

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E  
CONSERVAÇÃO

Clarissa Moreira Coelho Costa

Distribuição Espacial e Temporal do Macrozoobentos de  
Habitats Entremarés do Canal da Raposa, Baía de São  
Marcos, Maranhão, Brasil

São Luís

2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E  
CONSERVAÇÃO

Distribuição Espacial e Temporal do Macrozoobentos de  
Habitats Entremarés do Canal da Raposa, Baía de São  
Marcos, Maranhão, Brasil

Clarissa Moreira Coelho Costa

Orientadores: Prof. Dr. Antonio Augusto Ferreira Rodrigues  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Tereza Lyra Lopes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

São Luís

2007

Costa, Clarissa Moreira Coelho

Distribuição Espacial e Temporal do Macrozoobentos de Habitats Entremarés do Canal da Raposa, Baía de São Marcos, Maranhão, Brasil / Clarissa Moreira Coelho Costa. - 2007.

83 f.

Co-orientadora: Ana Tereza Lyra Lopes.

Orientador: Antonio Augusto Ferreira Rodrigues.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2007.

1. Distribuição. 2. Macrozoobentos 3. Planícies de maré tropicais. I. Lopes, Ana Tereza Lyra. II. Rodrigues, Antonio Augusto Ferreira. III. Título

Clarissa Moreira Coelho Costa

Distribuição Espacial e Temporal do Macrozoobentos de Habitats  
Entremarés do Canal da Raposa, Baía de São Marcos, Maranhão,  
Brasil

A banca de defesa da Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em  
22/03/2007, considera a candidata Aprovada.

---

Prof. Dr. Antonio Augusto Ferreira Rodrigues  
Orientador – Departamento de Biologia da UFMA

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ana Tereza Lyra Lopes  
Co-orientadora - Departamento de Biologia da UFMA

---

Prof. Dr. José Souto Rosa Filho  
Departamento de Geociências da UFPA

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Flávia Rebelo Mochel

# Dedicatória

Ao meu marido,  
meus pais e meus irmãos,  
que sempre me apoiaram

“Por ora as águas são governantes benévolas, mas qualquer abuso pode levar a uma implacável tirania.”

Xavier Bartaburu, *Revista Terra*

(Marajó: a vida segundo as águas; junho/2006)

# Agradecimentos

A Deus, sabedoria infinita que sempre nos guia para aquilo necessário ao nosso aprendizado e crescimento.

Aos meus pais, a quem devo minha formação quanto pessoa e com quem aprendi os valores da dedicação e da perseverança.

Ao meu amado Jocimar, pelo apoio inestimável, pelo auxílio na elaboração da apresentação, pela paciência e massagens essenciais após as coletas e horas no computador.

Aos meus irmãos, que sempre me deram força e valorizaram meu trabalho.

A Laís, minha “irmã-siamesa”, amiga de todas as horas.

Aos meus orientadores Ana Tereza e Augusto, pela orientação dedicada.

Aos professores Carlos Martínéz, Gilda Andrade, José Souto, Flávia Mochel e Miguel Petreter pelas valiosas sugestões, do início ao fim deste trabalho.

A Enoc, pelo companheirismo e força física indispensáveis durante as coletas.

À CAPES, pela concessão da bolsa que possibilitou a dedicação dispensada à execução deste trabalho.

Ao Projeto PIATAMmar, pelo financiamento do trabalho de campo.

Aos colegas do mestrado Marcos, Éville, Isabela, Fernanda, Jacky-Any, Cledinaldo, Helisvânia, Mário, Gecylene, Sérgio, Roberta e Gabriel pelos momentos de aprendizagem e alegria compartilhados.

A Eliesé, em especial, pela elaboração do mapa da dissertação.

Aos colegas Samir, Luiza, Thiare, Jucicley, Marina e Adriano, pela companhia e ajuda no campo e no laboratório.

À Ana Lúcia, Linair, Seu José, Henrique, Tereza e aos motoristas, funcionários da universidade que compartilharam das diversas etapas deste trabalho.

# Sumário

Lista de Figuras.....	i
Lista de Tabelas.....	ii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
Apresentação.....	vi
1. Introdução.....	01
1.1 Bentos de Zonas Costeiras.....	01
1.2 Objetivos.....	03
1.2.1 Objetivo Geral.....	03
1.2.2 Objetivos Específicos.....	03
2. Materiais e Métodos.....	04
2.1 Área de Estudo.....	04
2.2 Métodos.....	06
2.2.1 Macrozoobentos.....	06
2.2.2 Fatores Abióticos.....	08
2.3 Tratamento dos Dados.....	09
3. Resultados.....	11
3.1 Comunidade de Macrozoobentos.....	11
3.2 Dados Abióticos.....	14
3.3 Interação entre Componentes Bióticos e Abióticos.....	29
4. Discussão.....	32
5. Conclusão.....	40
Referências Bibliográficas.....	42
Apêndices.....	vii
I. <b>Tabela Única:</b> Parâmetros texturais dos sedimentos nos habitats estudados no Canal da Raposa, Maranhão.....	vii
II. <b>Artigo:</b> “Distribuição Espacial e Temporal do Macrozoobentos de Habitats Entremarés do Canal da Raposa, Maranhão, Brasil”.....	viii

## Lista de Figuras

1. Localização dos habitats estudados no Canal da Raposa, Maranhão (Fonte: INPE, 2006; LM: marisma; LA: lamoso; AL: areno-lamoso; AR: arenoso).....	05
2. Aspecto geral dos habitats estudados no Canal da Raposa, Maranhão (LM: marisma; LA: lamoso; AL: areno-lamoso; AR: arenoso).....	06
3. Procedimento de coleta (A) e triagem grosseira (B) de macrozoobentos no Canal da Raposa, Maranhão.....	07
4. Temperatura do sedimento nos habitats estudados nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006, no Canal da Raposa (LM: marisma; LA: lamoso; AL: areno-lamoso; AR: arenoso).....	11
5. Salinidade dos habitats estudados nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006, no Canal da Raposa (LM: marisma; LA: lamoso; AL: areno-lamoso; AR: arenoso).....	12
6. Umidade e Matéria Orgânica dos habitats estudados nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006, no Canal da Raposa (LM: marisma; LA: habitat lamoso; AL: habitat areno-lamoso; AR: habitat arenoso).....	13
7. Análise granulométrica dos habitats estudados nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006, no Canal da Raposa (LM: marisma; LA: habitat lamoso; AL: habitat areno-lamoso; AR: habitat arenoso).....	13
8. Densidade média ( $m^2 \pm EP$ ) dos táxons mais abundantes no habitat marisma do Canal da Raposa, Maranhão.....	17
9. Densidade média ( $m^2 \pm EP$ ) dos táxons mais abundantes no habitat lamoso do Canal da Raposa, Maranhão.....	18
10. Densidade média ( $m^2 \pm EP$ ) dos táxons mais abundantes no habitat areno-lamoso do Canal da Raposa, Maranhão.....	20
11. Densidade média ( $m^2 \pm EP$ ) dos táxons mais abundantes no habitat arenoso do Canal da Raposa, Maranhão.....	22
12. MDS do macrozoobentos nos habitats estudados, no Canal da Raposa, Maranhão (LM: marisma; LA: lamoso; AL: areno-lamoso; e AR: arenoso), em todos os meses (A), e separadamente nos períodos chuvoso (B) e de estiagem (C).....	26

## Lista de Tabelas

1. Macrozoobentos dos habitats estudados no Canal da Raposa, Maranhão (GFA:grupo funcional de alimentação <sup>1</sup> ; ZON: zonação dos organismos no ambiente; LM: marisma; LA: lamoso; AL: areno-lamoso; AR: arenoso).....	11
2. Dominância (%) e Densidade (m <sup>2</sup> ) das espécies dominantes do macrozoobentos do habitat marisma nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006, no Canal da Raposa, Maranhão.....	12
3. Participação relativa e acumulada (%) e densidade (indivíduos.m <sup>-2</sup> ) dos táxons dominantes e riqueza de macrozoobentos do habitat lamoso nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006, no Canal da Raposa, Maranhão.....	19
4. Participação relativa e acumulada (%) e Densidade (m <sup>2</sup> ) das espécies dominantes do macrozoobentos do habitat areno-lamoso nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006, no Canal da Raposa, Maranhão.....	21
5. Participação relativa e acumulada (%), e densidade (indivíduos.m <sup>-2</sup> ) dos táxons dominantes e riqueza de macrozoobentos do habitat arenoso nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006, no Canal da Raposa, Maranhão.....	23
6. Diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitatividade (J') do macrozoobentos nos habitats estudados, no Canal da Raposa, Maranhão, nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006.....	24
7. Significância das diferenças entre os períodos estacionais e entre os habitats estudados no Canal da Raposa, Maranhão, com relação a parâmetros bióticos.....	24
8. Testes de significância na comparação entre os habitats do Canal da Raposa, Maranhão, a partir de parâmetros bióticos, nos períodos chuvoso e de estiagem (LM: marisma; LA: lamoso; AL: areno-lamoso; AR: arenoso; Chu: período chuvoso; Est: período de estiagem; U: teste de Mann-Whitney; p: intervalo de confiança; GL: graus de liberdade).....	25
9. Táxons de macrozoobentos destacados pelo procedimento SIMPER na diferenciação dos habitats estudados, no Canal da Raposa, Maranhão, nos	

períodos chuvoso e de estiagem (Dissim. Média: dissimilaridade média) .....	28
10. Testes de significância na comparação entre os habitats do Canal da Raposa, Maranhão, a partir de parâmetros abióticos (LM: marisma; LA: lamoso; AL: areno-lamoso; AR: arenoso; %MO: porcentagem de matéria orgânica; %Areia: porcentagem de areia; %Silte: porcentagem de silte; %Argila: porcentagem de argila; $\mu$ Grãos: tamanho médio dos grãos; dp.Grãos: desvio padrão dos grãos; t: teste t; U: teste de Mann-Whitney; p: intervalo de confiança; GL: graus de liberdade).....	30
11. Coeficientes de correlação (Spearman ‘ponderado’) de combinações de variáveis abióticas que melhor explicam os dados bióticos.....	31

## Resumo

Macrozoobentos de habitats entremarés de diferentes classificações granulométricas foram amostrados nos períodos chuvoso e de estiagem no Canal da Raposa, Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. A amostragem utilizou um cilindro de PVC e os organismos bentônicos foram submetidos à triagem em peneiras geológicas (1 e 0,5 mm de malha) e sob microscópio estereoscópico. Foram representados por poucas espécies amplamente dominantes a despeito de numerosas espécies raras. *Paraonis agilis*, *Notomastus aberans*, *Capitella capitata* e *Odontosyllis heterofalchaeta* foram as espécies de Polychaeta mais abundantes nos habitats estudados no Canal da Raposa. O macrozoobentos atingiu maiores densidades no período chuvoso, especialmente detritívoros e filtradores. Os detritívoros foram dominantes nos habitats com maiores porcentagens de silte e argila, enquanto filtradores foram dominantes nos habitats com maiores porcentagens de areia, nos quais houve maior diversidade. *Ceratia rustica*, *Vitrinella filifera*, *Paraonis agilis*, Scaphopoda indet. e *Caecum* sp foram as espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os habitats estudados, que foi maior no período de estiagem. Umidade, teor de matéria orgânica, porcentagens de areia, silte e argila e desvio padrão dos grãos mostraram diferenças significativas entre os habitats estudados no Canal da Raposa.

Palavras chave: Macrozoobentos. Planícies de maré tropicais. Distribuição.

## Abstract

Macrozoobenthos of different grain size intertidal habitats were sampled during wet and dry seasons on Raposa Channel, Maranhão State, Brazil. The sampling was made with a PVC corer. The benthic organisms was sieved using 1 and 0,5 mm sieves and identified under a stereoscopic microscope. There were a few dominant species despite of many rare ones. *Paraonis agilis*, *Notomastus aberans*, *Capitella capitata* and *Odontosyllis heterofalchaeta* had high densities on Raposa Channel habitats. The macrozoobenthos had higher densities during wet season, specially the deposit and suspension feeders. The deposit feeders were dominant at higher silt/clay content habitats, while the suspension feeders dominated higher sand content ones. These habitats were the most diverse. *Ceratia rustica*, *Vitrinella filifera*, *Paraonis agilis*, Scaphopoda indet. and *Caecum* sp had high contribution on dissimilarity between habitats, most expressive during dry season. Sediment humidity, organic mater content, sand, silt and clay percentages and grain selection showed that habitats were significantly different.

Keywords: Macrobenthos. Tropical tidal flats. Distribution.

# **Apresentação**

A presente dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, virá sob a forma de dissertação tradicional, acrescida de um artigo científico, a ser encaminhado à Revista Brasileira de Biologia, cujas regras seguem em anexo.

# **1. Introdução**

## **1.1 Bentos de Zonas Costeiras**

A fauna dos manguezais é originária dos ambientes terrestre, marinho e de água doce, permanecendo no manguezal toda sua vida como residentes, ou apenas parte dela, na condição de semi-residentes, visitantes regulares ou oportunistas (Schaeffer-Novelli, 1995). A macrofauna bentônica, cujos adultos são maiores que 0,5 mm (Knox, 1977), é classificada em endofauna (animais que vivem a maior parte de suas vidas no interior dos sedimentos, móveis ou sedentários) e epifauna (vagam livremente sobre o sedimento e a vegetação, ou vivem aderidos a raízes e troncos expostos durante a baixamar) (Hutchings e Saenger, 1987). Essa fauna compreende principalmente organismos pertencentes aos filos Annelida, Arthropoda e Mollusca, especialmente aqueles incluídos nas classes Polychaeta, Crustacea, Gastropoda e Bivalvia (Hutchings e Saenger, 1987), representados por detritívoros, filtradores, escavadores ou perfurantes.

Os organismos bentônicos interferem nos processos de reciclagem de matéria orgânica, na aeração dos sedimentos, além de situarem-se entre os elos mais importantes da cadeia alimentar do ecossistema, sendo consumidos em abundância por peixes, aves e também pelo homem (Lana, *et al.*, 1996; Swennen e Spaans, 1985; Schaeffer-Novelli, 1995). Sheridan (1997) aponta o manguezal como provedor de altas densidades de pequenas presas (especialmente formas bentônicas) para consumidores móveis que exploram a zona entremarés, como as aves limícolas migratórias (Rodrigues, 2000; Plancyk e Harrington, 2004; Silva, 2005). Os manguezais são caracterizados pela baixa diversidade de espécies (Ricklefs, 2002), mas representam ecossistemas de alta produtividade e grande interesse humano devido aos itens e benefícios indiretos deles provenientes (Gray, 1997).

As planícies arenosas e os manguezais estão igualmente sujeitas às variações características dos estuários, quanto à composição e deposição de sedimentos (afetados pelo hidrodinamismo), nível da água e tempo de exposição ao sol, salinidade, teor de matéria orgânica e nutrientes. Essas variações ambientais afetam a distribuição dos organismos bentônicos de regiões entremarés (Pereira e Soares-Gomes, 2002), tema abordado e revisado por Gray (1974) e Snelgrove e Butman (1994).

Ainda são poucos os estudos sobre macrozoobentos realizados na Costa Norte do Brasil. No Maranhão, Rebelo-Mochel (1997) e Rebelo-Mochel *et al.* (2001) fizeram uma caracterização dos manguezais da Ilha de São Luís e avaliaram seu grau de degradação; Silva (1997) e Costa (2003) realizaram estudos com a epifauna macrobêntica; Silva (1992), Oliveira e Rebelo-Mochel (1999), Coelho (2005) e Silva (2005) caracterizaram o macrozoobentos de diferentes manguezais do Maranhão; e Costa (2000) e Coelho (2001) realizaram estudos na plataforma continental do estado com poliquetos e moluscos, respectivamente. No Pará, Acheampong (2001), Figueira (2002), Silva (2005) e Silva (2006) trabalharam com distribuição e variação temporal de macrozoobentos de manguezais; Sampaio (2004) e Paula (2005) avaliaram, respectivamente, os impactos gerados pela construção de rodovias e pela carcinicultura sobre a macrofauna e meiofauna estuarina. Lopes (1993, 1997, 2003) realizou caracterizações de macrozoobentos em praias arenosas nos Estados do Pará e Maranhão. E no Amapá, Fernandes (2003) e Lopes e Rodrigues (2000) estudaram, respectivamente, a macroendofauna de manguezais da Ilha de Maracá e da Praia do Goiabal.

No município da Raposa, Estado do Maranhão, Araújo-Luz (1991) foi pioneira na caracterização da endofauna macrobêntica de manguezal, no entanto não trabalhou

aspectos comparativos da distribuição espacial e temporal em habitats entremarés, como se propõe o presente trabalho.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Caracterizar a variação espacial e temporal na estrutura das associações macrobentônicas de habitats entremarés do Canal da Raposa, Baía de São Marcos, Estado do Maranhão.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar a composição específica, densidade, riqueza, diversidade e equitatividade do macrozoobentos em habitats entremarés no Canal da Raposa em diferentes períodos estacionais;
- Verificar a similaridade dos habitats entremarés selecionados no Canal da Raposa quanto à composição da comunidade macrozoobentônica e quanto aos parâmetros abióticos relacionados à água de percolação (salinidade) e aos sedimentos (temperatura, umidade, teor de matéria orgânica e textura);
- Verificar a correlação entre densidade do macrozoobentos e os fatores abióticos levantados, a fim de determinar sua influência sobre a variação espacial e temporal do macrozoobentos nos habitats estudados no Canal da Raposa.

## 2. Materiais e Métodos

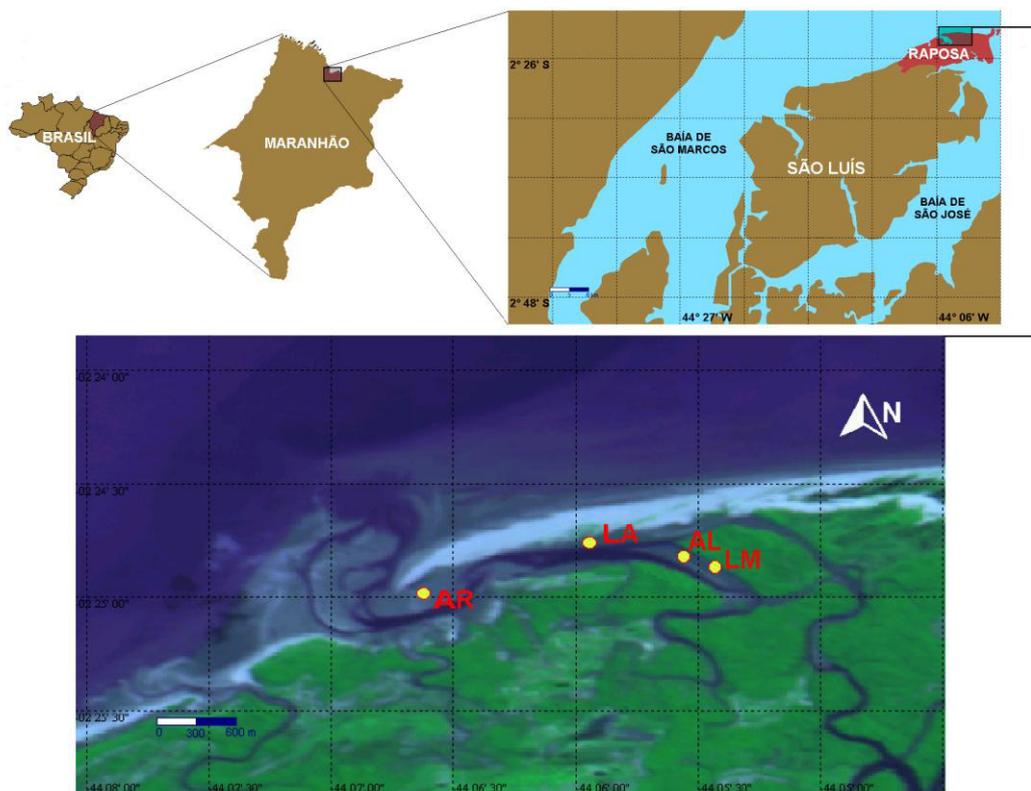
### 2.1 Área de Estudo

A costa do Estado do Maranhão possui a maior extensão de manguezais do Brasil, ao longo do Golfão Maranhense e Reentrâncias do litoral ocidental (Kjerfve *et al.*, 2002). Segundo este autor, nessas regiões, os manguezais encontram características ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento, como: regime de macromarés, alta pluviosidade, rica hidrografia, alta umidade, sedimentos adequados (silte e argila), entre outros. Já a porção oriental do Estado é caracterizada pela presença de dunas, marcadamente aquelas que formam o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (Governo do Estado do Maranhão, 2000).

O Maranhão, assim como grande parte do Norte e Nordeste brasileiros, tem sazonalidade marcada por um período chuvoso, geralmente entre os meses de janeiro e junho, e um período de estiagem, entre julho e dezembro (FSADU, 2003).

A área de estudo localiza-se no município da Raposa, extremo norte da Ilha de São Luís, inserida no Golfão Maranhense entre as baías de São José e São Marcos, sendo caracterizada como uma planície flúvio-marinha com a presença de manguezais e restingas (Governo do Estado do Maranhão, 2000) (Figura 1).

Em termos ambientais, o Zoneamento Ecológico Econômico (Governo do Estado do Maranhão, 2000) classifica o município como “zona freqüentada, mas não utilizada de forma sistemática ou difusa”. No entanto, o Zoneamento Costeiro do Estado (FSADU, 2003) revela que apenas 3,6% da população municipal têm esgotamento sanitário e observações pessoais revelam que os manguezais constituem os quintais de grande parte da população urbana, com despejo de esgotos *in natura*, podendo resultar em prejuízos à biodiversidade e à população humana.



**Figura 1:** Localização dos habitats estudados no Canal da Raposa, Maranhão (Fonte: INPE, 2006; LM: marisma; LA: lamoso; AL: areno-lamoso; AR: arenoso).

A localização dos habitats analisados fica canal adentro do cais de desembarque de barcos de pesca de alto-mar, nas proximidades de um ponto de travessia de pescadores que possuem “currais” ou fazem arrasto de camarão. Alguns, inclusive, praticam extrativismo de mariscos dentro das áreas amostradas, especialmente tarioba (*Iphigenia brasiliana*) e sarnambi (*Anomalocardia brasiliana*). As áreas escolhidas estão ladeadas por manguezais, com bosques de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* e *A. schaueriana* (Araújo-Luz, 1991), e por dunas e restingas, com presença de *Sesuvium portulacastrum*, *Sporobolus virginicus* e *Conocarpus erectus*.

