

MACROENDOFAUNA BÊNTHICA DE SUBSTRATOS MÓVEIS DE UM MANGUEZAL SOB IMPACTO DAS ATIVIDADES HUMANAS NO SUDOESTE DA ILHA DE SÃO LUÍS, MARANHÃO, BRASIL.

Verônica Maria de Oliveira ¹

Flávia Rebelo Mochel ¹

RESUMO

A macrofauna benthica foi analisada quanto a sua composição específica, sua distribuição e quantificação nos diferentes habitats de um manguezal submetido a impactos ambientais no sudoeste da Ilha de São Luís. O manguezal estudado encontra-se próximo a comunidades rurais cujas atividades principais são a pesca e a agricultura de subsistência. Em diferentes locais, o manguezal apresenta impactos de erosão, assoreamento, corte de árvores, despejos de matadouro e resíduos de óleo advindos das atividades portuárias da Baía de São Marcos. A endofauna constitui-se de uma taxocenose Polychaeta-Bivalvia-Crustacea, com dominância de poliquetos (64%), bivalves (16,5%) e crustáceos (12%). O poliqueto *Nereis oligohalina* apresenta ampla distribuição no manguezal, formando associações com *Notomastus lobatus* – *Scoloplos texana* e com *Isolda pulchella* – *Lucina pectinata*. A diversidade é mais baixa nas áreas impactadas por óleo e por despejos de matadouro do que nas áreas erodidas, assoreadas ou desmatadas. As áreas do manguezal situadas na franja e em processo visível de erosão e assoreamento apresentam um número significativamente maior de espécies errantes e escavadoras móveis, enquanto que as bacias mais internas e estáveis apresentam um número significativamente maior de espécies sedentárias e tubícolas.

Palavras-chave: Manguezal; Endofauna; Polychaeta; Bentos; Maranhão

ABSTRACT

Macrobenthic infauna of a mangrove environment stressed by human activities in São Luis Island, northern Brazil

Species composition, distribution and quantification of macrobenthic infauna were analysed along a mangrove area under environmental stress in southwest São Luís Island, Maranhão State, northern Brazil. Mangroves cover an area of 19,000 ha in São Luís Island and although this area is included in the region which has the largest and best developed mangroves of Brazil, São Luís is undergoing high degradation rates of its coastal ecosystems due to non-planned development. In the study area mangroves face different environmental impacts as erosion, sedimentation, logging, organic disposal and oil release from ship

¹ Depto. de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, CEP 65.080-040

activities in São Marcos Bay. Mangrove benthic infauna is represented by a Polychaeta-Bivalvia-Crustacea taxocenosis, with Polychaeta as the dominant group (64%) followed by Bivalvia (16,5%) and Crustacea (12%). The polychete *Nereis oligohalina* occurs throughout the study area together with *Notomastus lobatus* – *Scoloplos texana* and *Isolda pulchella* – *Lucina pectinata*. Diversity is lower in the areas influenced by oil and organic matter than in areas of erosion and sedimentation. Fringe mangroves undergoing erosion/deposition events show significantly higher numbers of mobile and burrowing species, while basin and more stable mangrove areas show significantly higher number of sedentary and tubicolous species.

Key words: Mangroves; Infauna; Polychaeta; Benthos; Brazil

INTRODUÇÃO

Os manguezais são ecossistemas costeiros estuarinos restritos às regiões tropicais e subtropicais do mundo, atingindo seu maior desenvolvimento em latitudes próximas ao equador (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1983). Esses ecossistemas são importantes, pois deles são retirados alimentos, materiais para construção, combustíveis, produtos medicinais, constituindo-se na sobrevivência e na fonte de renda para as comunidades ribeirinhas adjacentes (Rebelo, 1986).

A fauna dos manguezais é importante fonte de recursos alimentares e econômicos para as populações costeiras (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1983; Twilley, 1985) e habita os substratos duros (raízes, troncos e galhos de árvores) ou moles (lama e areia). Nos substratos moles, ocorrem espécies da epifauna, como caranguejos e gastrópodos, além de espécies da endofauna. A endofauna é caracterizada por espécies que passam toda a fase de vida adulta no interior do substrato (Eltringham, 1971). Dentre os organismos da endofauna, destacam-se os poliquetos que são importantes nos fundos

inconsolidados, facilitando a aeração do substrato e servindo de alimento para as populações bentônicas. Em determinados casos, os poliquetos podem compor até cerca de 80% da dieta alimentar de alguns peixes de importância econômica (Nonato & Amaral, 1979).

