



MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL  
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**MAYK FERREIRA DE ALMEIDA**

**COMUNIDADES MACROBENTÔNICAS DA RESERVA  
BIOLÓGICA DO LAGO PIRATUBA (AMAPÁ – BRASIL)**

**Belém - PA**

**2008**

**MAYK FERREIRA DE ALMEIDA**

**COMUNIDADES MACROBENTÔNICAS DA RESERVA  
BIOLÓGICA DO LAGO PIRATUBA (AMAPÁ – BRASIL)**

Dissertação de Mestrado apresentado ao programa de pós-graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, em cumprimento as exigências para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Luisa Mangabeira Albernaz.

Co-orientador: Prof. Dr. José Souto Rosa Filho.

**Belém - PA**

**2008**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação(CIP)  
Biblioteca Geól. Rdº Montenegro G. de Montalvão

---

Almeida, Mayk Ferreira de

A447c Comunidades macrobentônicas da reserva biológica do lago Piratuba (Amapá - Brasil) / Mayk Ferreira de Almeida. – 2008

71 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emilio Goeldi e EMBRAPA, Belém, 2008.

Orientador, Ana Luisa Kerti Mangabeira; Co-orientador, José Souto Rosa Filho

1. Bentos. 2. Variação espaço temporal 3. Lagos. 4. Manguezal. 5. Amazônia. I. Universidade Federal do Pará. II. Mangabeira, Ana Luisa Kerti, Orient. III. Rosa Filho, José Souto IV. Título.

CDD 20º ed.:574.924

---

**MAYK FERREIRA DE ALMEIDA**

**COMUNIDADES MACROBENTÔNICAS DA RESERVA  
BIOLÓGICA DO LAGO PIRATUBA (AMAPÁ – BRASIL)**

Dissertação de Mestrado apresentado ao programa de pós-graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, em cumprimento as exigências para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Luisa Mangabeira Albernaz.

Co-orientador: Prof. Dr. José Souto Rosa Filho.

Data da Defesa: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Conceito: \_\_\_\_\_

Banca Examinadora:

---

Profa. Dra. Ana Luisa Kerti Mangabeira Albernaz  
Doutora em Biologia (Ecologia)  
Museu Paraense Emilio Goeldi

---

Prof. Leandro Valle Ferreira  
Doutor em Biologia (Ecologia).  
Museu Paraense Emilio Goeldi

---

Prof. Dr. Galdino Viana Mota  
Doutor em Meteorologia  
Universidade Federal do Pará

---

Profa. Dra. Cristina de Almeida Rocha Barreira  
Doutora em Oceanografia Biológica  
Instituto de Ciências do Mar (Labomar) – Universidade Federal do Ceará

À meus pais, Manoel e Santana, que depositaram em mim a realização de seus sonhos, sem eles não chegaria aqui.

A minha Ly, por ser minha fonte inebriante de amor e alegria.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por todas as realizações que fez em minha vida, não sei o que ele viu em mim pra fazer tantos milagres, só sei que seu amor sem fim foi meu consolo inestimável, minha luz quando estava escuro. Olhando sua grandeza e a minha pequenez eu reconheço que minha historia não é nada sem o seu amor. Majestade, eu te rendo meu amor e minha gratidão.

Agradeço meus pais e meus irmãos Junior e Madrilene, por sempre me motivarem a continuar meus estudos, por estarem comigo em qualquer situação e pela paciência a mim dispensada. Vocês são muito importantes pra mim. A vocês meu carinho e respeito. Amo vocês.

Agradeço ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) na pessoa de Patrícia Ribeiro Salgado Pinha, Chefe da Reserva Biológica do Lago Piratuba (REBIO Piratuba). Ao programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA) e ao Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA) pela oportunidade dada de participar do projeto e também pelo apoio logístico, técnico e financeiro e a Rede de Pesquisas de Desenvolvimento de Métodos, Modelos e Geoinformação para Gestão Ambiental (GEOMA) pela bolsa concedida.

Agradeço a minha orientadora Prof. Dra. Ana Luisa Kerti Mangabeira Albernaz por ter me aceitado e confiado em mim, por toda ajuda no desenvolvimento da dissertação e na solicitação da bolsa. Obrigado por sua atenção e paciência.

Agradeço ao Prof. Dr. José Souto Rosa Filho, meu orientador de sempre, por ter contribuído no meu amadurecimento científico e pessoal, pelo convite para participar do projeto e por ter acreditado que eu conseguiria chegar até o fim. Sua ajuda foi de grande valia. Muito Obrigado.

Agradeço aos meus amigos e colegas de laboratório: Roseanne e Tatianne pela ajuda, conselhos e amizade desde o tempo da graduação; Cesar, Vivi, Daiane, Thátilla, Lorena e Franklin, pelas boas risadas, conversas sobre músicas, filmes, seriados e tudo mais de importante, além das discussões e o tempo gasto em rotinas de programas estatísticos e identificação de organismos; Rodrigo, Manu, Luciana, Amanda, Érica, Marcelo e Diego, mesmo que alguns tenham saído do laboratório a convivência com vocês foi muito importante. Obrigado a todos do laboratório, vocês foram a minha família postiza.

Agradeço aos professores que passaram pela coordenação do curso de Ciências Ambientais, Edson Rocha, Leonardo Sá e Aurora Mota pelo esforço na melhoria do curso e apoio aos alunos.

Agradeço às secretárias Márcia e Gladis por toda dedicação e “sustos” que me deram.

Agradeço a todos os colegas de curso pela convivência e pela partilha dos momentos de sufoco nas primeiras disciplinas do curso.

Agradeço aos meus irmãos de orientadora, Daniela e Bruno, pelo companheirismo e pela ajuda nas dores de cabeça com o Systat.

Aos meus amigos da igreja (até os que não são mais), pela alegria que me deram quando precisei, sei que intercederam pelo meu sucesso.

Agradeço todas as pessoas que participaram das expedições da REBIO do Lago Piratuba. Aos organizadores do IBAMA Patrícia Pinha, Míriam Lucateli e Iranildo Coutinho; Aos pesquisadores, Eryson Fernandes (Dançarino), Erica Moema, Potira Silva, Daniel Previatelli (valeu pelas fotos, vídeos e ajuda na interminável lavagem das amostras), Dr. Sérgio Melo (Topo), Fatinha Matos, Roberto Takiyama, Maurício Abdon, Salustiano Neto, Charlie Aood, Priscila, Sebastião, Emerson e Adriano; A todos os cozinheiros, pilotos e técnicos. Obrigado pela convivência nos sufocos do trabalho, se não fosse a paciência e alegria de todos, a ausência de casa seria mais difícil.

Agradeço a toda comunidade da Vila do Sucuriju, pelo acolhimento e pelo exemplo de força e simplicidade. A todos que estavam nas feitorias preparando as refeições ou que ajudaram nas coletas, meu muito obrigado.

Agradeço aos meus sobrinhos Emanuelle e Matheus, mesmo com alegria inocente, me deram momentos de felicidade.

Agradeço a minha amada Ly, por cada momento que passou comigo, por me amar e sonhar pela nossa felicidade juntos, por me tornar a pessoa mais feliz do mundo, por estar ao meu lado quando mais precisei e por ter acreditado em mim quando nem eu mesmo acreditava. Te amo.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma me apoiaram e acreditaram que eu conseguiria. Essa dissertação é um pouco de todos vocês!

“Não tenho nada que me prove a existência de Deus e, mesmo assim, Ele continua sendo o absoluto dos meus dias. Nunca choveu maná no quintal da minha casa e a imagem que tenho da Virgem Maria nunca derramou uma lágrima. O que tenho aqui é esta mão machucada, este dedo sangrando, este nó na garganta, este humano desconsolo, esta dor, esta cor e este olhar desconcertante de Deus, deixando-me sem jeito ao dizer que me ama” (Pe Fábio de Melo).

## RESUMO

Caracterizou-se a estrutura das comunidades macrobentônicas em idferentes áreas e períodos climáticos da Reserva Biológica do Lago Piratuba (Amapá-Brasil). As amostragens ocorreram nos meses de junho e novembro de 2005 (cinturão lacustre meridional - lagos Comprido de cima, Bacia, Lodão, Grande, Canal Tabaco e Comprido de baixo e foz do rio Araguari) e 2006 (cinturão lacustre oriental - lagos Piratuba, Jussara, Escara, Trindade, Maresia e Boiado e Rego do Duarte e sete locais da costa (áreas vegetada e não vegetada). Em cada local foram coetadas quatro amostras, com tubo de PVC de 0,0079 m<sup>2</sup>, enterrado 20 cm no sedimento. Após coletadas as amostras foram passadas em malha de nylon de 0,3 mm de abertura e os organismos retidos fixados em formalina a 5%. A estrutura das comunidades variou sazonalmente, com marcantes modificações na densidade, composição específica, número de espécies, equitabilidade e diversidade entre ocasiões de amostragem e entre lagos e costa. Foram identificados 54 táxons pertencentes aos filos: Annelida, Arthropoda, Mollusca e Nemertea. No período chuvoso foram registrados 36 táxons e o seco 42. Annelida foi o táxon mais abundante, representando sempre mais que 48% do total de organismos. Os lagos foram dominados por larvas de Insecta, Mollusca e Oligochaeta. Na costa Polychaeta e Crustacea dominaram. Registrou-se nos lagos 32 táxons e densidade média de 667 ind.m<sup>-2</sup>. Na costa foram identificados 34 táxons e 1353 ind.m<sup>-2</sup>. A área não vegetada da costa foi mais rica, densa e eqüitativa. O cinturão lacustre meridional e o cinturão lacustre oriental responderam de forma distinta as mudanças sazonais nos seus descritores. Foram identificados três sub-ambientes para a comunidade bentônica: ambiente dulcícola - maioria dos lagos do cinturão meridional, com a fauna predominante de insetos; ambiente de transição entre a região de água doce e a região costeira com fauna mista (Polychaeta e Insecta); e, costa, com espécimes de Polychaeta e Crustacea. Os fatores ambientais que melhor se correlacionaram com as variações espaço-temporais na estrutura das comunidades bentônicas foram pH, condutividade elétrica e turbidez da água.

**Palavras-chave:** Bentos, Variação espaço-temporal, Lagos, Manguezal, Amazônia.

## ABSTRACT

The structure of the macrobenthic communities was characterized in different climatic periods and areas of the Reserva Biológica do Lago Piratuba (Amapá-Brazil). The samplings occurred on June and November of 2005 (Meridional belt lake - lakes Comprido de cima, Bacia, Lodão, Grande, Comprido de Baixo, Canal Tobacco and estuary of the river Araguari) and of 2006 (eastern belt lake - lakes Piratuba, Jussara, Escara, Trindade, Maresia, Boiado and the Duarte stream and seven places in the coast (areas vegetated and not vegetated). At each site four samples had been collected, with a corer ( $0.0079 \text{ m}^2$ ) buried 20 cm in the sediment. After collection samples were passed in a 0.3 mm mesh and the retained organisms were fixed in formalin 5%. The structure of the communities varied seasonally, with severe modifications in density, specific composition, richness, evenness and diversity among sampling occasions and environments (lakes/coast). A total of 54 taxa had been identified belonging to phyla: Annelida, Arthropoda, Mollusca and Nemertea. In the rainy seasonal it was recorded 36 taxa, and in the dry seasonal 42 taxa were recorded. Annelida was the most abundant taxon, representing always more than 48% of total organisms. In the lakes Insecta larvae, Mollusca and Oligochaeta were the dominant taxa. In the coast, Polychaeta and Crustacea were dominant. It was recorded 32 taxa in the lakes and mean density of  $667 \text{ ind.m}^{-2}$ . In the coast 34 taxa were recorded and  $1353 \text{ ind.m}^{-2}$ . The coastal non-vegetated area was richer and denser and showed the higher evenness. Benthic fauna from the Meridional belt lake and the Eastern belt lake behaved distinctively among seasons. Three sub-environments had been identified based on the benthic fauna: freshwater environment - majority of the lakes of the Eastern belt, dominated by insects; transition environment (freshwater/coast) with mixed fauna (Polychaeta and Insecta); and coastal environment, with Polychaeta and Crustacea. The environmental characteristics best correlated with spatial-temporal changes in the benthic communities structure were water pH, electric conductivity and turbidity.

**Words-key:** Benthos, spatio-temporal changes, Lakes, Mangrove, Amazon.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Mapa de localização da Reserva Biológica do Lago Piratuba (AP)	23
Figura 02 - Profundidade dos lagos estudados na REBIO Piratuba (AP) nas estações chuvosa e seca dos anos de 2005 e 2006.	26
Figura 03 – Valores de nitrato na água dos lagos estudados na REBIO Piratuba (AP) nas estações chuvosa e seca dos anos de 2005 e 2006.	27
Figura 04 - Valores de pH na água dos lagos e zona costeira na REBIO Piratuba (AP) nas estações chuvosa e seca dos anos de 2005 e 2006.	27
Figura 05 - Valores de condutividade elétrica na água dos lagos e zona costeira na REBIO Piratuba (AP) nas estações chuvosa e seca dos anos de 2005 e 2006.	28
Figura 06 - Valores de turbidez da água dos lagos e zona costeira na REBIO Piratuba (AP) nas estações chuvosa e seca dos anos de 2005 e 2006.	29
Figura 07 - Valores de temperatura na água superficial dos lagos e zona costeira na REBIO Piratuba (AP) nas estações chuvosa e seca dos anos de 2005 e 2006.	29
Figura 08 - Participação relativa dos filos (a e b) e dos principais táxons (c e d) da macrofauna bentônica nos períodos chuvoso e seco, respectivamente, na REBIO do Lago Piratuba (AP).	32
Figura 09 - Participação relativa dos principais táxons da macrofauna bentônica dos lagos na REBIO do Lago Piratuba (AP) nos períodos chuvoso (a) e seco (b).	33
Figura 10 - Participação relativa dos principais táxons da macrofauna na zona costeira da REBIO do Lago Piratuba (AP) nos períodos chuvoso (a) e seco (b).	33
Figura 11 - Participação relativa dos principais táxons da macrofauna bentônica nas áreas vegetada (a) e não vegetada (b) da REBIO do Lago Piratuba (AP).	34
Figura 12 - Riqueza de espécies da macrofauna bentônica em diferentes ambientes lacustres e costeiros da REBIO do Lago Piratuba (AP) entre períodos climáticos.	35
Figura 13 - Riqueza de espécies da macrofauna bentônica nas zonas vegetada e não vegetada da costa da REBIO do Lago Piratuba (AP).	36
Figura 14 – Densidade média da macrofauna bentônica em diferentes ambientes lacustres e costeiros da REBIO do Lago Piratuba (AP) entre períodos climáticos.	37
Figura 15 – Densidade média da macrofauna bentônica nas zonas vegetada e não vegetada da costa da REBIO do Lago Piratuba (AP).	38
Figura 16 – Equitatividade da macrofauna bentônica em diferentes ambientes lacustres e costeiros da REBIO do Lago Piratuba (AP) entre períodos climáticos	39
Figura 17 - Equitatividade da macrofauna bentônica nas zonas vegetada e não vegetada da costa da REBIO do Lago Piratuba (AP).	40
Figura 18 – Diversidade da macrofauna bentônica em diferentes ambientes lacustres e costeiros da REBIO do Lago Piratuba (AP) entre períodos climáticos.	41
Figura 19 - Diversidade da macrofauna bentônica nas zonas vegetada e não	42

vegetada da costa da REBIO do Lago Piratuba (AP).

Figura 20 - Resultado da análise de agrupamento (CLUSTER) para as amostras da macrofauna bentônica da REBIO do Lago Piratuba (AP). 43

Figura 21 - Resultado gráfico da análise de ordenação (MDS) para as amostras da macrofauna bentônica da REBIO do Lago Piratuba (AP). 43

Figura 22 – Análise de gradiente através dos *scores* do MDS das comunidades macrobentônicas de ambientes dulcícolas e costeiros da REBIO do Lago Piratuba (AP) 46

Figura 23 - Riqueza nos grupos formados pelas análises de agrupamento e ordenação das amostras da macrofauna bentônica da REBIO do Lago Piratuba (AP). 47

Figura 24 - Densidade média nos grupos formados pelas análises de agrupamento e ordenação das amostras da macrofauna bentônica da REBIO do Lago Piratuba (AP). 48

Figura. 25 - Equitatividade nos grupos formados pelas análises de agrupamento e ordenação das amostras da macrofauna bentônica da REBIO do Lago Piratuba (AP). 48

Figura 26 - Diversidade nos grupos formados pelas análises de agrupamento e ordenação das amostras da macrofauna bentônica da REBIO do Lago Piratuba (AP). 49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Lista dos táxons identificados na REBIO do Lago Piratuba – Amapá.	30
Tabela 02 – Resultados das Análises de Variância utilizando como fatores os locais e períodos de amostragem nos Lagos da REBIO do lago Piratuba (AP).	34
Tabela 03 - Resultados das Análises de Variância utilizando como fatores os locais e períodos de amostragem na região costeira da REBIO do lago Piratuba (AP).	37
Tabela 04 - Resultados das Análises de Variância utilizando como fatores os locais e áreas (vegetada e não vegetada) na região costeira da REBIO do lago Piratuba (AP).	39
Tabela 05 – Contribuição das principais espécies para a similaridade dos grupos identificados.	44

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	15
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b>	21
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	21
2.2 PROCEDIMENTOS DE CAMPO	24
2.3 PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO	24
2.4 ANÁLISE DOS DADOS	25
<b>3 RESULTADOS</b>	26
3.1 DADOS AMBIENTAIS	26
3.2 COMUNIDADE MACROBENTÔNICA	30
<b>4 DISCUSSÃO</b>	50
<b>5 CONCLUSÕES</b>	59
<b>REFERÊNCIAS</b>	60

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo país maior país, em extensão latitudinal, da América Latina, localizado entre 04° 52' 45" N e 33° 45' 10" S. É também o país mais extenso, com 8.511,996 km<sup>2</sup>, e possui a maior extensão de zonas costeiras, que se estende por cerca de 7408 km (RAMSAR, 1971; SCHAEFFER-NOVELLI *et al*, 2000).

Os ambientes costeiros são altamente dinâmicos por serem uma zona de atuação de complexos processos que ocorrem na transição entre o oceano e o continente (Santos, 2006). A costa amazônica, denominada por Silveira (1972) de litoral amazônico, é uma feição fisiográfica que se estende por aproximadamente 2700 km, desde a Baía de São Marcos, no Maranhão, até ao Delta do Orinoco, na Venezuela. Está localizada dentro da zona tropical caracterizada por uma alta pluviosidade, normalmente superior a 2000 mm/ano, associada à atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

Os ambientes costeiros amazônicos estão submetidos a uma dinâmica espacial e temporal única no mundo. Situados na borda da maior floresta do planeta, apresentam, à semelhança desta, paisagens extensas e de difícil acesso, segmentadas por sistemas de estuários, sendo o maior deles o do Amazonas (SILVEIRA, 1998; SANTOS, 2006).

Os estuários, definidos como ambientes de transição entre o continente e o oceano, onde rio e mar se encontram, resultando na diluição da água salgada. Possuem geralmente águas biologicamente mais produtivas que a dos oceanos e rios, devido às características hidrodinâmicas da circulação, que aprisionam nutrientes, algas e outras plantas, estimulando a produtividade (MIRANDA; CASTRO; KJERFVE *et al.*, 2002; McLUSKY; ELLIOT, 2004). Devido à alta produtividade das águas estuarinas, as comunidades biológicas residentes e estuarino-dependentes têm condições favoráveis à sobrevivência e ao crescimento de larvas e indivíduos jovens, caracterizando o ambiente como área berçário (LAEGDSGAARD; JOHNSON, 2000).

Uma característica marcante da costa amazônica é a presença de florestas de mangue, desenvolvidas ao longo dos estuários. Estas florestas, com aproximadamente 17500 km<sup>2</sup> (SPALDING; BLASCO; FIELD, 1997; HERZ, 1991), representam a maior feição geobotânica da costa amazônica brasileira. No litoral oriental constituem, segundo Souza Filho (2005), o cinturão de manguezais de

macromaré mais extenso e contínuo do mundo com aproximadamente 7.600 km<sup>2</sup>, ultrapassando os da costa da Ásia continental identificados por Blasco (2001).

Esses ambientes são verdadeiras florestas de entre-marés, desenvolvidas em regiões que variam de salinas a salobras abrigadas (AUGUSTINUS, 1995). Suas propriedades funcionais e estruturais são determinadas por um complexo de condições climáticas e físico-químicas locais, tais como temperatura do ar e da água, altura de maré, disponibilidade de água, de nutrientes e de luz (HAMILTON; SNEDAKER, 1984). No Brasil este bioma distribui-se ao longo de 6786 km de costa, ocupando uma área de 25000 km<sup>2</sup>, desde o Oiapoque (na fronteira com a Guiana Francesa), acima da linha do Equador (04°30'N), até as proximidades de Laguna no Estado de Santa Catarina (28°30'S) (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000).

Esse ecossistema é o bioma mais relevante em todo sistema estuarino em regiões tropicais, sendo responsável por uma série de funções ecológicas que influem diretamente na produtividade de toda área estuarina (SCHULER, 2000). Manguezais são reconhecidos como “ecossistema-chave”, cuja preservação é crítica para o funcionamento de outros ecossistemas maiores e mais diversos (DINERSTEIN et al., 1995).

Dentre as diversas funções desempenhadas pelos manguezais, podem ser destacadas: 1. seu papel como elo na manutenção das teias alimentares marinhas e como base de sustento para muitas populações das águas costeiras (LEE, 1999); 2. sua importância no funcionamento dos sistemas marinhos tropicais através da exportação de matéria orgânica para áreas adjacentes; 3. atuação na manutenção das águas costeiras propiciando alimentação, proteção e reprodução (berçários naturais) para muitas espécies animais (BOTO; BUNT, 1981), 4. fonte de alimento e renda para as comunidades ribeirinhas, oferecendo mel, ostras, caranguejos, camarões, siris e mariscos, constituindo excelentes fontes de proteína animal de alto valor nutricional (MACIEL, 1991).