Foram realizadas coletas nos meses de fevereiro e abril (período chuvoso), julho e setembro (período de estiagem) de 2006 em áreas entremarés localizadas no

Canal da Raposa. O macrozoobentos e os dados abióticos foram amostrados em habitats caracterizados por sedimentos arenosos, areno-lamosos, lamosos e no lavado lamoso de manguezais, cada um tendo aproximadamente 2 ha (Figura 2). Estes se localizaram sob as seguintes coordenadas geográficas: marisma 2° 24' 55.85" S e 44° 5' 43.82" W; habitat lamoso 2° 24' 43.71" S e 44° 5' 56.81" W; habitat areno-lamoso 2° 24' 53.75" S e 44° 5' 44.83" W; habitat arenoso 2° 24' 57.08" S e 44° 6' 36.33" W.



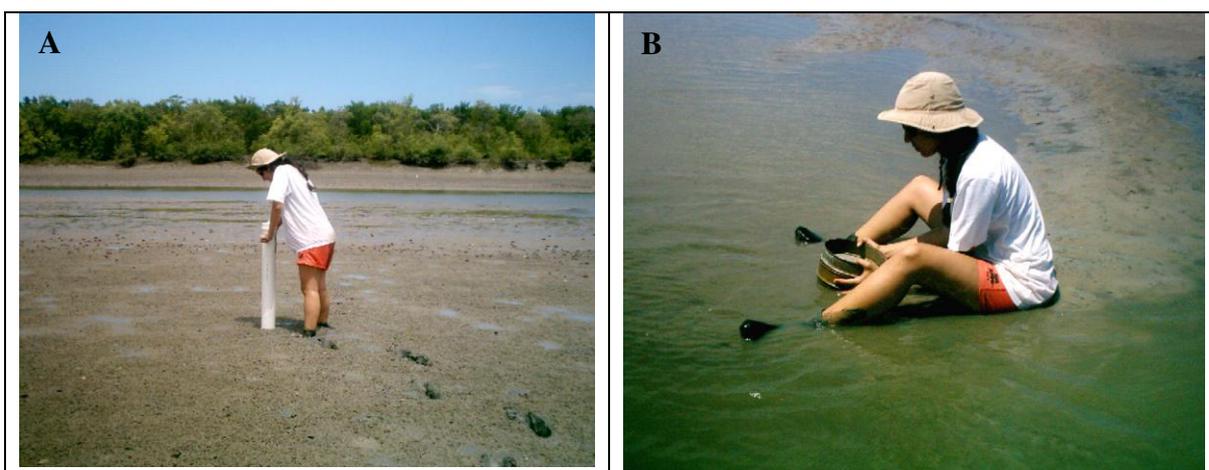
**Figura 2:** Aspecto geral dos habitats estudados no Canal da Raposa, Maranhão (LM: marisma; LA: lamoso; AL: areno-lamoso; AR: arenoso).

## 2.2 Métodos

### 2.2.1 Macrozoobentos

Os organismos macrozoobentônicos foram coletados utilizando-se o cilindro coletor de PVC descrito por Rebelo (1986), enterrado 20 cm, com 0,0079 m<sup>2</sup> (Figura 3A). Foram tomadas dez amostras de sedimento por habitat, a cada mês, coletadas

aleatoriamente. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos resistentes. Ainda em campo, passou pela triagem grosseira e foi fixado em solução de formaldeído a 4%. A triagem grosseira foi realizada com a utilização de duas peneiras sobrepostas de malhas de 1 mm e 0,5 mm (Figura 3B). Até 48 horas após este procedimento, o material fixado foi transferido para frascos rotulados com as informações de campo, contendo solução de álcool etílico a 70%.



**Figura 3:** Procedimento de coleta (A) e triagem grosseira (B) de macrozoobentos no Canal da Raposa, Maranhão.

No laboratório, procedeu-se à triagem fina, com a contagem e identificação das espécies, ao menor nível taxonômico possível, utilizando-se microscópio estereoscópio, microscópio óptico e chaves de identificação como Day (1967), Fauvel (1969), Amaral e Nonato (1996), Böggeman (2002) e Rios (1994). O material identificado foi etiquetado, catalogado e conservado em solução de álcool etílico a 70%.

Os organismos foram classificados segundo os grupos funcionais de alimentação (GFA) a partir dos trabalhos de Fauchald e Jumars (1979), Rouse e Pleijel (2001), Cervigón *et al.* (1992), além daqueles utilizados na sua identificação. Abaixo está a codificação usada, derivada de Fauchald e Jumars (1979):

- quanto ao hábito alimentar: C – carnívoro; B – detritívoro de sub-superfície; F – filtrador; S – detritívoro de superfície; H – herbívoro;

- quanto à mobilidade: D – discretamente móvel; M – móvel; S – sésil;
- quanto ao mecanismo de apreensão de alimento: J – mandibulado; P – bombeamento (por sífões); T – tentaculado; X – outras estruturas (como faringes eversíveis).

### **2.2.2 Fatores Abióticos**

Os dados abióticos considerados foram salinidade da água de percolação, temperatura, umidade, teor de matéria orgânica e textura granulométrica dos sedimentos. Temperatura e salinidade foram medidas em campo com uso de termômetro de solo, com 10 cm de bulbo, e refratômetro especializados, tomando-se uma medida por ocasião de coleta em cada um dos habitats estudados. A água de percolação era colhida nos furos realizados para coleta de macrozoobentos. Umidade, teor de matéria orgânica e textura granulométrica do sedimento foram analisados através de amostras recolhidas em campo (aproximadamente 0,5 litro de sedimento, por ocasião de coleta, por habitat) e levadas ao laboratório.

A umidade e o teor de matéria orgânica foram obtidos através do método descrito por Brower e Zar (1977): a primeira pela pesagem após secagem do material em estufa a 60°C por 24 horas e o segundo por perda de peso após calcinação em forno mufla a 470°C por 24 horas. A textura dos sedimentos foi determinada por pipetagem (fração fina menor que 0,0062mm) e peneiramento (para o habitat arenoso), ambos descritos por Suguio (1973).

### 2.3 Tratamento dos Dados

Para cada habitat, a cada mês (conjunto de 10 amostras), foram calculadas a densidade média (indivíduos por metro quadrado), a participação relativa de cada táxon (porcentual; por habitat/mês) e a riqueza (contagem do número de espécies). Os táxons que, unidos, alcançassem a participação relativa acumulada de cerca de 80%, por ocasião de amostragem, foram utilizados para caracterizar a comunidade.

Foi adotado o índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) para caracterizar o macrozoobentos devido à presença de táxons raros nas amostras, sendo utilizado o logaritmo natural como base, e o índice de equitatividade de Pielou ( $J'$ ), obtidos através do programa estatístico *PRIMER 6.0* (Clarke e Gorley, 2006).

Os valores de densidade, riqueza, diversidade e equitatividade para os períodos estacionais e entre os habitats foram comparados através de teste de Kruskal-Wallis ( $H$ ). Quando identificada diferença significativa, os habitats foram comparados, dois a dois, dentro de cada período, utilizando-se para isso o teste de Mann-Whitney ( $U$ ). Os referidos testes foram implementados utilizando o programa *Statistica 6.0* (StatSoft, 2001).

Também utilizando o programa *PRIMER 6.0*, foram realizadas análises multivariadas a fim de caracterizar as associações de macrozoobentos nos habitats estudados. Aplicou-se o escalonamento multidimensional (MDS), utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis calculado para os dados de densidade transformados para raiz quarta. Procedeu-se ainda a Análise de Similaridade (ANOSIM), para comparar a estrutura das associações macrozoobentônicas entre habitats e ocasiões de coleta, e o procedimento SIMPER, que identifica as espécies responsáveis pela diferenciação (dissimilaridade) entre os habitats nos períodos considerados.

Para o tratamento e análise dos dados de textura granulométrica foi utilizado o aplicativo *Sysgran 3.0* (Camargo, 2005), para o cálculo dos parâmetros texturais dos sedimentos, que foram porcentagens de areia, silte e argila, diâmetro médio dos grãos e desvio padrão.

Foi utilizado o teste t para amostras independentes, calculado com o *Statistica 6.0*, para comparar as características ambientais entre os períodos estacionais e habitats (temperatura, salinidade, umidade, matéria orgânica, porcentagens de areia, silte e argila, esta última transformada por transformação logarítmica). Para a comparação de diâmetro médio dos grãos e desvio padrão foram utilizados os testes não-paramétricos de Kruskal-Wallis (fator período) e de Mann-Whitney (fator habitat).

Para identificar quais variáveis abióticas melhor explicariam a estrutura da comunidade macrozoobentônica, foi adotado o procedimento BVSTEP, também do programa *PRIMER 6.0*, que combinou matrizes de similaridade dos dados de densidade (pelo índice de Bray-Curtis) e dos dados abióticos considerados (pela distância euclidiana).

### 3. Resultados

#### 3.1 Comunidade de Macrozoobentos

Foram identificados 49 táxons nos habitats estudados pertencentes aos filos Mollusca (22 táxons), Annelida (18 táxons), Arthropoda (5 táxons), Nematoda (1 táxon), Nemertea (1 táxon), Echinodermata (1 táxon) e Osteichthyes (1 táxon), sendo classificados segundo os grupos funcionais de alimentação, zonação e ocorrência nos habitats (Tabela 1).

**Tabela 1:** Macrozoobentos dos habitats estudados no Canal da Raposa, Maranhão (GFA: grupo funcional de alimentação<sup>1</sup>; ZON: zonação dos organismos no ambiente; LM: marisma; LA: lamoso; AL: areno-lamoso; AR: arenoso).

CLASSE	FAMÍLIA	ESPÉCIE	GFA	ZON	LM	LA	AL	AR
POLYCHAETA	AMPHINOMIDAE	<i>Amphinome</i> sp	CMJ	Endo			x	
	EUNICIDAE	<i>Nematonereis hebes</i>	C/H/S DJ	Endo			x	
	ONUPHIDAE	<i>Diopatra cuprea</i>	C/H/S DJ	Endo		x	x	
	GLYCERIDAE	<i>Glycera capitata</i>	CDJ	Endo	x	x	x	x
	HESIONIDAE	<i>Podarke agilis</i>	CDX	Endo	x	x		
	NEREIDIDAE	<i>Ceratocephale oculata</i>	C/H/S DJ	Endo		x		
		<i>Laeonereis acuta</i>	S/H DJ	Endo	x	x	x	x
		<i>Neanthes succinea</i>	C/H/S DJ	Endo		x	x	x
	SYLLIDAE	<i>Odontosyllis heterofalchaeta</i>	C/H/S DX	Endo	x	x	x	x
	SABELLIDAE	<i>Branchiomma</i> sp	FST	Endo	x			
	CAPITELLIDAE	<i>Capitella capitata</i>	SSX	Endo	x	x	x	x
		<i>Notomastus aberans</i>	SSX	Endo	x	x	x	x
	OPHELIIDAE	<i>Ophelia formosa</i>	SSX	Endo	x			
		<i>Polyophthalmus pictus</i>	SSX	Endo	x		x	
	PARAONIDAE	<i>Paraonis agilis</i>	SDX	Endo	x	x	x	x
	MAGELONIDAE	<i>Magelona cincta</i>	SDT	Endo	x		x	
AMPHARETIDAE	<i>Isolda pulchella</i>	SST	Endo	x	x	x		
OLIGOCHAETA	-	Oligochaeta sp1	SDX	Endo	x		x	

<sup>1</sup> baseado em Fauchald e Jumars (1979)

**Continuação da Tabela 1:** Macrozoobentos dos habitats estudados no Canal da Raposa, Maranhão (GFA: grupo funcional de alimentação<sup>1</sup>; ZON: zonação dos organismos no ambiente; LM: marisma; LA: lamoso; AL: areno-lamoso; AR: arenoso).

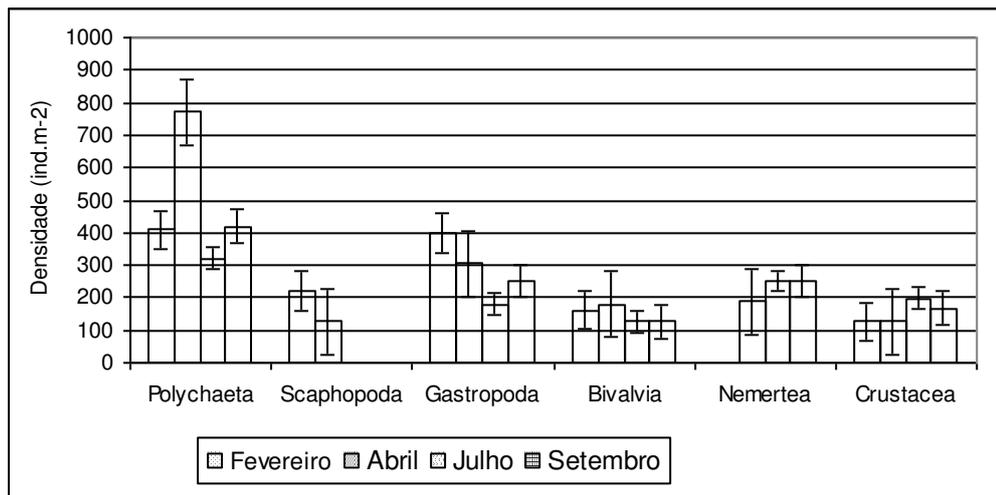
CLASSE	FAMÍLIA	ESPÉCIE	GFA	ZON	LM	LA	AL	AR
SCAPHOPODA	-	Scaphopoda indet	FST	Endo	x	x	x	x
GASTROPODA	RISSOIDAE	<i>Ceratia rustica</i>	SDX	Endo	x	x	x	x
	CAECIDAE	<i>Caecum achironum</i>	SDX	Endo	x	x	x	x
	CASSIDEA	<i>Casmaria ponderosa</i>	SMX	Epi	x	x	x	x
	VITRINELLIDAE	<i>Vitrinella filifera</i>	SDX	Endo	x	x	x	x
	NATICIDAE	<i>Natica sp</i>	SDX	Endo	x	x	x	x
	ACLIDIDAE	<i>Aclis underwoodae</i>	SDX	Endo		x		x
	OLIVIDAE	<i>Olivella sp</i>	SDX	Endo	x	x	x	x
	MARGINELLIDAE	<i>Volvarina sp</i>	SDX	Endo	x	x	x	x
	PYRAMIDELLIDAE	<i>Odostomia sp</i>	SDX	Epi	x	x	x	x
	PYRAMIDELLIDAE	<i>Turbonilla sp</i>	SMX	Epi				x
	ELOBIDAE	<i>Melampus coffeus</i>	SMX	Epi	x			
BIVALVIA	ARCIDAE	<i>Anadara notabilis</i>	FDP	Endo		x	x	x
	MYTILLIDAE	<i>Mytella guyanensis</i>	FSP	Endo	x	x	x	x
	LUCINIDAE	<i>Ctena orbiculata</i>	FDP	Endo			x	
		<i>Lucina pectinata</i>	FDP	Endo	x	x	x	x
	TELLINIDAE	<i>Tellina sp</i>	FSP	Endo	x	x	x	x
	PSAMMOBIIDAE	<i>Tagelus plebeius</i>	FDP	Endo	x	x	x	x
	DONACIDAE	<i>Donax striatus</i>	FDP	Endo				x
		<i>Iphigenia brasiliiana</i>	FDP	Endo	x	x	x	x
	VENERIDAE	<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	FDP	Endo	x	x	x	x
CORBULIDAE	<i>Corbula caribaea</i>	FDP	Endo			x	x	
NEMATODA	-	Nematoda indet.	CDX	Endo	x			
NEMERTEA	-	Nemertea indet.	CDX	Endo	x	x	x	x
CRUSTACEA	BRACHIURA <sup>2</sup>	Brachiura indet.	SMJ	Epi	x	x	x	x
	COPEPODA <sup>2</sup>	Copepoda indet.	SMJ	Endo	x	x		
	ISOPODA <sup>2</sup>	Isopoda indet.	SMJ	Endo	x		x	x
	STOMATOPODA <sup>2</sup>	Stomatopoda indet.	SMJ	Endo	x			
OFIUROIDEA	-	Ofiuroidea indet.	SDP	Epi			x	
INSECTA	-	Insecta indet.(larva)	FDP	Epi	x			
OSTEICHTHYES	-	Osteichthyes indet.	SMJ	Epi		x		

<sup>1</sup> baseado em Fauchald e Jumars (1979); <sup>2</sup> identificados em nível de sub-ordem

Foram coletados 7804 organismos bentônicos nos quatro habitats estudados em um total de 160 amostras. De modo geral, houve poucas espécies com elevadas densidades e várias espécies raras. Houve também numerosos táxons que apareceram de maneira esporádica, em apenas um dos meses do estudo.

No habitat marisma, de um total de 36 táxons identificados, ocorreram 18 esporádicos (cerca de 50%), sendo 7 gêneros de Polychaeta, 5 de Gastropoda, 1 de Bivalvia, além de Oligochaeta, Nematoda, Copepoda, Stomatopoda e Insecta. No habitat lamoso, no mesmo período, de 32 táxons identificados, 11 foram considerados esporádicos (34,4%): 3 gêneros de Polychaeta, 5 de Gastropoda, 1 de Bivalvia, além de Copepoda e Osteichthyes. No habitat areno-lamoso, de 36 táxons identificados, 10 foram esporádicos (27,8%): 3 gêneros de Polychaeta, 1 de Gastropoda, 3 de Bivalvia, além de Oligochaeta, Isopoda e Ofiuroidea. E por fim, no habitat arenoso, de um total de 30 táxons identificados, 13 foram esporádicos (43,3%): 5 gêneros de Polychaeta, 2 de Gastropoda, 5 de Bivalvia, além da sub-ordem Brachiura.

No habitat marisma, Polychaeta foi a classe mais representativa no período chuvoso com altas densidades em abril, particularmente devido às espécies *Paraonis agilis*, *Notomastus aberans* e *Capitella capitata*. No período de estiagem, há uma diminuição na densidade de Polychaeta (Figura 4). As classes Gastropoda e Scaphopoda também mostraram maiores densidades no período chuvoso, com decréscimos no período de estiagem. Bivalvia, Nemertea e Crustacea não demonstraram nítidas variações entre o período chuvoso e de estiagem. Nematoda, Insecta, Osteichthyes e Ofiuroidea não foram considerados nas análises devido às reduzidas densidades.



**Figura 4:** Densidade média ( $m^2 \pm EP$ ) dos táxons mais abundantes no habitat marisma do Canal da Raposa, Maranhão.

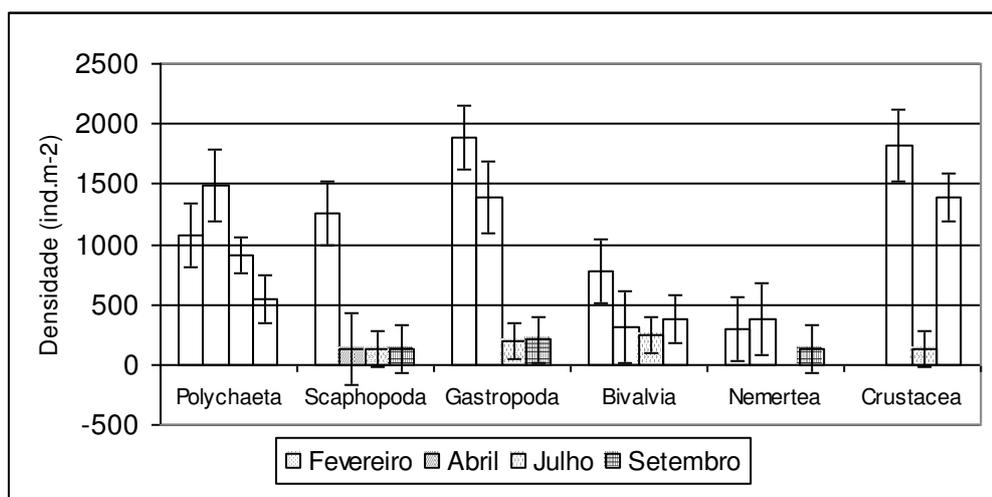
Essas alterações de representatividade das classes das áreas estudadas são confirmadas pelos dados de participação relativa. *Notomastus aberans*, *Paraonis agilis* e *Capitella capitata* estiveram entre os táxons dominantes em todos os meses. Associados a eles outras espécies de Polychaeta, Gastropoda e Crustacea, além de Oligochaeta e Nemertea representaram cerca de 80% dos organismos bentônicos nesse habitat (Tabela 2). As elevadas porcentagens de silte e argila estariam provavelmente propiciando um substrato mais adequado a estes grupos.

**Tabela 2:** Participação relativa e acumulada (%) e densidade (indivíduos.m<sup>-2</sup>) dos táxons dominantes e riqueza de macrozoobentos do habitat marisma nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006, no Canal da Raposa, Maranhão.

Fevereiro			Julho		
Part.rel.	%acum		Part.rel	%acum	
<i>Vitrinella filifera</i>	28,9	28,9	<i>Notomastus aberans</i>	35,5	35,5
<i>Notomastus aberans</i>	12,6	41,5	<i>Paraonis agilis</i>	9,8	51,2
<i>Paraonis agilis</i>	11,9	53,4	<i>Capitella capitata</i>	9,8	61
OLIGOCHAETA	5,6	59	<i>Brachiura sp1</i>	9,8	70,8
<i>Ceratia rustica</i>	5,6	64,6	NEMERTEA	7,8	78,6
<i>Olivella sp</i>	5,6	70,2			
<i>Ophelia formosa</i>	5,0	75,2			
<b>Dens = 1.518,7 ind.m<sup>-2</sup></b>		<b>Riqueza = 22 spp</b>	<b>Dens = 1.012,6 ind.m<sup>-2</sup></b>		<b>Riqueza = 13 spp</b>
Abril			Setembro		
Part.rel.	%acum		Part.rel.	%acum	
<i>Paraonis agilis</i>	51,7	51,7	<i>Notomastus aberans</i>	49,5	49,5
<i>Notomastus aberans</i>	15,2	66,9	<i>Capitella capitata</i>	12,7	62,2
<i>Vitrinella filifera</i>	10,3	77,2	<i>Odontosyllis heterofalchaeta</i>	10,8	73
<i>Capitella capitata</i>	4,8	82	<i>Paraonis agilis</i>	8,1	81,1
<b>Dens = 3.265,8 ind.m<sup>-2</sup></b>		<b>Riqueza = 23 spp</b>	<b>Dens = 1.126,6 ind.m<sup>-2</sup></b>		<b>Riqueza = 12 spp</b>

Part.rel.: participação relativa; %acum.: porcentagem acumulada; Dens.: densidade

No habitat lamoso, maiores densidades foram observadas no período chuvoso para as classes mais abundantes, com uma diminuição no período de estiagem, especialmente forte para Scaphopoda (Figura 5). Contudo, Crustacea apresentou um pico numérico em setembro, representado por 11 indivíduos da classe *Brachiura* em uma única amostra.



**Figura 5:** Densidade média (m<sup>2</sup>±EP) dos táxons mais abundantes no habitat lamoso do Canal da Raposa, Maranhão.