A costa norte do Brasil, da foz do Rio Oiapoque ao delta do Rio Parnaíba, no Maranhão, contém mais de 55% da área total dos manguezais brasileiros (Kjerfve & Lacerda, 1993; Sant'Anna & Whately, 1981). A costa maranhense é caracterizada por um regime de macromarés (altura máxima de 8 m) e a pluviosidade média, nas reentrâncias maranhenses, supera 2.000 mm anuais. Essas condições favorecem o desenvolvimento estrutural dos manguezais que, em algumas localidades, atingem uma biomassa de 280 ton ha⁻¹ e altura de árvores de até 40 m. (Herz, 1991; Lacerda & Schaeffer-Novelli, 1992; Kjerfve & Lacerda, 1993; Rebelo-Mochel, 1995).

Na Ilha de São Luís, os manguezais cobrem aproximadamente 19.000 ha, distribuídos como franjas nas baías e estuários, ocorrendo atrás das praias, dos cordões litorâneos e das dunas e margeando

rios e igarapés (Rebello-Mochel, 1997). Em alguns pontos da ilha, as áreas de mangues estão sendo afetadas pelos impactos originados por atividades humanas diversas, como desmatamento, despejos de lixo, esgotos e produtos químicos, resíduos de óleo e de minérios das atividades portuárias, etc.

O conhecimento das espécies que constituem a endofauna do manguezal é ainda muito fragmentado, especialmente na costa norte do Brasil, onde os estudos para o bentos em geral são escassos (Lana *et al.*, 1996). Da mesma forma, há poucos trabalhos que revelam a composição e as características funcionais da endofauna em áreas submetidas a impactos ambientais. Esse estudo apresenta o resultado de um levantamento da endofauna em um manguezal sob pressão das atividades humanas, situado no sudoeste da Ilha de São Luís, Maranhão, zona costeira da Amazônia Legal. Procurou-se identificar e quantificar a endofauna macrobêntica de substratos moles de um manguezal sob impacto ambiental em Parnauçu, relacionando-a com as características ambientais desse ecossistema.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Ilha de São Luís apresenta clima tropical, quente e úmido, com uma estação chuvosa de janeiro a junho e uma estação seca de julho a dezembro e alturas de marés superiores a 7,0 m. Do ponto de vista sedimentar, a região do sudoeste da Ilha de São Luís apresenta quatro grupos faciológicos: uma fácies arenosa no fundo

dos canais e igarapés, revelando ambientes de alta energia pelas correntes de marés; ambientes síltico-arenosos constituindo bancos e as margens mais profundas dos igarapés e riachos; ambientes síltico-argilosos na superfície das margens dos canais e riachos; e sedimentos mistos, em ambientes mais confinados, denotando setores submetidos a diferentes níveis de energia hidrodinâmica (Cavalcante *et al.*, 1986). As correntes de marés nessa região chegam a superar 1 m/s (Ferreira, 1988).

Parnauçu é uma vila situada no sudoeste da ilha de São Luís, Estado do Maranhão, entre as coordenadas 02° 37'27"S – 02° 38'30"S e 44° 20'36"W – 44°21'41"W (Figura 1), constituída por uma comunidade de cerca de 200 famílias de pescadores e agricultores. Os pescadores utilizam os produtos da pesca e da agricultura para o consumo próprio e comércio de subsistência. Essa comunidade é totalmente carente de saneamento básico, energia elétrica e transporte coletivo, limitando o comércio às adjacências do povoado.

Em Parnauçu são encontradas as seguintes espécies de mangue: mangue vermelho *Rhizophora mangle*, siribas *Avicennia germinans* e *A. schaueriana*, tinteira *Laguncularia racemosa* e, na transição para terra firme, o mangue-de-botão *Conocarpus erectus*. As áreas cultivadas na terra firme situam-se no topo de barreiras que fazem limite com o manguezal. O desmatamento da cobertura vegetal, nessas barreiras, provoca a erosão das encostas, ocasionando o assoreamento e a mortalidade de árvores do manguezal.

Amostragem e tratamento do material coletado.