Na zona costeira amazônica os manguezais são dominados por *Rhizophora*, *Avicennia* e *Lacuncularia* (PROISY, et al. 2003), às quais se associam outros componentes da flora e da fauna, microscópicos e macroscópicos, adaptados a um substrato periodicamente inundado pelas marés, com grandes variações de salinidade. Os limites verticais do manguezal, no médio litoral, são estabelecidos pelo nível médio das preamares de quadratura e pelo nível das preamares de sizígia (MACIEL, *op. cit.*).

Os manguezais do estado do Amapá ocupam aproximadamente 2300 km<sup>2</sup> (LEITE; VELOSO; GOES FILHO, 1974), representando um ambiente bastante peculiar, sem conexão com sistemas de baías e estuários, diferentemente do que ocorre na costa do Pará e Maranhão. Grande parte dos manguezais amapaenses está sujeita a forte ação erosiva das correntes de maré. Na região compreendida entre a foz do rio Cunani e o Cabo Norte são comuns grandes planos de lama erosivos, o que causa um padrão denteado na área externa do manguezal. Áreas mais ao norte, próximas aos cabos Cassiporé e Orange, constituem uma região suscetível ao desenvolvimento de extensos pântanos e manguezais associados às grandes acumulações de argila providas do aporte do Rio Amazonas (MENDES, 2005).

A planície costeira do Amapá é constituída por uma zona de terra alagável que ocupa área de aproximadamente 18800 km<sup>2</sup> (BIZZI *et al.*, 2001). Nesta área, destaca-se um sistema singular de lagos amazônicos costeiros, vinculados ao Cabo Norte (MENDES, 1994; SANTOS, 1996; SILVA, 1996; SILVEIRA, 1998; SOUZA FILHO; EL-ROBRINI, 2000; SANTOS *et al.*, 2001). Esses lagos encontram-se em uma das áreas mais largas da planície costeira amazônica (aproximadamente 100 km) e foram classificados por Silveira (1998), de acordo com sua evolução geomorfológica, em três cinturões: Oriental, Meridional e Ocidental, onde são reconhecidas feições de sistemas deltáicos com grandes cicatrizes perceptíveis em imagens de satélite.

Lagos são corpos d'água interiores sem comunicação direta com o mar, cujas águas, em geral, tem baixo teor de íons dissolvidos, quando comparadas as águas oceânicas. Não são elementos permanentes da paisagem, pois são fenômenos, na escala geológica, de curta durabilidade. Possuem gradientes verticais, e por vezes horizontais, de temperatura, penetração de luz e concentração de nutrientes, além de alta capacidade de solubilização de compostos orgânicos e inorgânicos. Fatores esses que influenciam na distribuição dos organismos aquáticos (ESTEVES, 1998; ODUM, 2004).

O ambiente lêntico pode ser dividido em: 1. região litorânea, zona de água rasa, onde a luz penetra até o fundo, sendo a transição entre o ambiente terrestre e lacustre, possuindo grande variedade de habitats; 2. região limnética, zona de água profunda, até a profundidade de efetiva penetração de luz, onde a comunidade é composta por organismos que possuem capacidade de flutuação; 3. região

profunda, área profunda abaixo do nível de penetração de luz, onde as comunidades biológicas dependem da matéria orgânica produzida na região litorânea e limnética (ESTEVES, 1998; ODUM, 2004).

No Brasil o sistema fluvial, diferente de outros países, é numericamente mais abundante que os lagos, sendo sua atividade responsável pela formação de muitos lagos. Na Amazônia, no período de chuvas, os ecossistemas aquáticos recebem grande quantidade de água, o que resulta no aumento da profundidade e da área dos lagos. Nessa época, ocorre a intercomunicação de vários rios e lagos, formando um único sistema. Na estação seca, devido à queda do nível da água, os diferentes sistemas permanecem isolados ou se comunicando por canais (ESTEVES, 1998).

Nos lagos do da planície costeira Amapá, a profundidade não é somente influenciada pela pluviosidade, mas também pela invasão da água do mar, sobre os diques marginais do litoral nas marés de sizígia do primeiro equinócio (LIMA; TOURINHO; COSTA, 2001). Os lagos do Amapá foram chamados por Esteves (1998) de lagos de barragem, tendo sido formados pelo isolamento dos afluentes de um rio principal. Esses são típicos da Amazônia e possuem características peculiares com o formato alongado e dendrítico.

Nos ambientes aquáticos, sejam lênticos ou de manguezal, um componente biológico de grande destaque é a fauna bentônica (LITTLE, 2000), composta por representantes de quase todos os filos animais, que vivem em contato (sobre ou dentro) com o substrato durante toda a vida ou parte dela (LEVINTON, 2001). Tradicionalmente, a fauna bentônica é dividida em três categorias, com tamanho e função ecológica distintos, quais sejam: a) microfauna – protistas com dimensões menores que 0,01mm; b) meiofauna – metazoários de tamanho corpóreo variando entre 0,044 e 0,3 mm; c) macrofauna – representada por metazoários maiores que 0,3 mm (LALLI; PARSONS, 2000).

A fauna bentônica é composta por animais que normalmente possuem distribuição agregada, com densidades variando de alguns poucos a milhões de indivíduos por metro quadrado (PEREIRA; SOARES-GOMES, 2002), que conforme a posição em relação à superfície do substrato, compõem a epifauna e a infauna. A epifauna é formada por organismos que se movem sobre o substrato ou ligados a ele, podendo o fundo ser duro ou móvel. Os organismos que passam toda a fase da vida adulta no interior do substrato, podendo ser perfurante, quando em substratos

duros, ou escavadora, quando em substratos moles, formam a infauna (OLIVEIRA; MOCHEL 1999; HÖFLING, 2000).

Diversas características dos organismos da macrofauna bentônica são citadas como vantagens para sua utilização em estudos de monitoramento ambiental (UNESCO, 1980; CLARKE; WARWICK, 1994; WEISBERG, et al., 1997). Dentre elas, destacam-se: mobilidade restrita, que os faz bastante úteis para estudar efeitos localizados de poluição; a maioria das espécies completa todo, ou a maior parte, do seu ciclo de vida dentro dos sedimentos; facilidade de coletas quantitativas; variados tipos de respostas ao estresse ambiental; e taxonomia relativamente simples. Estas características conferem à fauna bentônica o potencial de indicar variações nas condições ambientais, importantes para subsidiar a definição de áreas ecologicamente relevantes.

O conhecimento de macroinvertebrados bentônicos no Brasil, apesar de registros desde meados do século XVII (MARGBRAVE, 1942), continua ainda insatisfatório. Na zona costeira amazônica, a fauna bentônica é uma das menos conhecidas (LANA, et al. 1996). No entanto, nos últimos anos, o número de estudos vem crescendo na região, principalmente no estado do Pará (SILVA *et al.*, 2003; SILVA, 2006), onde a concentração dos trabalhos se dá na península bragantina (SILVA *et al.*, 1997; ACHEAMPONG, 2001; BRITO, 2002; FIGUEIRA, 2002; SOUZA, 2002; BEASLEY; TAGLIARO, 2003; GOMES *et al.*, 2003; VALE, 2003; SAMPAIO, 2004; ROSA FILHO *et al.* 2005; MARQUES-SILVA *et al.*, 2006). Nos estados do Maranhão e Amapá, os estudos sobre bentos são mais escassos (LOPES, 1993; OLIVEIRA; MOCHEL, 1999;). Fernandes (2003) realizou na costa amapaense um estudo sobre a estrutura das comunidades bentônicas na ilha de Maracá. Para região dos lagos do Amapá, no entanto, nenhum trabalho de caracterização da macrofauna foi feito até o presente.

Na planície costeira do estado do Amapá, se encontra a Reserva biológica do Lago Piratuba, uma das vinte e seis unidades de conservação federais do Brasil, que tem como principal objetivo de manejo a manutenção das características originais da natureza, além da aplicação de medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e de ações necessárias para manter o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais, conforme estabelecido pelo art. 10 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000 que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

Em vista da enorme importância dos organismos bentônicos para os ambientes aquáticos, da grande relevância ecológica da área de estudo para a região amazônica e da escassez de trabalhos sobre o bentos para o estado do Amapá, foram definidos para esse estudo, os seguintes objetivos:

1. Caracterizar a estrutura das associações macrobentônicas nos seus descritores:
  - a. Composição específica
  - b. Riqueza
  - c. Densidade
  - d. Equitatividade
  - e. Diversidade;
2. Identificar padrões naturais de variação temporal da estrutura das associações, entre período chuvoso e período seco;
  - a. Identificar padrões naturais de variação espacial da estrutura das associações entre lagos e zona costeira;
3. Corelacionar as modificações espaço-temporais observadas na estrutura das associações com variações geomorfológicas e nas características da coluna d'água e do substrato.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estado Amapá localiza-se no extremo norte do Brasil, fazendo fronteira ao norte com a Guiana francesa, ao sul e a oeste com o estado do Pará e a leste é banhado pelo oceano Atlântico (SILVEIRA, 1998). O Amapá é o estado mais preservado do país, com aproximadamente 96% de sua cobertura vegetal em bom estado de conservação, ainda apresenta um reduzido número de informações sobre a diversidade biológica de suas áreas legalmente protegidas (ZEE, 2002).

Segundo Boaventura e Narita (1974), o estado possui cinco unidades morfoestruturais: Planaltos residuais do Amapá; Planalto rebaixado da Amazônia; Colinas do Amapá; Depressão periférica do norte do Pará e Planície flúvio-estuarina Macapá-Oiapoque. Essa última, onde ocorreu o presente trabalho, foi classificada por Lima et al. (1991) como Planície costeira do Amapá, que de acordo com Silveira (1998), possui dois domínios morfológicos, tendo como divisor o rio Flechal. Na parte norte a origem é predominantemente marinha e ao sul os processos fluviais foram determinantes para a evolução.

Os sedimentos siliciclásticos finos (lama) são dominantes na Costa Amapaense, em virtude da influência do rio Amazonas, o que leva a formação de uma extensa zona de deposição pelítica, associada à planícies de marés estuarinas, considerada a maior do planeta, com aproximadamente 1.600 km, se estendendo a partir do Cabo Cassiporé até a Venezuela, (ALLISON; LEE, 2004). Os sedimentos arenosos são raramente encontrados, aparecendo apenas nas desembocaduras dos estuários (AUGUSTINUS; HAZELHOFF; KROON, 1989; PROST, 1989; SILVEIRA, 1998).

A precipitação pluviométrica no Amapá oscila anualmente entre 1500 e 3500 mm. A estação chuvosa estende-se de janeiro a julho, quando ocorre cerca de 70% da precipitação anual, com excedentes hídricos entre 900 e 1700 mm, associados à intenso escoamento superficial, cheia dos rios e inundação. A nebulosidade na Amazônia é maior na costa do Amapá, que apresenta sete meses de nebulosidade acima de 80%. As temperaturas médias anuais variam entre 26° e 28° C (IBGE, 1990).

A maré semidiurna que se propaga na plataforma do Amazonas é uma das maiores no mundo, com amplitude máxima 10 m na região da ilha de Maracá (AP),

ainda que dados de previsão da DHN revelam que as alturas das marés nessa região podem alcançar 12 m. As marés influenciam na inundação da planície costeira nos dois períodos sazonais. No período chuvoso, o nível de água das marés se soma com as águas das cheias dos rios e lagos. No período menos chuvoso, as marés são atuantes no canal do estuário e suas drenagens secundárias. (SANTOS, 2006).

As correntes de marés entram quase perpendiculares à linha de costa, com velocidades acima de 35 cm/s com picos máximos de velocidade na metade dos ciclos de enchente e vazante nas planícies lamosas no norte do Amapá, podendo ter velocidades superiores a 200 cm/s durante as marés de sizígia (ALLISON, et al., 1994; BEARDSLEY *et al.*, 1995; GEYER; KINEKE, 1995; NITTROUER; DeMASTER, 1996).

Três unidades de vegetação se encontram na Planície Costeira do Amapá, quais sejam: florestas de várzea, florestas de mangue e campos inundáveis. As florestas de várzeas localizam-se nas margens do estuário e no interior dos rios que drenam a planície costeira. Destacam-se nas regiões submetidas às condições de águas doces e são influenciadas pelo regime sazonal de inundações (SANTOS, 2006). A estrutura das florestas normalmente é complexa e rica em açai (*Euterpe oleracea*), samaúma (*Ceiba pentandra* Gaerth), ucuúba (*Virola* sp.), andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), tachis (*Tachygalia* sp.), taquara (*Guadua* sp.) e outras (LEITE; VELOSO; GOES FILHO, 1974).

As florestas de mangue ocorrem na porção da planície voltada para o Oceano Atlântico, a partir da foz do rio Amazonas, formando uma franja ao longo do litoral e penetrando nos sistemas estuarinos. São constituídas por siriúbas (*Avicenia* sp.), mangue-vermelho (*Rhizophora* sp.) e mangue-branco (*Laguncularia* sp.) (LEITE; VELOSO; GOES FILHO, 1974).

Por sua vez, os campos inundáveis fazem parte da planície de inundação dos rios e estuários que drenam a região. Encontram-se entre as unidades de florestas de várzea e/ou manguezais e o limite da planície costeira com os terrenos terciários ou cristalinos. São submetidos ao regime de inundações, porém recebem a influência das marés através das drenagens que recortam essa unidade (SANTOS, 2006). A cobertura vegetal é composta por Poaceae, Cyperaceae, Nymphaeaceae, Alismataceae, Araceae, Maranthaceae, *Solanum* sp., *Mimosa pigra* L. Nas regiões mais rebaixadas e mais alagadas a vegetação é composta por aninga (*Montrichardia*

*arborescens* Shortt), tiririção (*Scleria* sp.), buriti (*Mauritia flexuosa* Mart.), piri (*Cyperus giganteus* Vahl.). Nas depressões onde se formam lagos permanentes, com acúmulo de matéria orgânica proveniente da decomposição das macrófitas aquáticas, destaca-se o aguapé (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms e *E. azurea* (Sw.) Kunth.), mururé (*Nymphaea* sp.), cabomba (*Cabomba aquatica* DC.) (LEITE; VELOSO; GOES FILHO, 1974; COSTA NETO et al., 2003).

A Reserva Biológica do Lago Piratuba (REBIO Piratuba) localiza-se entre as coordenadas geográficas 01° 10' - 01° 49' N e 49° 54' - 50° 34' W. A Unidade abrange parte dos municípios de Amapá e Tartarugalzinho e possui aproximadamente 392000 ha e perímetro de 390 km. Limita-se, a oeste, com o igarapé dos Camaleões e com o lago Comprido; ao sul, com o rio Araguari; a leste, com o oceano Atlântico e; ao norte, com o igarapé Macarri e oceano Atlântico. É um sistema funcionalmente complexo, envolvendo cadeias biológicas altamente especializadas e níveis de tolerância pouco conhecidos.

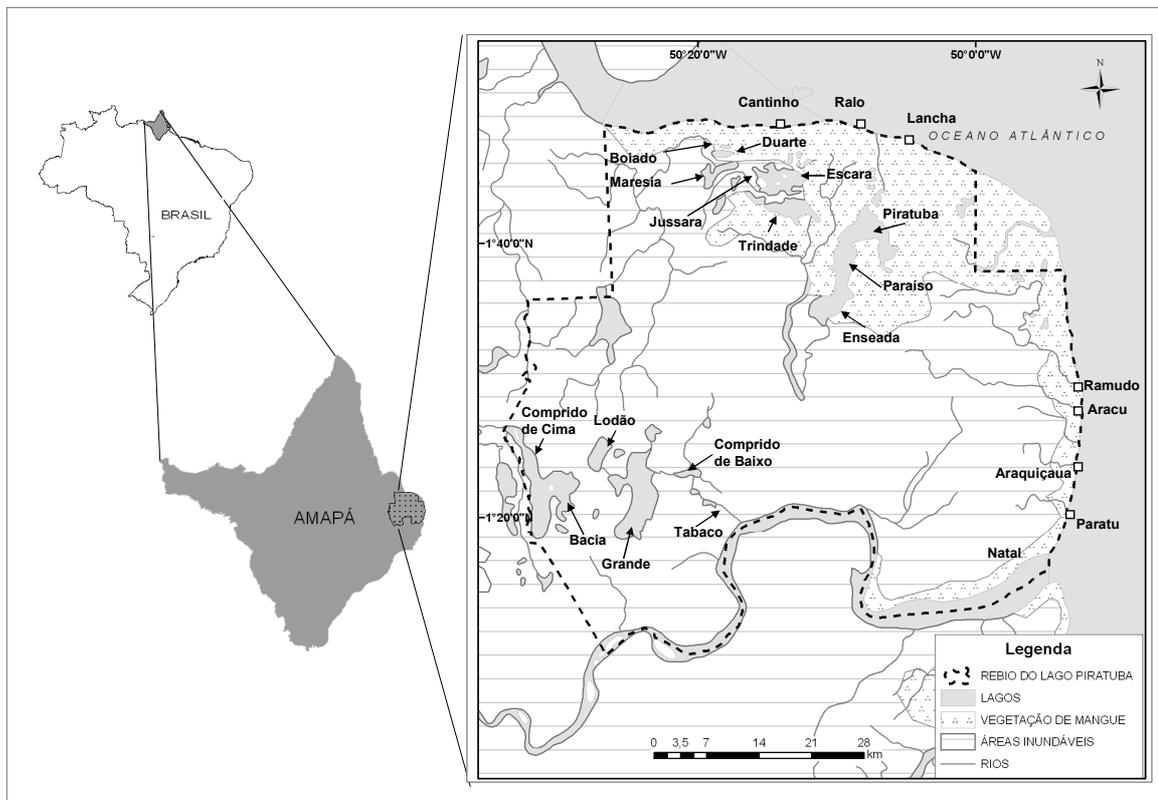


Figura 01 – Mapa de localização da Reserva Biológica do Lago Piratuba (AP).

## 2.2 PROCEDIMENTOS DE CAMPO

As amostragens foram realizadas em quatro ocasiões (junho e novembro de 2005 e junho e novembro de 2006), sendo junho o período chuvoso e novembro o seco. Os locais para amostragem foram escolhidos de forma a cobrir toda a extensão da reserva. No ano de 2005, as coletas realizaram-se nos lagos do cinturão lacustre meridional, quais sejam Comprido de cima, Bacia, Lodão, Grande, Canal Tabaco e Comprido de baixo e dois pontos na foz do rio Araguari (Natal mangue e Natal plano) (Fig. 01). No ano de 2006, as coleta ocorreram em seis lagos e um canal no cinturão lacustre oriental, Lago Piratuba (dividido em Piratuba, Paraíso e Enseada), Lago Jussara, Lago Escara, Lago Trindade, Lago Maresia e Lago do Boiado e rego do Duarte; Além de sete pontos na costa (Cantinho, Ralo, Lancha, Ramudo, Aracu, Araquiçaua e Paratu) (Fig. 01). Nos lagos, a amostragem ocorreu em dois pontos por lago e na região costeira as tomada de amostras se deu na área vegetada (distância não superior a 100m no interior do mangue) e não vegetada (distância não superior a 100 m da borda do mangue).

Em cada ponto foram coletadas no mínimo três amostras, utilizando um tubo de PVC de 0,0079 m<sup>2</sup>, enterrado 20 cm no sedimento. Após coletadas as amostras foram passadas em malha de nylon de 0,3 mm de abertura e os organismos retidos fixados em formalina a 5 %. Paralelamente, foram registrados na água de superfície condutividade elétrica, temperatura, pH e turbidez utilizando um multi-analisador de água modelo W23, marca HORIBA. Nos lagos foi ainda determinado o teor de nitrato na água. A profundidade foi medida utilizando fio de prumo. Estes dados foram cedidos pelo Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá/ Centro de Pesquisas Aquáticas (IEPA/CPAQ).

## 2.3 PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO

Em laboratório, as amostras de material biológico foram triadas, os organismos identificados, sob microscópio estereoscópico e microscópio óptico, ao menor nível taxonômico possível e contados. Após esta etapa o material foi conservado em álcool etílico a 70%.

## 2.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados ambientais foram expostos graficamente para a visualização da variação sazonal e espacial. A descrição da estrutura de comunidades bentônicas foi baseada nos descritores das associações, riqueza (contagem do número de espécies), densidade (transformado por metro quadrado), equitatividade (índice de Pielou – J') e diversidade (índice de Shannon-Wiener – H'), por locais e períodos climáticos.

Análises de Variância (ANOVA) bi-fatoriais foram utilizadas para comparar descritores entre lagos, pontos da costa e períodos climáticos, quando necessário estes foram transformados por Log (x+1). Para descrever os padrões de distribuição da estrutura das comunidades foi utilizada análise de agrupamento hierárquico aglomerativo (Cluster) de ordenação (MDS - Multidimensional Scaling), ambas baseadas em matrizes de similaridade produzidas utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis com dados de densidade média, transformados por raiz quarta (CLARKE; WARWICK, 1994). Utilizou-se também análise, para a representação e ratificação dos grupos formados pela análise de cluster. Posteriormente aplicou-se a rotina SIMPER para indicar os táxons mais importantes para a formação de cada grupo. Para análise e exposição dos dados foram utilizados os aplicativos PRIMER<sup>®</sup> 6.0, STATISTICA<sup>®</sup> 6.0, SYSTAT<sup>®</sup> 10 e *Microsoft Excel*, 2007 .

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 DADOS AMBIENTAIS

A profundidade dos lagos foi maior na época de chuvas, sendo Trindade e Grande os lagos mais profundos, ambos com 2,30 m de coluna d'água. Na estiagem o Duarte foi o mais profundo com 1,70 m. De um modo geral os lagos do cinturão meridional apresentaram uma amplitude maior de variação da profundidade entre as estações do ano, com profundidades menores a 0,5 m no período seco. Nas áreas costeiras a profundidade das coletas nunca ultrapassou os dois metros (fig. 02).