Elevadas porcentagens das frações sedimentares finas, somadas a uma crescente proporção de fração arenosa, possivelmente contribuíram para a maior participação relativa de *O. heterofalchaeta*, *Paraonis agilis*, *Iphigenia brasiliana* e *Anomalocardia brasiliana* no habitat lamoso, além de outros representantes de Polychaeta e alguns Gastropoda que se destacam na composição da comunidade macrozoobentônica do habitat lamoso em todos os meses (Tabela 3).

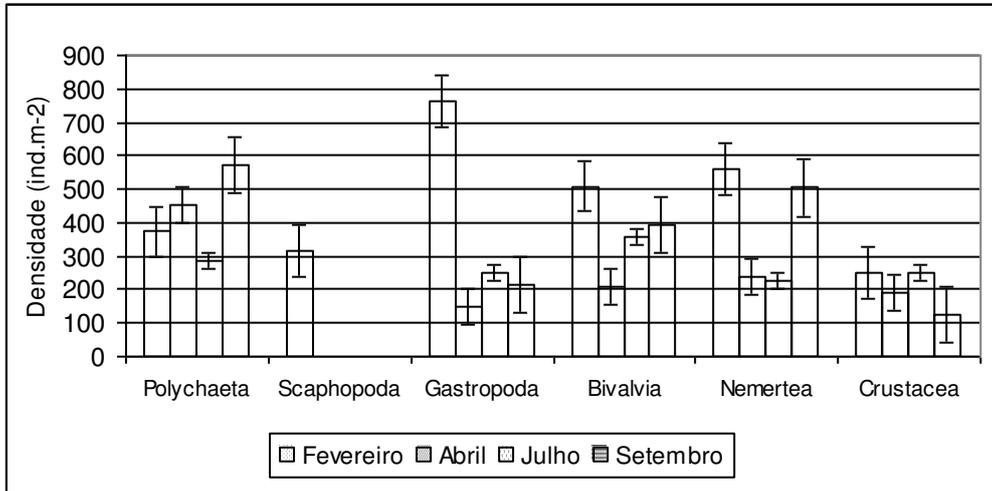
**Tabela 3:** Participação relativa e acumulada (%) e densidade (indivíduos.m<sup>-2</sup>) dos táxons dominantes e riqueza de macrozoobentos do habitat lamoso nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006, no Canal da Raposa, Maranhão.

<b>Fevereiro</b>	<b>Part.rel.</b>	<b>%acum</b>	<b>Julho</b>	<b>Part.rel.</b>	<b>%acum</b>
<i>Ceratia rustica</i>	44	44	<i>Paraonis agilis</i>	43,8	43,8
<i>Paraonis agilis</i>	17,9	61,9	<i>Odontosyllis heterofalchaeta</i>	32,9	76,7
SCAPHOPODA	7,8	69,7	<i>Iphigenia brasiliana</i>	9,1	85,8
<i>Anomalocardia brasiliana</i>	7,7	77,4	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	7,4	93,2
<b>Dens = 11.329,1 ind.m<sup>-2</sup></b>	<b>Riqueza = 24 spp</b>		<b>Dens = 2.075,9 ind.m<sup>-2</sup></b>	<b>Riqueza = 11 spp</b>	
<b>Abril</b>	<b>Part.rel.</b>	<b>%acum</b>	<b>Setembro</b>	<b>Part.rel.</b>	<b>%acum</b>
<i>Paraonis agilis</i>	38,9	38,9	<i>Laeonereis acuta</i>	15,5	15,5
<i>Vitrinella filifera</i>	24,6	63,5	<i>Notomastus aberans</i>	13,6	29,1
<i>Ceratia rustica</i>	7,3	70,8	<i>Iphigenia brasiliana</i>	12,5	41,6
<i>Odontosyllis heterofalchaeta</i>	7	77,8	<i>Odontosyllis heterofalchaeta</i>	11	52,6
COPEPODA	4,7	82,5	<i>Capitella capitata</i>	10,7	63,3
			<i>Anomalocardia brasiliana</i>	6,1	69,4
			<i>Paraonis agilis</i>	5,8	75,2
<b>Dens = 6.417,7 ind.m<sup>-2</sup></b>	<b>Riqueza = 20 spp</b>		<b>Dens = 3.278,2 ind.m<sup>-2</sup></b>	<b>Riqueza = 20 spp</b>	

Part.rel.: participação relativa; %acum.: porcentagem acumulada; Dens.: densidade

No habitat areno-lamoso também houve diminuição na densidade de macrozoobentos entre fevereiro e abril, sendo de maneira brusca para Gastropoda, Bivalvia e Nemertea (Figura 6). No período de estiagem, as três classes demonstraram uma tendência de aumento de densidade. Crustacea permaneceu mais ou menos constante ao longo do período estudado, enquanto Scaphopoda foi amostrado apenas em

fevereiro. Polychaeta teve maiores densidades em abril, com dominância de *Paraonis agilis*, e setembro, quando se destacaram *Capitella capitata* e *Notomastus aberans*.



**Figura 6:** Densidade média ( $m^2 \pm EP$ ) dos táxons mais abundantes no habitat areno-lamoso do Canal da Raposa, Maranhão.

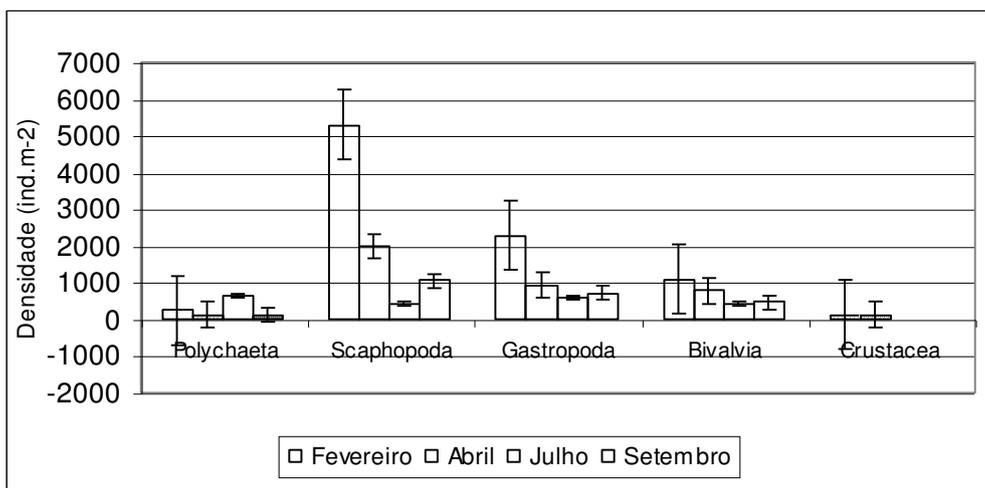
*Odontosyllis heterofalcheata*, *Anomalocardia brasiliana* e *Iphigenia brasiliana* foram os mais dominantes no decorrer dos meses no habitat areno-lamoso ao longo do período estudado (Tabela 4). Assim como no habitat lamoso, a crescente proporção de areia pode ter contribuído para o sucesso dessas espécies.

**Tabela 4:** Participação relativa e acumulada (%) e Densidade (m<sup>2</sup>) das espécies dominantes do macrozoobentos do habitat areno-lamoso nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006, no Canal da Raposa, Maranhão.

<b>Fevereiro</b>	<b>Part.rel.</b>	<b>%acum</b>	<b>Julho</b>	<b>Part.rel</b>	<b>%acum</b>
<i>Ceratia rustica</i>	28	28	<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	20,7	20,7
<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	12,1	40,1	<i>Iphigenia brasiliiana</i>	17,1	37,8
NEMERTEA	8,3	48,4	<i>Paraonis agilis</i>	12,2	50
<i>Odontosyllis heterofalchaeta</i>	6,7	55,1	<i>Notomastus aberans</i>	11,6	61,6
<i>Tellina sp</i>	6,7	61,8	<i>Odontosyllis heterofalchaeta</i>	10,1	71,7
<i>Vitrinella filifera</i>	4,4	66,2	NEMERTEA	5,5	77,2
<b>Dens = 4.012,7 ind.m<sup>-2</sup></b>	<b>Riqueza = 26 spp</b>		<b>Dens = 1.620,1 ind.m<sup>-2</sup></b>	<b>Riqueza = 19 spp</b>	
<b>Abril</b>	<b>Part.rel.</b>	<b>%acum</b>	<b>Setembro</b>	<b>Part.rel.</b>	<b>%acum</b>
<i>Paraonis agilis</i>	17,7	17,7	<i>Capitella capitata</i>	21,3	21,3
<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	16,8	34,5	<i>Notomastus aberans</i>	16,5	37,8
<i>Iphigenia brasiliiana</i>	15,6	50,1	<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	10,5	48,3
<i>Odontosyllis heterofalchaeta</i>	9,6	59,7	<i>Odontosyllis heterofalchaeta</i>	9,9	58,2
<i>Ceratia rustica</i>	5,6	65,3	<i>Iphigenia brasiliiana</i>	8,4	66,6
NEMERTEA	4,6	69,9	<i>Mytella guianensis</i>	5,1	71,7
<b>Dens = 2.847,9 ind.m<sup>-2</sup></b>	<b>Riqueza = 25 spp</b>		<b>Dens = 3.025,2 ind.m<sup>-2</sup></b>	<b>Riqueza = 21 spp</b>	

Part.rel.: participação relativa; %acum.: porcentagem acumulada; Dens.: densidade

O habitat arenoso também apresentou uma queda na densidade entre os meses de fevereiro e julho (Figura 7). Para Scaphopoda, Gastropoda e Bivalvia, o mês de setembro representou um aumento na densidade. Alguns Polychaeta foram amostrados de forma esporádica em julho (47 indivíduos em apenas uma amostra). Crustacea alcançaram as menores densidades e estiveram presentes apenas no período chuvoso.



**Figura 7:** Densidade média ( $m^2 \pm EP$ ) dos táxons mais abundantes no habitat arenoso do Canal da Raposa, Maranhão.

Os moluscos tiveram maiores porcentagens de participação relativa no habitat arenoso. Destacaram-se: *Caecum achironum*, *C. rustica* e *Olivella* sp (entre os Gastropoda), *A. brasiliana*, *Donax striatus*, *Lucina pectinata* e *Iphigenia brasiliana* (entre os Bivalvia) e a classe Scaphopoda (Tabela 5). Estes organismos possivelmente se beneficiaram da presença de sedimento arenoso, numa área mais exposta do estuário.

**Tabela 5:** Participação relativa e acumulada (%), e densidade (indivíduos.m<sup>-2</sup>) dos táxons dominantes e riqueza de macrozoobentos do habitat arenoso nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006, no Canal da Raposa, Maranhão.

<b>Fevereiro</b>	<b>Part.rel.</b>	<b>%acum</b>	<b>Julho</b>	<b>Part.rel</b>	<b>%acum</b>
<i>Caecum achironum</i>	21,1	21,1	<i>Caecum achironum</i>	28,6	28,6
SCAPHOPODA	19,5	40,6	<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	11,2	39,8
<i>Olivella</i> sp	17,5	58,1	SCAPHOPODA	9,1	48,9
<i>Ceratia rustica</i>	10,2	68,3	<i>Iphigenia brasiliiana</i>	6,4	55,3
<i>Natica</i> sp	6,4	74,7	<i>Laeonereis acuta</i>	5,5	60,8
<i>Casmaria ponderosa</i>	4,7	79,4	<i>Ceratia rustica</i>	5,5	60,8
<i>Vitrinella filifera</i>	4,6	84	<i>Olivella</i> sp	5,1	71,4
<b>Dens = 22.961,4 ind.m<sup>-2</sup></b>	<b>Riqueza = 17 spp</b>		<b>Dens = 2.974,5 ind.m<sup>-2</sup></b>	<b>Riqueza = 19 spp</b>	
<b>Abril</b>	<b>Part.rel.</b>	<b>%acum</b>	<b>Setembro</b>	<b>Part.rel.</b>	<b>%acum</b>
SCAPHOPODA	19,2	19,2			
<i>Olivella</i> sp	15,4	34,6			
<i>Caecum achironum</i>	10,98	45,8	<i>Caecum achironum</i>	47,2	47,2
<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	10,7	56,5	SCAPHOPODA	20	67,2
<i>Lucina pectinata</i>	8,4	64,9	<i>Donax striatus</i>	12,8	80
<i>Vitrinella filifera</i>	7,7	72,6	<i>Iphigenia brasiliiana</i>	8	88
<i>Natica</i> sp	6,9	79,5	<i>Lucina pectinata</i>	6	94
<i>Ceratia rustica</i>	6,1	85,6			
<i>Iphigenia brasiliiana</i>	5,5	91,1			
<i>Casmaria ponderosa</i>	5,3	96,4			
<b>Dens = 9.923,8 ind.m<sup>-2</sup></b>	<b>Riqueza = 19 spp</b>		<b>Dens = 2.974,8 ind.m<sup>-2</sup></b>	<b>Riqueza = 11 spp</b>	

Part.rel.: participação relativa; %acum.: porcentagem acumulada; Dens.: densidade

O habitat arenoso apresentou maior densidade em todos os meses, seguido do lamoso e do areno-lamoso e por último o marisma. No entanto, as variações numéricas na densidade não foram estatisticamente significativas em nenhum dos habitats estudados (Kruskal Wallis; H = 0,0; p= 1,0; GL=21).

O habitat areno-lamoso apresentou os maiores valores de diversidade em todos os meses. Por outro lado, o lamoso alcançou o menor valor entre todos no mês de julho, seguido de expressivo aumento em setembro (Tabela 6). Quanto à equitatividade, o habitat areno-lamoso obteve as menores oscilações.

**Tabela 6:** Diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitatividade (J') do macrozoobentos nos habitats estudados, no Canal da Raposa, Maranhão, nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006.

Parâmetro	Habitat	FEV	ABR	JUL	SET
H'	Marisma	2,46	1,79	2,04	1,75
	Lamoso	1,95	1,91	1,44	2,38
	Areno-lamoso	2,6	2,6	2,4	2,41
	Arenoso	2,2	2,34	2,4	1,65
J'	Marisma	0,79	0,57	0,79	0,7
	Lamoso	0,61	0,65	0,6	0,82
	Areno-lamoso	0,78	0,8	0,8	0,8
	Arenoso	0,77	0,79	0,83	0,69

A densidade, a riqueza e diversidade revelaram diferenças significativas entre os períodos estacionais (Tabela 7). Os habitats foram considerados diferentes entre si pelas variáveis anteriormente citadas e também pela equitatividade, mas no período de estiagem a densidade não demonstrou este mesmo resultado.

**Tabela 7:** Significância das diferenças entre os períodos estacionais e entre os habitats estudados no Canal da Raposa, Maranhão, com relação a parâmetros bióticos.

PARÂMETRO	PERÍODOS	HABITATS
Densidade	H = 19,6; p = 0,000**; GL=1	H = 31,8; p = 0,000**; GL=3
Riqueza	H = 29,19; p = 0,000**; GL=1	H = 14,74; p = 0,002**; GL=3
Diversidade	H = 10,0; p = 0,0016**; GL=1	H = 27; p = 0,000**; GL=3
Equitatividade	H = 3,6; p = 0,057; GL=1	H = 12; p = 0,007**; GL=3

\*\* altamente significativa (p<0,01)

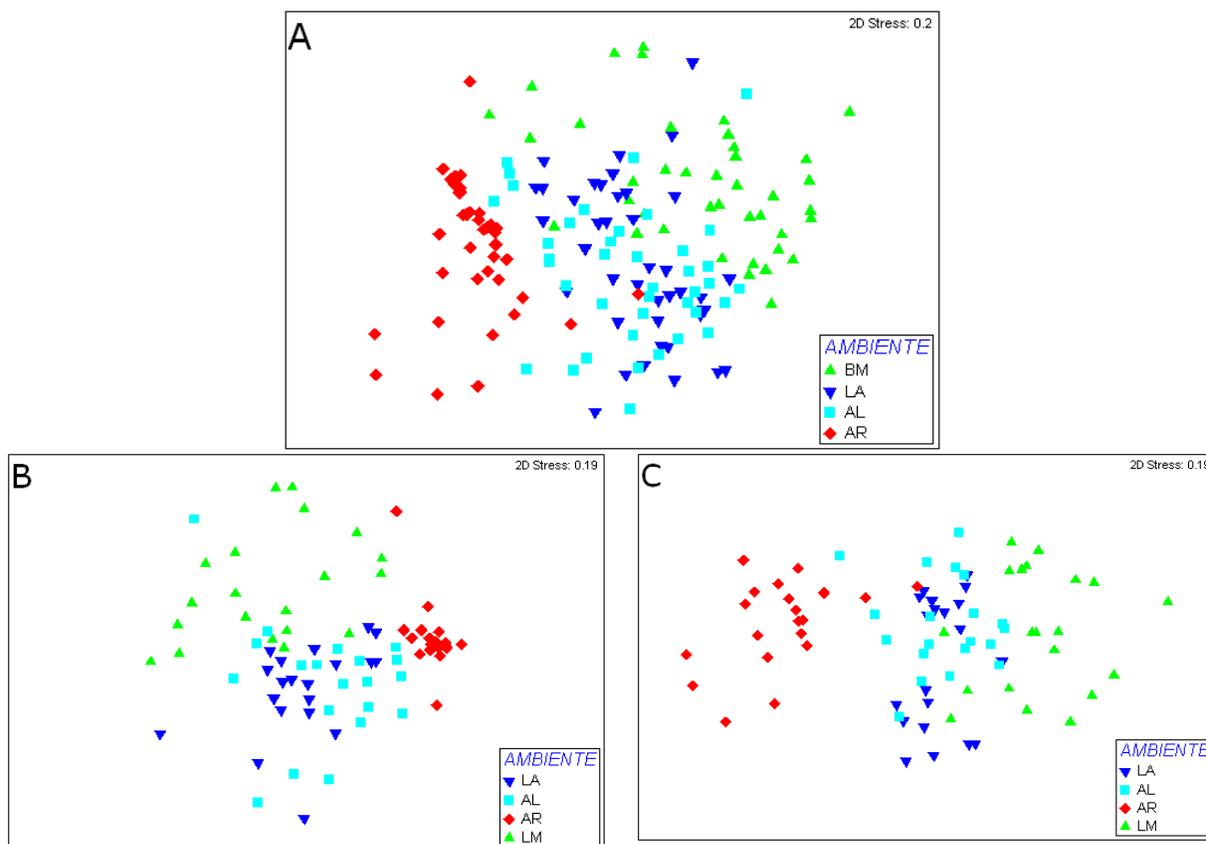
A partir da comparação entre os habitats, densidade e diversidade destacaram-se como os descritores que melhor diferenciaram os habitats estudados, enquanto a riqueza e a equitatividade contribuíram de maneira irregular nessa diferenciação (Tabela 8).

**Tabela 8:** Testes de significância na comparação entre os habitats do Canal da Raposa, Maranhão, a partir de parâmetros bióticos, nos períodos chuvoso e de estiagem (LM: marisma; LA: lamoso; AL: areno-lamoso; AR: arenoso; Chu: período chuvoso; Est: período de estiagem; U: teste de Mann-Whitney; p: intervalo de confiança; GL: graus de liberdade).

Habitats/ Parâmetro	Densidade		Riqueza		Diversidade (H'; log <sub>e</sub> )		Equitatividade (J')	
	Chu	Est	Chu	Est	Chu	Est	Chu	Est
<b>LM x LA</b>	U=90,5 p=0,00** GL=38	U=59,5 p=0,00** GL=38	U=121,5 p=0,03* GL=38	U=138,00 p=0,097 GL=38	U=159,0 p=0,28 GL=38	U=155,5 p=0,23 GL=38	U=170,5 p=0,43 GL=38	U=142,5 p=0,12 GL=38
<b>LM x AL</b>	U=111,5 p=0,01* GL=38	U=65,0 p=0,001** GL=38	U=55,5 p=0,00** GL=38	U=47,0 p=0,00** GL=38	U=49,5 p=0,00** GL=38	U=56,0 p=0,00** GL=38	U=156,0 p=0,24 GL=38	U=192,0 p=0,84 GL=38
<b>LM x AR</b>	U=31,0 p=0,00** GL=38	U=86,5 p=0,001** GL=38	U=34,0 p=0,00** GL=38	U=128,5 p=0,052 GL=38	U=49,0 p=0,00** GL=38	U=148,0 p=0,165 GL=38	U=197,0 p=0,95 GL=38	U=27,0 p=0,049* GL=38
<b>LA x AL</b>	U=126,0 p=0,046* GL=38	U=181,0 p=0,62 GL=38	U=161,5 p=0,3 GL=38	U=161,0 p=0,3 GL=38	U=36,5 p=0,00** GL=38	U=153,0 p=0,21 GL=38	U=83,5 p=0,00** GL=38	U=135,0 p=0,08 GL=38
<b>LA x AR</b>	U=117,5 p=0,02* GL=38	U=195,0 p=0,9 GL=38	U=143,0 p=0,13 GL=38	U=187,0 p=0,74 GL=38	U=42,0 p=0,00** GL=38	U=172,0 p=0,46 GL=38	U=107,0 p=0,011* GL=38	U=186,0 p=0,72 GL=38
<b>AL x AR</b>	U=48,5 p=0,00** GL=38	U=199,0 p=0,99 GL=38	U=165,0 p=0,35 GL=38	U=135,0 p=0,081 GL=38	U=198,5 p=0,97 GL=38	U=125,5 p=0,043* GL=38	U=140,0 p=0,11 GL=38	U=114,0 p=0,02* GL=38

\* diferença significativa; \*\*diferença altamente significativa

A análise de MDS do macrozoobentos nos habitats estudados, por período estacional, mostrou a formação de um gradiente entre os habitats, indicando a influência da composição sedimentológica neste padrão, particularmente visível no período de estiagem (Figura 8). É possível notar que o habitat lamoso e o areno-lamoso formam uma ‘zona de intersecção’, correspondente à semelhança que apresentam quanto às porcentagens de silte e argila.



**Figura 8:** MDS do macrozoobentos nos habitats estudados, no Canal da Raposa, Maranhão (LM: marisma; LA: lamoso; AL: areno-lamoso; e AR: arenoso), em todos os meses (A), e separadamente nos períodos chuvoso (B) e de estiagem (C).

A análise de similaridade (ANOSIM) revelou que os quatro habitats são diferentes entre si nos períodos estacionais ( $R=0,515$ ;  $p<0,01$ ) e nos meses considerados ( $R=0,576$ ;  $p<0,01$ ). O procedimento SIMPER ratifica essa diferença entre os períodos (dissimilaridade média de 71,67) e aponta *Ceratia rustica* (dissim.=8,1%), *Vitrinella filifera* (dissim.=6,75%), *Paraonis agilis* (dissim.=6,36%), Scaphopoda indet. (dissim.=5,79%) e *Caecum* sp (dissim.=5,7%) como mais importantes nesta diferenciação. Observando a diferenciação dos habitats, nos períodos de estiagem e chuvoso, temos numerosos táxons necessários a sua diferenciação, o que demonstra, na realidade, uma elevada similaridade entre as comunidades (Tabela 9).