Foram delimitadas, no total, 10 (dez) parcelas de 20 m x 20 m em 4 perfis ("transects") traçados perpendicularmente à costa. Em cada parcela retirou-se 25 amostras de sedimento com um cilindro coletor de PVC, segundo a metodologia de Rebelo (1986), sendo 5 amostras no centro da parcela e 5 réplicas em cada vértice. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e receberam solução anestésica de cloreto de magnésio a 10 %, etiquetadas com rótulos de campo e levadas para laboratório. A salinidade, em cada parcela, foi medida com um refratômetro ATAGO calibrado em partes por mil, e foram retiradas amostras de sedimento para análises granulométricas e dos teores de umidade e matéria orgânica.

No laboratório, as amostras foram fixadas em formaldeído a 4% e triadas, inicialmente, com peneiras lavadas com jatos d'água (triagem grosseira). Os organismos visíveis foram retirados com pinças e o material retido nas peneiras foi submetido a nova triagem (triagem fina), com o auxílio de microscópio estereoscópico. Em seguida, procedeu-se à identificação dos organismos, conservando-os em álcool etílico a 70%, devidamente etiquetados e catalogados (Nonato & Amaral, 1979; Rebelo, 1987; Rebelo-Mochel, 1995).

Tratamento dos dados

Para o cálculo da diversidade faunística utilizou-se o índice de Shannon-Wiener (Shannon & Weaver, 1949 *in* Lana, 1981).

Para a análise da uniformidade com que se distribuem os indivíduos entre as espécies, foi usado o índice de equidade (Pielou, 1966 *in*: Lana, 1981).

Para o estudo das comunidades foi utilizado o coeficiente de similaridade de Jaccard (1980) com a rotina SINQUAL do programa NTSYS versão 1,5 (Rohlf, 1989). Foram calculadas, também, a dominância, a dominância média e a frequência das espécies nas estações de coleta. A relação entre as espécies e as características dos ambientes do manguezal foi realizada utilizando-se o programa Statistica 1.0.

Teor de água e matéria orgânica e análise granulométrica

Em laboratório, as amostras de sedimento foram levadas para secar em estufa a 60 °C por 48 horas, até a estabilização do peso, para obtenção do teor de umidade. Em seguida, as amostras foram calcinadas em forno mufla a 470 °C, para a obtenção do teor de matéria orgânica, segundo a metodologia de Brower & Zar (1977).

Para as análises granulométricas do substrato, as amostras foram peneiradas nos limites das malhas de 2,00 mm até 0,062 mm e a fração silte-argila foi processada por pipetagem (Suguio, 1973). Os dados obtidos receberam tratamento estatístico de acordo com Folk & Ward (1957).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O manguezal estudado apresenta faixas de bosques homogêneos, monoespecíficos, alternadas com faixas de bosques mistos. Os bosques homogêneos de tinteira,

Laguncularia racemosa, formam uma franja à beira do Igarapé Arapopá e se caracterizam por arbustos e árvores jovens, com diâmetro inferior a 5 cm. Essa franja se estende desde o limite das marés altas de quadratura até o encontro com a terra firme, caracterizada pela presença de uma barreira constituída por sedimento laterítico, argiloso e avermelhado. Na face voltada para o manguezal, as encostas dessa barreira se apresentam em processo de erosão, provocado pelo desmatamento da cobertura vegetal para o estabelecimento de roças e áreas cultivadas. O material erodido é carregado para o manguezal pelas chuvas e por córregos de água doce. Os resultados das análises de sedimento nesse bosque revelam solos lodo-arenosos com altos teores de matéria orgânica (95%) e de umidade (63%).

A faixa de siriba é caracterizada pela espécie *Avicennia schaueriana* e estende-se, também, na franja, paralela à faixa de tinteiras, mas com características geomorfológicas diferenciadas. A espécie *A. germinans* ocorre apenas em uma única parcela, com baixo número de indivíduos. O bosque de siribas cobre uma faixa mais extensa e mais larga que o bosque de tinteiras, estendendo-se desde o limite das marés altas de quadratura até a vegetação de transição (brejos herbáceos e vegetação arbustiva de restinga), ou até o início das bacias de mangue-vermelho *Rhizophora mangle*. Nos bosques de siribas, os resultados das análises revelam sedimentos muito variáveis, em alguns pontos com areia muito fina, outros lodo-arenosos e outros lodosos, com elevados teores de matéria orgânica (91 a 94%), ora mais ressequidos (umidade 42%), ora mais úmidos (umidade

70%). A influência das atividades humanas nessa área é perceptível tanto pela presença de sedimento alóctone, proveniente da erosão de áreas desmatadas, como pela presença, nesse bosque, de restos de animais em decomposição e de lixo.