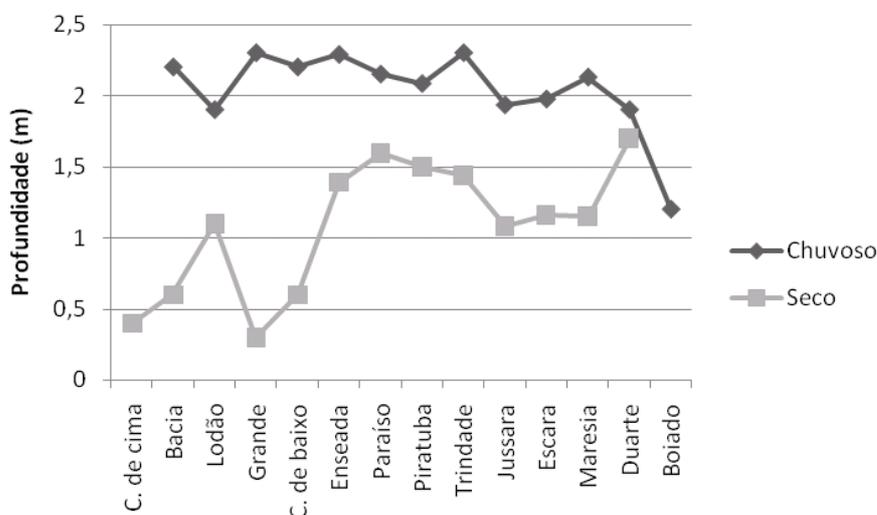


Figura 02 - Profundidade dos lagos estudados na REBIO Piratuba (AP) nas estações chuvosa e seca dos anos de 2005 e 2006.

Os valores de nitrato foram mais elevados na estação das chuvas, sendo o lago Comprido de cima o mais rico (90,1 mg/L) e o Escara o mais pobre (25,6 mg/L). No período seco a maior concentração foi registrada também no Comprido de cima (41,1 mg/L) e a menor no Piratuba (0,03 mg/L). Nas duas estações os lagos meridionais geralmente apresentaram teores maiores que os orientais, enquanto os últimos tiveram concentrações mais semelhantes (fig. 03).

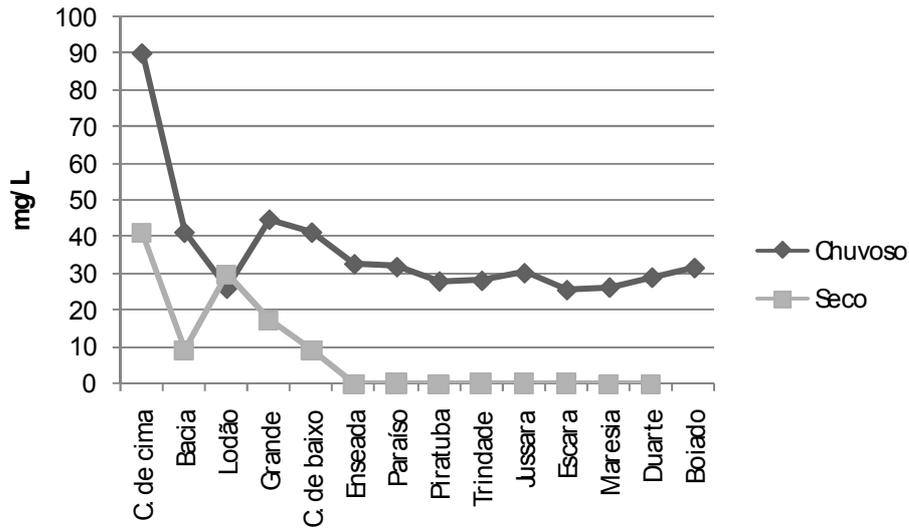


Figura 03 – Valores de nitrato na água dos lagos estudados na REBIO Piratuba (AP) nas estações chuvosa e seca dos anos de 2005 e 2006.

O pH dos lagos no período chuvoso foi baixo que no seco, com valores que variaram entre 5,64 e 6,30. No período seco ocorreu maior variação, valores entre 4,63 e 7,94. Vale destacar que os lagos orientais foram mais básicos que os meridionais. O pH na costa apresentou também variação pequena, com valores entre 5,8 e 6,4 no período chuvoso e entre 6,64 e 7,72 no seco (Fig. 04).

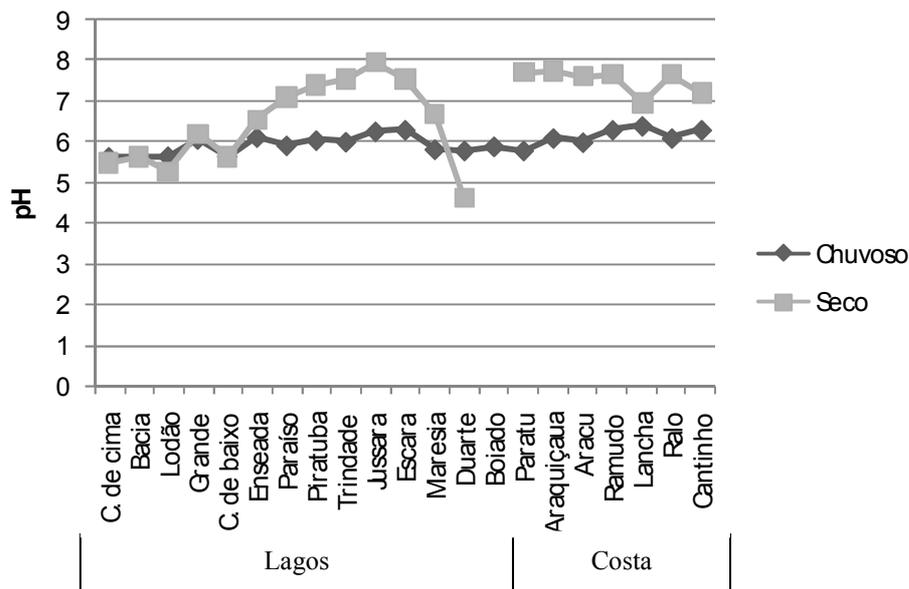


Figura 04 - Valores de pH na água dos lagos e zona costeira na REBIO Piratuba (AP) nas estações chuvosa e seca dos anos de 2005 e 2006.

A condutividade elétrica foi sempre maior no período seco e nos lagos orientais (Fig. 05). Nos lagos, em ambas as estações de amostragem, a condutividade foi mais baixa no Comprido de Baixo, com valores valores de 0,037 e

0,064 mS/cm respectivamente nos períodos chuvoso e seco. O maior valor de condutividade no período chuvoso ocorreu no lago Escara (0,74 mS/cm) e no período seco no Duarte (26,18 mS/cm).

A condutividade elétrica na costa variou entre 1,68 e 34,70 mS/cm no período chuvoso e entre 31,56 e 36,08 mS/cm no seco. Os valores de condutividade elétrica nos pontos próximos à desembocadura dos canais costeiros (Ramudo, Aracu, Araquiçaua e Paratu) no período chuvoso foram inferiores aos das enseadas (Cantinho, Ralo e Lancha), assim como em qualquer um dos pontos do período seco (Fig. 05).

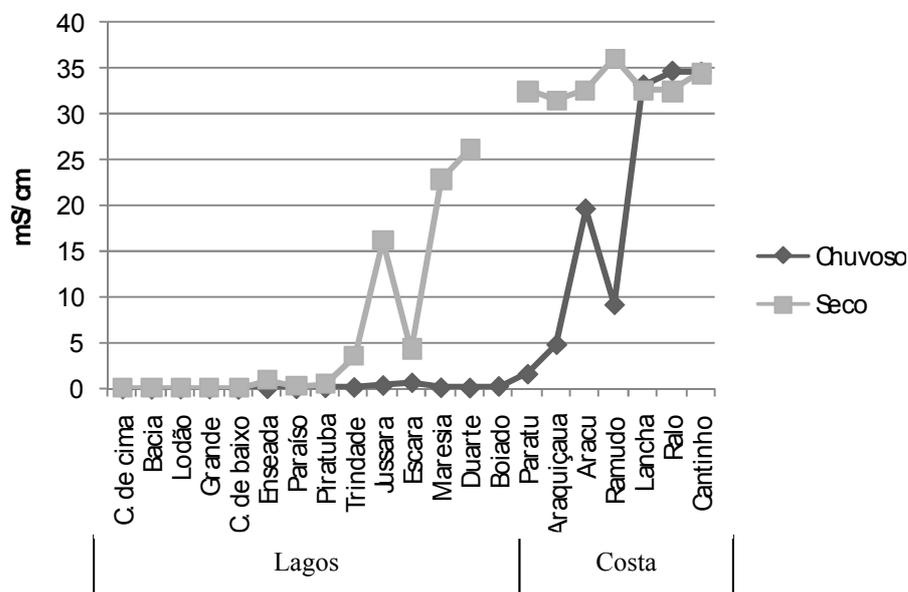


Figura 05 - Valores de condutividade elétrica na água dos lagos e zona costeira na REBIO Piratuba (AP) nas estações chuvosa e seca dos anos de 2005 e 2006.

A turbidez nos lagos foi máxima no lago Bacia ( 49 NTU) na estação chuvosa e mínima no Paraíso (0,3 NTU). Na estiagem o maior valor ocorreu no lago Grande (93,5 NTU) e o mínimo no Trindade (1,32). Os lagos da área oriental foram geralmente menos turvos. A Turbidez na costa no período chuvoso variou entre 86,1 e 999,0 NTU e no seco entre 121,0 e 299,0 NTU (Fig. 06).

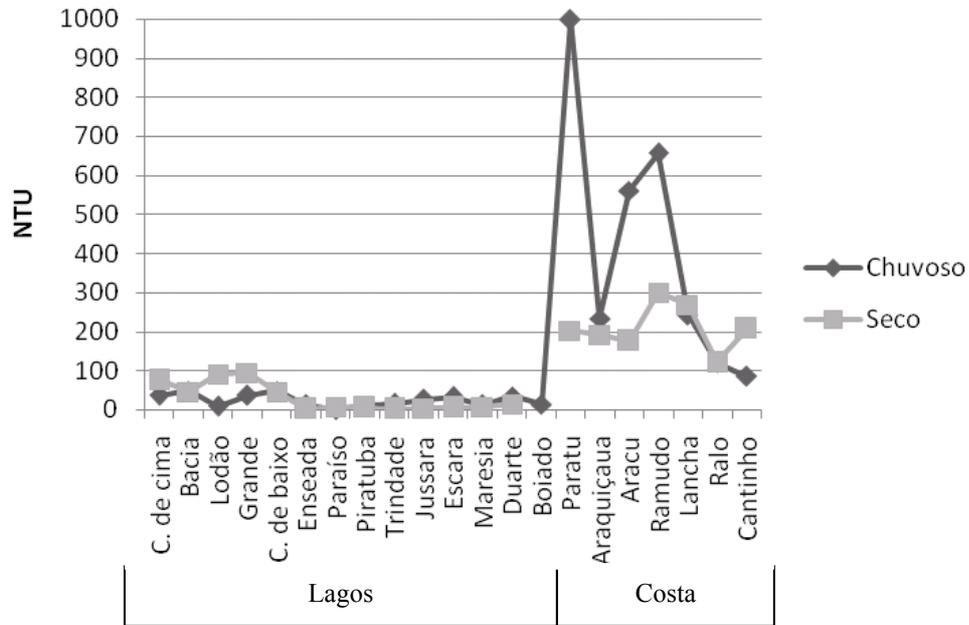


Figura 06 - Valores de turbidez da água dos lagos e zona costeira na REBIO Piratuba (AP) nas estações chuvosa e seca dos anos de 2005 e 2006.

A temperatura da superfície da água não teve grandes variações, sendo os valores para o período das chuvas menores que no seco em toda a reserva. Nos lagos os valores variaram entre 25,5-28,4 °C e na costa entre 28,7-30,7 °C (Fig. 07).

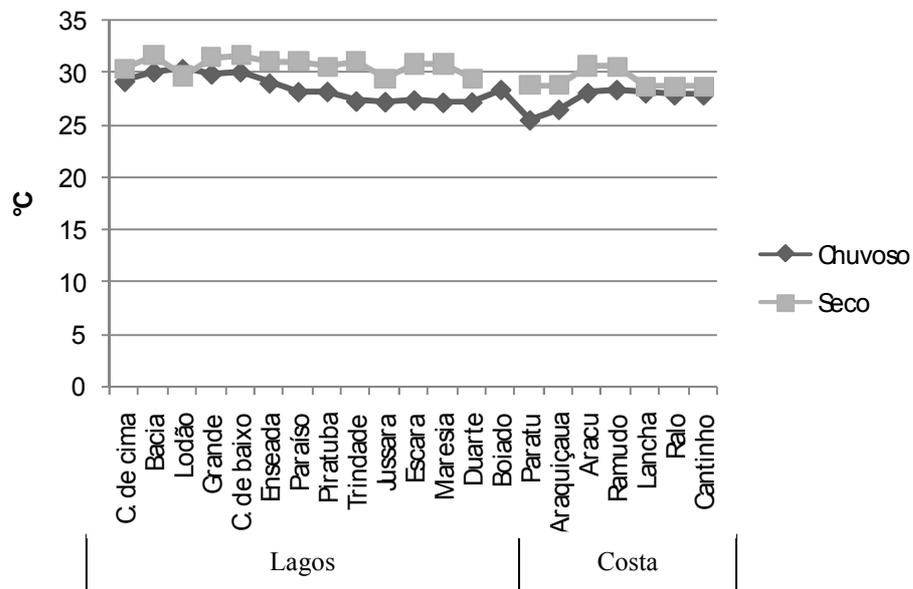


Figura 07 - Valores de temperatura na água superficial dos lagos e zona costeira na REBIO Piratuba (AP) nas estações chuvosa e seca dos anos de 2005 e 2006.

### 3.2 COMUNIDADE MACROBENTÔNICA

Foram coletadas 284 amostras, nas quais identificaram-se 2169 indivíduos em 54 táxons pertencentes aos filos: Annelida (21 táxons), Arthropoda (27 táxons), Mollusca (05 táxons) e Nemertea (01 táxon) (Tab. 01).

O período chuvoso, com 1233 indivíduos em 36 táxons, teve as maiores riqueza e abundância, sendo dominantes *Mediomastus californiensis* (482 indivíduos), Ostracoda (203 indivíduos) e *Heleobia* sp (160 indivíduos). Na estação seca foram coletados 936 espécimes e 42 táxons, tendo como principais representantes *Heleobia* sp (149 indivíduos), *M. californiensis* (138 indivíduos) e *Laeonereis culveri* (138 indivíduos).

A maioria dos moluscos, como *Aylacostoma tuberculata*, *Heleobia* sp e *Pisidium forense*, foram encontrados somente nos lagos. A única espécie na costa foi *Neritina zebra*. Grande parte dos Mandibulata (Arthropoda), como Tanyptodinae, Lepidoptera, Coelotanyptodini, Tabanidae e Polymitarcidae, foi exclusivo dos lagos meridionais. Dos Polychaeta (Annelida) apenas *Namalycastis sioli* e *Namalycastis* sp1 foram exclusivas dos lagos, e entre os Oligochaeta, *Pristina* sp., *Dero* sp., Naididae e Phaeodrilidae são os táxons que apareceram somente nos lago e Enchytraeidae apenas na Costa.

Tabela 01 – Lista dos táxons identificados na REBIO do Lago Piratuba – Amapá. Continua.

Classe	Ordem	Táxons	Lagos		Costa	
			Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
		Nemertea				X
Bivalvia		Bivalvia	X			
	Veneroidea	<i>Pisidium forense</i>	X	x		
Gastropoda	Mesogastropoda	<i>Aylacostoma tuberculata</i>		x		
		<i>Heleobia</i> sp.	X	x		
	Pulmonata	Planorbinae		x		
	Neritoida	<i>Neritina zebra</i>				X
Polychaeta		Polychaeta			X	
	Capitellida	Capitellidae		x	X	x
		<i>Capitella</i> sp			X	X
		<i>Heteromastus</i> sp			X	
		<i>Mediomastus californiensis</i>			X	x
		<i>Notomastus</i> sp			X	X
	Spionida	<i>Polydora</i> sp				X
	Phyllodocida	<i>Nephtys fluviatilis</i>		x	X	X
		<i>Nephtys simoni</i>				X
		<i>Namalycastis sioli</i>	X	x		
		<i>Namalycastis</i> sp 1	X	x		

Tabela 01 – Lista dos táxons identificados na REBIO do Lago Piratuba – Amapá. Conclusão.

Classe	Ordem	Táxons	Lagos		Costa		
			Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	
Oligochaeta	Phyllodocida	<i>Namalycastis sp 2</i>			x	X	
		<i>Namalycastis sp 3</i>				X	
		<i>Neanthes sp</i>			x	X	
		<i>Laeonereis culveri</i>			x	X	
	Haplotaxida	Oligochaeta		X			
		<i>Pristina sp</i>		X			
		Phaeodrilidae		X			
		Tubificidae			X	x	
		Naididae		X			
		<i>Dero sp</i>		X			
Branchiopoda	Diplostraca	Enchytraeidae		X	x		
		Cladocera	X	X			
Malacostraca	Decapoda	Dendobranquiata				X	
		Sisyoninae				X	
		<i>Callinectes sp</i>		X			
		Zoea				X	
	Cumacea	Cumacea				X	
	Isopoda	Isopoda		X		X	
		Sphaeromatidae			x	X	
		<i>Cassinidea fluminensis</i>			x		
	Amphipoda	Dexaminidae			x		
		Gammaridea 3				X	
		Gammaridea 2				X	
		Gamaridea 5	X				
		Gammaridea 4				X	
	Maxillopoda	Tanaidacea	<i>Halmyrapseudes sp</i>				X
Sessilia		Cirripedia			x	X	
Insecta	Ostracoda*	Ostracoda	X	X	x	X	
		Diptera					
	Diptera	Díptera		X	X	x	
		Chironomidae		X			
		Chironominae		X	X	x	
		Tanypodinae		X	X		
		Coelotanypodini		X			
		Tabanidae		X	X		
		Coleoptera	Coleóptera			X	X
		Lepidoptera	Lepidoptera			X	
	Ephemeroptera	Polymitarcidae	X	X			
	Total de táxons			20	21	19	26

Annelida foi o filo mais abundante em todas as ocasiões de amostragem, representando sempre mais que 48% do total de organismos. No período chuvoso os principais filios foram Annelida e Arthropoda que representaram 50,9 e 34,9% do total de organismos (fig. 08-a). Por sua vez, na estação seca as maiores abundâncias foram dos filios Annelida (48,4%), Arthropoda (34,8%) e Mollusca (16,67%) (Fig. 08-b).

Os principais táxons permaneceram os mesmos em ambos os períodos climáticos, havendo apenas alternância na dominância. No período chuvoso os táxons mais abundantes foram *Mediomastus californiensis* (39,1%), Ostracoda (16,5%) e *Heleobia* sp. (13%) (fig. 08-c); e, no seco *Heleobia* sp. (15,9%), *M. californiensis* (14,7%) e *Laeonereis culveri* (14,7%) (Fig. 08-d).

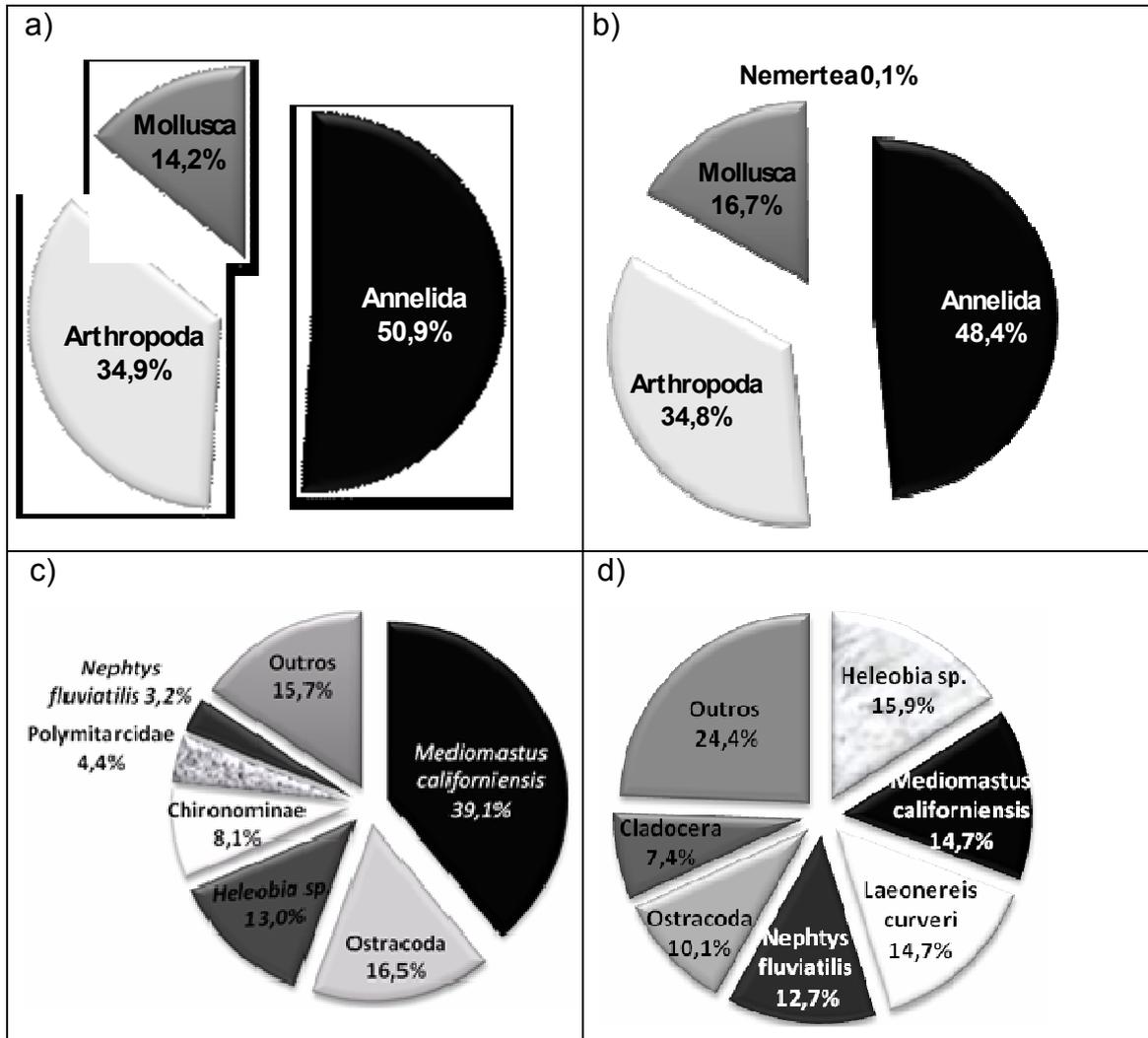


Figura 08 - Participação relativa dos filos (a e b) e dos principais táxons (c e d) da macrofauna bentônica nos períodos chuvoso e seco, respectivamente, na REBIO do Lago Piratuba (AP).