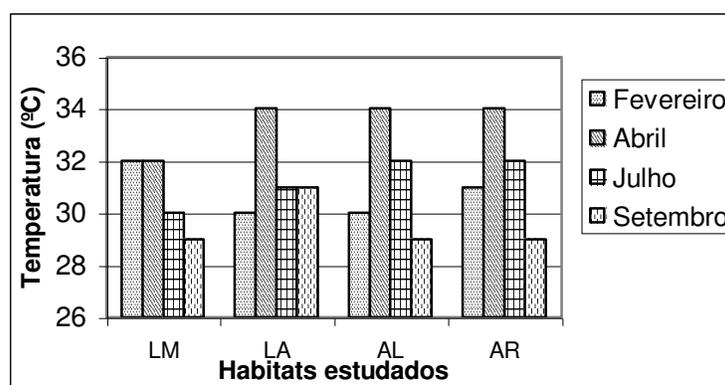
**Tabela 9:** Táxons de macrozoobentos destacados pelo procedimento SIMPER na diferenciação dos habitats estudados, no Canal da Raposa, Maranhão, nos períodos chuvoso e de estiagem (Dissim. Média: dissimilaridade média).

COMBINAÇÕES DE HABITATS	CHUVOSO	ESTIAGEM
Marisma x Lamoso	Dissim. Média = 63,92	Dissim. Média = 65,19
	- <i>C. rustica</i> (9,92); - <i>Paraonis agilis</i> (9,06); - <i>A. brasiliana</i> (7,99); - <i>N. aberans</i> (6,25); - <i>V. filifera</i> (6,03)	- <i>O. heterofalchaeta</i> (10,7); - <i>N. aberans</i> (10,58); - <i>Paraonis agilis</i> (10,08); - <i>I. brasiliana</i> (9,51); - <i>A. brasiliana</i> (8,8)
Marisma x Arenoso-lamoso	Dissim. Média = 67,27	Dissim. Média = 62,63
	- <i>A. brasiliana</i> (8,02); - <i>Nemertinea</i> indet. (6,92); - <i>Paraonis agilis</i> (6,53); - <i>C. rustica</i> (6,06); - <i>O. heterofalchaeta</i> (5,62)	- <i>A. brasiliana</i> (11,2) - <i>I. brasiliana</i> (10,13); - <i>O. heterofalchaeta</i> (8,4); - <i>Capitella capitata</i> (8,36); - <i>N. aberans</i> (7,6)
Marisma x Arenoso	Dissim. Média = 75,4	Dissim. Média = 87,79
	- <i>C. achironum</i> (8,51); - <i>Scaphopoda</i> indet. (8,2); - <i>Olivella sp</i> (7,84); - <i>Natica sp</i> (7,27); - <i>A. brasiliana</i> (6,8)	- <i>C. achironum</i> (13,81); - <i>N. aberans</i> (11,15); - <i>Scaphopoda</i> indet. (8,83); - <i>A. brasiliana</i> (7,46) - <i>Paraonis agilis</i> (6,07)
Lamoso x Arenoso-lamoso	Dissim. Média = 56,9	Dissim. Média = 50,26
	- <i>Paraonis agilis</i> (8,43); - <i>C. rustica</i> (6,74); - <i>O. heterofalchaeta</i> (5,52); - <i>Nemertinea</i> indet. (5,46); - <i>Tellina sp</i> (5,28)	- <i>N. aberans</i> (9,43); - <i>Paraonis agilis</i> (8,72) - <i>C. capitata</i> (8,61); - <i>Laeonereis acuta</i> . (8,16); - <i>O. heterofalchaeta</i> (8,12)
Lamoso x Arenoso	Dissim. Média = 64,29	Dissim. Média = 75,68
	- <i>Olivella sp</i> (8,85); - <i>Paraonis agilis</i> (8,2); - <i>C. achironum</i> (8,1); - <i>Natica sp</i> (6,57); - <i>L. pectinata</i> (6,49)	- <i>C. achironum</i> (11,56); - <i>Paraonis agilis</i> (10,79); - <i>O. heterofalchaeta</i> (9,67); - <i>Scaphopoda</i> indet. (8,11); - <i>I. brasiliana</i> (6,24)
Arenoso-lamoso x Arenoso	Dissim. Média = 61,02	Dissim. Média = 74,63
	- <i>Scaphopoda</i> indet. (7,92); - <i>C. achironum</i> (7,37); - <i>Olivella sp</i> (7,33); - <i>C. ponderosa</i> (6,38) - <i>Natica sp</i> (5,83)	- <i>C. achironum</i> (10,95); - <i>Scaphopoda</i> indet. (7,97); - <i>O. heterofalchaeta</i> (7,59); - <i>N. aberans</i> (7,44); - <i>Paraonis agilis</i> (6,58)

Em geral, o período de estiagem representa uma maior dissimilaridade entre os habitats, com exceção dos pares marisma x areno-lamoso e lamoso x areno-lamoso. É possível ainda extrair desse panorama que o habitat arenoso apresenta altas dissimilaridades com todos os demais habitats, especialmente no período de estiagem, ratificando seu isolamento exposto graficamente na análise de ordenação.

### 3.2 Dados Abióticos

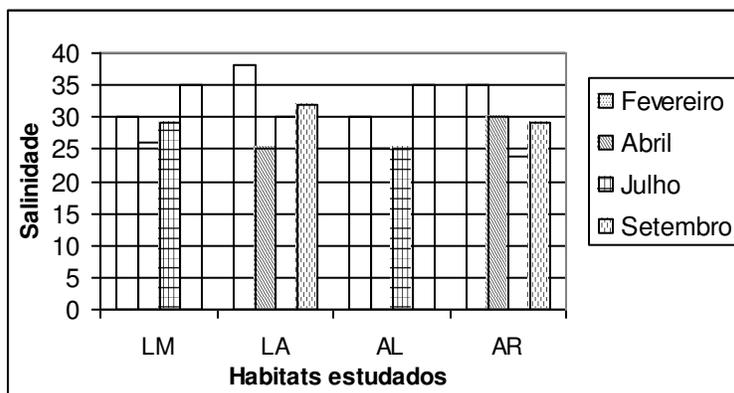
De modo geral, a temperatura do sedimento apresentou um máximo no mês de abril, seguido por uma queda que se prolongou nos demais meses (Figura 9). No entanto, os valores não foram significativamente diferentes entre os períodos de coleta ( $t= 2,28$ ;  $p= 0,47$ ;  $GL=14$ ).



**Figura 9:** Temperatura do sedimento nos habitats estudados nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006, no Canal da Raposa, Maranhão (LM: marisma; LA: habitat lamoso; AL: habitat areno-lamoso; AR: habitat arenoso).

A salinidade da água de percolação apresentou um mínimo em abril, resultante das chuvas mais frequentes a partir do mês de março (UEMA, 2006). Em julho, houve aumento na salinidade para os habitats marisma e lamoso, enquanto se manteve estável no habitat areno-lamoso e diminuiu ainda mais no habitat arenoso. Em setembro observou-se um

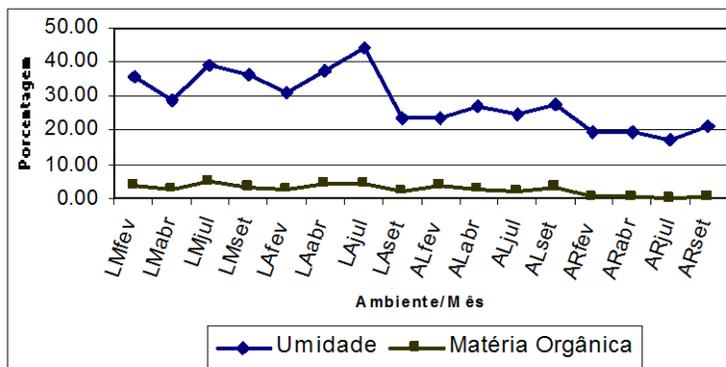
aumento de salinidade em todos os habitats (Figura 10). Essas variações também não foram significativas entre os períodos ( $t= 0,0$ ;  $p= 0,72$ ;  $GL=14$ ).



**Figura 10:** Salinidade dos habitats estudados nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006, no Canal da Raposa, Maranhão (LM: marisma; LA: habitat lamoso; AL: habitat areno-lamoso; AR: habitat arenoso).

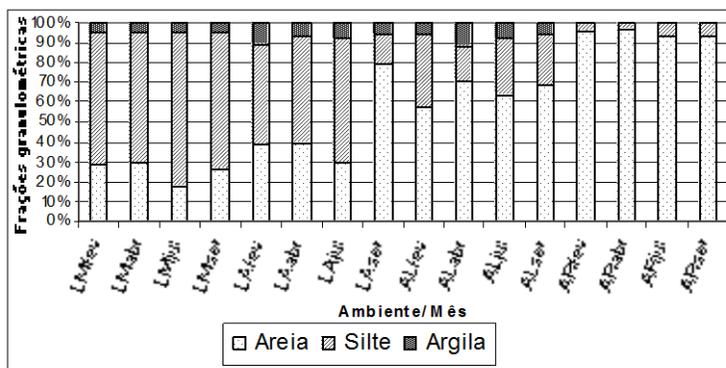
Nos habitats marisma e lamoso, os valores de umidade oscilaram bastante, apresentando máximo no mês de julho, seguido de queda em setembro (Figura 11). Já os habitats areno-lamoso e arenoso tiveram valores de umidade mais constantes, sendo que o arenoso apresentou a menor umidade em todos os meses. Essas oscilações não foram significativas entre os períodos ( $t= 0,36$ ;  $p= 0,4$ ;  $GL=14$ ).

Por sua vez, os teores de matéria orgânica nos habitats marisma, lamoso e areno-lamoso oscilaram entre 2,18 e 4,92%, enquanto o habitat arenoso teve os menores valores, entre 0,23 e 0,63%. Não houve diferenças significativas entre períodos ( $t= 0,15$ ;  $p= 0,6$ ;  $GL=14$ ).



**Figura 11:** Umidade e Matéria Orgânica dos habitats estudados nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006, no Canal da Raposa, Maranhão (LM: marisma; LA: habitat lamoso; AL: habitat areno-lamoso; AR: habitat arenoso).

Os sedimentos no marisma, lamoso e areno-lamoso foram constituídas principalmente por areia muito fina (entre 17,7 e 78,9%) e silte grosso (entre 11,2 e 72,9%), enquanto no habitat arenoso foram dominantes as areias finas (entre 56,5 e 74,5%) (Figura 12).



**Figura 12:** Análise granulométrica dos habitats estudados nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006, no Canal da Raposa, Maranhão (LM: marisma; LA: habitat lamoso; AL: habitat areno-lamoso; AR: habitat arenoso).

Nenhum dos parâmetros texturais amostrou diferença significativa entre os períodos de coleta: porcentagem de areia ( $t= 0,10$ ;  $p= 0,84$ ;  $GL=14$ ); porcentagem de silte ( $t= 0,05$ ;  $p= 0,81$ ;  $GL=14$ ); porcentagem de argila ( $t= 0,64$ ;  $p= 0,209$ ;  $GL=10$ ); diâmetro

médio dos grãos ( $H= 1,0$ ;  $p= 0,317$ ;  $GL=14$ ); e desvio padrão dos grãos ( $H =0,0$ ;  $p= 1$ ;  $GL=14$ ).

### **3.3 Interação entre Componentes Bióticos e Abióticos**

Considerando todas os parâmetros abióticos levantados, a comparação dos habitats dois a dois revelou que a umidade, a porcentagem de matéria orgânica, areia, silte e argila e o desvio padrão dos grãos foram os mais importantes na sua diferenciação (Tabela 10).

**Tabela 10:** Testes de significância na comparação entre os habitats do Canal da Raposa, Maranhão, a partir de parâmetros abióticos (LM: marisma; LA: lamoso; AL: areno-lamoso; AR: arenoso; %MO: porcentagem de matéria orgânica; %Areia: porcentagem de areia; %Silte: porcentagem de silte; %Argila: porcentagem de argila;  $\mu$ Grãos: diâmetro médio dos grãos; dp.Grãos: desvio padrão dos grãos; t: teste t; U: teste de Mann-Whitney; p: intervalo de confiança; GL: graus de liberdade).

Habitats/ Parâmetro	Temperatura	Salinidade	Umidade	%M.O	% Areia	% Silte	% Argila	$\mu$ Grãos	dp.Grãos
<b>LM x LA</b>	t=0,65 p=0,82 GL=6	t=0,38 p=0,57 GL=6	t=0,15 p=0,29 GL=6	t=0,26 p=0,52 GL=6	t=1,87 p=0,047* GL=6	t=2,2 p=0,053 GL=6	t=3,85 p=0,001** GL=6	U=2,0 p=0,11 GL=6	U=142,5 p=0,12* GL=6
<b>LM x AL</b>	t=0,37 p=0,54 GL=6	t=0,41 p=0,7 GL=6	t=3,8 p=0,21 GL=6	t=1,12 p=0,89 GL=6	t=9,9 p=0,94 GL=6	t=8,8 p=0,56 GL=6	t=2,4 p=0,000** GL=6	U=0,0 p=0,028* GL=6	U=192,0 p=0,84* GL=6
<b>LM x AR</b>	t=0,58 p=0,6 GL=6	t=0,2 p=0,77 GL=6	t=6,6 p=0,13 GL=6	t=8,2 p=0,03* GL=6	t=23,6 p=0,15 GL=6	t=21,8 p=0,15 GL=6	-	U=0,0 p=0,028* GL=6	U=27,0 p=0,049* GL=6
<b>LA x AL</b>	t=0,2 p=0,69 GL=6	t=0,7 p=0,85 GL=6	t=1,9 p=0,03* GL=6	t=0,69 p=0,6 GL=6	t=1,62 p=0,053 GL=6	t=1,65 p=0,14 GL=6	t=0,03 p=0,49 GL=6	U=83,5 p=0,00 GL=6	U=135,0 p=0,08* GL=6
<b>LA x AR</b>	t=0,0 p=0,77 GL=6	t=0,5 p=0,8 GL=6	t=3,3 p=0,02* GL=6	t=5,2 p=0,008** GL=6	t=4,37 p=0,003** GL=6	t=3,8 p=0,004** GL=6	-	U=4,0 p=0,34 GL=6	U=186,0 p=0,72* GL=6
<b>AL x AR</b>	t=1,64 p=0,92 GL=6	t=0,12 p=0,9 GL=6	t=4,9 p=0,75 GL=6	t=5,9 p=0,023* GL=6	t=9,7 p=0,14 GL=6	t=5,3 p=0,056 GL=6	-	U=0,0 p=0,028* GL=6	U=114,0 p=0,02* GL=6

\* diferença significativa; \*\*diferença altamente significativa; - teste não realizado

Os resultados do BVSTEP destacaram os teores de matéria orgânica e as porcentagens de areia e argila como os melhores descritores da estrutura da comunidade macrozoobentônica (Tabela 11).

**Tabela 11:** Coeficientes de correlação (Spearman ‘ponderado’) de combinações de variáveis abióticas que melhor explicam os dados bióticos.

<b>VARIÁVEL ABIÓTICA</b>	<b>COMBINADA A</b>	<b>BVSTEP -VALOR DE p</b>
% Areia	% Argila	0,502
Matéria Orgânica	-	0,502
% Areia	Matéria Orgânica	0,491
Salinidade	-	0,43
Temperatura	-	0,385

## 4. Discussão

A comunidade do macrozoobentos do Canal da Raposa é formada por espécies similares às registradas em outros trabalhos realizados na Costa Norte brasileira (Rebello-Mochel, 1997; Rebello-Mochel *et al.*, 2001; Fernandes, 2003; Coelho, 2005; Silva, 2005). A maioria é constituída de organismos marinhos da endofauna, havendo alguns terrestres (Insecta) e outros que ocupam a superfície dos sedimentos (Crustacea, Osteichthyes e Ofiuroidea).

A classe Polychaeta revelou-se de grande importância na composição da comunidade no decorrer dos meses estudados, padrão demonstrado por numerosos trabalhos realizados em estuários no Brasil e no mundo (Sheridan, 1997; Silva, 1997; Lopes, 1993, 1997, 2003; Acheampong, 2001; Rosa-Filho, 2001; Silva, 2006). As espécies *Paraonis agilis*, *Notomastus aberans*, *Capitella capitata* e *Odontosyllis heterofalchaeta* atingiram os maiores valores de abundância. A alta abundância de *N. aberans* e *C. capitata*, ambas pertencentes à família Capitellidae, pode indicar ambientes com altos teores de matéria orgânica (de origem natural ou antrópica), devido a sua condição de consumidoras de depósito não-seletivas e por apresentar vida gregária em todos os estágios de desenvolvimento (Amaral e Nonato, 1996; Amaral *et al.*, 1998; Dittman, 2002).

Sampaio (2004) também encontrou forte presença de Capitellidae em sua área de estudo e levanta a hipótese de que esta família estaria respondendo à degradação ambiental causada pela construção de uma rodovia que atravessa o manguezal. Paula (2005), trabalhando com meiofauna, obteve resultado semelhante próximo a pontos de lançamento de efluentes de carcinicultura. Araújo-Luz (1991) relata a presença dessa família no interior do manguezal próximo ao Canal da Raposa. Esse enriquecimento de

matéria orgânica na área de estudo (comum à do presente trabalho) é possivelmente resultante do despejo de esgotos domésticos do município, que não possui saneamento básico.

As famílias das classes Gastropoda e Bivalvia foram similares às encontradas em trabalhos realizados na Costa Norte por Coelho (2001) e Beasley e Tagliaro (2003), confirmando sua participação na província zoomalacológica do Caribe.

Os valores de densidade de macrozoobentos foram superiores à média indicada para planícies areno-lamosas tropicais por Dittman (2002; entre 1000 e 2000 indivíduos/m<sup>2</sup>), aproximando-se da obtida numa planície lamosa na Costa Rica (14798 indivíduos/m<sup>2</sup>; Vargas, 1987 apud Dittman, 2002).

A densidade de macrozoobentos mostrou valores menores no período de estiagem, concordando com Coelho (2005) e Silva (2005). Entretanto Lopes (1993, 1997, 2003), Acheampong (2001), Fernandes (2003) e Giménez *et al.* (2006) encontraram menores densidades de macrozoobentos no período chuvoso. Estes autores trabalharam especialmente em áreas abertas ou que foram caracterizadas por erosões e fortes correntes no período chuvoso. A intensa mobilização das partículas sedimentares possivelmente provocou a redução da densidade de organismos. Os habitats estudados no Canal da Raposa, ao contrário, estavam protegidos da ação das ondas, caracterizando-se por maior estabilidade do substrato, portanto, favorecendo o estabelecimento de organismos bentônicos. Lopes (2003) relata que a hidrodinâmica da costa norte brasileira é resultante da combinação da descarga fluvial com a ação das correntes de maré, influenciando a deposição de sedimentos e a salinidade, que, por sua vez, afetam a natureza e a distribuição da fauna.

No período chuvoso, o grande aporte de partículas finas (silte e argila) beneficiou organismos consumidores de detritos, que contribuíram para o aumento de

densidade de macrozoobentos neste período no Canal da Raposa. Desse modo, consumidores de depósitos juntamente com organismos filtradores, destacaram-se com altas densidades, especialmente *Ceratia rustica*, *Paraonis agilis*, *Capitella capitata*, *Caecum achironum* e *Vitrinella filifera*. Levington (1972) afirma que consumidores de depósitos atingem altas abundâncias em ambientes lamosos enquanto filtradores são beneficiados em ambientes arenosos. Afirmação ratificada por Dittman (2002) que aponta poliquetas tubícolas como dominantes na lama e bivalves dominantes em planícies arenosas.

Trabalhos de Young e Rhoads (1970, 1971), citados por Gray (1974) afirmam que organismos filtradores e consumidores de depósitos podem se excluir mutuamente. Isso se deve à intensa ‘ressuspensão’ do sedimento (98 a 99,5% do sedimento anualmente) realizada pelos consumidores de depósitos, que provocaria o entupimento das estruturas filtradoras dos primeiros (Levington, 1972). Por outro lado, Snelgrove e Butman (1994), a partir de intensa revisão de estudos da relação animal-sedimento, ampliam essa análise afirmando que diversos aspectos da hidrodinâmica e do regime de transporte de sedimentos, como teores de matéria orgânica, oxigênio dissolvido, pH, além da própria origem das partículas sedimentares, têm forte correlação com a distribuição de sedimentos, resultando em variações no suprimento de alimento e larvas que, por fim, determinarão os padrões de distribuição da endofauna bentônica. Assim, todos as nuances resultantes destes aspectos tornam possível que organismos filtradores e consumidores de depósito coexistam em certos ambientes.

Rosa-Filho (2001) e Paula (2005) obtiveram altas densidades de consumidores de depósito em sedimentos finos, onde havia altas porcentagens de matéria orgânica e elevadas concentrações de clorofila. Este padrão de distribuição de filtradores e consumidores de depósitos coincide com os resultados obtidos neste estudo: as famílias

Paraonidae e Capitellidae (consumidoras de depósitos) foram dominantes nos habitats marisma e lamoso, onde houve maiores proporções de silte e argila; enquanto *A. brasiliiana*, *I. brasiliiana* (filtradoras) têm evidente importância nos habitats areno-lamoso e arenoso, nos quais há predomínio de partículas sedimentares grossas.

Nos habitats marisma e lamoso, tivemos os menores valores de diversidade. Acheampong (2001), Figueira (2002) e Lopes (2003) tiveram valores de diversidade e padrões de dominância semelhantes em áreas de maior porcentagem de partículas finas. Estes autores sugeriram que isto resultaria de parâmetros relacionados ao próprio sedimento, tais como reduzidos níveis de pH e teores de oxigênio dissolvido, além do entupimento de brânquias e sífões provocado pela fluidez do substrato. A ampla dominância de poucas espécies nesses ambientes resulta em reduzidas diversidades, o que ocorreu no Canal da Raposa.

Os habitats areno-lamoso e arenoso, por outro lado, apresentaram os maiores valores de diversidade. No areno-lamoso, a composição sedimentar propiciou relativa heterogeneidade à colonização de diversos grupos. E no arenoso, a maior hidrodinâmica proporcionou certa instabilidade do sedimento e a comunidade bentônica esteve representada por organismos com dominâncias semelhantes. Resultados equivalentes foram alcançados por Gray (1974), que atribui esse padrão à heterogeneidade do sedimento, destacando sua importância no assentamento larval. Lecari e Defeo (2006), apontaram maior diversidade na porção mais externa dos estuários, onde o sedimento é basicamente arenoso.