Árvores de mangue-vermelho *R. mangle* formam uma zona homogênea, atrás do bosque de siribas, em depressões suaves do terreno, ou bacias, segundo a classificação de Lugo & Snedaker (1974). Os resultados das análises revelam sedimentos mais finos, lodosos e lodo-arenosos, com elevados teores de matéria orgânica (89 a 92%), e menos úmidos que as demais faixas de manguezal (umidade 38 a 53%). Bosques mistos, com ocorrência de *Rhizophora*, *Avicennia* e *Laguncularia*, são encontrados nas proximidades do Igarapé do Camarão.

A salinidade da área estudada variou de 12 a 30 ‰ com média de 21,1 ‰ podendo ser classificada como mixohalina de acordo com Moura *et al* (1982). A salinidade não apresentou relação com a diversidade de indivíduos nas parcelas. Estudos realizados por Macnae & Kalk (apud Rebelo, 1995) e Rebelo-Mochel (1987) revelaram ausência de correlação entre a salinidade e a fauna dos manguezais, concluindo-se que esta é uma fauna estuarina, característica de regiões com salinidade variável.

A matéria orgânica do manguezal é proveniente de fontes alóctones, principalmente dos aportes continentais e das bacias hidrográficas, e autóctones, produzidas no interior do manguezal (Hernández-Alcántar & Solís-Waiss, 1995). O manguezal de Parnauçu apresenta elevados teores de matéria orgânica, indicando o aporte das terras cultivadas e dos igarapés que drenam o sudoeste da Ilha de São Luís.

A Tabela 1 apresenta a lista de espécies, o número de indivíduos coletados, a dominância por espécie e as espécies da vegetação do manguezal nas diferentes faixas do bosque. No total foram coletados 435 indivíduos distribuídos entre Polychaeta (314), Crustacea (65), Mollusca (43), Insecta (9), Nemertinea spA (3), Oligochaeta (1). Foi coletado um peixe Gobiidae, *Gobionellus smaragdus*, não incluído nas análises estatísticas.

Dos grupos analisados, os poliquetas foram dominantes, representando 72% do total dos organismos encontrados, seguidos pelos crustáceos com 15% e bivalves com 8%. Os demais organismos coletados foram gastrópodes, insetos, nemertíneos e oligoquetas, que constituíram 5% do total coletado (Figura 2).

Tomando-se por base o número total de organismos dos 3 grupos mais representativos nas amostras, verifica-se que a área estudada é composta de uma taxocenose Polychaeta - Crustacea - Bivalvia (93% do total coletado). A mesma taxocenose tem sido encontrada por outros autores em diferentes manguezais e planícies lamosas entre-marés (Vose *et al.*, 1994; Navajas, 1991; Rebelo, 1987; Vargas, 1987, 1988). Num estudo sobre a endofauna de uma planície lamosa entre-marés, adjacente a um manguezal, Vargas (1987) encontrou a mesma taxocenose, porém, com valores de dominância de 33 % para poliquetas, 46% para os crustáceos e de 4% para os moluscos.

A Tabela 2 mostra os resultados da dominância específica nas 10 parcelas amostradas. Analisando-se as amostras por parcelas e de acordo com o estudo realizado por Silvia (1990), seguiu-se a seguinte

escala de classificação para as espécies: ocasional (0 - 20%), escassa (21 - 40%) comum (41 - 60%), abundante (61 - 80%) e muito abundante (81 - 100%).

Observa-se que *Isolda pulchella* foi muito abundante na parcela 7, enquanto que *Nereis oligohalina* foi abundante na parcela 1 e os crustáceos na parcela 9. Espécies comuns ocorreram nas parcelas 1, 5, 6, 8, enquanto as espécies raras foram encontradas nas parcelas 2, 3, 4, 7, 8, 9 e 10. Todas as parcelas apresentaram espécies ocasionais de acordo com essa classificação. Ressalta-se, no entanto, que a dominância média dos poliquetas foi de 64%, distribuídos entre espécies de hábitos errantes (32,5%) e de hábitos sedentários (31,5%), a dos crustáceos foi de 12% e dos bivalves 16,5 % (Tabela 1). A fauna de poliquetas assemelha-se àquela encontrada, também, em bancos lamosos entre-marés, cobertos por *Spartina alterniflora* (Netto & Lana, 1997; Lana & Guiss, 1991; Rebelo, 1987).