Na região dos lagos, os três táxons mais abundantes foram *Heleobia* sp. (36,6%), Chironominae (15,6%) e Polymitarcidae (11,4%). Nestas áreas, os táxons com maior participação relativa foram praticamente os mesmos nos dois períodos climáticos, sendo no período chuvoso *Heleobia* sp. (37,9%), Chironominae (23,2%) e Polymitarcidae (12,8%) os mais abundantes (Fig. 09-a); e, no seco *Heleobia* sp. (35,3%), Cladocera (16,4%) e Polymitarcidae (10,0%) (Fig. 09-b). O Gastropoda

*Heleobia* sp. foi mais abundante nos lagos orientais e os Mandibulata Chironominae e Polymitarcidae nos lagos maridionais.

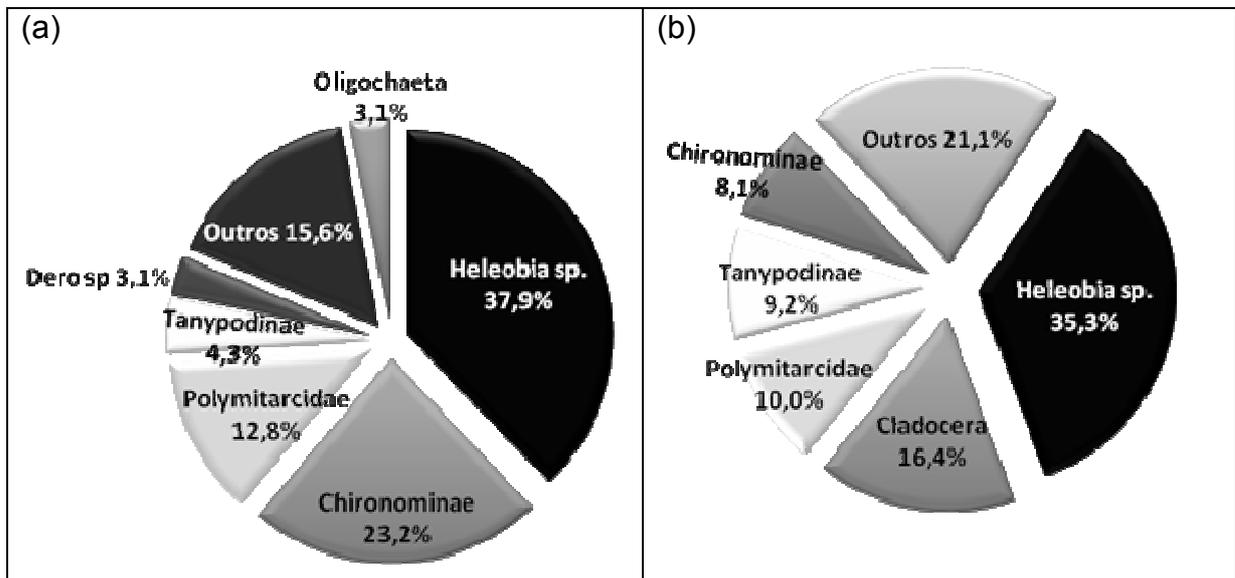


Figura 09 - Participação relativa dos principais táxons da macrofauna bentônica dos lagos na REBIO do Lago Piratuba (AP) nos períodos chuvoso (a) e seco (b).

Na costa, os táxons com maiores densidades foram *Mediomastus californiensis* (46,8%), Ostracoda (20%) e *Nephtys fluviatilis* (11,9%). No Período chuvoso, os táxons dominaram *M. californiensis* (59,4%), Ostracoda (24,8%) e *Nephtys fluviatilis* (4,9%) (Fig. 10-b). Por sua vez, no período seco, os principais grupos foram *M. californiensis* (26,8%), *L. culveri* (26,8%) e *Nephtys fluviatilis* (23%) (Fig. 10-a).

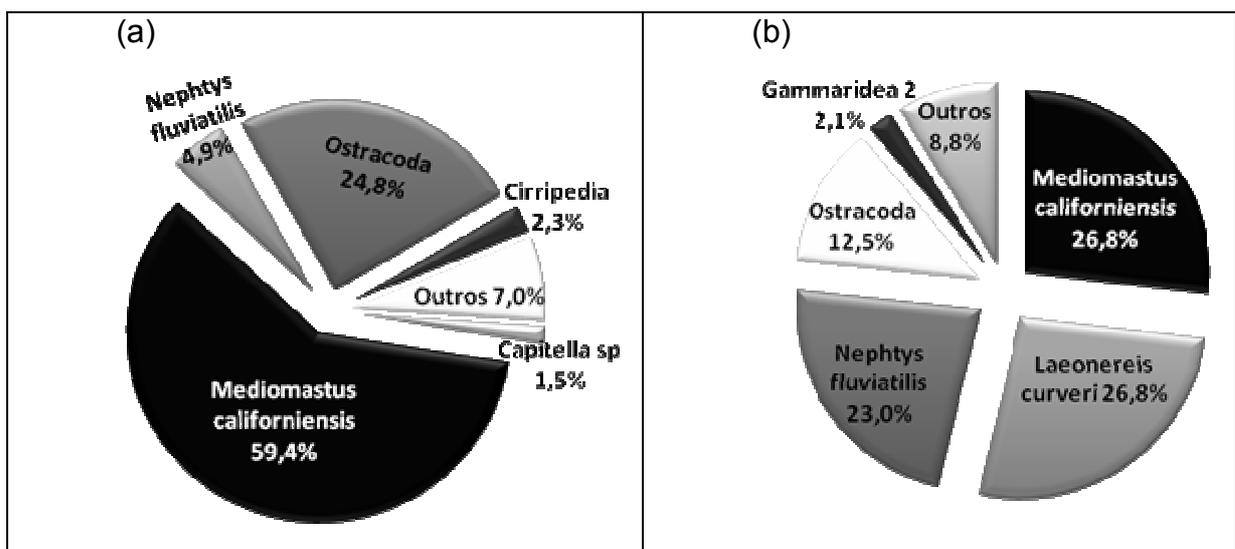


Figura 10 - Participação relativa dos principais táxons da macrofauna na zona costeira da REBIO do Lago Piratuba (AP) nos períodos chuvoso (a) e seco (b).

Os anelídeos dominaram as associações nas áreas vegetadas e não vegetadas da costa. Nas áreas vegetadas, os grupos mais abundantes foram *Laeoneres culveri* (43,8%), *Nephtys fluviatilis* (22,3%) e *Mediomastus californiensis* (9,9%) (Fig. 11-a). Fora da vegetação *M. californiensis* (36,7%), *N. fluviatilis* (24,7%) e Ostracoda (15,5%) tiveram as maiores participações relativas (Fig. 11-b).

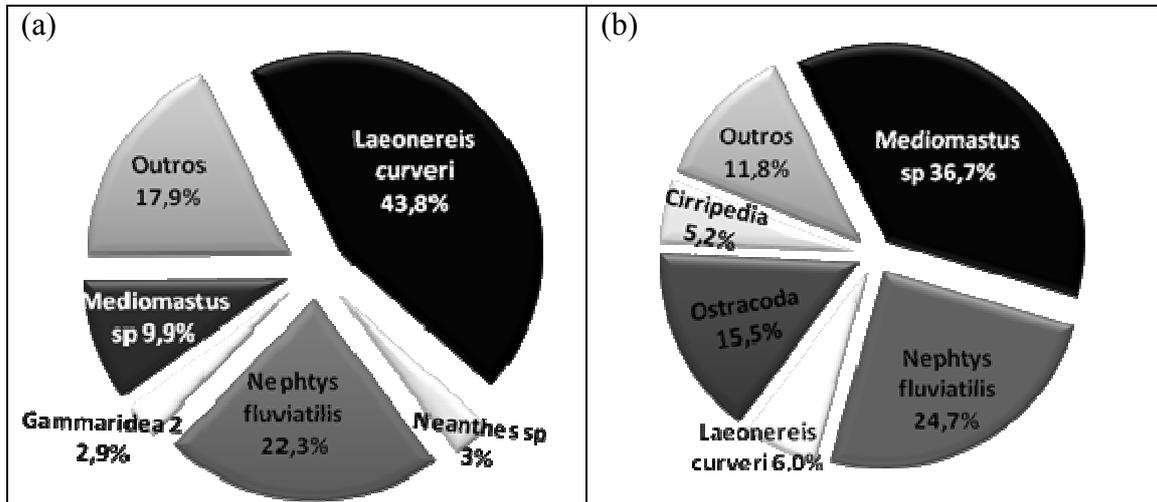


Figura 11 - Participação relativa dos principais táxons da macrofauna bentônica nas áreas vegetada (a) e não vegetada (b) da REBIO do Lago Piratuba (AP).

Nos lagos, a riqueza variou significativamente entre períodos climáticos e locais de amostragem, (Tab. 02), sendo registrados  $1,52 (\pm 0,19)$  táxons no seco e  $0,92 (\pm 0,18)$  táxons no chuvoso. A interação foi significativa entre os fatores, que indica que em certos lagos, as estações tem efeitos na variação da riqueza diferente dos outros. Os lagos que apresentaram maior número de táxons no período chuvoso foram Comprido de baixo ( $6,0 \pm 1,0$  táxons), Canal tabaco ( $5,0 \pm 0,57$  táxons) e Bacia ( $3,33 \pm 0,33$  táxons), no período seco os lagos mais ricos foram Paraíso ( $4,25 \pm 1,18$  táxons), Escara ( $3,75 \pm 0,75$  táxons) e Piratuba ( $3,25 \pm 0,94$  táxons) (Fig. 12). Observa-se que o cinturão lacustre meridional possui maior riqueza na estação chuvosa e o cinturão lacustre oriental na estação seca.

Tabela 02 – Resultados das Análises de Variância utilizando como fatores os locais e períodos de amostragem nos Lagos da REBIO do lago Piratuba (AP).

Lagos	Riqueza		Densidade	
	f	P	F	p
Pontos	10,12	0,00	7,88	0,00
Período climático	4,02	0,05	5,05	0,03
Pontos*Período	5,73	0,00	3,14	0,00

Na costa, o período seco, com  $1,85 \pm (0,20)$  táxons, foi mais rico que o chuvoso, quando foram registrados  $1,57 (\pm 0,17)$  táxons, ainda que este resultado não tenha sido significativo, no entanto a interação entre os fatores foi significativa (Tab. 03). Os locais da costa mais ricos no período de chuvas foram Natal Plano ( $4,0 \pm 0,57$  táxons), Cantinho ( $2,12 \pm 0,61$  táxons) e Natal Mangue ( $2,0 \pm 0,57$  táxons). No período seco, as maiores riquezas foram observadas no Cantinho ( $3,37 \pm 0,32$  táxons) Lancha ( $2,87 \pm 0,29$  táxons) e Aracu ( $2,75 \pm 0,83$  táxons) (Fig. 12).

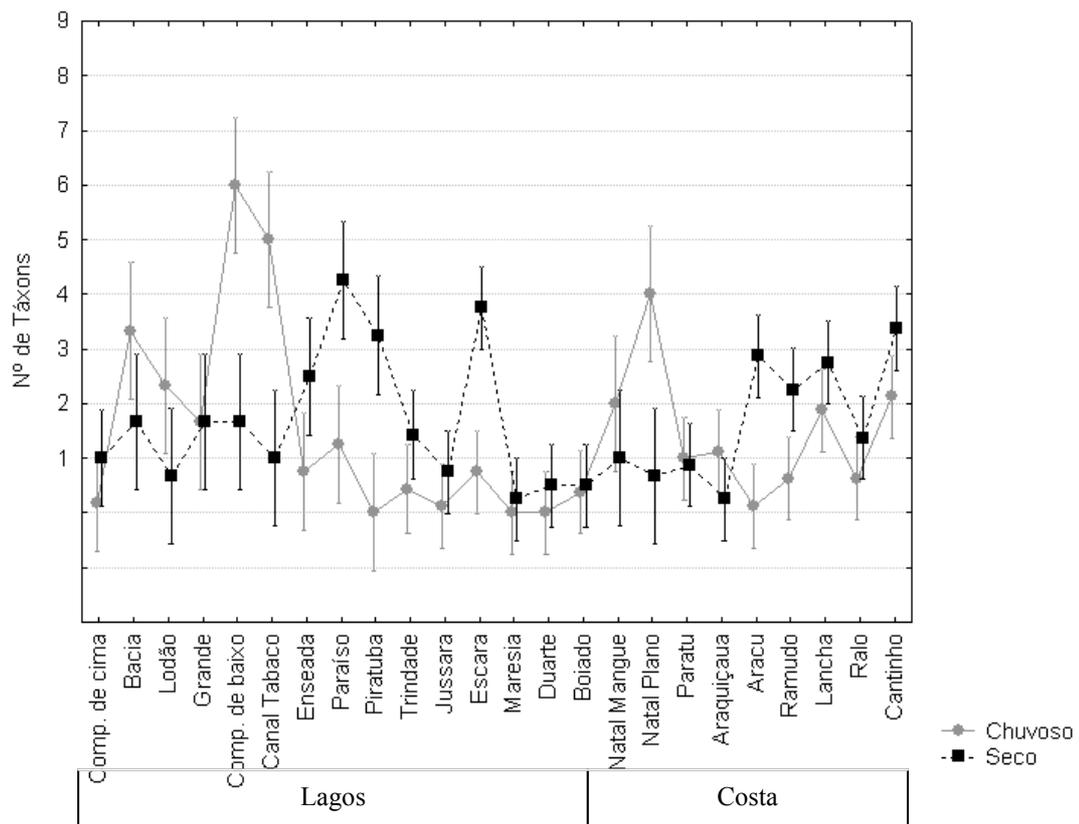


Figura 12 - Riqueza de espécies da macrofauna bentônica em diferentes ambientes lacustres e costeiros da REBIO do Lago Piratuba (AP) entre períodos climáticos.

A área com o maior número de táxons na costa foi a não vegetada, com  $1,55 (1,43 \pm)$  táxons, sendo registrados dentro da vegetação  $1,48 (\pm 0,21)$  táxons, embora a diferença de riqueza entre elas não seja significativa (Tab. 04). Na zona vegetada o local mais rico foi Cantinho ( $3,0 \pm 0,53$  táxons), seguido de Lancha ( $2,62 \pm 0,70$  táxons) e Aracu ( $1,75 \pm 0,61$  táxons). Na área não vegetada, os locais mais ricos foram Cantinho ( $2,50 \pm 0,53$  táxons), Lancha ( $2,0 \pm 0,70$  táxons) e Ramudo ( $1,87 \pm 0,51$  táxons) (Fig. 13).

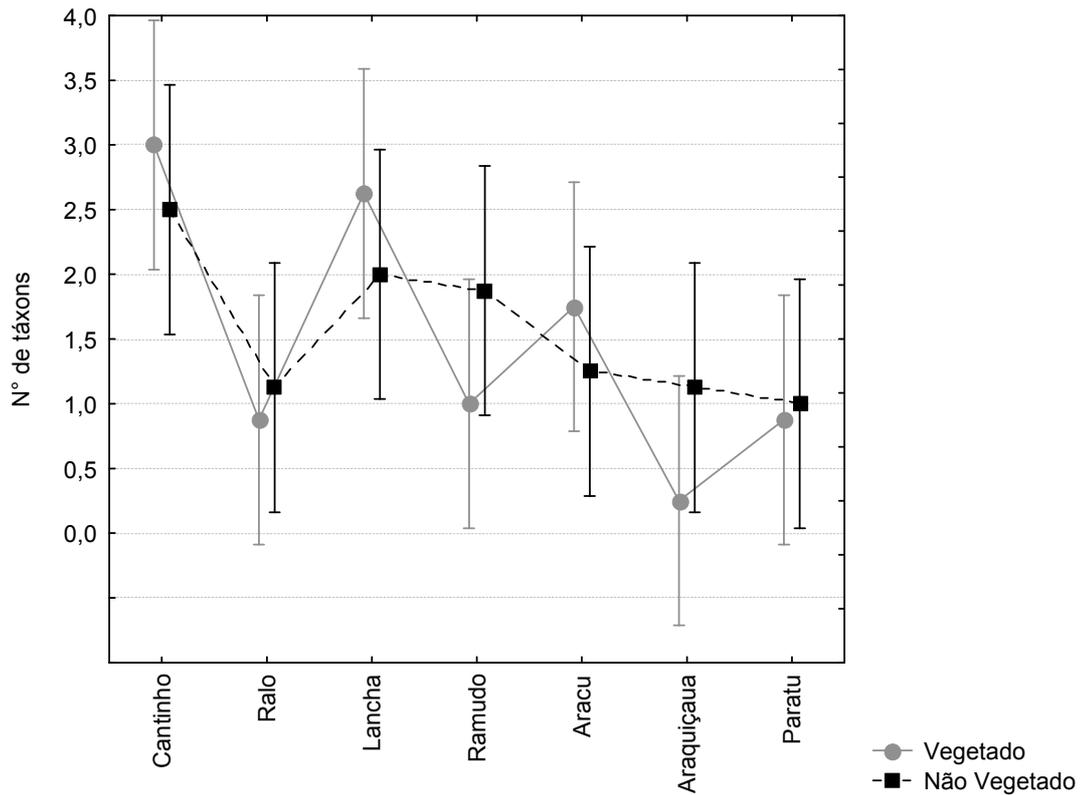


Figura13 - Riqueza de espécies da macrofauna bentônica nas zonas vegetada e não vegetada da costa da REBIO do Lago Piratuba (AP).

A densidade média nos lagos variou significativamente entre períodos climáticos e pontos de amostragem, além de haver interação significativa entre os fatores (Tab. 02), sendo registrados para ambos os períodos o valor de  $667,72 \text{ ind.m}^{-2}$  ( $\pm 225,81 \text{ ind.m}^{-2}$  no chuvoso e  $\pm 135,52 \text{ ind.m}^{-2}$  no seco). No período de chuvas as maiores densidades foram observadas nos lagos Comprido de baixo ( $6118,14 \pm 304,27 \text{ ind.m}^{-2}$ ), Paraíso ( $3734,18 \pm 3524,85 \text{ ind.m}^{-2}$ ) e Bacia ( $2531,65 \pm 1004,72 \text{ ind.m}^{-2}$ ). Na estiagem, as maiores abundâncias estiveram nos lagos Paraíso ( $3481,01 \pm 1169,89 \text{ ind.m}^{-2}$ ), Escara ( $2341,77 \pm 667,24 \text{ ind.m}^{-2}$ ) e Comprido de baixo ( $506,33 \pm 263,50 \text{ ind.m}^{-2}$ ) (Fig. 14). Destaca-se que as maiores densidades no período chuvoso foram registradas no cinturão lacustre meridional e no período seco foram no cinturão lacustre oriental.

Tabela 03 - Resultados das Análises de Variância utilizando como fatores os locais e períodos de amostragem na região costeira da REBIO do lago Piratuba (AP).

Costa	Riqueza		Densidade		J'		H'	
	f	p	f	p	F	p	f	p
Pontos	4,66	0,01	4,40	0,01	2,82	0,039	4,20	0,01
Período Climático	1,26	0,26	0,12	0,73	-	-	-	-
Pontos*Período	6,01	0,01	7,12	0,00	3,54	0,01	1,62	0,19

A densidade na região costeira foi mais elevada, ainda que não significativamente (Tab. 03), no período chuvoso quando foram registrados  $1655,78 \pm 575,64 \text{ ind.m}^{-2}$ . Contra  $1049,41 \pm 161,95 \text{ ind.m}^{-2}$  do período seco. A interação dos fatores foi significativa. No Natal Plano, com  $18059,07 \pm 4208,64 \text{ ind.m}^{-2}$ , foi observada a maior densidade nos meses de chuva, seguido de Natal Mangue com  $9957,81 \pm 1701,94 \text{ ind.m}^{-2}$  e Araquiçáua com  $696,20 \pm 379,75 \text{ ind.m}^{-2}$ . Por sua vez, no período seco, os maiores valores ocorreram no Cantinho ( $3164,56 \pm 285,06 \text{ ind.m}^{-2}$ ), Aracu ( $1487,34 \pm 283,80 \text{ ind.m}^{-2}$ ) e Lancha ( $1424,05 \pm 502,21 \text{ ind.m}^{-2}$ ) (Fig. 12).