A ocorrência de ampla dominância de poucas espécies observadas no Canal da Raposa, a despeito de numerosas espécies raras, é comum nos estudos com macrozoobentos (Oliveira e Rebelo-Mochel, 1999; Acheampong, 2001; Dittman, 2002; López *et al.*, 2002; Lopes, 1993, 1997, 2003; Arasaki *et al.*, 2004; Guzmán-Alvis e

Carrasco, 2005; Coelho, 2005). A amostragem esporádica de diversos táxons pode refletir um padrão de distribuição agregada, bastante comum para o macrozoobentos (Figueira, 2002; Sampaio, 2004; Fernandes, 2003).

A competição e o recrutamento larval são exemplos de interações interespecíficas que, aliadas a diversos estímulos inorgânicos, determinam oscilações na densidade do macrozoobentos no ambiente (Gray, 1974). Organismos bentônicos sofrem a ação dos predadores macrozoobentônicos, além de representarem presas também para aves limícolas, as quais ocorrem em alta abundância na área de estudo (Silva e Rodrigues, dados não publicados). Segundo Placyk e Harrington (2004) estas aves se alimentam principalmente dos grupos dominantes. Lopes (2003) cita que o decréscimo de organismos bentônicos pode ser significativo quando as aves estão forrageando em grande número e/ou têm grande demanda energética (associada à migração que é comum a muitas delas). Essas relações ecológicas (ou sua combinação às citadas acima) podem determinar se as espécies serão dominantes ou raras.

Na comparação dos habitats nos períodos estacionais, a abundância, o número de espécies e a diversidade variaram significativamente em escala temporal e, juntamente à equitatividade contribuíram na distinção dos habitats. A análise de similaridade mostrou a formação de um gradiente entre os habitats influenciado pela granulometria, com uma razoável proximidade, ou mesmo sobreposição dos habitats em consequência da grande semelhança na composição das comunidades macrozoobentônicas de cada um deles.

Todas as espécies apontadas na diferenciação entre os habitats estiveram presentes em todos eles, mas com diferentes dominâncias e variações temporais, servindo como parâmetro para avaliar a similaridade entre os habitats nos períodos estacionais.

Com relação às variáveis abióticas, apesar de suas oscilações em todos os habitats, não foi possível distinguir os períodos estacionais a partir delas. Acheampong (2001) e Lopes (2003) encontraram resultados semelhantes para temperatura, indicando que na Costa Norte brasileira as pequenas oscilações desta variável não têm grande influência na distribuição do macrozoobentos.

Apesar de não ter havido ampla nem significativa variação de salinidade no Canal da Raposa, foi observada maior diversidade nos habitats mais salinos. Figueira (2002) e Lopes (2003) obtiveram diferenças significativas entre os períodos quanto à salinidade e Rosa-Filho (2001), em estuários no Rio Grande do Sul, atribuiu a menor diversidade dos organismos bentônicos à ampla variação de salinidade, que provocaria um estresse fisiológico durante o período chuvoso. Rosa-Filho (2004, apud Silva 2005) destaca a ocorrência desse estresse principalmente em estuários sob a influência de grandes rios. Fernandes (2003), apesar de não ter estudado variação sazonal, observou maiores diversidades em altas salinidades.

Embora permaneça incerto atribuir à salinidade a responsabilidade pelas modificações temporais sobre a comunidade macrozoobentônica no Canal da Raposa, a ocorrência de chuvas entre os meses de março e junho possivelmente resultou em estímulos à reprodução de organismos do macrozoobentos (devido à maior abundância alimentar originada pela produção primária). Estes organismos alcançariam porte para amostragem somente entre os meses abril e julho. Desta maneira, o mês de fevereiro ainda refletiria o período de estiagem, com a presença de moluscos e poliquetas marinhos, os quais tiveram participação reduzida ou mesmo ausência nos meses seguintes.

Por outro lado, a umidade, o teor de matéria orgânica e a porcentagem das frações granulométricas mais finas demonstraram diferenças significativas entre os

habitats estudados, juntamente com a porcentagem de areia. Parâmetros semelhantes foram encontrados por Acheampong (2001) em áreas entremarés no litoral do Pará.

Rebello-Mochel (1995) encontrou correlação positiva entre umidade, teor de matéria orgânica e porcentagem das frações granulométricas mais finas, e afirmou que a disponibilidade de alimento afetaria a distribuição das formas detritívoras e filtradoras. Substratos com mais silte e argila têm maior percentual de carbono orgânico proveniente da decomposição de detritos, se traduzindo em rica fauna microbiana (Pereira e Soares-Gomes, 2002). Essa fauna, por sua vez, é apontada por Whitlatch (1981) como base da dieta dos consumidores de depósitos.

Como resultado do aporte de sedimentos finos e do possível estresse fisiológico sofrido pelos organismos bentônicos devido à queda de salinidade no período chuvoso, a comunidade macrozoobentônica dos habitats do Canal da Raposa encontra-se menos diversa nesse momento, dominada por consumidores de depósitos. Já no período de estiagem, a dissimilaridade dos habitats, refletindo a classificação granulométrica, torna-se mais evidente (ver MDS do período de estiagem) e as comunidades são mais diversas.

As similaridades do macrozoobentos entre habitats registrada por Rebello-Mochel (1995) foram atribuídas pela autora a semelhanças geográficas, fisiográficas, sedimentológicas, além da presença e ausência de algumas espécies. No Canal da Raposa, os habitats estudados apresentaram as mesmas semelhanças: estavam próximos geograficamente, no interior de um mesmo estuário; no período chuvoso todos os habitats apresentaram maiores proporções de sedimentos finos; e a maioria das espécies amostradas ocorreu em todos eles.

A combinação dos parâmetros abióticos entre si não foi capaz de explicar as diferenças numéricas da comunidade macrozoobentônica. A proximidade entre os

habitats e mesmo as interações entre os componentes abióticos e bióticos podem estar obscurecendo essa análise.

Os resultados de Acheampong (2001) também não puderam esclarecer quais fatores abióticos foram determinantes sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, mas destacou os parâmetros abióticos relacionados ao sedimento. Este autor afirmou que não se deve atribuir a estrutura da comunidade macrozoobentônica unicamente às propriedades do sedimento, mas que interações biológicas, condições de hipoxia e disponibilidade de alimento também teriam seu papel. Conclusão similar a que também chegou Silva (2006).

Desse modo, as características ligadas a hidrodinâmica, regime pluviométrico, períodos estacionais, regime de marés, topografia e composição sedimentológica devem ser analisadas conjuntamente às interações biológicas presentes em cada área de estudo. As particularidades locais se combinam de tal maneira a produzir variados padrões na comunidade macrozoobentônica. Nos habitats entremarés estudados no Canal da Raposa isso se confirma, considerando-se que as proporções de partículas finas do substrato nos períodos estacionais estiveram relacionadas à densidade e participação relativa de organismos detritívoros e filtradores.

O Canal da Raposa, assim como vários outros ambientes costeiros da ilha de São Luís, já apresenta tensores ambientais decorrentes da precária infra-estrutura urbana, e a abundância de poliquetos capitelídeos é mais um indicativo dessa degradação. Rebelo-Mochel *et. al* (2001) relatam a perda de quase 7000 hectares de manguezais na ilha entre 1972 e 1993. Estes ecossistemas, assim como toda a zona costeira e sua biota, sofrem com a urbanização e suas conseqüências: desmatamento, perda de habitat, sobreexploração de recursos, poluição, entre outros.

A importância do município como “maior e mais importante comunidade pesqueira do estado do Maranhão” (Stride, 1992) e a disseminada extração de moluscos com fins de subsistência (Moreira *et al.*, dados não publicados), despertam-nos para a urgência de ações que visem à conservação desta área costeira e dos recursos dela provenientes.

## 5. Conclusão

- A classe Polychaeta teve grande importância na comunidade macrozoobentônica nos habitats entremarés do Canal da Raposa, especialmente as espécies *Paraonis agilis*, *Notomastus aberans*, *Capitella capitata* e *Odontosyllis heterofalchaeta*.
- O macrozoobentos atingiu maiores densidades no período chuvoso.
- Organismos detritívoros e filtradores destacaram-se com altas densidades, especialmente *Ceratia rustica*, *Paraonis agilis*, *Capitella capitata*, *Caecum achironum* e *Vitrinella filifera*.
- Os organismos detritívoros foram dominantes nos habitats com maiores porcentagens de silte e argila, enquanto filtradores foram dominantes nos habitats com maiores porcentagens de areia.
- Os habitats com maiores porcentagens de areia apresentaram maiores valores de diversidade.
- O macrozoobentos dos habitats estudados no Canal da Raposa está representado por poucas espécies amplamente dominantes e numerosas espécies raras.
- A abundância, o número de espécies e a diversidade revelaram diferenças significativas entre os períodos chuvoso e de estiagem.
- Abundância e diversidade foram os melhores descritores da dissimilaridade dos habitats estudados.
- *Ceratia rustica*, *Vitrinella filifera*, *Paraonis agilis*, Scaphopoda indet. e *Caecum* sp foram as espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os habitats estudados.
- O período de estiagem representa uma maior dissimilaridade entre os habitats, com exceção dos pares marisma x areno-lamoso e lamoso x areno-lamoso.

- O habitat arenoso apresenta altas dissimilaridades com todos os demais habitats, especialmente no período de estiagem.
- Os parâmetros abióticos temperatura, salinidade, umidade, teor de matéria orgânica, porcentagens de areia, silte e argila, média e desvio padrão dos grãos não mostraram diferenças significativas entre os períodos estacionais.
- Umidade, teor de matéria orgânica, porcentagens de areia, silte e argila e desvio padrão dos grãos mostraram diferenças significativas entre os habitats estudados no Canal da Raposa.
- O teor de matéria orgânica e as porcentagens de areia e argila foram os melhores descritores da estrutura da comunidade macrozoobentônica.

## Referências Bibliográficas

---

ACHEAMPONG, E. **Distribution of Macrozoobenthos Abundance and Biomass in Intertidal Soft Sediments of North-east Brazil**. Dissertação (Mestrado) - University of Bremen, Bremen, 2001. 69p.

AMARAL, A. C. Z.; MORGADO, E. H. e SALVADOR, L. B. Poliquetas Bioindicadores de Poluição Orgânica em Praias Paulistas. **Rev. Brasil. Biol.** 58 (2):307-316. 1998.

AMARAL, A. C. Z. e NONATO, E. F. **Anellida Polychaeta: Características, Glossário e Chaves para Famílias e Gêneros da Costa Brasileira**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1996.

ARASAKI, E.; MUNIZ, P. e PIRES-VANIN, A. M. S. A Functional Analysis of the Benthic Macrofauna of São Sebastião Channel (Southeastern Brazil). **Marine Ecology.** 25 (4): 249-263. 2004.

ARAÚJO-LUZ, K. C. O. **Levantamento e Distribuição da Endofauna Bêntica de um Manguezal da Praia da Raposa, Ilha de São Luís, Estado do Maranhão**. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 1991. 23 p.

BEASLEY, C. H. e TAGLIARO, C. H. Moluscos. In: FERNANDES, M. E. B. (org). **Os Manguezais da Costa Norte**. São Luís: Fundação Rio Bacanga. 2003. p.87-103.

BÖGGEMAN, M. Revision of the Glyceridae Grube, 1850 (Annelida: Polychaeta). **Abh. Senckenberg. Naturforsch. Ges.** 555: 1-249. 2002.

BROWER, J. E. e ZAR, J. H. **Field and Laboratory Methods for General Ecology**. Iowa: Brown Company Publishers, 1977.

CAMARGO, M. G. **Sysgran 3.0**: Análises e Gráficos Sedimentológicos. 2005. Disponível em: <[www.cem.ufpr.br/sysgran](http://www.cem.ufpr.br/sysgran)>. Acesso em: 15 dez. 2006.

CERVIGÓN, F.; CIPRIANI, R.; FISCHER, W.; GARIBALDI, L.; HENDRICKX, M.; LEMUS, A. J.; MÁRQUEZ, R.; POUTLERS, J. M.; ROBAINA, G. e RODRIGUEZ, B. **Guia de Campo de las Especies Comerciales Marinas y de Aguas Salobres de la Costa Septentrional de Sur America**. Roma: Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura e Alimentacion. 1992.

CLARKE, K. R. e GORLEY, R. N. **PRIMER v6**: User Manual/Tutorial. Plymouth: PRIMER-E, 2006.

COELHO, A. S. S. **Moluscos Bentônicos da Plataforma Continental das Reentrâncias Maranhenses, Coletados pelo N/Oc Antares, Programa Revizee**. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2001. 25 p.

COELHO, C.M. **Composição e Densidade da Macrofauna Bentônica de Substratos Móveis dos Manguezais da Baía de Turiaçu e do Porto do Itaqui – Maranhão**. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2005. 38 p.

COSTA, R. N. P. **Identificação e Distribuição dos Anelídeos Poliquetos na Plataforma Continental Maranhense, Coletados pelo N/O cAntares (1997 e 1999)**. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2000. 27 p.

COSTA, S. P. **Levantamento da Diversidade e Distribuição em Epifauna Bêntica em um Manguezal da Ilha de São Luís, MA**. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2003. 55p.

DAY, J. H. **A Monograph on the Polychaeta of Southern África**: Part I Errantia and Part II Sedentaria. London: Trustees of the British Museum (Natural History). 1967. 879 p.

DEXTER, D. M. Community Structure of Intertidal Sandy Beaches in New South Wales, Australia. In: MCLACHLAN, A. e ERASMUS, T. (eds). **Sandy Beaches as Ecosystems**. Port Elizabeth: The Hague, Dr. W. Junk Publication. 1983. p.461-472.

DITTMAN, S. Benthic Fauna in Tropical Tidal Flats – A Comparative Perspective. **Wetlands Ecology and Management**. 10: 189-195, 2002.

FAUCHALD, K. e JUMARS, P. A. The Diet of Worms: a Study of Polychaete Feeding Guilds. **Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Ver.** 17: 193-284, 1979.

FAUVEL, P. **Faune de France: Polychètes Errantes**. Paris: Librairie de La Faculte des Sciences. 1969. 486 p.

FERNANDES, M. E. B. Macroendofauna Bêntica de Substrato Móvel. In: FERNANDES, M. E. B. (org). **Os Manguezais da Costa Norte**. São Luís: Fundação Rio Bacanga. 2003. p.87-103.

FIGUEIRA, E. A. G. **Caracterização da Comunidade Macrobenônica dos Manguezais do Furo Grande, Bragança, Pará**. Dissertação (Mestrado em Biologia Ambiental) Universidade Federal do Pará, Campus de Bragança, Pará. 2002. 109p.

FUNDAÇÃO SOUSÂNDRADE DE APOIO E DESENVOLVIMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO (FSADU). **Zoneamento Costeira do Estado do Maranhão**. São Luís: FSADU / UFMA. 2003, 253 p.

GIMÉNEZ, L.; DIMITRIADIS, C.; CARRANZA, A.; BORTHAGARAY, A. I. e RODRÍGUEZ, M. Unravelling the Complex Structure of a Benthic Community: A Multiscale-multianalytical Approach to an Estuarine Sandflat. **Estuarine, coastal and Shelf Science**. 68: 462-472, 2006.

GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO. 2000 **Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão**. Disponível em: <<http://www.zee.ma.gov.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2006.

GRAY, J.S. Marine Biodiversity: Patterns, Threats and Conservation Needs. **Biodiversity and Conservation**: 6, 153-175. 1997.

GRAY, J.S. Animal-sediment Relationships. **Oceanogr. Mar. Bio. Ann. Rev.**: 12, 223-261. 1974.

GUZMÁN-ALVIS, A. I. e CARRASCO, F. Taxonomy Aggregation and Redundancy in a Tropical Macroinfaunal Assemblage of the Southern Caribbean in the Detection of Temporal Patterns. **Scientia Marina**. 69 (1): 133-141.2005.

HUTCHINGS, P. e SAENGER, P. **Ecology of Mangroves**. Queensland: University of Queensland Press, 1987.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Disponível em: <[http://dgi.inpe.br/pedidos\\_cbbers/index.html](http://dgi.inpe.br/pedidos_cbbers/index.html)>. Acesso em: 09 out. 2006.

KJERFVE, B.; PERILLO, G. M. E.; GARDNER, L. R.; RINE, J. M.; DIAS, G. T. M. e REBELO-MOCHEL, F. Morphodynamics of Muddy Environment along the Atlantic Coasts of North and South America. In: HEALY, T.; WANG, Y. and HEALY, J. –A. (editors). **Muddy Coasts of the World: Processes, Deposits and Function**. Elsevier Science B. V, 2002. p. 515-519.

KNOX, G. A. The role of Polychaetes in Benthic Soft-bottom Communities. In: REISH, D. e FAUCHALD, K. (ed.). **Essays on Polychaetous Annelids in Memory of Dr. Olga Hartman**. Los Angeles: Allan Hancock Foundation. 1977. p. 547-604.

KUHLMANN, M. L.; BRANDIMARTE, A. L.; SHIMIZU, G. Y. e ANAYA, M. Invertebrados Bentônicos como Indicadores de Impacto Antrópico sobre Ecossistemas Aquáticos Continentais. In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L. e BARRELLA, W. (org). **Indicadores Ambientais: Conceitos e Aplicações**. São Paulo: EDUC/COMPED/INEP, 2001, p. 237-248.

LANA, P. C.; CAMARGO, M. G.; BROGIM, R. A. e ISAAC, V. J. **O Bentos da Costa Brasileira: Avaliação Crítica e Levantamento Bibliográfico (1858-1996)**. Rio de Janeiro: FEMAR. 1996.

LECARI, D. e DEFEO, O. Large-scale Diversity and Abundance Trends in Sandy Beach Macrofauna along Full Gradients of Salinity and Morphodynamics. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. 68: 27-35, 2006.

LEVINGTON, J. Stability and Trophic Structure in Deposit-feeding and Suspension-feeding Communities. **The American Naturalist**. 106 (950): 472-485, 1972.

LOPES, A. T. L. **Estrutura das Comunidades Macrobentônicas em Regiões Entremarés de Praias Arenosas Utilizadas por Aves Limícolas Migratórias na Costa Norte do Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Zoologia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2003. 85 p.

LOPES, A. T. L. **Macroendofauna Bentônica de Substratos Móveis da Praia de Panaquatira, Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 1997. 73 p.

LOPES, A. T. L. **Distribuição e Densidade da Macroendofauna Bêntica de Substratos Móveis do Mesolitoral da Ilha do Cajual, Alcântara – MA**. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 1993. 66p.

LOPES, A. T. L. e RODRIGUES, A. A. F. **Ocorrência e Densidade da Macrofauna Bentônica de Regiões Entremarés da Praia do Goiabal, Calçoene - AP**. Macapá: Boletim de Resumos do V Workshop ECOLAB. 2000. p. 183-187.

LÓPEZ, E.; CLADERA, P.; SAN-MARTÍN, G.; LABORDA, A. e TERESA, M. Polychaete Assemblages Inhabiting Intertidal Soft Bottoms Associated with Mangrove Systems in Coiba National Park (East Pacific, Panama). **Wetlands Ecology and Management**. 10: 233-242, 2002.

OLIVEIRA, V. M. e REBELO-MOCHEL, F. Macrofauna Bêntica de Substratos Móveis de um Manguezal sob Impacto das Atividades Humanas no Sudoeste da Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, São Luís, 12: 75-93, 1999.

PAULA, J. H. C. **Resposta da Meiofauna à Descarga de Efluentes da Carcinicultura no Estuário de Curuçá - Pará**. Monografia (Oceanografia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2005. 32 p.

PLANCYK, J. S. e HARRINGTON, B. A. Prey Abundance and Habitat Use by Migratory Shore Birds at Coastal Stopover Sites in Connecticut. **Journal Field Ornithology**. 75(3): 223-231, 2004.

PEREIRA, R. C. e SOARES-GOMES, A. **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.

REBELO, F. C. Metodologia para o Estudo da Endofauna de Manguezais (Macrobentos). In: SCHAEFFER-NOVELLI, Y. e CINTRÖN, G. **Guia para o Estudo em Área de Manguezal: Estrutura, Função e Flora**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1986. p. 12-23.

REBELO-MOCHEL, F.; CUTRIM, M. V. J.; FERREIRA-CORREIA, M. M.; IBAÑEZ, M. S. R.; AZEVEDO, A. C. G.; OLIVEIRA, V. M.; PESSOA, C. R. D.; MAIA, D. C.; SILVEIRA, P. C.; IBAÑEZ-ROJAS, M. O. A.; PACHECO, C. M.; COSTA, C. F. M.; SILVA, L. M. e PUISECK, A. M. B. Degradação dos Manguezais na Ilha de São Luís (MA): Processos Naturais e Impactos Antrópicos. In: PROST, M. T. e MENDES, A. C. (org). **Ecosistemas Costeiros: Impactos e Gestão Ambiental**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001. p. 113-131.

REBELO-MOCHEL, F. Mangroves on São Luís, Maranhão, Brazil. In: KJERFVE, B.; LACERDA, L. D. and DIOP, E. H. S. **Mangrove Ecosystem Studies in Latin America and Africa**. Okinawa: UNESCO, 1997. p. 145-154.

REBELO-MOCHEL, F. **Endofauna de Manguezais**. São Luís: EDUFMA, 1995.

RICKLEFS, R. E. **Economia da Natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 5ª edição. 2002.

RIOS, E. C.; HAIMOVICI, M.; PERES, J. A. A. e SANTOS, R. A. **Seashells of Brazil**. 2 ed. Rio Grande: FURG. 1994.

RODRIGUES, A. A. F. Seasonal Abundance of Nearctic Shorebirds in the Gulf of Maranhão, Brazil. **J. Field Ornithol.**, 71 (4): 665-675. 2000.

ROSA-FILHO, J. S. **Variações Espaço-Temporais das Associações de Macroinvertebrados Bentônicos de Fundos Moles dos Estuários do Rio Grande do Sul (Brasil):** Influência de fatores naturais e introduzidos, e modelos para sua predição. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) – Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande. 2001. 201 p.

ROUSE, G. W. e PLEIJEL, K. **Polychaetes**. Oxford: Oxford University Press. 2001.

SAMPAIO, D. S. **Comparação da Macrofauna Bentônica em Bosques de Mangue sob Diferentes Graus de Degradação no Município de Bragança – Pará.** Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas Costeiros e Estuarinos) – Universidade Federal do Pará. Bragança. 2004. 83 p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal:** Ecossistema entre a Terra e o Mar. São Paulo: Caribbean Ecological Research. 1995.

SHERIDAN, P. Benthos of Adjacent Mangrove, Seagrass and Non-vegetated Habitats in Rookery Bay, Florida, USA. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**: Academic Press Limited. v. 44, n. 4, p. 455-469. Apr. 1997.