Foram encontradas 13 espécies de poliquetas, o que representa um número menor de espécies do que em outros manguezais estudados por diferentes autores (Rebelo, 1987; Pardal *et al.*, 1993; Sasekumar, 1974). Essa diferença pode estar relacionada ao grau de desenvolvimento e impacto ambiental do manguezal. Entretanto, considerando os trabalhos realizado por Araújo (1989) e Silva (1992) em outros manguezais impactados na Ilha de São Luís (Praia da Raposa e Lagoa da Jansen), verifica-se que Parnauçu apresentou maior número de espécies como também maior número de indivíduos por espécie. Em manguezais não impactados, Hsieh (1995) e Schrijvers *et*

al. (1996) encontraram baixo número de grupos e de espécies, indicando que impactos das atividades humanas podem não ser o único fator na redução do número de espécies. Alongi (1989) define como característica a baixa diversidade em ambientes tropicais entre-marés, em função do estresse natural ao qual essa zona está submetida.

Alguns autores observaram que, no interior dos manguezais, a endofauna de substratos móveis se distribui, predominantemente, nos 20 cm superficiais do substrato (Capehart & Hactney, 1989; Rebelo, 1987; Rebelo-Mochel, 1995). Nessa profundidade foram encontrados, em Parnauçu, bivalves representados exclusivamente por *Lucina pectinata*, que segundo Guelorget et alii. (1990) é a única espécie que alcança um tamanho valioso para a economia de exportação em Guadeloupe. Na área investigada, essa espécie não é explorada com tanta intensidade, talvez porque seus estoques não permitam uma elevada produção, ou pela falta de estudos mais aprofundados com relação aos seus estoques locais. Esse bivalve é característico de ambientes lodo-arenosos e arenosos, discretamente móvel e escavadora.

Espécies semelhantes, quanto aos habitats e funções ecológicas, às encontradas no presente trabalho foram relacionadas por diversos autores em outros manguezais do Caribe, África e Ásia (Schrijvers et al., 1996; Hsieh, 1995; Navajas, 1991; Vargas, 1987, 1988; Rebelo, 1987; Sasekumar, 1974). Em um manguezal de El Salvador, Lara & Zamora (1995) observaram mudanças na composição das espécies em virtude das alterações antropogênicas locais.

Em termos de grupos funcionais de alimentação, em quase todas as parcelas (1,2,3,4,7), foram concomitantes espécies que desempenham um mesmo papel no ambiente, seja como predadora, detritívora ou outra, diferindo dos resultados encontrados na Baía de Sepetiba (Rebelo, 1987; 1995) onde espécies de mesmo grupo funcional foram encontradas em estações diferentes, excluindo-se mutuamente (Tabela 1). Pode-se sugerir que o ambiente possui possibilidades de alimento e abrigo abundantes para que seja possível a coexistência de espécies competidoras em um mesmo habitat.

A espécie *Scoloplos texana* foi encontrada em maior quantidade em sedimento siltico-arenoso, coincidindo com os resultados obtidos por Weiss e Fauchald (1989). *Arabella iricolor* não teve uma boa representatividade, tendo sido encontrada em substrato arenoso em Parnauçu. Segundo Luna (1980) é uma espécie amplamente cosmopolita em regiões temperadas e tropicais, sendo, no Brasil, referida anteriormente como *Arabella setosa*.

É provável que haja competição por habitat entre as espécies da família Nereididae, representadas por *Nereis oligohalina*, *Perinereis vancaurica* e *Namalycastis abiuma*, pois todas têm preferência por córtex de troncos de árvores apodrecidos e o mesmo hábito alimentar, com exceção de *Nereis oligohalina* que tem o hábito alimentar mais variado entre as espécies encontradas desta família e foi numericamente dominante nas amostras.

A abundância de *Nereis oligohalina* no manguezal de Parnauçu tem, possivelmente, grande importância

ecológica na cadeia alimentar especialmente para as aves ali observadas. Lopes (1993) ressalta a importância de um outro Nereididae, a espécie *Laeonereis sp.*, na alimentação das aves migratórias, limícolas e neárticas, da Ilha do Cajual, Alcântara. *Laeonereis sp.*, cujo habitat são as planícies areno-lodosas de mesolitoral, ocupa um nicho semelhante ao de *Nereis oligohalina*.