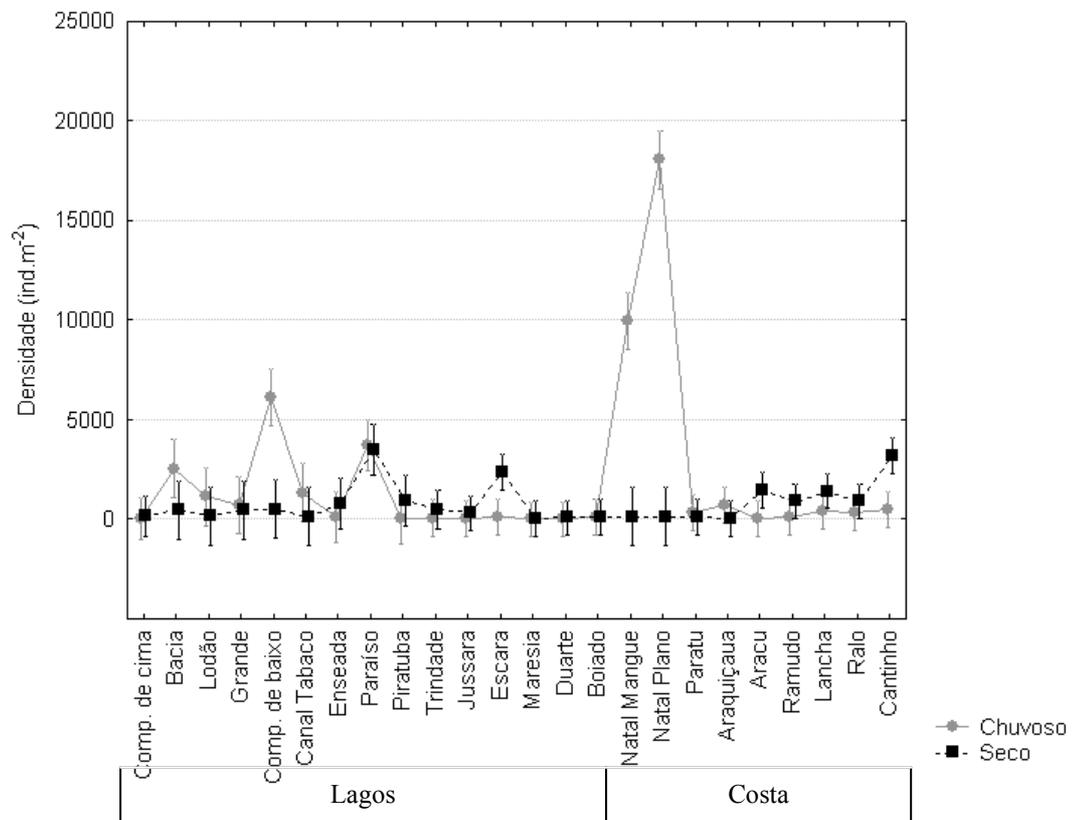


Figura 14 – Densidade média da macrofauna bentônica em diferentes ambientes lacustres e costeiros da REBIO do Lago Piratuba (AP) entre períodos climáticos.

Ao comparar as áreas vegetadas e não vegetadas da costa, se observou que a densidade não variou significativamente entre estações climáticas, mas variou entre locais de coleta (tab. 04), sendo máxima fora da vegetação (861,21 ± 152,88 ind.m<sup>2</sup>). Na área vegetada, os pontos mais densos foram Cantinho (1803,80 ± 571,50 ind.m<sup>2</sup>), Aracu (1091,77 ± 418,42 ind.m<sup>2</sup>) e Lancha (775,31 ± 337,83 ind.m<sup>2</sup>) e na área não vegetada foram Cantinho (1851,27 ± 551,21 ind.m<sup>2</sup>), Ralo (1028,48 ± 504,89 ind.m<sup>2</sup>) e Lancha (1028,48 ± 467,82 ind.m<sup>2</sup>) (Fig. 15).

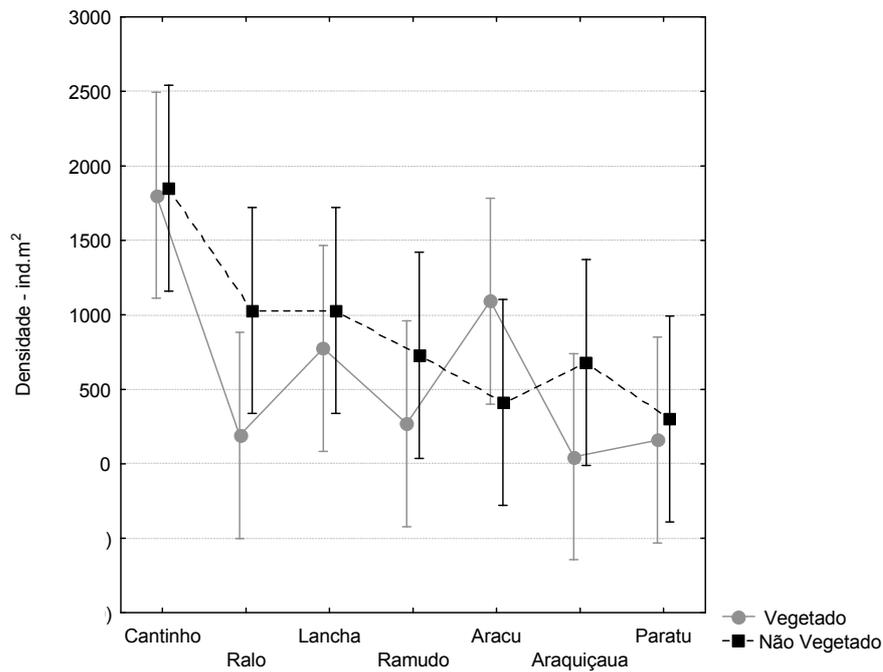


Figura 15 – Densidade média da macrofauna bentônica nas zonas vegetada e não vegetada da costa da REBIO do Lago Piratuba (AP).

Não foi possível realizar ANOVA com os dados de equitatividade dos lagos, dado que algumas amostras não apresentaram qualquer organismo, impedindo o cálculo do parâmetro (Tab. 02); entretanto, esta foi maior no período seco ( $J = 0,70$ ) que no chuvoso ( $J=0,67$ ). No período chuvoso, os lagos mais equitativos foram Escara (0,98) Boiado (0,95) e Canal tabaco (0,80). No período seco os maiores valores deste descritor foram registrados no Canal Tabaco (0,99), Maresia (0,99) e Duarte (0,96) (Fig. 15).

Tabela 04 - Resultados das Análises de Variância utilizando como fatores os locais e áreas (vegetada e não vegetada) na região costeira da REBIO do lago Piratuba (AP).

Áreas da Costa	Riqueza		Densidade		J'		H'	
	f	p	f	p	f	p	f	p
Pontos	4,03	0,01	2,81	0,01	1,35	0,27	2,58	0,045
Áreas	0,33	0,56	1,38	0,24	-	-	-	-
Pontos*Áreas	0,91	0,49	0,79	0,58	1,17	0,34	0,075	0,10

Na costa, a equitatividade foi maior no período seco com valor de 0,57, ainda que como nos lagos tenha sido possível aplicar ANOVA (Tab. 03). No período chuvoso observou-se que os pontos mais equitativos foram Lancha (0,91), Cantinho (0,86) e Ramudo (0,79). Por sua vez, na ocasião seca, as maiores equitatividades foram registradas em Araquiçaua (0,99), Natal mangue (0,92) e Paratu (0,89) (Fig. 16).

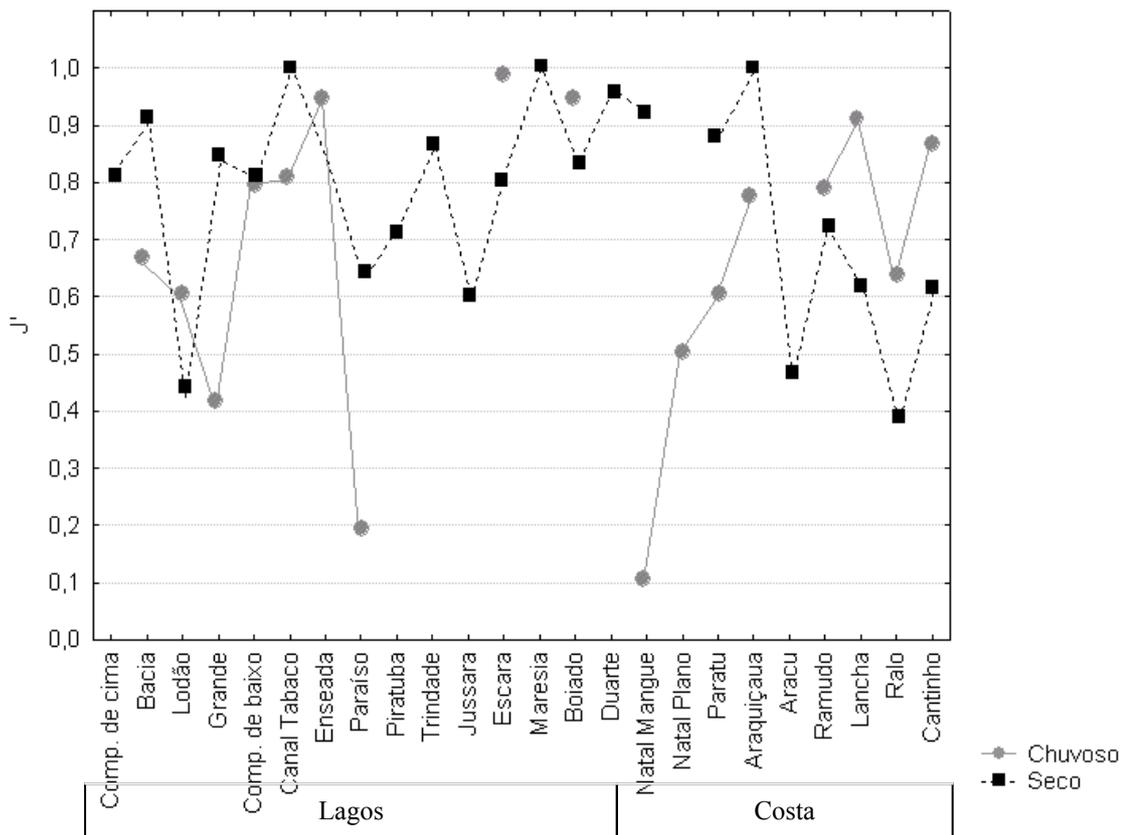


Figura 16 – Equitatividade da macrofauna bentônica em diferentes ambientes lacustres e costeiros da REBIO do Lago Piratuba (AP) entre períodos climáticos.

A equitatividade entre as áreas vegetadas e não vegetadas da costa não variou significativamente entre pontos, sendo registrados valores de 0,60 na primeira

e 0,61 na segunda. Na zona vegetada, os pontos mais equitativos foram Paratu (0,93), Ralo (0,87) e Lancha (0,79). Na zona não vegetada, os maiores valores ocorreram no Ramudo (0,75), Araquiçaua (0,68) e Lancha (0,64) (Fig. 15).

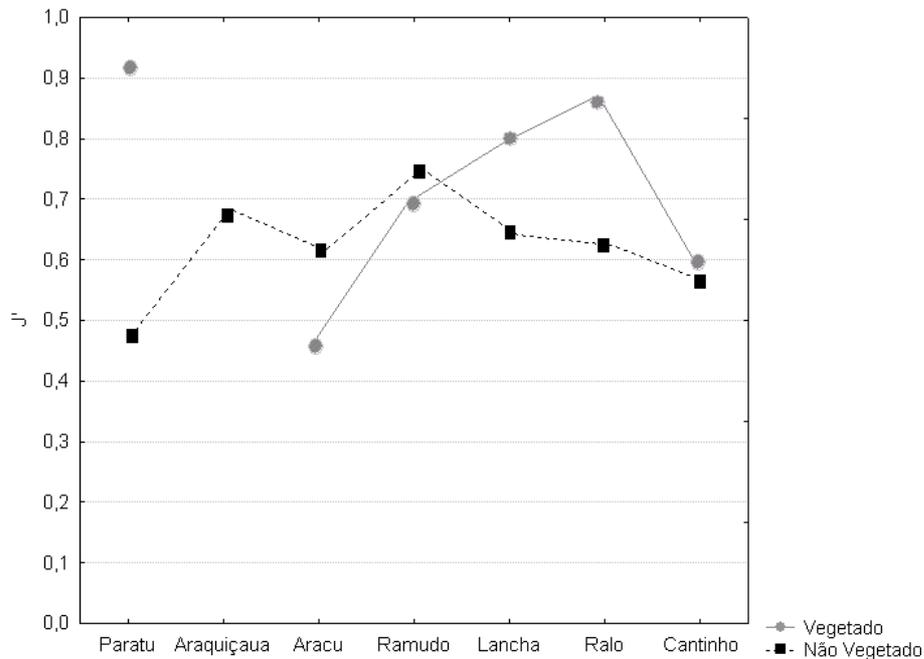


Figura 17 - Equitatividade da macrofauna bentônica nas zonas vegetada e não vegetada da costa da REBIO do Lago Piratuba (AP).

A diversidade dos lagos foi maior no período seco com 2,14. Nos meses de chuva os valores máximos deste descritor foram registrados no Comprido de baixo (1,98), Canal Tabaco (1,57) e Boiado (1,32). Por sua vez, na estiagem os lagos mais diversos foram Piratuba (1,74), Escara (1,61) e Trindade (1,55). A diversidade na costa foi maior também no período seco com valor de 1,87. Os locais Lancha (2,09), Cantinho (1,80) e Araquiçaua (1,07) tiveram as maiores diversidades da costa no período chuvoso; nos meses de estiagem no Ramudo (1,50), Paratu (1,43) e Lancha (1,40) foram observadas as maiores diversidades (Fig. 18).

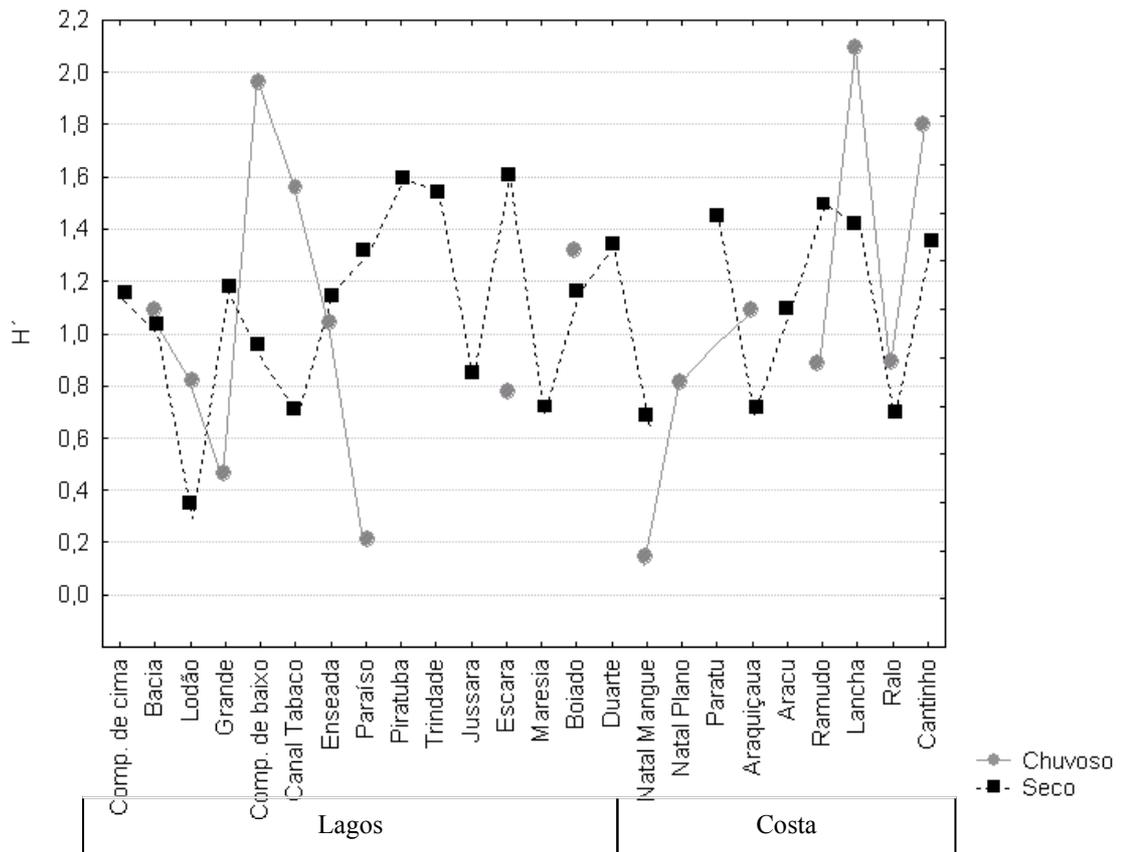


Figura 18 – Diversidade da macrofauna bentônica em diferentes ambientes lacustres e costeiros da REBIO do Lago Piratuba (AP) entre períodos climáticos.

A área vegetada foi mais diversa que a não vegetada, ainda que de forma não significativa (Tab. 04). Os locais Lancha (1,97), Ralo (1,56) e Paratu (1,50) foram os pontos com a maior diversidade na costa no período chuvoso. Na ocasião seca, Lancha (1,46), Ramudo (1,41) e Araquçaua (1,09) tiveram as maiores diversidades (Fig. 18).

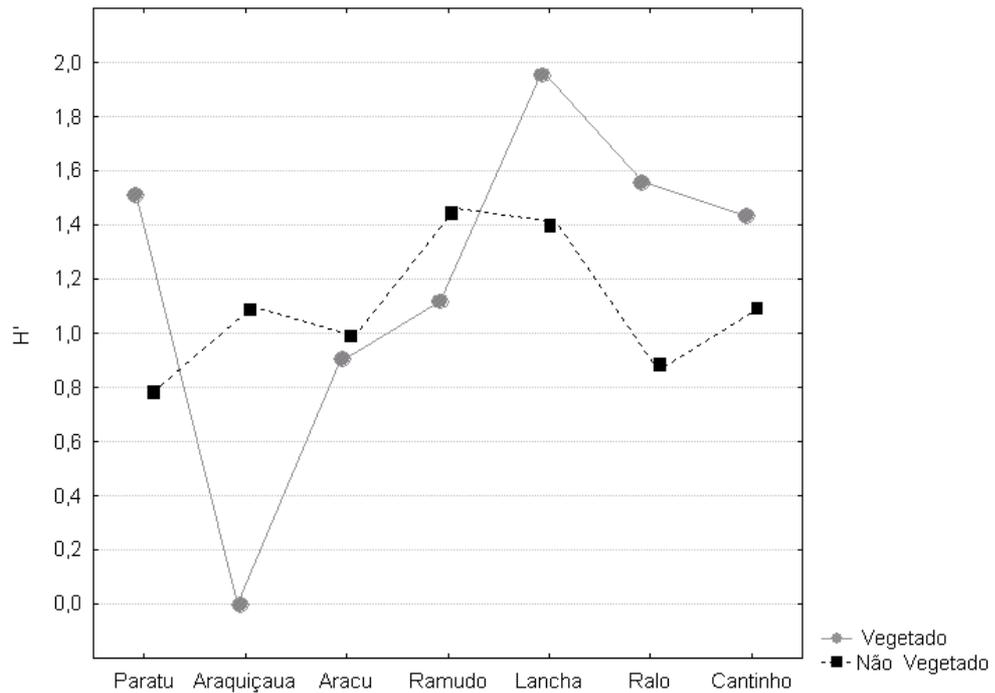


Figura 19 - Diversidade da macrofauna bentônica nas zonas vegetada e não vegetada da costa da REBIO do Lago Piratuba (AP).

Os resultados das análises de ordenação e agrupamento (ao nível de 30% de similaridade) permitiram identificar a formação de três grupos. O primeiro foi composto em sua maioria pelas amostras coletadas nos lagos do cinturão lacustre meridional (G1); o segundo, reuniu as amostras dos lagos orientais, algumas dos lagos do cinturão meridional e alguns pontos da costa (G2); e, o terceiro grupo foi composto apenas por amostras costeiras (G3) (Figs. 20 e 21).

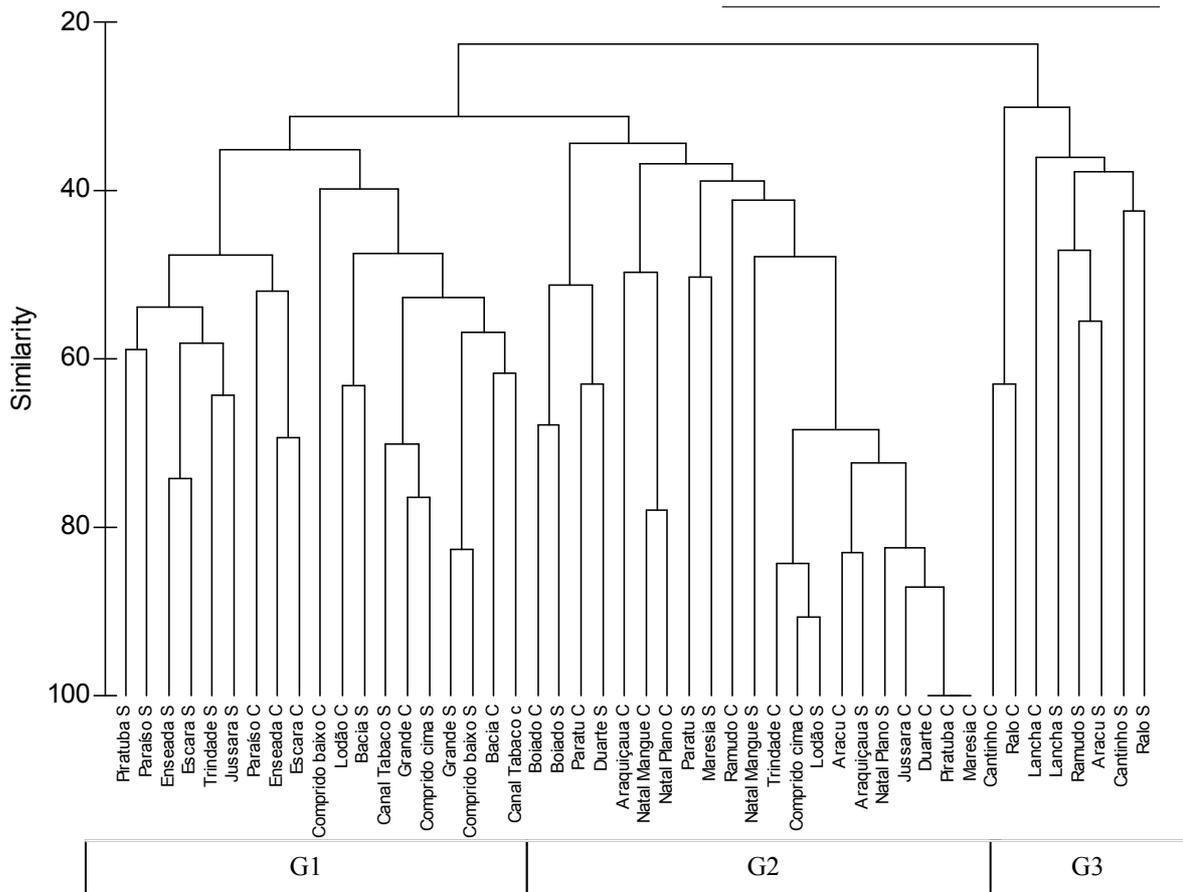


Figura 20 - Resultado da análise de agrupamento (CLUSTER) para as amostras da macrofauna bentônica da REBIO do Lago Piratuba (AP).