SILVA, D. E. A. **Variações Espaço-temporais das Associações Macrobênticas em Áreas Sujeitas à Contaminação Ambiental no Estuário do Guajará (Belém – PA)**. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas Costeiros e Estuarinos) – Universidade Federal do Pará, Bragança, 2006. 95 p.

SILVA, K. P. **Macroendofauna Bêntica de Substratos Móveis do Mesolitoral com Mangues Impactados da Lagoa da Jansen, São Luís, Maranhão**. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 1992. 34 p.

SILVA, L. M. R. **Disponibilidade de Recursos Tróficos e Uso de Habitats por Aves Limícolas em Duas Áreas de Ocorrência na Baía de São José, Maranhão, Brasil**. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2005. 39p.

SILVA, L. N. M. **Aspectos Ecológicos da Epifauna Bêntica dos Manguezais de Parna-Açu, Ilha de São Luís – MA**: Epifauna dos Substratos Móveis do Mesolitoral. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 1997. 46 p.

SILVA, R. S. **Variação Espaço-temporal da Estrutura da Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos do Estuário de Curuçá (Curuçá – PA)**. Monografia (Oceanografia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2005. 46 p.

SNELGROVE, P. V. R. e BUTMAN, C. A. Animal-sediment relationships revisited: cause versus effect. **Oceanography and Marine Biology**: UCL Press. v. 32, p. 111-117. 1994.

SOUZA, J. R. B. **Zonação e Variação Temporal da Macrofauna Bentônica da Praia Arenosa de Barrancos – PR**. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual do Paraná, Paraná, 1991. 107 p.

STATSOFT, INC. **Statistica**: data analysis software system. Version 6. 2001. Disponível em: <[www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)>. Acesso em: 15 dez. 2006.

STEWART, R. R. e POSSINGHAM, H. P. Efficiency, Costs and Trade-offs in Marine Reserve System Design. **Environmental Modelling and Assessment**. 10 (3): 203-213, 2005.

STRIDE, R. K. **Diagnóstico da Pesca Artesanal do Estado do Maranhão**. São Luís: CORSUP / EDUFMA. 1992.

SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia**. 1ª ed. São Paulo: Edgar Blücher / EDUSP. 1973.

SWENNEN, C. e SPAANS, A. L. Habitat Use of Feeding Migratory and Local Ciconiform, Anseriform and Charadriiform in Coastal Wetlands. **Le Gerfault de Giervalk**, 75 (3): 225-251, 1985.

UEMA. 2006 **Boletins Meteorológicos Trimestrais do Estado do Maranhão**. Disponível em: <<http://www.nemrh.uema.br/>>. Acesso em: 30 mar. 2007.

WHITLATCH, R. B. Animal-sediment Relationships in Intertidal Marine Benthic Habitats: Some Determinants of Deposit-feeding and Species Diversity. **Rev. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 53: 31-45. 1981.

WHITLATCH, R. B. Seasonal Changes in the Community Structure of the Macrobenthos Inhabiting the Intertidal Sand and Mud Flats Barnstable Harbour, Massachusetts. **Biological Bulletin**. 152: 275-294. 1977.

## APÊNDICE I

**Tabela Única:** Parâmetros texturais dos sedimentos nos habitats estudados no Canal da Raposa, Maranhão.

HABITAT/MÊS	% Areia	% Silte	% Argila	$\mu$ Grãos	dp. Grãos
LMfev	28,29	66,66	5,049	4,279	1,07
LMabr	30,01	64,85	5,139	4,239	1,069
LMjul	17,71	77,25	5,042	4,419	0,9674
Laset	26,34	68,49	5,169	4,294	1,058
LAfev	39,03	50,53	10,44	4,208	1,209
LAabr	39,13	54,04	6,837	4,202	1,168
LAjul	29,67	62,35	7,98	4,283	1,142
Laset	78,9	14,71	6,391	3,764	1,094
ALfev	57,91	36,28	5,805	3,977	1,145
ALabr	70,69	17,1	12,21	4,173	1,426
ALjul	63,27	28,6	8,13	3,991	1,223
ALset	68,55	25,28	6,169	3,942	1,183
ARfev	96,11	3,893	0	3,282	0,5919
ARabr	97,26	2,737	0	3,075	0,6978
ARjul	93,14	6,861	0	3,38	0,6155
ARset	93,1	6,9	0	3,288	0,7392

## APÊNDICE II - Artigo

# Distribuição Espacial e Temporal do Macrozoobentos de Habitats Entremarés do Canal da Raposa, Maranhão, Brasil

Clarissa M. Coelho-Costa<sup>1,2</sup>, Ana T. L. Lopes<sup>1,3</sup> e Antonio. A. F. Rodrigues<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão, Campus do Bacanga,  
Avenida dos Portugueses, s/n, São Luís, Maranhão, CEP 65000-000

<sup>2</sup> [clarissacoelho@gmail.com](mailto:clarissacoelho@gmail.com)    <sup>3</sup> [atllopes@yahoo.com](mailto:atllopes@yahoo.com)    <sup>4</sup> [canutus@yahoo.com](mailto:canutus@yahoo.com)

7 figuras

Palavras-chave: macrobentos; planícies de maré tropicais; distribuição

Key-words: macrobenthos; tropical tidal flats; distribution

Título abreviado: Distribuição Espacial e Temporal do Macrozoobentos do Canal da  
Raposa

## Resumo

Macrozoobentos de habitats entremarés de diferentes classificações granulométricas foram amostrados nos períodos chuvoso e de estiagem no Canal da Raposa, Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. A amostragem utilizou um cilindro de PVC e os organismos bentônicos foram submetidos à triagem em peneiras geológicas (1 e 0,5 mm de malha) e sob microscópio estereoscópico. Foram representados por poucas espécies amplamente dominantes a despeito de numerosas espécies raras. *Paraonis agilis*, *Notomastus aberans*, *Capitella capitata* e *Odontosyllis heterofalchaeta* foram as espécies de Polychaeta mais abundantes nos habitats estudados no Canal da Raposa. O macrozoobentos atingiu maiores densidades no período chuvoso, especialmente detritívoros e filtradores. Os detritívoros foram dominantes nos habitats com maiores porcentagens de silte e argila, enquanto filtradores foram dominantes nos habitats com maiores porcentagens de areia, nos quais houve maior diversidade. *Ceratia rustica*, *Vitrinella filifera*, *Paraonis agilis*, Scaphopoda indet. e *Caecum* sp foram as espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os habitats estudados, que foi maior no período de estiagem. Umidade, teor de matéria orgânica, porcentagens de areia, silte e argila e desvio padrão dos grãos mostraram diferenças significativas entre os habitats estudados no Canal da Raposa.

## Abstract

Macrozoobenthos of different grain size intertidal habitats were sampled during wet and dry seasons on Raposa Channel, Maranhão State, Brazil. The sampling was made with a PVC corer. The benthic organisms was sieved using 1 and 0,5 mm sieves and identified under a stereoscopic microscope. There were a few dominant species despite of many rare ones. *Paraonis agilis*, *Notomastus aberans*, *Capitella capitata* and *Odontosyllis*

*heterofalchaeta* had high densities on Raposa Channel habitats. The macrozoobenthos had higher densities during wet season, specially the deposit and suspension feeders. The deposit feeders were dominant at higher silt/clay content habitats, while the suspension feeders dominated higher sand content ones. These habitats were the most diverse. *Ceratia rustica*, *Vitrinella filifera*, *Paraonis agilis*, Scaphopoda indet. and *Caecum* sp had high contribution on dissimilarity between habitats, most expressive during dry season. Sediment humidity, organic mater content, sand, silt and clay percentages and grain selection showed that habitats were significantly different.

## **1. Introdução**

A macrofauna bentônica, cujos adultos são maiores que 0,5 mm (KNOX, 1977), é classificada em endofauna (animais que vivem a maior parte de suas vidas no interior dos sedimentos, móveis ou sedentários) e epifauna (vagam livremente sobre o sedimento e a vegetação, ou vivem aderidos a raízes e troncos expostos durante a baixamar) (HUTCHINGS & SAENGER, 1987). Essa fauna compreende principalmente organismos pertencentes às classes Polychaeta, Crustacea, Gastropoda e Bivalvia (HUTCHINGS & SAENGER, 1987), representados por detritívoros, filtradores, escavadores ou perfurantes

Os organismos bentônicos interferem nos processos de reciclagem de matéria orgânica, na aeração dos sedimentos, além de situarem-se entre os elos mais importantes da cadeia alimentar do ecossistema, sendo consumidos em abundância por peixes, aves e também pelo homem (LANA, ET AL., 1996; SWENNEN & SPAANS, 1985; SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). SHERIDAN (1997) aponta o manguezal como provedor de altas densidades de pequenas presas (especialmente formas bentônicas) para consumidores

móveis que exploram a zona entremarés, como as aves limícolas migratórias (RODRIGUES, 2000; PLANCYK & HARRINGTON, 2004).

Em regiões entremarés, os organismos bentônicos distribuem-se verticalmente de acordo com sua resistência às variações da composição e deposição de sedimentos (afetados pelo hidrodinamismo), nível da água e tempo de exposição ao sol, salinidade, teor de matéria orgânica e nutrientes (PEREIRA & SOARES-GOMES, 2002).

Ainda são poucos os estudos sobre macrozoobentos realizados na Costa Norte do Brasil. No Maranhão, REBELO-MOCHEL ET AL. (2001) fizeram uma caracterização dos manguezais da Ilha de São Luís e avaliaram seu grau de degradação; SILVA (1992) E COSTA (2003) realizaram estudos com a epifauna macrobêntica; SILVA (1997), OLIVEIRA & REBELO-MOCHEL (1999), COELHO (2005) e SILVA (2005) caracterizaram o macrozoobentos de diferentes manguezais do Maranhão. No Pará, ACHEAMPONG (2001), FIGUEIRA (2002), SILVA (2005) e SILVA (2006) trabalharam com distribuição e variação temporal de macrozoobentos de manguezais; SAMPAIO (2004) e PAULA (2005) avaliaram os impactos gerados pela construção de rodovias e pela carcinicultura, respectivamente, sobre a macrofauna estuarina. LOPES (1997, 2003) realizou caracterizações de macrozoobentos em praias arenosas nos Estados do Pará e Maranhão. E no Amapá, FERNANDES (2003) e LOPES & RODRIGUES (2000) estudaram, respectivamente, a macroendofauna de manguezais da Ilha de Maracá e da Praia do Goiabal.

No município da Raposa, Estado do Maranhão, ARAÚJO-LUZ (1991) foi pioneira na caracterização da endofauna macrobêntica de manguezal, no entanto não trabalhou aspectos comparativos da distribuição espacial e temporal em habitats entremarés, como se propõe o presente trabalho.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1 Área de Estudo

A costa do Estado do Maranhão pode ser dividida em duas porções, a partir do Golfão Maranhense: Reentrâncias do litoral ocidental, com extensas áreas de manguezais (KJERFVE ET AL., 2002); e a porção oriental caracterizada pela presença de dunas, marcadamente aquelas que formam o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO, 2000).

Há no estado uma sazonalidade marcada por um período chuvoso, geralmente entre os meses de janeiro e junho, e um período de estiagem, entre julho e dezembro (FSADU, 2003).

A área de estudo localiza-se no município da Raposa, extremo norte da Ilha de São Luís, inserida no Golfão Maranhense entre as baías de São José e São Marcos, sendo caracterizada como uma planície flúvio-marinha com a presença de manguezais e restingas (GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO, 2000) (Figura 1). O Zoneamento Costeiro do Estado (FSADU, 2003) revela que apenas 3,6% da população municipal têm esgotamento sanitário e observações pessoais revelam que os manguezais constituem os quintais de grande parte da população urbana, com despejo de esgotos in natura.

#### Figura 1

As áreas escolhidas estão ladeadas por manguezais, com bosques de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* e *A. schaueriana* (ARAÚJO-LUZ, 1991), e por dunas, com presença de *Sesuvium portulacastrum*, *Sporobolus virginicus* e *Conocarpus erectus*.

Foram realizadas coletas nos meses de fevereiro e abril (período chuvoso), julho e setembro (período de estiagem) de 2006 em áreas entremarés localizadas no

Canal da Raposa. O macrozoobentos e os dados abióticos foram amostrados em habitats caracterizados por sedimentos arenosos, areno-lamosos, lamosos e no lavado lamoso de manguezais, cada um tendo aproximadamente 2 ha de área. Estes se localizaram sob as seguintes coordenadas geográficas: marisma 2° 24' 55.85" S e 44° 5' 43.82" W; habitat lamoso 2° 24' 43.71" S e 44° 5' 56.81" W; habitat areno-lamoso 2° 24' 53.75" S e 44° 5' 44.83" W; habitat arenoso 2° 24' 57.08" S e 44° 6' 36.33" W.

## **2.3 Métodos**

### **2.3.1 Fatores Abióticos**

Os dados abióticos considerados foram salinidade da água de percolação, temperatura, umidade, teor de matéria orgânica e textura granulométrica dos sedimentos. Temperatura e salinidade foram medidas em campo com uso de termômetro de solo, com 10 cm de bulbo, e refratômetro especializados, tomando-se uma medida por ocasião de coleta em cada um dos habitats estudados. A água de percolação era colhida nos furos realizados para coleta de macrozoobentos. Umidade, teor de matéria orgânica e textura granulométrica do sedimento foram analisados através de amostras recolhidas em campo (aproximadamente 0,5 l de sedimento, por ocasião de coleta, por habitat) e levadas ao laboratório.

A umidade e o teor de matéria orgânica foram obtidos através do método descrito por BROWER & ZAR (1977): a primeira pela pesagem após secagem do material em estufa a 60°C por 24 horas e o segundo por perda de peso após calcinação em forno mufla a 470°C por 24 horas. A textura dos sedimentos foi determinada por pipetagem (fração fina menor que 0,0062mm) e peneiramento (para o habitat arenoso), ambos descritos por SUGUIO (1973).

### **2.3.2 Macrozoobentos**

Os organismos macrozoobentônicos foram coletados utilizando-se o cilindro coletor de PVC descrito por REBELO (1986), enterrado 20 cm, com 0,0079 m<sup>2</sup>. Foram retiradas dez amostras de sedimento por habitat, a cada mês, coletadas aleatoriamente. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos resistentes. Ainda em campo, passou pela triagem grosseira e foi fixado em solução de formaldeído a 4%. A triagem grosseira foi realizada com a utilização de duas peneiras sobrepostas de malhas de 1 mm e 0,5 mm. Até 48 horas após este procedimento, o material fixado foi então transferido para frascos rotulados com as informações de campo, contendo solução de álcool etílico a 70%.

No laboratório, procedeu-se à triagem fina, com a contagem e identificação das espécies, ao menor nível taxonômico possível, utilizando-se microscópio estereoscópio, microscópio óptico e chaves de identificação segundo DAY (1967), FAUVEL (1969), AMARAL & NONATO (1996), BÖGGERMAN (2002) e RIOS (1994). O material identificado foi etiquetado, catalogado e conservado em solução de álcool etílico a 70%. Os organismos foram classificados segundo os grupos funcionais de alimentação (GFA) a partir do trabalho de FAUCHALD & JUMARS (1979), e encontram-se depositados na coleção do Laboratório de Bentos da Universidade Federal do Maranhão.

### **2.3 Tratamento dos Dados**

Para cada habitat, a cada mês (conjunto de 10 amostras), foram calculadas a densidade média (indivíduos por metro quadrado), a participação relativa de cada táxon (porcentual; por habitat/mês), a densidade total e a riqueza (contagem do número de espécies). Os táxons que, unidos, alcançassem a participação relativa acumulada de cerca de 80%, por ocasião de amostragem, foram utilizados para caracterizar a comunidade.

Foi adotado o índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) para caracterizar o macrozoobentos devido à presença de táxons raros nas amostras, sendo utilizado o logaritmo natural como base, e o índice de equitatividade de Pielou ( $J'$ ), obtidos através do programa estatístico *PRIMER 6.0* (CLARKE E GORLEY, 2006).

Os valores de densidade, riqueza, diversidade e equitatividade para os períodos estacionais e entre os habitats foram comparados através de teste de Kruskal-Wallis (H). Quando identificada diferença significativa, os habitats foram comparados, dois a dois, dentro de cada período, utilizando-se para isso o teste de Mann-Whitney (U). Os referidos testes foram implementados utilizando o programa *Statistica 6.0* (STATSOFT, 2001).

Também utilizando o programa *PRIMER 6.0*, foram realizadas análises multivariadas a fim de caracterizar as associações de macrozoobentos nos habitats estudados. Aplicou-se o escalonamento multidimensional (MDS), utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis calculado para os dados de densidade transformados para raiz quarta. Procedeu-se ainda a Análise de Similaridade (ANOSIM), para comparar a estrutura das associações macrozoobentônicas entre habitats e ocasiões de coleta, e o procedimento SIMPER, que identifica as espécies responsáveis pela diferenciação (dissimilaridade) entre os habitats nos períodos considerados.

Para o tratamento e análise dos dados de textura granulométrica foi utilizado o aplicativo *Sysgran 3.0* (Camargo, 2005), para o cálculo dos parâmetros texturais dos sedimentos, que foram porcentagens de areia, silte e argila, diâmetro médio dos grãos e desvio padrão.

Foi utilizado o teste t para amostras independentes, calculado com o *Statistica 6.0*, para comparar as características ambientais entre os períodos estacionais e habitats (temperatura, salinidade, umidade, matéria orgânica, porcentagens de areia, silte e

argila, esta última transformada por transformação logarítmica). Para a comparação de diâmetro médio dos grãos e desvio padrão foram utilizados os testes não-paramétricos de Kruskal-Wallis (fator período) e de Mann-Whitney (fator habitat).

Para identificar quais variáveis abióticas melhor explicariam a estrutura da comunidade macrozoobentônica, foi adotado o procedimento BVSTEP, também do programa *PRIMER 6.0*, que combinou matrizes de similaridade dos dados de densidade (pelo índice de Bray-Curtis) e dos dados abióticos considerados (pela distância euclidiana).

### **3. Resultados**

#### **3.1 Dados Abióticos**

Temperatura, salinidade, umidade e matéria orgânica apresentaram oscilações diferentes em cada habitat, no entanto, nenhuma delas foi significativamente diferente entre os períodos.

As frações granulométricas nos habitats marisma, lamoso e areno-lamoso foram constituídas principalmente por areia muito fina (17,7 a 78,9%) e silte grosso (11,2 a 72,9%), enquanto o habitat arenoso foi caracterizado principalmente por areia fina (56,5 a 74,5%) (Figura 2).

#### Figura 2

Nenhuma das variáveis granulométricas mostrou diferenças significativas entre os períodos estacionais: porcentagem de areia ( $t= 0,10$ ;  $p= 0,84$ ;  $GL=14$ ); porcentagem de silte ( $t= 0,05$ ;  $p= 0,81$ ;  $GL=14$ ); porcentagem de argila ( $t= 0,64$ ;  $p= 0,209$ ;  $GL=10$ ); média de grãos ( $H= 1,0$ ;  $p= 0,317$ ;  $GL=14$ ); e desvio padrão dos grãos ( $H =0,0$ ;  $p= 1$ ;  $GL=14$ ).

### 3.2 Comunidade de Macrozoobentos

Foram identificados 49 táxons nos habitats estudados pertencentes aos filos Mollusca (22 táxons), Annelida (18 táxons), Arthropoda (5 táxons), Nematoda (1 táxon), Nemertea (1 táxon), Echinodermata (1 táxon) e Osteichthyes (1 táxon).

De modo geral, houve poucas espécies com alta densidade e várias espécies raras. No habitat marisma, Polychaeta foi a classe mais representativa no período chuvoso (Figura 3). Entretanto, no período de estiagem, há uma diminuição na densidade de Polychaeta. As classes Gastropoda e Scaphopoda também mostraram maiores densidades no período chuvoso, com decréscimos no período de estiagem. Bivalvia, Nemertea e Crustacea não demonstraram nítidas variações entre o período chuvoso e de estiagem.

#### Figura 3

*Notomastus aberans* (Day, 1957), *Paraonis agilis* (Day, 1957) e *Capitella capitata* (Fabricius, 1780) estiveram entre os táxons dominantes em todos os meses.

No habitat lamoso, maiores densidades foram observadas no período chuvoso para as classes mais abundantes, com uma diminuição no período de estiagem, especialmente forte para Scaphopoda (Figura 4). Contudo, Crustacea apresentou um pico numérico em setembro, representados por 11 indivíduos da classe Brachiura em uma única amostra.

#### Figura 4

Elevadas porcentagens das frações sedimentares finas, somadas a uma crescente proporção de fração arenosa, possivelmente contribuíram para a dominância de *Odontosyllis heterofalchaeta* (Temperini, 1981), *P. agilis*, *Iphigenia brasiliana* (Lamarck, 1818) e *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) no habitat lamoso, além de outros representantes de Polychaeta e alguns Gastropoda.

No habitat areno-lamoso também houve diminuição na densidade de macrozoobentos entre fevereiro e abril, sendo de maneira brusca para Gastropoda, Bivalvia e Nemertea (Figura 5). No período de estiagem, as três classes demonstraram uma tendência de aumento de densidade. Crustacea permaneceu mais ou menos constante ao longo do período estudado, enquanto Scaphopoda foi amostrado apenas em fevereiro. Polychaeta teve maiores densidades em abril, com dominância de *P. agilis*, e setembro, quando se destacaram *C. capitata* e *N. aberans*.

#### Figura 5

*O. heterofalcheata*, *A. brasiliana* e *I. brasiliana* foram os mais dominantes no decorrer dos meses no habitat areno-lamoso ao longo do período estudado. Assim como no habitat lamoso, a crescente proporção de areia pode ter contribuído para o sucesso dessas espécies.

O habitat arenoso também apresentou uma queda na densidade entre os meses de fevereiro e julho. Para Scaphopoda, Gastropoda e Bivalvia, o mês de setembro representou um aumento na densidade. Alguns Polychaeta foram amostrados de forma esporádica em julho (47 indivíduos em apenas uma amostra). Crustacea alcançaram as menores densidades e estiveram presentes apenas no período chuvoso.

#### Figura 6

Os moluscos tiveram maiores porcentagens de participação relativa no habitat arenoso. Destacaram-se: *Caecum achironum* (DeFolin, 1867), *Ceratia rustica* (Watson, 1885) e *Olivella* sp (Swainson, 1831; entre os Gastropoda), *A. brasiliana*, *Donax striatus* (Linnaeus, 1767), *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791) e *I. brasiliana* (entre os Bivalvia) e a classe Scaphopoda. Estes organismos possivelmente se beneficiaram da presença de sedimento com 80% de areia, numa área mais exposta do estuário.

Comparando-se os habitats entre si, temos o arenoso com maior densidade em todos os meses, seguido do lamoso e do areno-lamoso, e por último o marisma. No

entanto, as variações numéricas na densidade não foram estatisticamente significativas em nenhum dos habitats de estudo ( $\chi^2= 0,0$ ;  $p= 1,0$ ).