As espécies *Syllis cornuta* e *Isolda puchella* têm preferência por habitat arenosos e lama arenosa (dominância de silte); entretanto, pertencem a diferentes grupos funcionais. *Isolda puchella* é uma espécie sedentária, tubícola e filtradora. *Syllis cornuta*, *Marphysa sanguinea*, *Sigambra grubii*, *Anaitides mucosa* são espécies móveis, reptantes e podem ser tanto predadoras quanto onívoras. Por serem móveis, essas espécies toleram bem a instabilidade do habitat e podem se deslocar com relativa facilidade. *Isolda pulchella* é indicadora de ambientes onde ocorre sedimentação ativa (Uebelacker *et al.*, 1984) e foi encontrada em Parnauçu, nas parcelas onde observa-se um elevado grau de assoreamento.

Algumas espécies de nemertíneos são carnívoras, alimentando-se de outros pequenos invertebrados vivos ou mortos, como os anelídeos, moluscos e crustáceos (Barnes, 1990). Uma vez que esses invertebrados estão bem representados na área estudada, o baixo número de nemertíneos encontrados provavelmente se deve a outros aspectos (físicos e/ou biológicos) que não sejam alimentares.

As dificuldades técnicas encontradas nos estudos dos oligoquetas e a conseqüente morosidade dos trabalhos de identificação,

fizeram dos oligoquetas um grupo mal-conhecido, mesmo quando comparado com outros anelídeos tradicionalmente estudados. Por outro lado, a pobreza de estudos é um obstáculo quando procuramos relacionar as espécies com o ambiente, porque pouco ou nada se sabe de seus habitats (Righi, 1984). Em Parnauçu, um representante desse grupo foi encontrado na parcela 4, com salinidade baixa (12 g/l), podendo indicar uma ocorrência esporádica em virtude das chuvas na ocasião das coletas.

O dendrograma da Figura 3, formado a partir do Índice de Similaridade de Jaccard, mostra que, admitindo-se um nível de 50% (0,50) para a análise de grupamentos, ocorrem dois grupos distintos na área, formados pelas parcelas 2-3 e 1-8. Essas parcelas apresentam espécies semelhantes, a mesma composição do substrato, estão localizadas em áreas de hidrodinamismo semelhante e localização topográfica. A similaridade é uma ferramenta importante para discriminar comunidades faunísticas. Pelos resultados, verifica-se que em Parnauçu há o estabelecimento de assembléias de endofauna bem definidas em algumas áreas do manguezal, associadas a uma vegetação constituída por *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*, e constituídas por *N. oligohalina* - *N. lobatus* - *S. texana* e *I. pulchella* - *L. pectinata*. No restante do manguezal, a similaridade muito baixa entre as parcelas revela a ausência de comunidades específicas.

Os valores dos índices de diversidade (H') e de equidade (E) podem ser vistos na Tabela 3. A diversidade máxima foi de 0,90, o que representa um valor um pouco

abaixo dos resultados obtidos por Rebelo (1987) e por Rueda *et al.* (1985), os quais consideram índices de diversidade altos aqueles com valores próximos a 3,5.

Observando-se a Tabela 3, nota-se que os valores de diversidade mais baixos foram encontrados nas áreas onde o manguezal se encontra poluído por restos de animais em decomposição (parcelas 5 e 6) e por manchas de óleo (parcelas 7 e 10). Próximo ao Igarapé do Camarão, a quantidade e distribuição dos organismos apresenta-se reduzida, possivelmente em virtude da presença de manchas de óleo decorrentes das instalações portuárias e das lavagens de porões dos navios. O óleo nos manguezais adere-se às raízes e pode obstruir as estruturas respiratórias das plantas. A aderência do óleo nos tecidos animais pode provocar o congestionamento dos seus órgãos (brânquias, cílios e sifões), levando à mortalidade e redução nas suas populações. A dominância média foi influenciada por valores extremos entre os crustáceos e bivalves.