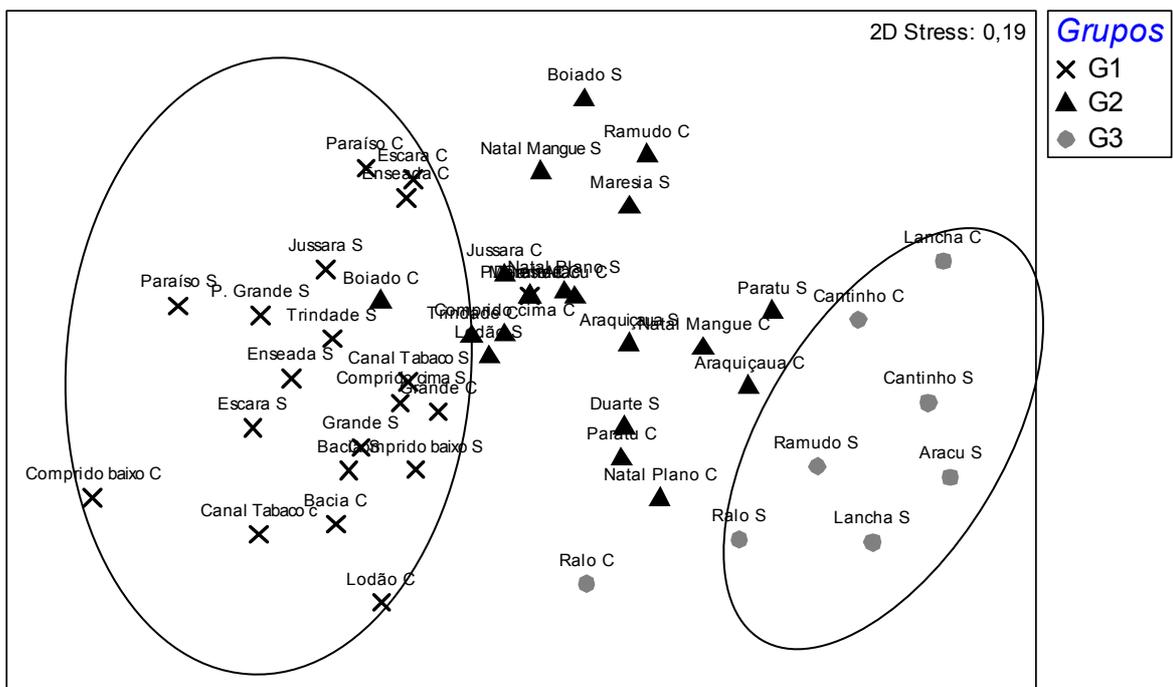


Figura 21 - Resultado gráfico da análise de ordenação (MDS) para as amostras da macrofauna bentônica da REBIO do Lago Piratuba.

Os táxons importantes para formação dos grupos foram Tanypodinae, Chironominae e Polymitarcidae para G1, *Nephtys fluviatilis*, Chironominae e Díptera para G2 e os poliquetas *N. fluviatilis*, *Laeonereis culveri* e o Ostracoda para G3 (Tab. 05).

Tabela 05 – Contribuição das principais espécies para a similaridade dos grupos identificados.

Grupo 1		Similaridade média: 25,18			
Espécies	Abundância média	Similaridade média	Sim/DP	Percentual de contribuição	Contribuição acumulada
Tanypodinae	0,66	9,15	0,87	36,35	36,35
Chironominae	0,44	4,15	0,57	16,48	52,83
Polymitarcidae	0,42	3,41	0,46	13,56	66,39
<i>Namalycastis sioli</i>	0,36	2,75	0,39	10,92	77,31
<i>Littoridina sp.</i>	0,33	2,56	0,52	10,17	87,48
Cladocera	0,21	0,7	0,28	2,77	90,25
Grupo G2		Similaridade média: 7,43			
Species	Abundância média	Similaridade média	Sim/DP	Percentual de contribuição	Contribuição acumulada
<i>Nephtys fluviatilis</i>	0,28	2,39	0,35	32,14	32,14
Chironominae	0,13	1,68	0,19	22,54	54,68
Díptera	0,2	0,9	0,18	12,13	66,81
<i>Mediomastus californiensis</i>	0,16	0,78	0,21	10,47	77,28
<i>Laeonereis curveri</i>	0,06	0,48	0,11	6,52	83,8
<i>Namalycastis sp 2</i>	0,14	0,45	0,12	6,02	89,82
Capitellidae	0,1	0,18	0,07	2,38	92,2
Grupo G3		Similaridade média: 27,06			
Species	Abundância média	Similaridade média	Sim/DP	Percentual de contribuição	Contribuição acumulada
<i>Nephtys fluviatilis</i>	0,96	9,45	1,58	34,91	34,91
<i>Laeonereis curveri</i>	0,55	3,72	0,97	13,74	48,65
Ostracoda	0,31	2,67	0,98	9,86	58,52
Cirripedia	0,31	1,45	0,33	5,36	63,88
<i>Neanthes sp</i>	0,34	1,43	0,32	5,27	69,14
<i>Mediomastus californiensis</i>	0,25	1,33	0,69	4,91	74,05
Capitellidae	0,39	1,17	0,34	4,32	78,38
Capitella sp	0,34	1,14	0,33	4,2	82,58
Gammaridea 2	0,33	0,97	0,34	3,6	86,18
Tubificidae	0,22	0,66	0,19	2,44	88,62
Dendobranquiata	0,24	0,58	0,19	2,13	90,75

SIM- Similaridade, DP- Desvio padrão

Ao utilizar os *scores* dos eixos cartesianos da representação bidimensional do MDS foi possível observar um gradiente entre os ambientes dulcícola e costeiro (Fig. 22). Observa-se que os táxons indicados pelo SIMPER corroboram a distribuição em gradiente das espécies, os grupos G1 e G2 estão em extremos no eixo, já o grupo G3 não possui uma distribuição específica sendo a transição entre os outros dois grupos.

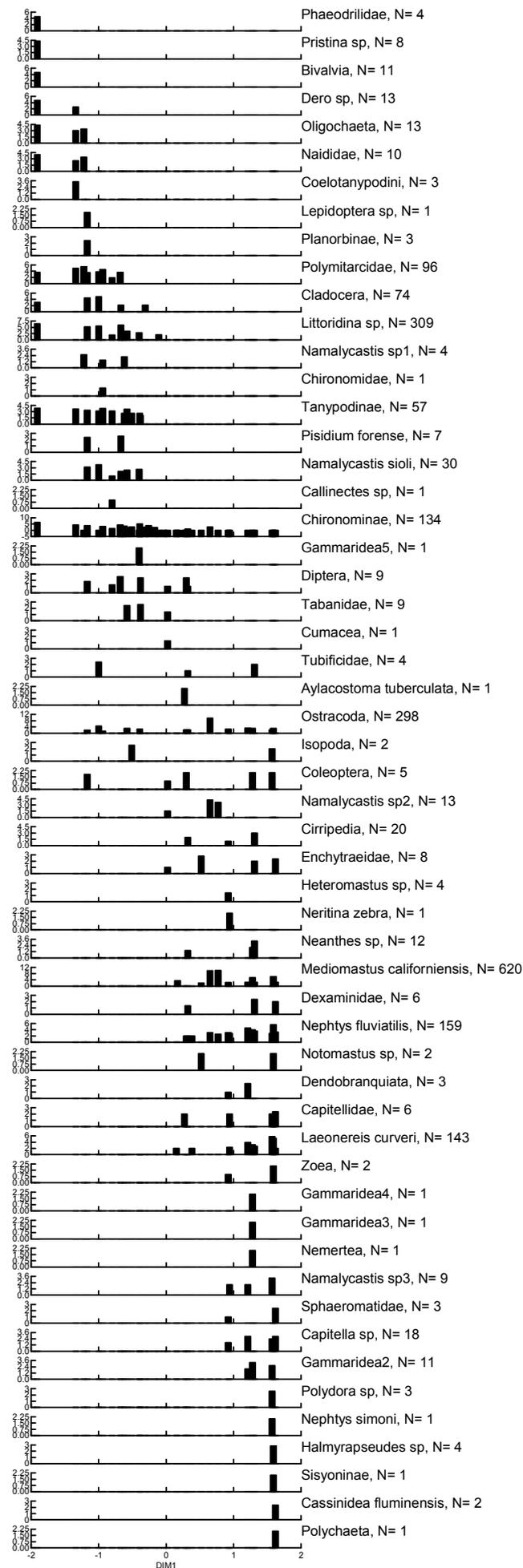


Figura 22 – Análise de gradiente através dos scores do MDS das comunidades macrobentônicas de ambientes dulcícolas e costeiras da REBIO do Lago Piratuba (AP)

Ao comparar a riqueza entre os grupos identificados foi possível perceber que os valores foram máximos no grupo 3 com  $2,15 \pm 0,19$  táxons e mínimos no 2 ( $0,58 \pm 0,08$  táxons). No período chuvoso, G2 apresentou o maior valor, com  $1,76 \pm 0,32$  táxons, e G1 o menor com  $0,62 \pm 0,11$  táxons. Na estiagem o maior valor de riqueza foi registrado em G3 ( $2,52 \pm 0,24$  táxons) e o menor em G1 ( $0,53 \pm 0,09$  táxons) (Fig. 23).

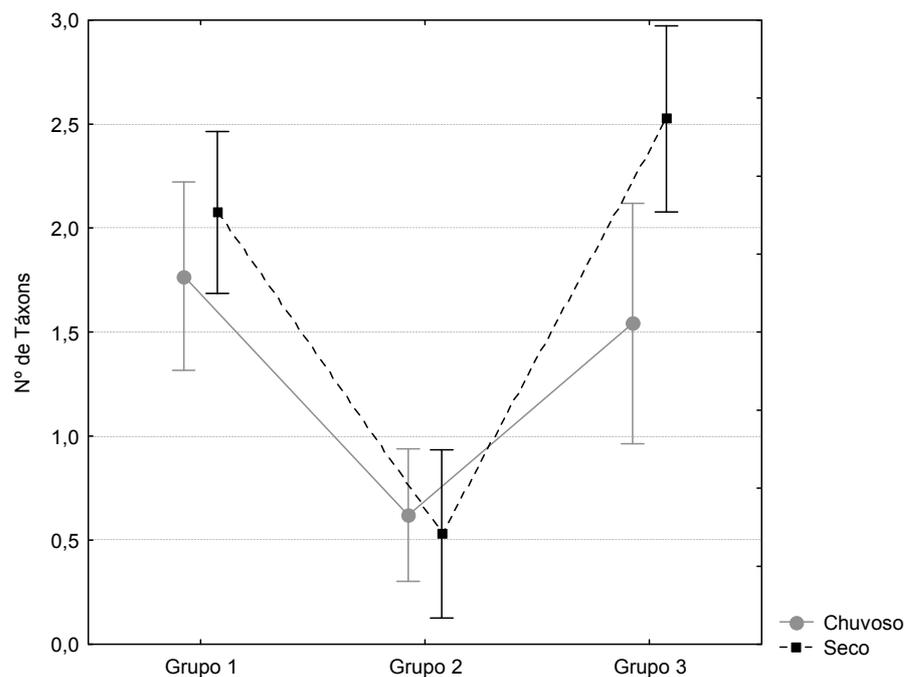


Figura 23 - Riqueza nos grupos formados pelas análises de agrupamento e ordenação das amostras da macrofauna bentônica da REBIO do Lago Piratuba (AP).

A maior densidade ocorreu no grupo 3 ( $1133,31 \pm 152,98$  ind.m<sup>2</sup>) e a menor no 2 ( $772,35 \pm 286,98$  ind.m<sup>2</sup>). No período chuvoso, G1 foi o grupo mais denso, com  $1333,98 \pm 440,99$  ind.m<sup>2</sup>, e G3 teve a menor densidade com  $395,57 (\pm 101,46)$  ind.m<sup>2</sup>; e, no seco G3 foi o mais denso ( $1575,94 \pm 208,44$ ) ind.m<sup>2</sup> e G2 o menos ( $87,83 \pm 18,16$  ind.m<sup>2</sup>) (Fig. 24).

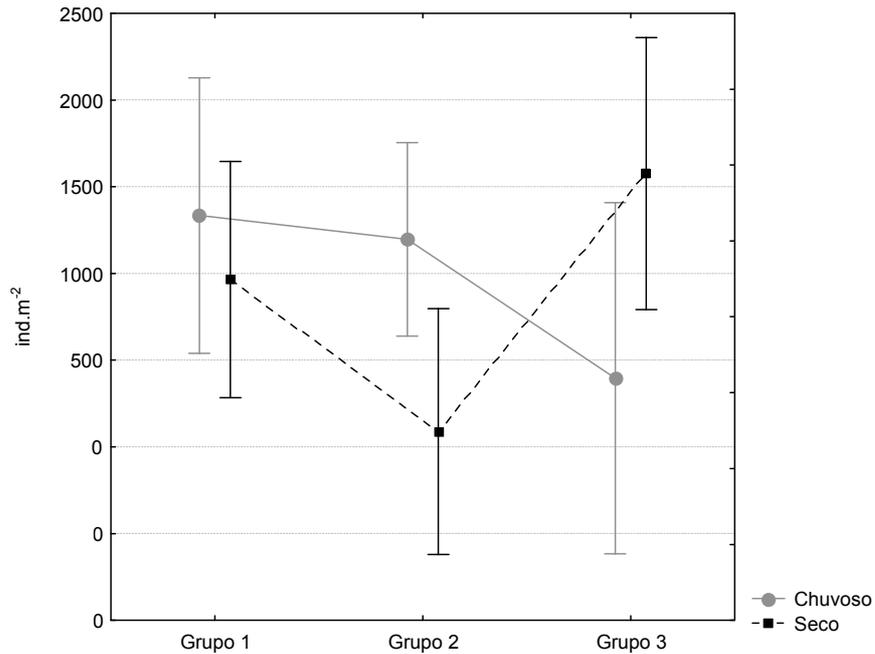


Figura 24 - Densidade média nos grupos formados pelas análises de agrupamento e ordenação das amostras da macrofauna bentônica da REBIO do Lago Piratuba (AP).

A equitatividade do grupo 1 foi a mais elevada (0,81) e o grupo menos equitativo foi o 2 (0,71). No período de chuva, os valores foram G2,  $0,63 \pm 0,10$ , G1 com  $0,76 \pm 0,05$  e G3 com  $0,87 \pm 0,06$ . Para o período seco a ordem foi G3 com  $0,71 \pm 0,03$ , G1 com  $0,84 \pm 0,03$  e G2 com  $0,98 \pm 0,02$  (Fig. 25).

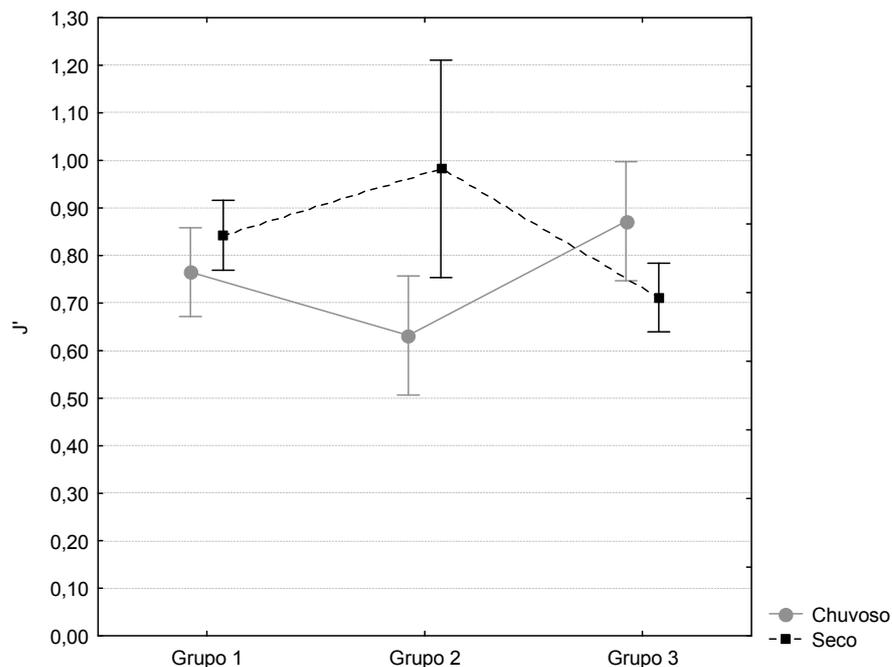


Figura. 25 - Equitatividade nos grupos formados pelas análises de agrupamento e ordenação das amostras da macrofauna bentônica da REBIO do Lago Piratuba (AP).

O grupo G3 foi o mais diverso ( $0,52 \pm 0,06$ ) e G2 o menos diverso ( $0,68 \pm 0,02$ ). No período chuvoso, a ordem crescente dos grupos quanto a diversidade é G2 com  $0,08 \pm 0,02$ , G3 com  $0,38 \pm 0,10$  e G1 com  $0,42 \pm 0,09$ . Para o período seco os valores foram de  $0,05 \pm 0,02$  para o grupo 2,  $0,50 \pm 0,07$  para o grupo 1 e  $0,59 \pm 0,06$  para o grupo 3 (Fig. 26).

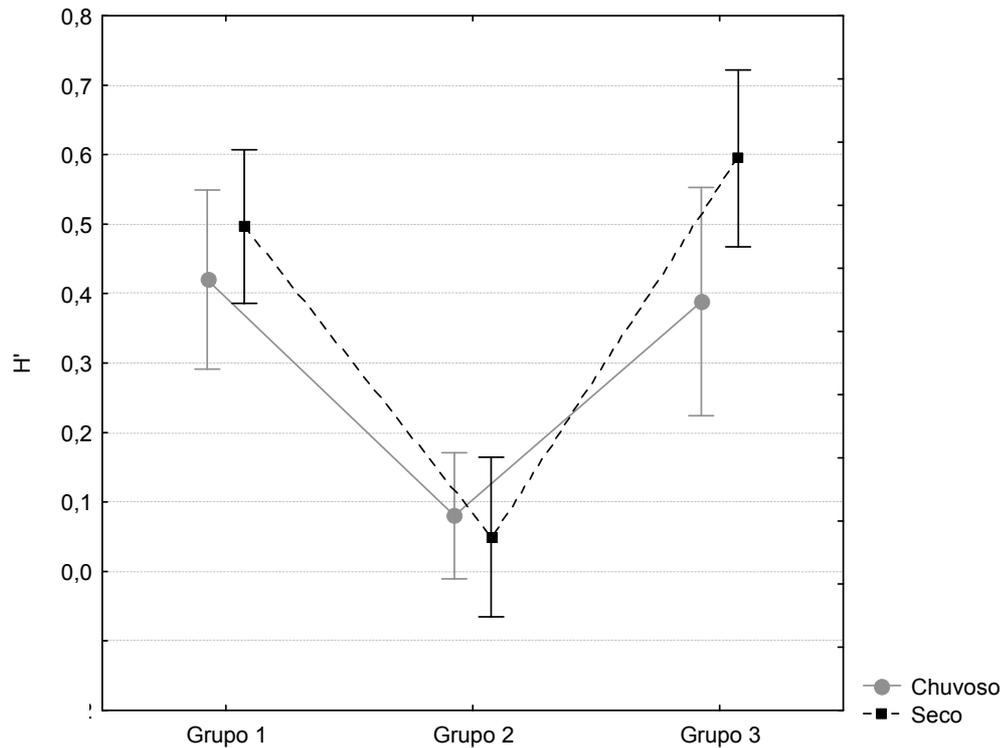


Figura 26 - Diversidade nos grupos formados pelas análises de agrupamento e ordenação das amostras da macrofauna bentônica da REBIO do Lago Piratuba (AP).

## 4 DISCUSSÃO

A estrutura das associações macrobentônicas de fundos moles na Reserva Biológica do Lago Piratuba (AP) apresentou marcantes modificações na densidade, na composição específica, no número de espécies, na equitatividade e na diversidade entre ocasiões de amostragem e entre as áreas lacustres meridionais e orientais e costeiras. A fauna foi composta por 54 táxons, com elevada dominância de Annelida na zona costeira e Arthropoda nos lagos. Na costa e nos lagos do cinturão oriental, os valores mais elevados de riqueza, densidade, equitatividade e diversidade foram registrados no período de estiagem, e nos lagos do cinturão meridional no período chuvoso. Na zona costeira, a fauna das áreas não vegetadas foi em geral mais rica, diversa e abundante que nas áreas vegetadas.

Muitos estudos foram feitos na tentativa de descrever e classificar os ambientes lacustres mundiais, sendo o mais significativo o realizado por Hutchinson (1957), que classificou os lagos do mundo de acordo com sua origem em 11 grupos, que são compostos por 76 tipos. No Brasil, Esteves (1998) classificou os lagos em cinco grupos distintos: 1) Lagos Amazônicos, composto por lagos de várzea e de terra firme; 2) Lagos do Pantanal Matogrossense, salobros e doces; 3) Lagos e lagunas costeiras; 4) Lagos formados ao longo dos rios por barragem natural de seus tributários ou por meandros abandonados; 5) Lagos artificiais como represas e açudes.

Os lagos da planície costeira do Amapá foram classificados por Esteves (1998) como lagos de terra firme amazônicos, tendo sido formados pela barragem de rios, que na época das chuvas transbordam alagando toda a planície litorânea. Para Lima, Tourinho e Costa (2001) essa região do Amapá foi classificada como Várzea flúvio-marinha da Planície Costeira do Amapá, devido as influências tanto continentais como costeiras. Daí, nestas áreas dominarem a vegetação de mangue (*Avicennia germinans* e *Rhizophora sp*) e de várzea como aningas (*Montrichardia arborencens*), açaí (*Euterpe oleracea*), canaranã (*Mauritiella armata*), munguba (*Pseudobombax munguba*) e ucuúba (*Virola surinamensis*).