O habitat areno-lamoso apresentou os maiores valores de diversidade em todos os meses ( $H'$  entre 2,4 e 2,6), enquanto o lamoso alcançou o menor valor de todos no mês de julho ( $H'= 1,44$ ), seguido de expressivo aumento em setembro. Quanto à equitatividade, o habitat areno-lamoso obteve as menores oscilações.

A densidade, a riqueza e diversidade revelaram diferenças significativas entre os períodos estacionais. A partir da comparação entre os habitats, a densidade e a diversidade destacaram-se como os descritores que melhor diferenciaram os habitats estudados, a primeira em ambos períodos (Tabela 1).

A análise de MDS do macrozoobentos nos habitats estudados, por período estacional, mostrou a formação de um gradiente entre os habitats, indicando a influência da composição sedimentológica neste padrão, particularmente visível no período de estiagem (Figura 7). É possível notar que o habitat lamoso e o areno-lamoso formam uma ‘zona de intersecção’, correspondente à semelhança que apresentam quanto às porcentagens de silte e argila.

#### Figura 7

A análise de similaridade (ANOSIM) revelou que os quatro habitats são diferentes entre si nos períodos estacionais ( $R=0,515$ ;  $p<0,01$ ) e nos meses considerados ( $R=0,576$ ;  $p<0,01$ ). O procedimento SIMPER ratifica essa diferença entre os períodos (dissimilaridade média de 71,67) e aponta *C. rustica* (dissim.=8,1%), *Vitrinella filifera* (Pilsbry & McGinty, 1946; dissim.=6,75%), *P. agilis* (dissim.=6,36%), Scaphopoda indet. (dissim.=5,79%) e *C. achironum* (dissim.=5,7%) como mais importantes nesta diferenciação.

Em geral, o período de estiagem representa uma maior dissimilaridade entre os habitats, com exceção dos pares marisma x areno-lamoso e lamoso x areno-lamoso. Esta aparente contradição para estes pares encontra explicação na proximidade entre os referidos habitats plotada na análise de MDS para este período.

É possível ainda extrair desse panorama que o habitat arenoso apresenta altas dissimilaridades com todos os demais habitats, especialmente no período de estiagem, ratificando seu isolamento exposto graficamente na análise de ordenação.

### **3.3 Interação entre Componentes Bióticos e Abióticos**

Considerando todas os parâmetros abióticos levantados, a comparação dos habitats dois a dois revelou que a umidade, a porcentagem de matéria orgânica, areia, silte e argila e o desvio padrão dos grãos foram os mais importantes na sua diferenciação (Tabela 2).

Os resultados do BVSTEP destacaram os teores de matéria orgânica e as porcentagens de areia e argila como os melhores descritores da estrutura da comunidade macrozoobentônica (Tabela 3).

## **4. Discussão**

A comunidade do macrozoobentos do Canal da Raposa é formada por espécies similares àquelas registradas em outros trabalhos realizados na Costa Norte brasileira (REBELO-MOCHEL, 1997; REBELO-MOCHEL *et al.*, 2001; FERNANDES, 2003; COELHO, 2005; SILVA, 2005). A maioria é constituída de organismos marinhos da endofauna, havendo alguns terrestres (Insecta) e outros que ocupam a superfície dos sedimentos (Crustacea, Osteichthyes e Ofiuroidea).

A classe Polychaeta revelou-se de grande importância na composição da comunidade no decorrer dos meses estudados, padrão demonstrado por numerosos

trabalhos realizados em estuários no Brasil e no mundo (SHERIDAN, 1997; SILVA, 1997; LOPES, 1993, 1997, 2003; ACHEAMPONG, 2001; ROSA-FILHO, 2001; SILVA, 2006). As espécies *P. agilis*, *N. aberans*, *C. capitata* e *O. heterofalchaeta* atingiram os maiores valores de densidade. A alta densidade de *N. aberans* e *C. capitata*, ambas pertencentes à família Capitellidae, pode indicar ambientes com altos teores de matéria orgânica (de origem natural ou antrópica), devido a sua condição de consumidoras de depósito não-seletivas e por apresentar vida gregária em todos os estágios de desenvolvimento (AMARAL & NONATO, 1996; AMARAL *et. al*, 1998; DITTMAN, 2002).

SAMPAIO (2004) também encontrou forte presença de Capitellidae em sua área de estudo e levanta a hipótese de que esta família estaria respondendo à degradação ambiental causada pela construção de uma rodovia que atravessa o manguezal. PAULA (2005), trabalhando com meiofauna, obteve resultado semelhante próximo a pontos de lançamento de efluentes de carcinicultura. ARAÚJO-LUZ (1991) relata a presença dessa família no interior do manguezal próximo ao Canal da Raposa. Esse enriquecimento de matéria orgânica na área de estudo (comum à do presente trabalho) é possivelmente resultante do despejo de esgotos domésticos do município, que não possui saneamento básico.

As famílias das classes Gastropoda e Bivalvia foram similares às encontradas em trabalhos realizados na Costa Norte por COELHO (2001) e BEASLEY & TAGLIARO (2003), confirmando sua participação na província zoomalacológica do Caribe.

Os valores de densidade de macrozoobentos foram superiores à média indicada para planícies areno-lamosas tropicais por DITTMAN (2002; entre 1000 e 2000 indivíduos/m<sup>2</sup>), aproximando-se da obtida numa planície lamosa na Costa Rica (14798 indivíduos/m<sup>2</sup>; Vargas, 1987 apud DITTMAN, 2002).

A densidade de macrozoobentos mostrou valores menores no período de estiagem, concordando com COELHO (2005) e SILVA (2005). Entretanto LOPES (1993, 1997, 2003), ACHEAMPONG (2001), FERNANDES (2003) e GIMÉNEZ *et al.* (2006) encontraram menores densidades de macrozoobentos no período chuvoso. Estes autores trabalharam especialmente em áreas abertas ou que foram caracterizadas por erosões e fortes correntes no período chuvoso. A intensa mobilização das partículas sedimentares possivelmente provocou a redução da densidade de organismos. Os habitats estudados no Canal da Raposa, ao contrário, estavam protegidos da ação das ondas, caracterizando-se por maior estabilidade do substrato, portanto, favorecendo o estabelecimento de organismos bentônicos. LOPES (2003) relata que a hidrodinâmica da costa norte brasileira é resultante da combinação da descarga fluvial com a ação das correntes de maré, influenciando a deposição de sedimentos e a salinidade, que, por sua vez, afetam a natureza e a distribuição da fauna.

No período chuvoso, o grande aporte de partículas finas (silte e argila) beneficiou organismos consumidores de detritos, que contribuíram para o aumento de densidade de macrozoobentos neste período no Canal da Raposa. Desse modo, consumidores de depósitos juntamente com organismos filtradores, destacaram-se com altas densidades, especialmente *C. rustica*, *P. agilis*, *C. capitata*, *C. achironum* e *V. filifera*. LEVINGTON (1972) afirma que consumidores de depósitos atingem altas densidades em ambientes lamosos enquanto filtradores são beneficiados em ambientes arenosos. Afirmação ratificada por DITTMAN (2002) que aponta poliquetas tubícolas como dominantes na lama e bivalves dominantes em planícies arenosas.

Trabalhos de YOUNG & RHOADS (1970, 1971), citados por GRAY (1974) afirmam que organismos filtradores e consumidores de depósitos podem se excluir mutuamente. Isso se deve à intensa ‘ressuspensão’ do sedimento (98 a 99,5% do

sedimento anualmente) realizada pelos consumidores de depósitos, que provocaria o entupimento das estruturas filtradoras dos primeiros (LEVINGTON, 1972). Por outro lado, SNELGROVE & BUTMAN (1994), a partir de intensa revisão de estudos da relação animal-sedimento, ampliam essa análise afirmando que diversos aspectos da hidrodinâmica e do regime de transporte de sedimentos, como teores de matéria orgânica, oxigênio dissolvido, pH, além da própria origem das partículas sedimentares, têm forte correlação com a distribuição de sedimentos, resultando em variações no suprimento de alimento e larvas que, por fim, determinarão os padrões de distribuição da endofauna bentônica. Assim, todos as nuances resultantes destes aspectos tornam possível que organismos filtradores e consumidores de depósito coexistam em certos ambientes.

ROSA-FILHO (2001) e PAULA (2005) obtiveram altas densidades de consumidores de depósito em sedimentos finos, onde havia altas porcentagens de matéria orgânica e elevadas concentrações de clorofila. Este padrão de distribuição de filtradores e consumidores de depósitos coincide com os resultados obtidos neste estudo: as famílias Paraonidae e Capitellidae (consumidoras de depósitos) foram dominantes nos habitats do marisma e lamoso, onde houve maiores proporções de silte e argila; enquanto *A. brasiliiana*, *I. brasiliiana* (filtradoras) têm evidente importância nos habitats areno-lamoso e arenoso, nos quais há predomínio de partículas sedimentares grossas.

Nos habitats marisma e lamoso, tivemos os menores valores de diversidade. ACHEAMPONG (2001), FIGUEIRA (2002) e LOPES (2003) tiveram valores de diversidade e padrões de dominância semelhantes em áreas de maior porcentagem de partículas finas. Estes autores sugeriram que isto resultaria de parâmetros relacionados ao próprio sedimento, tais como reduzidos níveis de pH e teores de oxigênio dissolvido, além do entupimento de brânquias e sífões provocado pela fluidez do substrato. A ampla

dominância de poucas espécies nesses ambientes resulta em reduzidas diversidades, o que ocorreu no Canal da Raposa.

Os habitats areno-lamoso e arenoso, por outro lado, apresentaram os maiores valores de diversidade. No areno-lamoso, a composição sedimentar propiciou relativa heterogeneidade à colonização de diversos grupos. E no arenoso, a maior hidrodinâmica proporcionou certa instabilidade do sedimento e a comunidade bentônica esteve representada por organismos com dominâncias semelhantes. Resultados equivalentes foram alcançados por GRAY (1974), que atribui esse padrão à heterogeneidade do sedimento, destacando sua importância no assentamento larval. LECARI & DEFEO (2006), apontaram maior diversidade na porção mais externa dos estuários, onde o sedimento é basicamente arenoso.

A ocorrência de ampla dominância de poucas espécies observadas no Canal da Raposa, a despeito de numerosas espécies raras, é comum nos estudos com macrozoobentos (OLIVEIRA & REBELO-MOCHEL, 1999; ACHEAMPONG, 2001; DITTMAN, 2002; LÓPEZ *et al.*, 2002; LOPES, 1993, 1997, 2003; ARASAKI *et al.*, 2004; GUZMÁN-ALVIS & CARRASCO, 2005; COELHO, 2005). A amostragem esporádica de diversos táxons pode refletir um padrão de distribuição agregada, bastante comum para o macrozoobentos (FIGUEIRA, 2002; SAMPAIO, 2004; FERNANDES, 2003).

A competição e o recrutamento larval são exemplos de interações interespecíficas que, aliadas a diversos estímulos inorgânicos, determinam oscilações na densidade do macrozoobentos no ambiente (GRAY, 1974). Organismos bentônicos sofrem a ação dos predadores macrozoobentônicos, além de representarem presas também para aves limícolas, as quais ocorrem em alta densidade na área de estudo (SILVA & RODRIGUES, dados não publicados). Segundo PLACYK & HARRINGTON (2004) estas aves se alimentam principalmente dos grupos dominantes. LOPES (2003) cita que o

decréscimo de organismos bentônicos pode ser significativo quando as aves estão forrageando em grande número e/ou têm grande demanda energética (associada à migração que é comum a muitas delas). Essas relações ecológicas (ou sua combinação às citadas acima) podem determinar se as espécies serão dominantes ou raras.

Na comparação dos habitats nos períodos estacionais, a densidade, o número de espécies e a diversidade variaram significativamente em escala temporal e, juntamente à equitatividade contribuíram na distinção dos habitats. A análise de similaridade mostrou a formação de um gradiente entre os habitats influenciado pela granulometria, com uma razoável proximidade, ou mesmo sobreposição dos habitats em consequência da grande semelhança na composição das comunidades macrozoobentônicas de cada um deles.

Todas as espécies apontadas na diferenciação entre os habitats estiveram presentes em todos eles, mas com diferentes dominâncias e variações temporais, servindo como parâmetro para avaliar a similaridade entre os habitats nos períodos estacionais.

Com relação às variáveis abióticas, apesar de suas oscilações em todos os habitats, não foi possível distinguir os períodos estacionais a partir delas. ACHEAMPONG (2001) e LOPES (2003) encontraram resultados semelhantes para temperatura, indicando que na Costa Norte brasileira as pequenas oscilações desta variável não têm grande influência na distribuição do macrozoobentos.

Apesar de não ter havido ampla nem significativa variação de salinidade no Canal da Raposa, foi observada maior diversidade nos habitats mais salinos. FIGUEIRA (2002) e LOPES (2003) obtiveram diferenças significativas entre os períodos quanto à salinidade e ROSA-FILHO (2001), em estuários no Rio Grande do Sul, atribuiu a menor diversidade dos organismos bentônicos à ampla variação de salinidade, que provocaria

um estresse fisiológico durante o período chuvoso. ROSA-FILHO (2004, apud SILVA 2005) destaca a ocorrência desse estresse principalmente em estuários sob a influência de grandes rios. FERNANDES (2003), apesar de não ter estudado variação sazonal, observou maiores diversidades em altas salinidades.

Embora permaneça incerto atribuir à salinidade a responsabilidade pelas modificações temporais sobre a comunidade macrozoobentônica no Canal da Raposa, a ocorrência de chuvas entre os meses de março e junho possivelmente resultou em estímulos à reprodução de organismos do macrozoobentos (devido à maior densidade alimentar originada pela produção primária). Estes organismos alcançariam porte para amostragem somente entre os meses abril e julho. Desta maneira, o mês de fevereiro ainda refletiria o período de estiagem, com a presença de moluscos e poliquetas marinhos, os quais tiveram participação reduzida ou mesmo ausência nos meses seguintes.

Por outro lado, a umidade, o teor de matéria orgânica e a porcentagem das frações granulométricas mais finas demonstraram diferenças significativas entre os habitats estudados, juntamente com a porcentagem de areia. Parâmetros semelhantes foram encontrados por ACHEAMPONG (2001) em áreas entremarés no litoral do Pará.

REBELO-MOCHEL (1995) encontrou correlação positiva entre umidade, teor de matéria orgânica e porcentagem das frações granulométricas mais finas, e afirmou que a disponibilidade de alimento afetaria a distribuição das formas detritívoras e filtradoras. Substratos com mais silte e argila têm maior percentual de carbono orgânico proveniente da decomposição de detritos, se traduzindo em rica fauna microbiana (PEREIRA & SOARES-GOMES, 2002). Essa fauna, por sua vez, é apontada por WHITLATCH (1981) como base da dieta dos consumidores de depósitos.

Como resultado do aporte de sedimentos finos e do possível estresse fisiológico sofrido pelos organismos bentônicos devido à queda de salinidade no período chuvoso, a comunidade macrozoobentônica dos habitats do Canal da Raposa encontra-se menos diversa nesse momento, dominada por consumidores de depósitos. Já no período de estiagem, a dissimilaridade dos habitats, refletindo a classificação granulométrica, torna-se mais evidente (ver MDS do período de estiagem) e as comunidades são mais diversas.

As similaridades do macrozoobentos entre habitats registrada por REBELO-MOCHEL (1995) foram atribuídas pela autora a semelhanças geográficas, fisiográficas, sedimentológicas, além da presença e ausência de algumas espécies. No Canal da Raposa, os habitats estudados apresentaram as mesmas semelhanças: estavam próximos geograficamente, no interior de um mesmo estuário; no período chuvoso todos os habitats apresentaram maiores proporções de sedimentos finos; e a maioria das espécies amostradas ocorreu em todos eles.

A combinação dos parâmetros abióticos entre si não foi capaz de explicar as diferenças numéricas da comunidade macrozoobentônica. A proximidade entre os habitats e mesmo as interações entre os componentes abióticos e bióticos podem estar obscurecendo essa análise.

Os resultados de ACHEAMPONG (2001) também não puderam esclarecer quais fatores abióticos foram determinantes sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, mas destacou os parâmetros abióticos relacionados ao sedimento. Este autor afirmou que não se deve atribuir a estrutura da comunidade macrozoobentônica unicamente às propriedades do sedimento, mas que interações biológicas, condições de hipoxia e disponibilidade de alimento também teriam seu papel. Conclusão similar a que também chegou SILVA (2006).

Desse modo, as características ligadas a hidrodinâmica, regime pluviométrico, períodos estacionais, regime de marés, topografia e composição sedimentológica devem ser analisadas conjuntamente às interações biológicas presentes em cada área de estudo. As particularidades locais se combinam de tal maneira a produzir variados padrões na comunidade macrozoobêntica. Nos habitats entremarés estudados no Canal da Raposa isso se confirma, considerando-se que as proporções de partículas finas do substrato nos períodos estacionais estiveram relacionadas à densidade e participação relativa de organismos detritívoros e filtradores.

O Canal da Raposa, assim como vários outros ambientes costeiros da ilha de São Luís, já apresenta tensores ambientais decorrentes da precária infra-estrutura urbana, e a abundância de poliquetos capitelídeos é mais um indicativo dessa degradação. REBELO-MOCHEL *et. al* (2001) relatam a perda de quase 7000 hectares de manguezais na ilha entre 1972 e 1993. Estes ecossistemas, assim como toda a zona costeira e sua biota, sofrem com a urbanização e suas conseqüências: desmatamento, perda de habitat, sobreexploração de recursos, poluição, entre outros.

A importância do município como “maior e mais importante comunidade pesqueira do estado do Maranhão” (STRIDE, 1992) e a disseminada extração de moluscos com fins de subsistência (MOREIRA *et al.*, dados não publicados), despertam-nos para a urgência de ações que visem à conservação desta área costeira e dos recursos dela provenientes.

## 5. Conclusão

- A classe Polychaeta teve grande importância na comunidade macrozoobentônica nos habitats entremarés do Canal da Raposa, especialmente as espécies *Paraonis agilis*, *Notomastus aberans*, *Capitella capitata* e *Odontosyllis heterofalchaeta*.
- O macrozoobentos atingiu maiores densidades no período chuvoso.
- Organismos detritívoros e filtradores destacaram-se com altas densidades, especialmente *Ceratia rustica*, *Paraonis agilis*, *Capitella capitata*, *Caecum achironum* e *Vitrinella filifera*.
- Os organismos detritívoros foram dominantes nos habitats com maiores porcentagens de silte e argila, enquanto filtradores foram dominantes nos habitats com maiores porcentagens de areia.
- Os habitats com maiores porcentagens de areia apresentaram maiores valores de diversidade.
- O macrozoobentos dos habitats estudados no Canal da Raposa está representado por poucas espécies amplamente dominantes e numerosas espécies raras.
- A densidade, o número de espécies e a diversidade revelaram diferenças significativas entre os períodos chuvoso e de estiagem.
- Densidade e diversidade foram os melhores descritores da dissimilaridade dos habitats estudados.
- *Ceratia rustica*, *Vitrinella filifera*, *Paraonis agilis*, Scaphopoda indet. e *Caecum* sp foram as espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os habitats estudados.
- O período de estiagem representa uma maior dissimilaridade entre os habitats, com exceção dos pares marisma x areno-lamoso e lamoso x areno-lamoso.

- O habitat arenoso apresenta altas dissimilaridades com todos os demais habitats, especialmente no período de estiagem.
- Os parâmetros abióticos temperatura, salinidade, umidade, teor de matéria orgânica, porcentagens de areia, silte e argila, média e desvio padrão dos grãos não mostraram diferenças significativas entre os períodos estacionais.
- Umidade, teor de matéria orgânica, porcentagens de areia, silte e argila e desvio padrão dos grãos mostraram diferenças significativas entre os habitats estudados no Canal da Raposa.
- O teor de matéria orgânica e as porcentagens de areia e argila foram os melhores descritores da estrutura da comunidade macrozoobentônica.

### **Agradecimentos**

À CAPES e ao Piatam-Mar pelo apoio financeiro, ao Prof. Dr. José Souto pelo auxílio na análise dos dados, à Laís e a todos os companheiros que acompanharam essa jornada.

### **Referências Bibliográficas**

ACHEAMPONG, E. 2001 *Distribution of Macrozoobenthos Abundance and Biomass in Intertidal Soft Sediments of North-east Brazil*. Dissertação (Mestrado) - University of Bremen, Bremen. 69p

AMARAL, A. C. Z.; MORGADO, E. H. & SALVADOR, L. B. 1998. Poliquetas Bioindicadores de Poluição Orgânica em Praias Paulistas. *Rev. Brasil. Biol.* 58 (2):307-316.

AMARAL, A. C. Z. & NONATO, E. F. 1996. *Anellida Polychaeta: Características, Glossário e Chaves para Famílias e Gêneros da Costa Brasileira*. Campinas: Editora da UNICAMP.

- ARAÚJO-LUZ, K. C. O. 1991. *Levantamento e Distribuição da Endofauna Bêntica de um Manguezal da Praia da Raposa, Ilha de São Luís, Estado do Maranhão*. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís. 23 p.
- BROWER, J. E. & ZAR, J. H. 1977. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Iowa: Brown Company Publishers.
- CAMARGO, M. G. 2005. *Sysgran 3.0: Análises e Gráficos Sedimentológicos*. Disponível em: <[www.cem.ufpr.br/sysgran](http://www.cem.ufpr.br/sysgran)>. Acesso em: 15 dez. 2006.
- CLARKE, K. R. & GORLEY, R. N. 2006. *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. Plymouth: PRIMER-E.
- COELHO, C.M. 2005. *Composição e Densidade da Macrofauna Bentônica de Substratos Móveis dos Manguezais da Baía de Turiaçu e do Porto do Itaqui – Maranhão*. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís. 38 p.
- COSTA, S. P. 2003. *Levantamento da Diversidade e Distribuição em Epifauna Bêntica em um Manguezal da Ilha de São Luís, MA*. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís. 55p.
- DAY, J. H. 1967. *A Monograph on the Polychaeta of Southern África: Part I Errantia and Part II Sedentaria*. London: Trustees of the British Museum (Natural History). 879 p.
- DITTMAN, S. 2002. Benthic Fauna in Tropical Tidal Flats – A Comparative Perspective. *Wetlands Ecology and Management*. 10: 189-195.
- FAUCHALD, K. & JUMARS, P. A. 1979. The Diet of Worms: a Study of Polychaete Feeding Guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Ver.* 17: 193-284.
- FAUVEL, P. 1969. *Faune de France: Polychètes Errantes*. Paris: Librairie de La Faculte des Sciences. 486 p.
- FERNANDES, M. E. B. 2003. Macroendofauna Bêntica de Substrato Móvel. In: FERNANDES, M. E. B. (org). *Os Manguezais da Costa Norte*. São Luís: Fundação Rio Bacanga. p.87-103.

