Doutorado em Geoquímica Ambiental). Niterói: Universidade Federal Fluminense. 2007.

SENE-SILVA, G.; OLIVEIRA, J.S.; MICHELS-SOUZA, M.A. Occurrence of *Nephtys fluviatilis* (Monro, 1937) and *Alitta succinea* (Frey & Leuckart, 1847) (Annelida: Polychaeta) in na oligohaline environment at Faisqueira river, Antonina, Paraná. **Publ.Biologicas**, v.17i1.0001. 2011.

SERRAT, B.M.; LIMA, M.R.; GARCIAS, C.E.; FANTIN, E.R.; CARNIERI, I.M.R.S.A.; PINTO, L.S. **Conhecendo o solo.** Imprensa Universitária da UFPR. p. 32. 2002.

SILLIMAN, B.R.; BERTNESS, M.D. A trophic cascade regulates salt marsh primary production. **PNAS**, v. 99, n. 16. p. 10500 – 10505. 2002.

SILLIMAN, B.R.; BORTOLUS, A. Underestimation of *Spartina* productivity in western atlantic marshes: marsh invertebrates eat more than just detritus. **Oikos**, v. 101, p. 549 – 554. 2003.

SILVA, R.C.S. **Aplicação dos métodos geofísicos elétricos e eletromagnéticos na determinação de unidades sedimentares costeiras tropicais em Bragança, nordeste do Pará.** 2002. 63f. Dissertação (Mestrado em Geofísica). Belém – Pará: Universidade Federal do Pará. 2002.

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

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. p. 440 – 444. 2011.

SILVESTRI, S.; DEFINA, A.; MARANI, M. Tidal regime, salinity and salt marsh plant zonation. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 62, p. 119 – 130. 2005.

SOKAL, R.R.; ROHLF, J.F. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research**. 3 Ed. W.H. Freeman and Company, New York. 1997. p. 937.

SOUZA, F.E.S. **Evolução morfodinâmica da região de influência estuarina do rio Curimataú/RN, com ênfase nas integrações de geodados em sig.** 2004. 169f. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica). Natal – Rio Grande do Norte: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2004.

SOUZA FILHO, P.W.M. Dinâmica natural e impactos antrópicos no uso de áreas costeiras da planície bragantina, nordeste do Pará, Brasil. **Ecosistemas Costeiros: Impactos e Gestão Ambiental**. p. 111 – 124. 1999.

SOUZA FILHO, P.W.M.; EL-ROBRINI, M. Morfologia, processos de sedimentação e litofácies dos ambientes morfo-sedimentares da planície costeira bragantina, nordeste do Pará, Brasil. **Geonomos**, v. 4, n. 2, p. 1 – 16. 1997.

STEIN, C.E. **Estudo do papel da *Spartina alterniflora* como espécie bioindicadora de contaminação por elementos traços no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape (SP)**. 2011. 151f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Química e Geológica). São Paulo: Universidade de São Paulo. 2011.

STOCKS, K.I.; GRASSLE, F.. Benthic macrofaunal communities in partially impounded salt marshes in Delaware: comparisons with natural marshes and responses to sediment exposure. **Estuaries**, v. 26, n. 3 p. 777 – 789. 2003.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blücher, EDUSP. 1973. p. 317.

SUGUIO, K. **Rochas sedimentares: propriedades, gênese, importância econômica**. São Paulo: Edgard Blücher, EDUSP. 1980. p. 499.

SUGUIO, K. **Geologia sedimentar**. São Paulo: Edgar Blücher EDUSP. 2003. p. 400.

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

VALGAS, I.S. **As marismas de *Spartina alterniflora* e os taboais de *Typha domingensis* do sistema estuarino de laguna (Santa Catarina, Brasil): distribuição espacial, estrutura e macrofauna associada**. 2009. 63f. Dissertação (Mestrado em Ecosistemas Costeiros e Oceânicos). Pontal do Paraná: Universidade Federal do Paraná. 2009.

VAUGHN, C.C.; FISHER, F.M. Dispersion of the salt-marsh Periwinkle *Littoraria irrorata*: effects of water level, size, and season. **Estuaries**, v. 15, n. 2, p. 246 – 250. 1992.

WAINRIGHT, S.C.; WEINSTEIN, M.P.; ABLE, K.W.; CURRIN, C.A. Relative importance of benthic microalgae, phytoplankton and the detritus of smooth cordgrass *Spartina alterniflora* and the common reed *Phragmites australis* to brackish-marsh food webs. **Mar. Ecol Prog. Ser.**, v. 200, p. 77 – 91. 2000.

WHALEY, S.D. **The effects of marsh edge and surface elevation on the distribution of salt marsh infauna and prey availability for nekton predators.** 1997. 115f. Dissertação (Mestrado em Wildlife and Fisheries Sciences). [Texas]; A&M University. 1997.

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

ZANIN, V.T.C. **Aspectos ecológicos da marisma da enseada de Ratoles, ilha de Santa Catarina, SC.** 2003. 148f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Florianópolis – Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina. 2003.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis.** 4^a Ed. Prentice Hall, USA. 1999. p. 929.

ZIMMERMAN, R.J.; MINELLO, T.J. Densities of *Penaeus aztecus*, *Penaeus setiferus*, and other natant macrofauna in a Texas salt marsh. **Estuaries**, v. 7, n. 54, p. 421 – 433. 1984.