Os lagos do cinturão oriental são os mais próximos da costa e são invadidos pelas águas litorâneas durante as marés de equinócio. Tal influência e a falta de uma conexão direta com um rio principal, típica dos lagos amazônicos, tornam-os ambientes peculiares. Segundo Silveira (1998), esses lagos foram formados pela

colmatação gradativa da área e há menos de um século o mar possuía um livre acesso aos lagos. Por sua vez, os lagos meridionais se formaram pela evolução morfológica da rede de drenagem local, análises de sensores remotos e antigos documentos permitem colocar esses lagos como meandros de um canal fluvial extinto (BOAVENTURA; NARITA, 1974; SILVEIRA, 1998).

Dentre as principais diferenças ambientais entre os lagos estão as maiores profundidades e turbidez e as mais baixas concentrações de nutrientes dos lagos orientais, e menores valores de pH e condutividade elétrica no cinturão meridional. A influência da maré nos lagos orientais não permite que estes sequem por completo na estação seca como ocorre nos lagos meridionais.

Os valores ácidos de pH do cinturão meridional são semelhantes aos encontrados em outros lagos amazônicos, como os Lagos Tupé, de Magalhães, Uberaba, Rio Preto da Eva e Jurucuí (MARLIER, 1967; REISS, 1973; REISS, 1977). Por sua vez, lagos orientais mesmo possuindo pH geralmente ácido, se assemelharam muito a regiões estuarinas (SILVA 2006; FIGUEIRA, 2002, LANA et al., 1989).

Utilizando a classificação baseada na condutividade elétrica proposta por Chomenko e Schäfer (1984) para os lagos e lagoas do Rio Grande do Sul, todos os lagos da REBIO do Lago Piratuba, enquadram-se no tipo dulce-aqüícola, com condutividade elétrica inferior a 10 mS/cm, No cinturão oriental, no entanto, no período de estiagem foram registrados valores de até 20 mS/cm, confirmando a presença de água costeira nestes lagos. A turbidez é outro parâmetro na determinação deste fato, pois os valores no cinturão lacustre oriental são menores que os do cinturão meridional, o que indica a flocculação dos sedimentos com a presença das águas costeiras. Na costa os valores de pH, condutividade elétrica e turbidez foram maiores do que em todos os lagos e assemelham-se a valores de áreas estuarinas, o que pressupõe que esta região funciona como tal.

A dominância de Diptera, Mollusca, Oligochaeta e Crustacea é citada por Odum (2004) e Esteves como típica de ambientes lênticos. Os principais táxons registrados no estudo assemelham-se a aqueles registrados em diversas regiões lacustres do Brasil e do mundo (STRAYER, 1985; RODRIGUES; HARTZ, 2001; VOLKMER-RIBEIRO, et al., 2006; CALLISTO et al., 1998). Também em lagos de várzea e terra firme da Amazônia como Redondo (NESSIMIAN et al., 1998), Jarí

(MARLIER, 1967) e Cabalina (FITTKAU et al., 1975) estes grupos são citados como dominantes no bentos.

Ao considerar as espécies dominantes, observou-se que em geral refletiram com grande habilidade as características ambientais dos locais onde foram registradas, relacionadas a tolerância a salinidade, e suas mudanças bruscas ao longo do ano; variações de profundidade, baixas concentrações de oxigênio dissolvido e teor de nutrientes na água.

O Gastropoda *Heleobia* sp. ainda que tenha sido o mais abundante, foi dominante apenas em alguns lagos como no Piratuba principalmente no período chuvoso, o que corrobora os trabalhos de Rosa Filho e Bemvenuti (2001), Lana (1986), Ozório (1993) e Gama (2004) que citam que as espécies deste gênero são geralmente encontradas em locais com água salobra, sendo capazes de resistir a grandes variações de salinidade, além de possuírem a habilidade de aumentar bruscamente a densidade populacional quando as condições são favoráveis.

Outro grupo abundante nos lagos foram as larvas de Diptera, principalmente no cinturão meridional, o que concorda com resultados de estudos realizados em vários lagos amazônicos, onde Diptera dominaram a fauna bentônica. Dentre os Diptera, Chironomidae foi a família mais abundante sendo reconhecida que as espécies deste táxon possuem grande adaptação a variação do nível d'água procurando áreas rasas para colonizar e algumas são capazes de suportar condições anaeróbicas (CALLISTO, 2000; NESSIMIAN et al., 1998; IRMLER, 1975; REISS 1977; STRAYER, 1985; PETR, 1976).

Também nos lagos meridionais os oligoquetos foram bastante abundantes no período chuvoso, o que concorda com Pamplin, Rocha e Marchese (2005) e Pagliosa e Barbosa (2006) que citam o grupo como típico de água doce, ainda que algumas espécies sejam estuarinas e marinhas. O grupo ainda é citado como sensível a variações no nível da água, reduzindo a abundância nos meses de água baixa (REISS, 1973; 1976; 1977; CALLISTO, 2000); como ocorreu no presente estudo, onde a densidade de Oligochaeta foi mínima no período de estiagem.

Nos lagos estudados, foram registrados 32 táxons, valor este valor muito baixo, mesmo considerando que são lagos amazônicos, onde segundo Reiss (1976) a riqueza bentônica é mais baixa que nos lagos de áreas temperadas, onde podem ser encontrados até 650 espécies contra 80 na Amazônia. A baixa riqueza nos lagos da REBIO Piratuba, provavelmente, ocorreu devido às marcantes variações nas

características da coluna d'água, registradas entre o período seco e chuvoso, que o ambiente pouco propício para o desenvolvimento de densas populações de organismos com fixa mobilidade, como o bentos.

Além da menor estabilidade das características ambientais, os lagos amapaenses são de origem muito recente, sua formação e isolamento ocorreu há menos de 200 anos, possuindo fauna ainda em consolidação (ESTEVES, 1998; SILVEIRA, 1998), o que justifica o baixo número de táxons identificados. No entanto, a riqueza no presente estudo foi superior a registrada em outros lagos amazônicos como Tupé e Cuieiras estudados por Reiss (1977), onde foram observados apenas quatro e um táxons, respectivamente. Tal pobreza nos lagos Tupé e de Cuieras deve estar relacionada ao fato de que esses estão ligados a rios de água preta, que possuem valores de pH muito baixos, além das amostras terem sido coletadas apenas na região profunda, reconhecidamente a menos densa e mais pobre em lagos.

A região lacustre do Amapá teve em média 667,72 ind.m<sup>-2</sup>, valor semelhante ao registrado em outros estudos na região amazônica. Na lagoa de Uberaba e a Lagoa de Novo Hamburgo, no estado de Roraima, as densidades foram de 445 e 623 ind.m<sup>-2</sup> (REISS, 1973), no lago Tupé foram registrados 721 ind.m<sup>-2</sup>(REISS, 1977). Se forem consideradas as densidades individuais de alguns lagos do presente estudo, veremos que as densidades foram, no entanto, muito mais elevadas, assemelhando-se aos valores observados por Callisto (2000) no lago Batata e REISS (1976) no lago Calado Lagoa onde foram registrados cerca de 1800 ind.m<sup>-2</sup> e 5100 ind.m<sup>-2</sup> respectivamente, por exemplo, no lago Comprido de Baixo foram identificados 6118 ind.m<sup>-2</sup> e no Bacia 2532 ind.m<sup>-2</sup>, sempre na estação de maior índice pluviométrico.

As características singulares da costa do Amapá determinaram a presença de uma macrofauna típica de um estuário tropical, constituída basicamente de anelídeos e crustáceos e em menor participação insetos e moluscos. Trabalhos no México (HERNANDES-ALCÁNTARA; SOLIS-WEISS, 1995), Tanzânia (STROMBERG; PETTERSSON; JOHNSTONE, 1998) e Austrália (KELAHAR; CHAPMAN; UNDERWOOD, 1998) encontraram composições similares a este estudo. Fernandes (2003), na ilha de Maracá, também no estado do Amapá, encontrou os mesmos grupos aqui descritos.

A dominância de poliquetas, que neste estudo representou mais de 60% do total de organismos, é comumente relatada em áreas de manguezal, como no golfo do México por Hernandez e Solis-Weiss (1995), no noroeste da Austrália por Wells (1983) e na Itália por Gambi, Conti e Bremec (1997). Também em outras regiões costeiras amazônicas, o grupo dominou a fauna bentônica em todos os ambientes estudados, sendo eles de médio ou infra-litoral (ACHEAMPONG, 2001; SAMPAIO, 2004; ROSA FILHO et al., 2005)

A dominância de Polychaeta estuarinos na costa, mesmo em ambiente oceânico aberto reflete a grande influência das descargas fluviais sobre a costa amapaense, principalmente a do rio Amazonas. Como consequência destas elevadas descargas é grande também o aporte de sedimento fino, que leva a formação de grandes planos de lama costeiros, onde são favorecidas espécies com tolerância a reduzida salinidade e que se alimentam de depósito de superfície ou sub-superficiais, como os Polychaeta *Mediomastus californiensis*, *Namalycastis* spp., *Laeonereis curveri* e *Nephtys fluviatilis* (MANINO; MONTAGNA, 1997).

*Mediomastus*, que dominou a fauna costeira, é típica de ambientes estuarinos com sedimento fino e com muita matéria orgânica e tem sido registrada com frequência em estuários tropicais. São comedores de depósito não-seletivos e possuem elevada tolerância as variações de temperatura e baixos teores de oxigênio dissolvido. (DITTMANN, 2000; REISE, 1982; FAUCHALD; JUMARS, 1979).

A espécie *N. fluviatilis* é também tipicamente estuarina e possui elevada capacidade osmorregulatória. (CAPITOLI, 1982; OZÓRIO, 1993) sendo comumente encontrada em ambientes com baixa salinidade. Seu hábito alimentar é carnívoro e detritívoro, sendo considerada como predadora da macro e meiofauna (BEMVENUTI; NETTO, 1998; BEMVENUTI, 1994, 1988; BARNES, 1994). Por sua vez, *L. curveri* é um poliqueta sedentário com hábito alimentar detritívoro, geralmente encontrado em regiões estuarinas ao longo da costa atlântica da América onde apresentam elevada abundância em manguezais e planos de lama (OMENA; AMARAL, 2000; LANA; COUTO; ALMEIDA, 1997; LANA, 1986).

A riqueza na costa do Amapá, com 34 táxons, é bastante semelhante aos valores registrados em outros estudos na costa amazônica. Silva (2006), na baía do Guajará, registrou 26 táxons, Sampaio (2004), Figueira (2002) e Rosa Filho et al. (2005) nos manguezais de Bragança encontraram 39, 36 e 17 táxons respectivamente, no entanto, ao comparar os valores observados no presente

trabalho com os de outras regiões estuarinas do Brasil e do mundo vê-se que eles são muito inferiores. Por exemplo, no canal de São Sebastião (SP) Arasaki, Muniz e Pires-Vanin (2004) identificaram 392 espécies; Lana (1986) coligiu 130 espécies na baía do Paranaguá (PR) e Dauvin et al. (2004) encontraram 144 espécies na baía de Veys (ING).

Rosa Filho et al. (2005) propuseram que a baixa riqueza da fauna bentônica observada em diversas regiões estuarinas da Amazônia se deve ao fato de que nestas áreas a fauna está permanentemente sujeita a elevado estresse ambiental, ocasionado pelo regime de macromarés (4 a 6 m) semi-diurnas, que expõe consideravelmente porções do litoral durante doze horas por dia, e pela marcante variação da precipitação pluviométrica ao longo do ano, que acarreta bruscas mudanças na salinidade da água, que pode ser de 35 durante 3 a 4 meses do período seco e permanecer entre 0 e 5 durante os meses de chuva.

A densidade média encontrada na costa do Amapá (1353 ind.m<sup>-2</sup>) está na faixa de variação dos valores médios de densidade de outros estuários e planos de lama de regiões tropicais compilados por Dittmann (2002). Os valores encontrados pela autora variam em torno de 1000 a 2000 ind.m<sup>-2</sup>, com máximo na Costa Rica onde foram registrados 14798 ind.m<sup>-2</sup>. Outros estudos em manguezais e estuários corroboram os resultados obtidos no Amapá, como os de Shrijvers et al. (1995) que no Quênia encontraram densidades entre 265 e 6025 (ind.m<sup>-2</sup>) e Dittmann (2000) que registrou 113 a 3898 ind.m<sup>-2</sup> no nordeste da Austrália.

Em estudos na costa amazônica, foram registradas densidades inferiores as do presente estudo, nos manguezais do Maranhão (OLIVEIRA; MOCHÉL, 1999) e do Pará (FIGUEIRA, 2002) onde as densidades foram inferiores a 1000 ind.m<sup>-2</sup>. Mesmo na ilha de Maracá, Fernandes (2003), observou o valor máximo de 367,2 ind.m<sup>-2</sup> em bosques de *Avicennia germinans*.

Os pontos mais densos em macrofauna na costa do Amapá (Natal mangue e Natal plano) se localizam próximo a uma fazenda de criação de búfalos (bubalinocultura) na desembocadura do rio Araguari, os valores médios chegam a 9092 ind.m<sup>-2</sup>, com um pico de 18059 ind.m<sup>-2</sup> na estação chuvosa. O poliqueta *Mediomastus californiensis* foi o principal contribuinte da densidade nesse ponto, visto como oportunista, provavelmente se beneficiou do aporte de matéria orgânica e nutrientes provindo do aporte do Araguari e da fazenda.

Os outros pontos localizados nas desembocaduras de canais (Ramudo, Aracu, Araquiçáua e Paratu) possuíram densidades menores do que aqueles localizados em enseadas (Cantinho, Lancha e Ralo). O aporte fluvial proveniente dos canais deve elevar as flutuações nos parâmetros físico-químicos da água, o que tornaria o ambiente mais estressante para comunidade da macrofauna bentônica, explicando suas faixas de densidade da macrofauna.

As áreas não vegetadas da costa foram mais ricas, densas e equitativas que as vegetadas, o que discorda de vários estudos que apontam os locais com vegetação como mais abundantes (ROSA FIHO, 2001; CORBISIER 1994; EDGAR; ROBERTSON, 1992; LANA, 1992; WOOD; ODUM; ZIEMAN, 1969). Fernandes (2003) ao estudar os bosques de *Avicennia* e *Laguncularia* da ilha de Maracá, registrou maiores densidade de fauna também fora dos bosques. Segundo o autor, devido a maior altitude das áreas vegetadas, as marés só alcançam está áreas durante as mares mais altas de sizígia, levando que o substrato fique mais exposto e o solo mais compactado. O mesmo pode ter acontecido neste trabalho, visto que foi realizado em área semelhante a do autor citado.

A riqueza e a densidade média dos organismos variaram significativamente entre as estações do ano na região dos lagos. No cinturão lacustre meridional, riqueza e densidade diminuíram na estação seca, período no qual os lagos ficaram com profundidades menores que 0,5 m. Apenas os grupos dominantes (Chironomidae, Polymitarcidae e Tanypodinae) permaneceram nos dois períodos, enquanto os demais, como os Oligochaeta, desapareceram. Reiss (1977), Marlier (1967) e Nessimian et al. (1998) também encontraram na Amazônia uma menor produção da comunidade no período de seca dos lagos, ocasionado provavelmente pelo aumento da temperatura e da redução da área submersa.

Nos lagos do cinturão oriental, a riqueza e a abundância aumentaram no período seco. Provavelmente, o aumento da salinidade, possibilitou a presença de espécies eurialinas como *Callinectes* sp, *Nephtys fluviatilis*, Capitellidae e Ostracoda provindas da costa, o que aumentou o número de espécies presentes e a abundancia total de organismos. Na costa, nenhum dos descritores da comunidade bentônica variou significativamente entre períodos climáticos, mesmo que a riqueza e a diversidade tenham sido maiores no período de estiagem e a densidade no período chuvoso. Nesta área, apenas os locais na foz do rio Araguari tiveram maior

densidade no período de chuvas, devido à elevada população do poliqueta oportunista *Mediomastus californiensis*.

As análises multivariadas permitiram caracterizar a presença de três grupos de ambientes na REBIO do Lago Piratuba, levando em conta a estrutura das associações macrobentônicas. O primeiro reuniu praticamente todos os lagos do cinturão meridional e alguns do cinturão oriental como Paraíso e Enseada (regiões da parte sul do lago Piratuba). Essa região foi caracterizada como dulcícola, tendo os valores de condutividade elétrica e pH. A sua comunidade faunística é semelhante a dos lagos de várzea e terra firme amazônicos, estando representada principalmente por larvas de insetos (Chironomidae, Polymitarcidae e Tanyptodinae) e oligoquetas (IRMLER, 1975; REISS, 1977; NESSIMIAN et al., 1998; CALLISTO, 2000). Como citado anteriormente, os lagos do cinturão meridional segundo Silveira (1998) foram formados por meandros de uma antiga rede de drenagem local. Fato que explicaria as atuais características ambientais e faunísticas da área, onde dominam condições dulcícolas.

O segundo grupo é formado pela maioria dos lagos orientais e pelos pontos da costa localizados na desembocadura de canais. A água é caracteristicamente mixoalina, com valores de condutividade e pH próximos de ambientes de água doce. A fauna presente foi dominada por organismos eurialinos como *Nephtys fluviatilis*, *Mediomastus californiensis* e *Laeonereis curveri*. Além da entrada de águas costeiras no cinturão oriental, os lagos que compõe este grupo foram formados pela colmatação de rios que desaguavam no mar (SILVEIRA, 1998), daí a similaridade com as amostras das desembocaduras de canais.

O grupo 2 apresentou a menor riqueza e as maiores flutuações nos valores de densidade e diversidade. O estresse ambiental, ocasionado pelas grandes variações nos parâmetros ambientais, favorece o desaparecimento de espécies menos adaptados e ao crescimento pontual de grupos oportunistas (ROSA FILHO, 2001; ROSA FILHO et al., 2005).

O último grupo reuniu apenas áreas costeiras. Esta região teve os maiores valores de turbidez, condutividade elétrica e pH. A sua fauna foi composta unicamente por organismos estuarinos verdadeiros. Este grupo também apresentou os maiores valores de riqueza, densidade e diversidade. Os ambientes marinhos são reconhecidamente mais ricos que os ambientes dulcícolas, segundo Ysebaert et al. (2003) a diversidade tende a aumentar com a elevação da salinidade, já que o

número de espécies nas águas do mar é maior que nos rios. Silva (2006), Elliott e Kingston (1987) e Rosa Filho et al. (2005) também observaram que a fauna bentônica responde ao gradiente de salinidade. Estes autores registraram o aumento da riqueza e abundância junto com a salinidade, o que corrobora os resultados aqui encontrados, onde os ambientes mais salinos (grupo 3) são mais ricos, diversos e abundantes.

As mudanças sazonais e as variações espaciais nos parâmetros ambientais (pH, salinidade e turbidez) determinaram as modificações nos descritores de composição específica, densidade, riqueza e diversidade das associações de macroinvertebrados bentônicos, sendo que as variações espaciais determinaram a existência de três sub-ambientes para a estrutura das comunidades da Reserva biológica do lago Piratuba.

## 5 CONCLUSÕES

- As características ambientais da Reserva biológica do Lago Piratuba foram marcadas pela variabilidade sazonal de precipitação pluviométrica, que acarretam variações evidentes dos valores de pH, condutividade elétrica e turbidez da água.
- A fauna foi composta por 54 táxons divididos em quatro filos Annelida, Arthropoda, Mollusca e Nemertea.
- Nos lagos, dominaram Mollusca, larvas de insetos e oligoquetos, típicos de ambientes lênticos.
- Os cinturões lacustres meridionais e orientais apresentaram faunas distintas. O primeiro foi dominado por larvas de inseto e o segundo pelo gastrópode *Heleobia* sp.
- A riqueza foi baixa quando comparada com outros lagos, em consequência das bruscas variações nas características ambientais entre as estações do ano e o pouco tempo de existência dos lagos.
- Os Polychaeta dominaram a fauna costeira, representando mais de 60% do total de organismos.
- A riqueza da zona costeira é baixa quando comparada com outras áreas de manguezais mundiais, sendo os fatores responsáveis pela pobreza da fauna a baixa salinidade dominante na área e as bruscas variações deste parâmetro devidas às grandes flutuação nas taxas de precipitação pluviométrica ao longo do ano.
- Riqueza, densidade e equitatividade foram menores nas áreas vegetadas não vegetadas da região costeira.
- Foram observadas três sub-regiões para as associações bentônicas da Reserva Biológica do Lago Piratuba, ambiente dulcícola, ambiente dulcícola com influência costeira e ambiente costeiro-estuarino. Sendo o último mais rico, denso e diverso.

## REFERÊNCIAS

ACHEAMPONG, E. Distribution of **Macrozoobenthos Abundance and Biomass in Intertidal Soft Sediments of North-East Brazil**. 2001. 69f. (MSc-Thesis, University of Bremen, Germany) Internenational studies in aquatic tropical ecology (ISATEC). Bremen. 2001.

ALLISON, M.A.; LEE, M.T. Sediment exchange between Amazon mudbanks and shorefringing mangroves in French Guiana. **Marine Geology**, v. 208, n. 2-4, p. 169-190. 2004.

ALLISON, M.A., et al. Use of an instrumented tripod system to examine sediment dynamics and fine-scale strata formation in muddy surfzone and nearshore environments. **J. Coastal Res.**, v.10, p. 488-496. 1994.

ARASAKI, E.; MUNIZ, P.; PIRES-VANIN, A. M. S. A. Functional analysis of benthic macrofauna of são Sebartião channel (Southeastern Brazil). **Marine Ecology**, v. 25, p. 249-263. 2004.

AUGUSTINUS, P.G.E.F. Geomorphology and sedimentology of mangroves. In: PERILLO, G.M.E. (Ed.). **Geomorphology and sedimentology of estuaries**. Amsterdam: Elsevier, 1995, p. 333-357.

AUGUSTINUS, P. G. E. F.; HAZELHOFF, L.; KROON, A. The chenier coast of Suriname: Modern and geological development. **Marine Geology**. V. 90, p. 269-281. 1989.

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

BEARDSLEY, et al. The semi-diurnal tides on the Anazon shelf. **Journal of Geophysical Research**, v. 100, p. 2283-2319. 1995.

BEASLEY, C. R.; TAGLIARO, C.H. Moluscos. In: FERNADES, M. E. B. **Os manguezais da costa norte brasileira**. São Luis. Fundação Rio Bacanga, 2003. p. 79-86.