FIGUEIRA, E. A. G. 2002. *Caracterização da Comunidade Macrobentônica dos Manguezais do Furo Grande, Bragança, Pará*. Dissertação (Mestrado em Biologia Ambiental) Universidade Federal do Pará, Campus de Bragança, Pará. 109p.

FUNDAÇÃO SOUSÂNDRADE DE APOIO E DESENVOLVIMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO (FSADU). 2003. *Zoneamento Costeira do Estado do Maranhão*. São Luís: FSADU / UFMA. 253 p.

GIMÉNEZ, L.; DIMITRIADIS, C.; CARRANZA, A.; BORTHAGARAY, A. I. & RODRÍGUEZ, M. 2006. Unravelling the Complex Structure of a Benthic Community: A Multiscale-multianalytical Approach to an Estuarine Sandflat. *Estuarine, coastal and Shelf Science*. 68: 462-472.

GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO. 2000. *Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão*. Disponível em: <<http://www.zee.ma.gov.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2006.

GRAY, J.S. 1974. Animal-sediment Relationships. *Oceanogr. Mar. Bio. Ann. Rev.*: 12, 223-261.

GUZMÁN-ALVIS, A. I. & CARRASCO, F. 2005. Taxonomy Aggregation and Redundancy in a Tropical Macroinfaunal Assemblage of the Southern Caribbean in the Detection of Temporal Patterns. *Scientia Marina*. 69 (1): 133-141.

HUTCHINGS, P. & SAENGER, P. 1987. *Ecology of Mangroves*. Queensland: University of Queensland Press.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Disponível em: <[http://dgi.inpe.br/pedidos\\_cbbers/index.html](http://dgi.inpe.br/pedidos_cbbers/index.html)>. Acesso em: 09 out. 2006

KJERFVE, B.; PERILLO, G. M. E.; GARDNER, L. R.; RINE, J. M.; DIAS, G. T. M. & REBELO-MOCHEL, F. 2002. Morphodynamics of Muddy Environment along the Atlantic Coasts of North and South America. In: HEALY, T.; WANG, Y. & HEALY, J. –A. (editors). *Muddy Coasts of the World: Processes, Deposits and Function*. Elsevier Science B. V. p. 515-519.

KNOX, G. A. The role of Polychaetes in Benthic Soft-bottom Communities. 1977. In: REISH, D. & FAUCHALD, K. (ed.). *Essays on Polychaetous Annelids in Memory of Dr. Olga Hartman*. Los Angeles: Allan Hancock Foundation. p. 547-604.

KUHLMANN, M. L.; BRANDIMARTE, A. L.; SHIMIZU, G. Y. & ANAYA, M. 2001. Invertebrados Bentônicos como Indicadores de Impacto Antrópico sobre Ecossistemas Aquáticos Continentais. In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L. & BARRELLA, W. (org). *Indicadores Ambientais: Conceitos e Aplicações*. São Paulo: EDUC/COMPED/INEP. p. 237-248.

LANA, P. C.; CAMARGO, M. G.; BROGIM, R. A. & ISAAC, V. J. 1996. *O Bentos da Costa Brasileira: Avaliação Crítica e Levantamento Bibliográfico (1858-1996)*. Rio de Janeiro: FEMAR.

LECARI, D. & DEFEO, O. 2006. Large-scale Diversity and Abundance Trends in Sandy Beach Macrofauna along Full Gradients of Salinity and Morphodynamics. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 68: 27-35.

LEVINGTON, J. 1972. Stability and Trophic Structure in Deposit-feeding and Suspension-feeding Communities. *The American Naturalist*. 106 (950): 472-485.

LOPES, A. T. L. 2003. *Estrutura das Comunidades Macrobentônicas em Regiões Entre-marés de Praias Arenosas Utilizadas por Aves Limícolas Migratórias na Costa Norte do Brasil*. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Zoologia) – Universidade Federal do Pará, Belém. 85 p.

LOPES, A. T. L. 2000. *Ocorrência e Densidade da Macrofauna Bentônica de Regiões Entremarés da Praia do Goiabal, Calçoene - AP*. Macapá: Boletim de Resumos do V Workshop ECOLAB, p. 183-187.

LOPES, A. T. L. 1997. *Macroendofauna Bentônica de Substratos Móveis da Praia de Panaquatira, Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil*. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 73 p

OLIVEIRA, V. M. & REBELO-MOCHEL, F. 1999. Macrofauna Bêntica de Substratos Móveis de um Manguezal sob Impacto das Atividades Humanas no Sudoeste da Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, São Luís, 12: 75-93.

PAULA, J. H. C. 2005. *Resposta da Meiofauna à Descarga de Efluentes da Carcinicultura no Estuário de Curuçá - Pará*. Monografia (Oceanografia) – Universidade Federal do Pará, Belém. 32 p

PLANCYK, J. S. & HARRINGTON, B. A. 2004 Prey Abundance and Habitat Use by Migratory Shore Birds at Coastal Stopover Sites in Connecticut. *Journal Field Ornithology*. 75(3): 223-231,

PEREIRA, R. C. & SOARES-GOMES, A. 2002. *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro: Interciência.

REBELO, F. C. 1986. Metodologia para o Estudo da Endofauna de Manguezais (Macro-bentos). In: SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & CINTRÖN, G. *Guia para o Estudo em Área de Manguezal: Estrutura, Função e Flora*. São Paulo: Caribbean Ecological Research. p. 12-23.

REBELO-MOCHEL, F.; CUTRIM, M. V. J.; FERREIRA-CORREIA, M. M.; IBAÑEZ, M. S. R.; AZEVEDO, A. C. G.; OLIVEIRA, V. M.; PESSOA, C. R. D.; MAIA, D. C.; SILVEIRA, P. C.; IBAÑEZ-ROJAS, M. O. A.; PACHECO, C. M.; COSTA, C. F. M.; SILVA, L. M. & PUISECK, A. M. B. 2001. Degradação dos Manguezais na Ilha de São Luís (MA): Processos Naturais e Impactos Antrópicos. In: PROST, M. T. & MENDES, A. C. (org). *Ecosistemas Costeiros: Impactos e Gestão Ambiental*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. p. 113-131.

REBELO-MOCHEL, F. C. 1995. *Endofauna de Manguezais*. São Luís: EDUFMA.

RIOS, E. C.; HAIMOVICI, M.; PERES, J. A. A. & SANTOS, R. A. 1994. *Seashells of Brazil*. 2 ed. Rio Grande: FURG.

RODRIGUES, A. A. F. 2000. Seasonal Abundance of Nearctic Shorebirds in the Gulf of Maranhão, Brazil. *J. Field Ornithol.*, 71 (4): 665-675.

ROSA-FILHO, J. S. 2001. *Variações Espaço-Temporais das Associações de Macroinvertebrados Bentônicos de Fundos Moles dos Estuários do Rio Grande do Sul (Brasil)*:

*Influência de fatores naturais e introduzidos, e modelos para sua predição*. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) – Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande. 201 p.

SAMPAIO, D. S. 2004. *Comparação da Macrofauna Bentônica em Bosques de Mangue sob Diferentes Graus de Degradação no Município de Bragança – Pará*. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas Costeiros e Estuarinos) – Universidade Federal do Pará. Bragança. 83 p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1995. *Manguezal: Ecossistema entre a Terra e o Mar*. São Paulo: Caribbean Ecological Research.

SHERIDAN, P. 1997. Benthos of Adjacent Mangrove, Seagrass and Non-vegetated Habitats in Rookery Bay, Florida, USA. *Estuarine, Coastal and Shelf Science: Academic Press Limited*. v. 44, n. 4, p. 455-469.

SILVA, D. E. A. 2006. *Variações Espaço-temporais das Associações Macrobênticas em Áreas Sujeitas à Contaminação Ambiental no Estuário do Guajará (Belém – PA)*. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas Costeiros e Estuarinos) – Universidade Federal do Pará, Bragança. 95 p

SILVA, K. P. 1992. *Macroendofauna Bêntica de Substratos Móveis do Mesolitoral com Mangues Impactados da Lagoa da Jansen, São Luís, Maranhão*. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís. 34 p

SILVA, L. M. R. 2005. *Disponibilidade de Recursos Tróficos e Uso de Habitats por Aves Limícolas em Duas Áreas de Ocorrência na Baía de São José, Maranhão, Brasil*. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís. 39p

SILVA, L. N. M. 1997. *Aspectos Ecológicos da Epifauna Bêntica dos Manguezais de Parnaçu, Ilha de São Luís – MA: Epifauna dos Substratos Móveis do Mesolitoral*. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís. 46 p

SILVA, R. S. 2005. *Varição Espaço-temporal da Estrutura da Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos do Estuário de Curuçá (Curuçá – PA)*. Monografia (Oceanografia) – Universidade Federal do Pará, Belém. 46 p

STATSOFT, INC. 2001. *Statistica: data analysis software system*. Version 6. Disponível em: <www.statsoft.com>. Acesso em: 15 dez. 2006.

STEWART, R. R. & POSSINGHAM, H. P. 2005. Efficiency, Costs and Trade-offs in Marine Reserve System Design. *Environmental Modelling and Assessment*. 10 (3): 203-213.

STRIDE, R. K. 1992. *Diagnóstico da Pesca Artesanal do Estado do Maranhão*. São Luís: CORSUP / EDUFMA.

SUGUIO, K. 1973. *Introdução à Sedimentologia*. 1ª ed. São Paulo: Edgar Blücher / EDUSP.

SWENNEN, C. & SPAANS, A. L. 1985. Habitat Use of Feeding Migratory and Local Ciconiform, Anseriform and Charadriiform in Coastal Wetlands. *Le Gerfault de Giervalk*, 75 (3): 225-251.

WHITLATCH, R. B. 1981. Animal-sediment Relationships in Intertidal Marine Benthic Habitats: Some Determinants of Deposit-feeding and Species Diversity. *Rev. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 53: 31-45.

## Legendas das Figuras

Figura 1: Localização dos habitats estudados no Canal da Raposa, Maranhão (Fonte: INPE, 2006).

Figura 2: Análise granulométrica dos habitats estudados nos meses de fevereiro, abril, julho e setembro de 2006, no Canal da Raposa, Maranhão (LM: marisma; LA: habitat lamoso; AL: habitat areno-lamoso; AR: habitat arenoso)

Figura 3: Densidade média ( $m \pm EP$ ) dos táxons mais abundantes no habitat marisma do Canal da Raposa, Maranhão.

Figura 4: Densidade média ( $m \pm EP$ ) dos táxons mais abundantes no habitat lamoso do Canal da Raposa, Maranhão.

Figura 5: Densidade média ( $m \pm EP$ ) dos táxons mais abundantes no habitat areno-lamoso do Canal da Raposa, Maranhão

Figura 6: Densidade média ( $m \pm EP$ ) dos táxons mais abundantes no habitat arenoso do Canal da Raposa, Maranhão

Figura 7: MDS do macrozoobentos nos habitats estudados, no Canal da Raposa, Maranhão (LM: marisma; LA: lamoso; AL: areno-lamoso; e AR: arenoso).

## Tabelas

Tabela I: Significância das diferenças entre os períodos estacionais e entre os habitats estudados no Canal da Raposa, Maranhão, com relação a parâmetros bióticos.

Habitats/Parâmetro	N		S		H'		J'	
	Chu	Est	Chu	Est	Chu	Est	Chu	Est
LM x LA	**	**	-	-	-	-	-	-
LM x AL	*	**	**	**	**	**	-	-
LM x AR	**	**	**	≈	**	-	-	*
LA x AL	*	-	-	-	**	-	**	-
LA x AR	*	-	-	-	**	-	*	-
AL x AR	**	-	-	-	-	*	-	*

\* significativa; \*\*altamente significativa; - não significativa; ≈ “quase” significativa ( $p=0,0531$ )

Tabela II: Comparação entre os habitats do Canal da Raposa, Maranhão, a partir de parâmetros abióticos (LM: marisma; LA: lamoso; AL: areno-lamoso; AR: arenoso; T: temperatura; Sal: salinidade; Umid: umidade; %MO: porcentagem de matéria orgânica; %Are: porcentagem de areia; %Sil: porcentagem de silte; %Arg: porcentagem de argila;  $\mu$ Grãos: diâmetro médio dos grãos; Sel.Grãos: desvio padrão dos grãos).

Habitats/Parâmetro	T	Sal	Umid	%MO	%Are	%Sil	%Arg	$\mu$ Grãos	Sel.Grãos
LM x LA	-	-	-	-	*	≈	**	-	*
LM x AL	-	-	-	-	-	-	**	*	*
LM x AR	-	-	-	*	-	-	-	-	*
LA x AL	-	-	*	-	≈	-	-	-	*
LA x AR	-	-	*	**	**	**	-	-	*
AL x AR	-	-	-	*	-	≈	-	-	*

\* significativa; \*\* altamente significativa; - não significativa ( $p>0,05$ ); ≈ “quase significativa ( $p=0,0536$ )

Tabela III: Coeficientes de correlação (Spearman ‘ponderado’) de combinações de variáveis abióticas que melhor explicam os dados bióticos.

VARIÁVEL ABIÓTICA	COMBINADA A	BVSTEP -VALOR DE p
% Areia	% Argila	0,502
Matéria Orgânica	-	0,502
% Areia	Matéria Orgânica	0,491
Salinidade	-	0,43
Temperatura	-	0,385

## Figuras

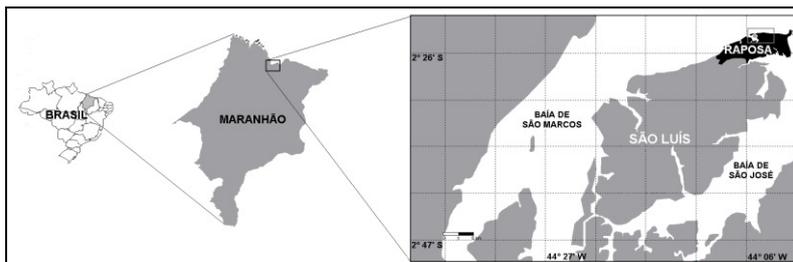


Figura 1

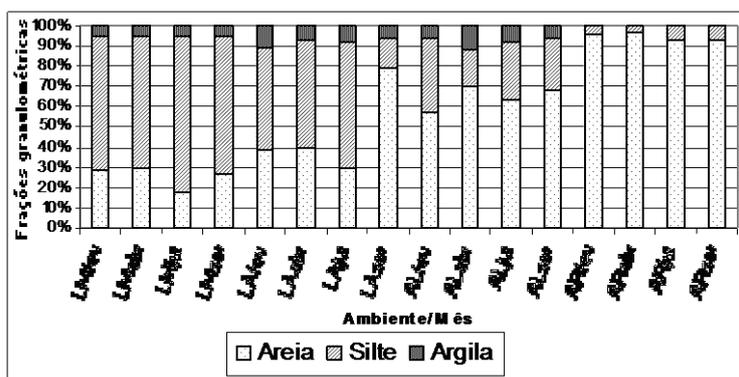


Figura 2

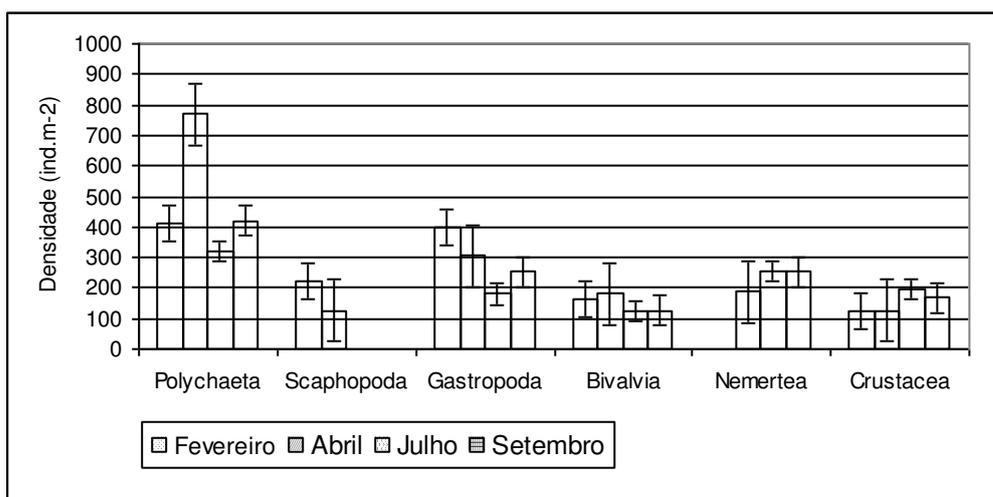


Figura3

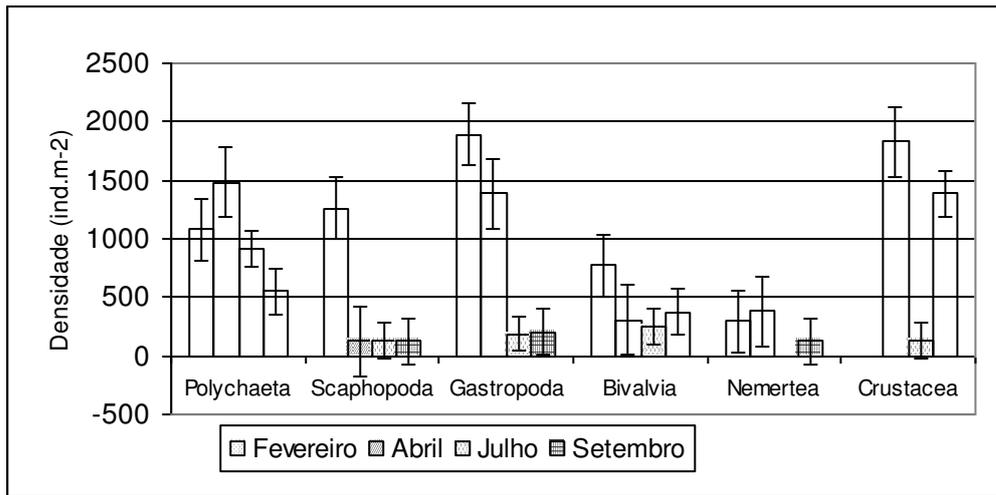


Figura 4

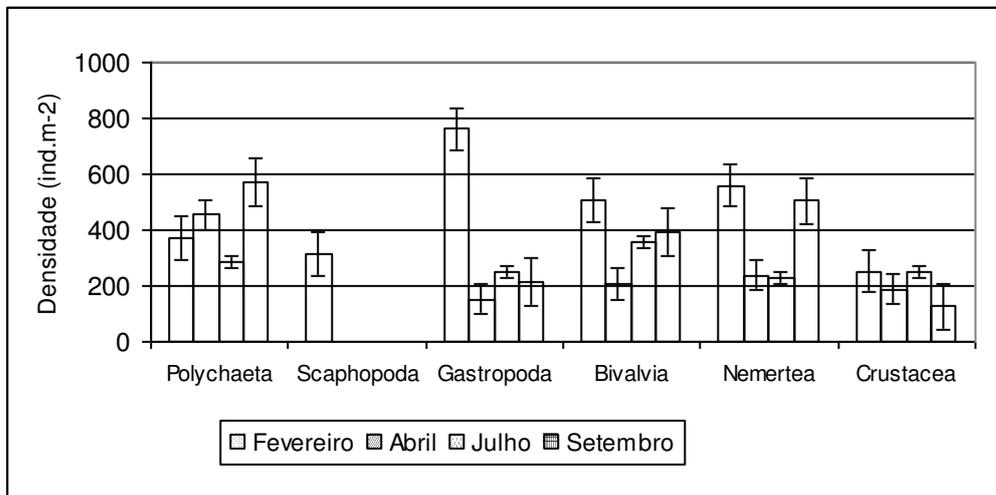


Figura 5

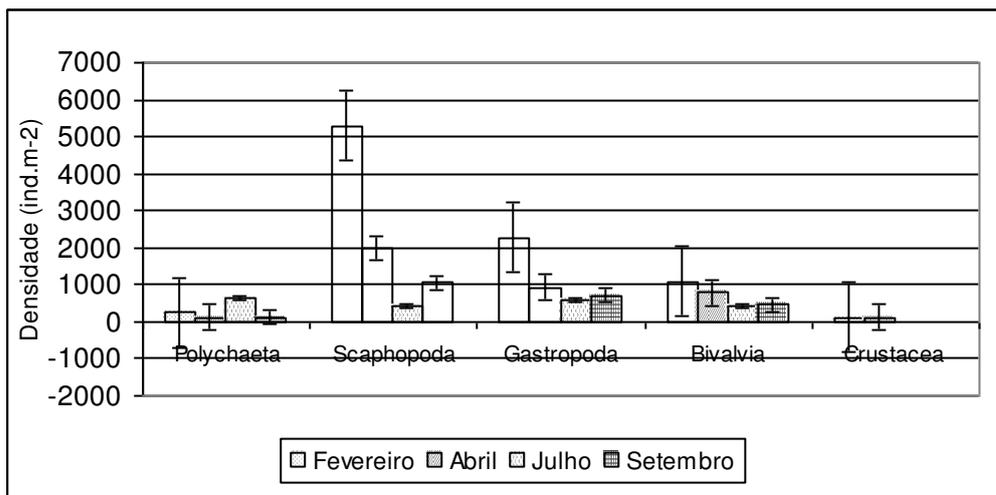


Figura 6

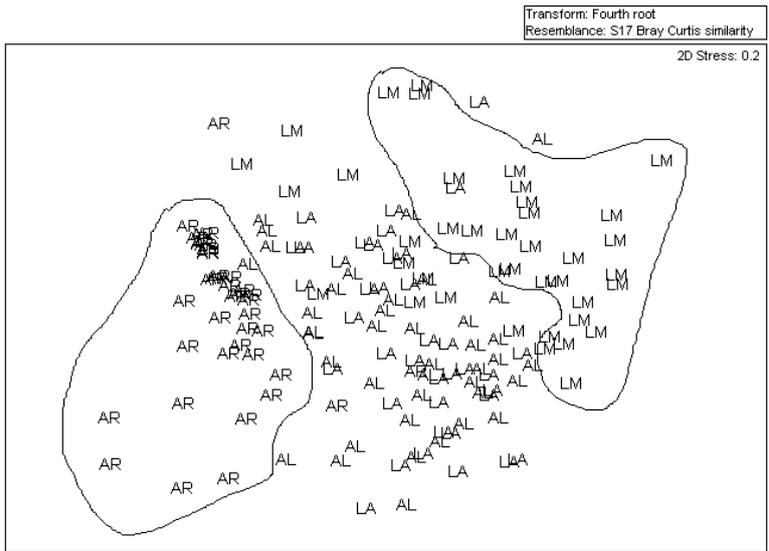


Figura 7