O teor de matéria orgânica foi analisado por ser determinante quanto à disponibilidade de alimento para os organismos do ecossistema e heterogeneidade do habitat (Rebelo, 1987; 1995; Levinton, 1972 ; Whitlatch, 1976; 1981 *apud* Rebelo, 1987). A área apresenta um teor elevado de matéria orgânica em todas as parcelas, o que provavelmente, explica a ausência de correlação entre a mesma e os parâmetros faunísticos. Cintrón *et alii* (1980) encontraram teores elevados de matéria orgânica nas parcelas de *Rizophora mangle* e menores em localidades com *Laguncularia racemosa*. Schrijvers *et al.* (1996) verificaram a

ausência de competição entre a endofauna e a epifauna num manguezal com elevados teores de matéria orgânica. No presente estudo, o teor de matéria orgânica foi homogeneamente elevado em todo o manguezal, não sendo, portanto, um fator que explique a diversidade local. O teor de umidade do sedimento também não explica a diversidade, no presente estudo, apresentando valores igualmente baixos nas áreas desmatadas como nos locais sob outras influências antropogênicas.

O substrato do manguezal apresenta frações arenosas em áreas onde é perceptível o assoreamento, mas, de um modo geral, a fração granulométrica também não explica, isoladamente, as variações nos valores observados de diversidade. A fração lama arenosa (silte misturado a areia) foi dominante no total das amostras e conseqüentemente, as parcelas equivalentes apresentaram maior quantidade de espécies e indivíduos. Nas parcelas com predominância de silte e argila, o número de espécies foi restrito. O valor máximo de classes texturais encontrado foi três. É possível deduzir que quanto menor a variedade de grãos a serem explorados, menor também seria a heterogeneidade do habitat, restringindo, assim, a diversidade de nichos a serem explorados, logo, restringindo a diversidade faunística. Segundo Guelorget *et alii* (1990), os parâmetros sedimentológicos não são capazes de restringir a quantidade e qualidade da zonação biológica, sendo as mesmas controladas pelos parâmetros hidrológicos. De acordo com Hsieh (1995), o estabelecimento de comunidades de poliquetas depende, além da granulometria e do grupo funcional das espécies, das

dinâmicas do ambiente e da disponibilidade de alimentos.

Pela Figura 4 nota-se que as áreas mais instáveis, sujeitas a erosão, situadas na franja do manguezal e correspondentes à faixa de *L. racemosa* com substrato arenoso, apresentam um número significativamente maior de espécies errantes (móveis) do que as demais áreas. Por outro lado, os locais mais internos do manguezal, correspondentes às bacias de *R. mangle* com substrato lamoso, apresentam um número significativamente maior de espécies sedentárias. Já nas áreas mistas e nas dominadas por *A schaueriana*, o total de poliquetas errantes e sedentários é equivalente. Considerando-se a instabilidade do habitat provocada por diferentes regimes sedimentares, pode-se sugerir que, no manguezal estudado, as espécies móveis são bioindicadoras de ambientes em erosão e as sedentárias indicam processos deposicionais.

CONCLUSÕES

A endofauna do manguezal de Parnauçu é constituída pela taxocenose Polychaeta - Crustacea - Bivalvia sendo dominada por anelídeos poliquetas, com 72% do total dos organismos coletados. Os valores obtidos para a diversidade, frequência e dominância da endofauna em Parnauçu foram superiores aos valores obtidos em outros manguezais degradados na Ilha de São Luís. Os organismos da endofauna coletados em Parna-Açu são característicos de ambientes marinhos, estuarinos e de manguezais.

A diversidade da endofauna bêntica, na área estudada, é baixa, se comparada com

estudos realizados em manguezais sob menores pressões antrópicas. As áreas poluídas por matéria orgânica em decomposição (restos de animais) e por manchas de óleo apresentaram redução no número de espécies e indivíduos da endofauna. Em Parnauçu, a diversidade é menor nas áreas poluídas por óleo e por restos de animais em decomposição, do que nas áreas assoreadas, erodidas ou desmatadas.

As áreas do manguezal estudado que se apresentaram mais comprometidas pela erosão e pelo assoreamento apresentaram um número significativamente maior de espécies errantes (móveis). As bacias internas, mais estáveis, apresentaram um número significativamente maior de espécies sedentárias. A predominância de poliquetas escavadores móveis é provavelmente causada pela prevalência de ambientes sedimentares dinâmicos, sujeitos às mudanças nos regimes de erosão e sedimentação.

As espécies se distribuíram uniformemente no manguezal, provavelmente associadas à distribuição também uniforme de elevados teores de matéria orgânica no sedimento e do substrato lamoso.

As espécies encontradas são indicadoras de sedimento predominantemente lamosos ou mistos de lama e areia muito fina.