BEMVENUTI, C.E.; S.A. NETTO. Distribution and seasonal patterns of the sublittoral benthic macrofauna of Patos lagoon (South Brazil). **Rev. Bras. Biol.** v. 52, p. 211-221. 1998.

BEMVENUTI, C.E. Impacto da predação sobre *Heteromastus similis* Southern, 1921 e *Nephtys fluviatilis* Monro, 1937 (Annelida, Polychaeta), em fundos moles estuarinos. **Atlântica**, v. 10, p. 85-102. 1988.

BEMVENUTI, C.E. O poliqueta *Nephtys fluviatilis* Monro, 1937, como predador da infauna na comunidade de fundos moles. **Atlântica**, v.16, p. 87-98. 1994.

BIZZI, L. A., et al. **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Sistema de Informações Geográficas - SIG e Mapas na escala 1:2.500.000**. Brasília, CPRM. 2001.

BLASCO, F. Depletion of the mangroves of Continental Asia. **Wetlands Ecology and Management**. v. 9, p. 245-256. 2001.

BOAVENTURA, F. M. C.; NARITA, C. Geomorfologia. Folha Na/NB.22-Macapá. In: **Projeto Radam, Levantamento de Recursos Naturais**, v.6. Rio de Janeiro, MME/DNPM. 1974. p. 1-27.

BOTO, K. G.; BUNT, J. S. Tidal export of particulate organic matter from a northern Australian mangrove system. **Estuar. Coast. Mar. Sc.** v. 13, p. 247-255. 1981.

BRITO, B. A. **Aspectos ecológicos da malacofauna gastropoda da Ilha Canela, Pará, Brasil**. 2002. 22f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Biologia) – Campus de Bragança. Universidade Federal do Pará. 2002.

CALLISTO, M. Macroinvertebrados bentônicos. In: BOZELLI, R. L.; ESTEVES, F. A.; ROLAND, F. (Eds) **Lago Batata: Impacto e recuperação de um sistema amazônico**. Rio de Janeiro: IB – UFRJ/SBL, 2000. p. 141-151.

CALLISTO, M.; et al. Macroinvertebrados bentônicos nas lagoas Imboassica, Cabiúnas e Comprida. In: Esteves, F. A. (ed.) **Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)**. Rio de Janeiro, NUEPM-UFRJ. 1998. p. 283-297.

CAPITOLI, S. M. N. Benthic demersal intraspecific trophic relationships in the mixohaline area of the Patos coastal lagoon (Brazil). **Atlântica**. Rio Grande, v. 5, n. 2, p. 22-23. 1982.

CHOMENKO, L.; SCHÄFER, A. Interpretação biogeográfica da distribuição do gênero Littoridina (Hydrobiidae) nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. **Amazoniana**, v. 9, n.1, p. 127-146. 1984.

CLARCKE, K. R.; WARWICK, R. M. **Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. Plymouth. NERC. 1994. 187p.

CORBISIER, T.N. Macrozoobentos da Praia do Codó (Ubatuba, SP) e a presença de *Holodula wrightii* Ascherson. **Bolm. Inst. Oceanogr.** S. Paulo, v. 46, n. ½, p. 99-111. 1994.

COSTA NETO, S. V.; SILVA, M. S.; CARVALHO, R.; SILVA, R. **Vegetação do Setor Costeiro Estuarino do Estado do Amapá**. Macapá, IEPA. 91p. 2003.

DAUVIN, J. et al. Spatial structure of a subtidal macrobenthic community in the Bay of Veys (western Bay of Seine, English Channel). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 307, p. 217–235. 2004.

DINERSTEIN, E., et al. **A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean**. The World Bank association with The World Wildlife Fund, Washington, D.C., USA. 1995.

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

DITTMANN, S. Benthic fauna in tropical tidal flats – a comparative perspective. **Wetlands Ecology and Management**. v. 10, p. 189–195, 2002.

EDGAR, G.J.; A.I. ROBERTSON. The influence of seagrass structure on the distribution and abundance of mobile epifauna: patterns and process in a western Australian *Amphibolis* bed. **J. Exp. Mar. Biol Ecol.** v. 160, p. 13-31. 1992.

ELLIOTT, M.; KINGSTON, P. F. The sublittoral benthic fauna of the estuary and Firth of Forth, Scotland. **Proceeding of the Royal Society of Edinburgh**, v. 93, p. 449-465, 1987.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602p.

FAUCHALD, K.; P. JUMARS, 1979: The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, v. 1, p. 193–284.

FERNANDES, M. E. B. Macroendofauna bêntica de substrato móvel. In: FERNANDES, M. E. B. (og.) **Os manguezais da Costa Norte Brasileira**. Maranhão. Fundação Rio Bacanga, 2003. 142p.

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

FITTKAU, E. J., et al. Productivity, biomass and population dynamics in Amazonian water bodies. In: GOLLEY, F. B.; MEDINA, E. (Eds) **Tropical Ecological systems trends in terrestrial and aquatic research**. Berlim, 1975. p. 289-311.

GAMA, A. M. S. **Distribuição e abundância dos moluscos bentônicos da lagoa do Araçá-RS, em função de parâmetros ambientais**. 2004. 35f. (Dissertação de Mestrado) Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS. 2004.

GAMBI, M. C.; CONTI, G.; BREMEC, C. S. Polychaete distribution, diversity and seasonality related to seagrass cover in shallow soft-bottoms of the Tyrrhenian sea (Italy). *Scientia Marina*, v. 26, n. 1-2, p. 1-17. 1997.

GEYER, W. R.; KINEKE, G. C. Observations of currents and water properties in the Amazon frontal zone. *Journal of Geophysical Research*, v. 100, 2321-2339. 1995.

GOMES, C. P.; GARDUNHO, D. C.; ARRUDA, C.; ARRUDA, D.; BEASLEY, C. R. Avaliação da densidade populacional de *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819) em regiões estuarinas, Bragança-Pa. *Mangrove 2003*. Salvador, Bahia. **Resumos do Mangrove 2003**, 2003. 156p.

HAMILTON, L.S.; SNEDAKER, S.C. **Handbook for mangrove area management**. United Nations Environment Program – East-West Center. Environmental and Policy Institute. Honolulu, 1984. 123p.

HERNANDES-ALCÁNTARA, P.; SOLIS-WEISS, V. Algunas comunidades macrobénticas asociadas al manglar (*Rizophora mangle*) em laguna de Términos, Golfo de México. **Revista Biología Tropical**, v. 43, n. 1-3, p. 117-129. 1995.

HERZ, R. 1991. **Manguezais do Brasil**. São Paulo, USP.

HOFLING, J.C. Manguezais. In: **Introdução a Biologia Marinha e Oceanografia**. HOFLING, J. C. (ed.), Campinas, 2000. p.43-46.

HUTCHINSON, G. G. A treatise on limnology. I **Geography, physics, and chemistry**. New York. 1115p. 1957.

IBGE. Projeto Zoneamento das potencialidades dos recursos naturais da Amazônia Legal. Rio de Janeiro. 1990. 212p.

IRMLER, U. Ecological studies of the aquatic soil invertebrates in three inundation forests of central Amazonia. **Amazoniana**, v. 5, n. 3, p. 337-409. 1975.

KELAHER, B. P.; CHAPMAN, M. C.; UNDERWOOD, A. J. Changes in benthic assemblages near boardwalks in temperate urban mangrove forests. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 228, n. 2, p. 291-307. 1998.

KINEKE, G.C. **Fluid muds on the Amazon continental shelf**. 1993. 249f. Dissertação (Ph.D.) University of Washington, Seattle Washington. 1993.

KJERFVE, B.; PERILLO, G. M. E.; GARNER, L. R.; RINE, J. M.; DIAS, G. T. M.; MOCHEL, F. R. Morphodynamics of muddy environments along the Atlantic coasts of North and South America. In: HEALY, T.; WANG, Y.; HEALEY, J. A. (Eds.). **Muddy coasts of the world: Processes, deposits and functions**. Elsevier Science, 2002. p. 479-532.

LAEGDSGAARD, P.; JOHNSON, C. Why do juveniles fish utilize mangrove habitats? **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 257 n. 2, p. 229-253, 2000.

LALLI, C.; PARSONS, T.R. **Biological Oceanography - An Introduction**. Second Edition. Butterworth-Heinemann. 2000. 314p.

LANA et al. Estrutura espacial de associações macrobentônicas sublitorais da Gamboa Perequê (Pontal do Sul, Paraná). Pontal do Sul: **Nerítica**, v. 4, n. 1-2, 1989.

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

LANA, P. C.; COUTO, E. C.; ALMEIDA, M. V. O. Polychaete distribution and abundance in intertidal flats of Paranaguá Bay (south-east Brazil). **Bulletin of Marine Science**, v. 60, p. 433-442. 1997.

LANA, P.C. Macrofauna bêntica de fundos sublitorais não consolidados da Baía de Paranaguá (Paraná). **Nerítica**, v. 1, p. 79-89. 1986.

LANA, P.C.; CAMARGO, M. G.; BROGIM, R. A.; ISSAC, V. J. **O bentos da costa brasileira. Avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858-1996)**. Rio de Janeiro: FEMAR. 1996. 432p.

LEE, S. Y. Tropical mangrove ecology: Physical and biotic factors influencing ecosystem structure and function. **Australian Journal of ecolog.** v. 24, p. 355-366. 1999.

LEITE, P.F.; VELOSO, H.P.; GOES FILHO, L. Vegetação da folha NA/NB. 22-Macapá. In: **Brasil. Departamento nacional da Produção Projeto RADAM. Folha NA/NB. 22 – Macapá; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: s. ed. P. IV/9-V/40, 1974. Levantamento dos Recursos Naturais, v. 6.

LEVINTON, J. S. **Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology**. 2<sup>th</sup> edition. Oxford. Oxford University Press, 2001. 515p.

LIMA, M. I. C.; BEZZERRA, P. E. L.; ARAÚJO, H. J. T. Sistematização da geologia do estado do Amapá. In: Simpósio de geologia da Amazônia, 3. Belém. **Anais**. Belém, SBG-Núcleo Norte. 1991. p.322-335.

LIMA; R. R.; TOURINHO, M. M.; COSTA, J. P. C. **Várzeas flúvio-marinhas da Amazônia Brasileira: Características e possibilidades agropecuárias**. Belém: Fcap. Serviço de Documentação e Informação. 2001. 342p.

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

LOPES, A. T. L. **Distribuição e densidade da macroendofauna bentônica de substrates móveis do mesolitoral da ilha de Cajual, Alcantara, MA.** Universidade Federal do Maranhão. 65p. 1993

MACIEL, N.C., Alguns aspectos da ecologia do manguezal. 1991. In: CPRH, **Alternativas de uso e proteção dos manguezais do Nordeste. Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração dos Recursos Hídricos.** Série Publicações Técnicas, Recife-PE, n. 003, 1991. p. 9-37.

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

MARCGRAVE, J. **História natural do Brasil.** São Paulo. Museu Paulista da Universidade de São Paulo. 1942.

MARLIER, G. Ecological studies on some lakes of the Amazon Valley. **Amazoniana**, v. 1, p. 91-115. 1967.

MARQUES-SILVA, N. S.; et al. Settlement dynamics of the encrusting epibenthic macrofauna in two creeks of the Caete mangrove estuary (North Brazil). **Wetlands Ecology and Management**, v. 14, p. 67-78, 2006.

McLUSKY, D. S.; ELLIOT, M. **The Estuarine Ecosystem ecology, threats and management.** New York: Oxford University Press. 2004. 214p.

MENDES, A. C. **Estudo Sedimentológico e Estratigráfico dos Sedimentos Holocênicos da Região Costa do Amapá - Setor entre a Ilha de Maracá e Cabo Orange.** 1994. 274f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 1993.

MENDES, A.C. Geomorfologia e Sedimentologia. In: FERNANDES, M. E. B. **Os Manguezais da Costa norte Brasileira.** Vol. II. Maranhão Fundação Rio Bacanga, 2005. 165p.

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

NESSIMIAN, J. L., et al. Relation between flood pulse and functional composition of the macroinvertebrate benthic fauna in the lower Rio Negro, Amazonas, Brazil. **Amazoniana**, v. 15, n. 1-2, p. 35-50. 1998.

NITTROUER, C. A.; D. J. DeMASTER. The Amazon shelf setting: tropical, energetic, and influenced by a large river. **Continental Shelf Research**, v. 16, n. 5-6, p. 553-573. 1996.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. 7. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekuian. 2004.

OLIVEIRA, M.; MOCHEL, F. R. Macroendofauna Bêntica de Substratos Móveis de um Manguezal sob Impacto das atividades humanas no sudoeste da ilha de São Luis, Maranhão, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**. v.12, p. 75 – 93. 1999.

OMENA, E. P.; AMARAL, A. C. Z. Populations dynamics and secondary production of *Laeonereis acuta* (Treadwell, 1923) (Nereididae: Polychaeta). **Bulletin of marine science**, v. 67, p. 421-431. 2000.

OZORIO, C. P. **Estrutura espacial e sazonal da macrofauna bentônica da Lagoa das Custódias, Tramandaí (RS), Brasil : situações de verão e inverno**. 1993. 167f. (Dissertação de Mestrado), PPG Ecologia, UFRGS, Porto Alegre. 1993.

PAGLIOSA, P. R.; BARBOSA, F. A. R. Assessing the environment-benthic fauna coupling in protected and urban areas of southern Brazil. **Biological Conservation**, n. 29. 2006.

PAMPLIN, P. A. Z.; ROCHA, O.; MARCHESE, M. Riqueza de espécies de Oligochaeta (Annelida, Clitellata) em duas represas do rio Tietê (São Paulo). **Biota Neotropical**. v. 5, p. 63-70. 2005.

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

PETR, T. Bioturbation and Exchange of chemical-in the mud-water interface. In: GORTEMAN H. L. (Ed.) **Interations between sediments and freshwater**. The Hague, Dr. W. Junk. 1976. p. 216-226.

PROST, M. T. Coastal Dynamics and Chenier Sands in French Guiana. **Marine Geology**, v. 90, p. 259-267. 1989.

PROYSY, C.; et al. Monitoring the dynamic of the Amazon coast (Pará, Brazil and French Guiana) using a common methodology based on a spatial analysis coupled to simulation tool. In: MANGROVE 2003, Salvador. **Livro de Resumos**. Salvador: [s.n], 2003. p.459.

RAMSAR CONVENTION, **Convención Internacional sobre los humedales, Documento Final**, Ramsar, Irán. 1971.

REISE, K. Long-term changes in the macrobenthic invertebrate fauna of the Wadden Sea: are polychaetes about to take over? **Netherlands Journal of sea Research**, v. 16, p. 29-36. 1982.

REISS, F.: Qualitative and quantitative investigations on the macro-benthic fauna of Central Amazon lakes. 1. Lago Tupé, a black water lake on the lower Rio Negro **Amazoniana**, v. 6, n. 2, 203-235. 1977.

REISS, F.: Characterization of Central Amazonian lakes on account of their macrobenthos fauna. [in German]. **Amazoniana**, v. 6, n. 1, 123-134. 1976.

REISS, F. On hydrography and macrobenthos fauna of tropical lagoons in the savanna of the Território de Roraima, Northern Brazil. [in German] **Amazoniana**, v. 4, n. 4, 367-378. 1973.

RODRIGUES, G.; HARTZ, S. M. Food dynamics of fish and the interaction with macroinvertebrates from a shallow lake in Southern Brazil. **Verh. Internat. Verein Limnol.**, v. 27, p. 3309 - 3314. 2001.

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 a sua predição**. 2001. 201f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica), Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande. 2001.

ROSA FILHO, J. S., et al. Macrofauna bentônica de zonas de entre-marés não vegetadas do estuário do rio Caeté (bragança-PA). **Boletim do museu paraense Emílio Goeldi, Suplemento**, v. 1, p. 42-59. 2005.

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

SANDERS, H. L. Marine Benthic diversity: a comparative study. **American Nature**, v. 102, p. 243-282. 1968.

SANTOS, V. F. **Estratigrafia Holocênica e Morfodinâmica atual da planície costeira da ilha de Algodal e Marudá**. 1996. 139f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências. Belém, 1996.

SANTOS, V. F. dos. **Ambientes costeiros amazônicos: avaliação de modificações por sensoriamento remoto**. 2006. 306f. Tese (Doutorado em Geologia e Geofísica Marinha). Universidade Federal Fluminense. Niterói. 2006.

SANTOS, V. F.; et al. Geologia da Planície Costeira Estuarina, Amapá-Norte do Brasil. In: VIII Simpósio de Geologia da Amazônia, **Anais**. Belém-PA. Cd-Rom. 2001.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y., et al. Aquatic ecosystem Health and Management. **Brazilian mangroves**, n.3 p. 561-570. 2000.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON-MOLERO, G. 1988. **Expedição nacional aos manguezais do Amapá-Ilha de Maracá**. São Paulo, IO-USP. 99p. (Relatório Técnico).

SCHRIJVERS, J.; VAN GANSBEKE, D.; VINCX, M. Macrobenthic infauna of mangroves and surrounding beaches at Gazi Bay, Kenya. **Hydrobiologia**, v. 306, p. 53–66. 1995.

SCHULER. O manguezal: composição e estrutura. In: BARROS et al. (Ed.). **Gerenciamento participativo de estuários e manguezais**. Recife. Ed. Universitária da UFPE. 2000. p. 27-38.

SILVA, D. E. A. **Variações espaço-temporais das associações macrobentônicas em áreas sujeitas à contaminação ambiental no estuário Guajará (Belém – PA)**. 2006. 96f. Dissertação (Mestrado em Biologia ambiental), Universidade federal do Pará. Campos de Bragança. Bragança. 2006.

SILVA, R. F.; VASCONCELOS, T. R.; CARVALHO, I. L. R.; ROSA FILHO, J. S. Biodiversidade da macrofauna bentônica do estuário do rio Curuçá (Curuçá-PA): primeiros resultados. **V Encontro de ecologia Bêntica, Bioincrustação e Corrosão**. Arraial do Cabo. Cd row de resumos, 2003.

SILVA, E.F.G; CARDOSO, D.N.B.; BELÚCIO, L.F. Anelídeos Poliquetas em substrato inconsolidado na região de manguezal de Bragança (Pa) durante o período chuvoso. III Workshop Internacional do Programa MADAM. **Resumos do 3º Workshop Internacional do Programa MADAM**. 1997. p. 22-23.

SILVA, M. S. **Morfoestratigrafia e evolução holocênica da planície costeira de Salinópolis Nordeste do Estado do Pará**. 1996. 142p. Dissertação (Mestrado) – Centro de geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 1996.

SILVEIRA, J.D. Morfologia do litoral. In: AZEVEDO, A. (org.). **Brasil, a terra e o homem**, v.1, 2 ed., Companhia Editora Nacional. São Paulo. p. 253-305. 1972.

SILVEIRA, O. F. M. **A Planície Costeira do Amapá. Dinâmica de Ambiente Influenciado por Grandes Fontes Fluviais Quaternárias**. 1998. 215f. Tese (Doutorado) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará/Centro de Geociências. Belém. 1998.

SILVEIRA, P.C., et al. Degradação dos manguezais na Ilha de São Luis (Ma): Processos Naturais e Impactos Antrópicos. In: PROST, M. T. R. C.; MENDES, A. C. **Ecossistemas Costeiros**. (Org.). Belém, Pará. 2001. p. 113-131.

SOUZA, A. L. C. **Atlas das espécies de bivalves marinhos encontrados na Península Costeira de Bragança, Nordeste do Pará, Brasil**. 2002. 33f. Trabalho de Conclusão (Curso de Licenciatura em Biologia) - Campus de Bragança. Universidade Federal do Pará. 2002.

SOUZA FILHO, P. W. M. 2005. Costa de Manguezais de Macromaré da Amazônia: Cenários Morfológicos, Mapeamento e Quantificação do Maior Cinturão Contínuo de Manguezais do Mundo. *Revista Brasileira de Geofísica*, 23(4): 427-435.

SOUZA FILHO, P. W. M.; EL-ROBRINI, M. 2000. Geomorphology of the Bragança coastal zone, northeastern Pará State. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30, p. 522-526.

SPALDING, M.; BLASCO, F.; FIELD, C. **World mangrove atlas**. Japão, Okinawa, ISME. 1997.

STRAYER, D. The benthics micrometazoans of Mirrot Lake, New Hampshire. **Arch. Hydrobiol. Suppl.** v. 3, p. 287-426. 1985.

STRÖMBERG, H.; PETTERSSON, C.; JOHNSTONE, R. Spatial variations in benthic macrofauna and nutrient dynamics in a mangrove forest subject to intense deforestation: Zanzibar, Tanzania. **Ambio**. v. 27, n. 8, p.734-739. 1998.

UNESCO. Monitoring biological variables related to marine pollution. **Reports on studies**, 12, 1980. 22p.

VALE, P. A. A. **Biologia reprodutiva do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) no manguezal do estuário do rio Caeté, Bragança-Pará-Brasil**. 2003. 48f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Biologia) – Campus de Bragança. Universidade Federal do Pará. 2003.

VOLKMER-RIBEIRO et al. Macroinvertebrados bentônicos. In: BECKER, F. G.; RAMOS R. A.; MOURA, L. DE A. (Eds) **Biodiversidade. Lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes, planície costeira do Rio Grande do Sul / Ministério do Meio Ambiente**. Brasília: MMA / SBF, 2006. 388 p.

WEISBERG, S.B., et al. An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay. **Estuaries**, v. 20, n.1, p. 149-158. 1997.

WELLS, F.E. An analysis of marine invertebrate distributions in a mangrove swamp in north-western Australia. **Bull. Marine Sci.** v. 33, p. 736–744. 1983.

WOOD, E.J.F.; ODUM, W.E.; ZIEMAN, J. C. Influence of seagrass on the productivity of coastal lagoons. In: Simpósio Internacional sobre lagunas costeiras. **Memórias**. p. 495-502. 1969.

YSEBAERT, T, et al. Large-scale spatial patterns in estuaries: estuarine macrobenthic communities in the Schelde estuary, NW Europe. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 57, p. 335–355, 2003.

ZEE. **Macrodiagnóstico do estado do Amapá: primeira aproximação do ZEE**. Macapá: GEA/IEPA, 2002. 140p.