Agradecimentos

Os autores são profundamente gratos ao Depto. de Biologia, ao Labohidro e ao Núcleo de Informática Biomédica da UFMA; ao Prof. Dr. Paulo Lana do Centro de Ciências do Mar - Pontal do Sul e a colega Cinthya Simone Santos, pelo apoio

na de identificação dos poliquetas; ao colega Prof. Bruno de Brito Gueiros pela revisão do manuscrito; a Fundação ALCOA e ao Consórcio ALUMAR, em especial ao Sr. Maurício Macedo (Gerente de Meio Ambiente) pelos recursos para realização desse trabalho; aos nossos colegas e familiares pelos incentivos e sugestões recebidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONGI, D.M. 1989. Ecology of tropical soft-bottom benthos: a review with emphasis on energy concepts. *Rev. Biol. Trop.*, 37 (1): 85-100.
- ARAÚJO, K. C. O. 1989. *Levantamento e distribuição da endofauna bêmica de uma área de mangue da praia da Raposa*. Monografia de Bacharelado e Licenciatura. Departamento de Biologia. UFMA, São Luís, 23p.
- BARNES, R. D. 1990. *Zoologia dos Invertebrados*. Gettysburg College Pennsylvania. Roca, 4 ed. 1179 p.
- BROWER, J. E. & ZAR, J. H. 1977 *Field and laboratory methods for general ecology*. W.M. C. Brown Company Publisher, Iowa. 194 p.
- CAPEHART, A. A. & HACKNEY, T. 1989. The potential role of roots and rhizomes in structuring salt-marsh benthic communities. *Estuaries*, 12: 119-122.
- CAVALCANTE, P.R.S.; TAROUÇO, J.E.F.; PADILHA, E.P. & BAISCH, P.R.M. 1986. Caracterização ambiental da região sul-sudoeste da Ilha de São Luís, Maranhão. *Anais do 3º Encontro Brasileiro de Gerenciamento Costeiro*, Fortaleza, 1: 163-173.
- CINTRÓN, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1983. *Introducción a la ecología del manglar*.
- Oficina Regional de Ciencia y Tecnología da la Unesco para América Latina y el Caribe, ROSTLAC, Montevideo, Uruguay, 109p.
- CINTRÓN, G.; GOENAGA, C. & GONZALES-LIBOY, J. 1980 Ecología del mangle en zona árida: exposición al oleaje y estructura del manglar. *Bolm Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 29 (2), 113-127.
- DHN. 1993, 1994, 1995, 1996. *Tábuas das marés*. Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil. 29ª ed.
- FERREIRA, H.O. 1988. Contribuição ao estudo das correntes de maré dos Estreitos dos Coqueiros e Mosquitos, Maranhão. *Bol. Lab. Hidrob.*, São Luís, 8: 45-59.
- FOLK, R. L. & WARD, W. C. 1957. Brazos river bar: a study in the signification of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, 27 (1): 3 - 27.
- GUELORGET, O.; GAUJOUS, D.; LOUIS, M. & PERTHUISOT, J. P. 1990. Macrobenthofauna of Lagoons in Guadeloupean Mangroves (Lesser Antilles) Role and expressions of the confinement. *Journal of Coastal Research*, 6 (3). 611-626.
- HERNÁNDEZ-ALCANTARA, P. & SOLÍS-WEISS, V. 1995. Algunas comunidades macrobênticas asociadas al manglar (*Rhizophora mangle*) en Laguna de Términos, Golfo de México. *Rev. Biol. Trop.* 43 (1-3): 117-129.

- HERZ, R. 1991. *Manguezais do Brasil*. Instituto Oceanográfico, São Paulo, 227 pp.
- HSIEH, H.L. 1995. Spatial and temporal patterns of polychaete communities in a subtropical mangrove swamp: influences of sediment and microhabitat. *Marine Ecology Progress Series*, 127: 157-167.
- KJERFVE, B. & LACERDA, L. D. 1993. Mangroves of Brazil. *Mangrove Ecosystems Technical Reports*, 2: 245-272, ISME, Okinawa.
- LACERDA, L. D. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1992. Latin American mangroves: the need for sustainable utilization. *Mangroves Newsletter*, 5:4-6.
- LANA, P. C.; CAMARGO, M. G.; BROGIM, R. A & ISAAC, V.J. 1996. *O Bentos da Costa Brasileira. Avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858 – 1996)*. Fundação de Estudos do Mar (FEMAR), Rio de Janeiro, 431p.
- LANA, P.C. & GUISS, C. 1991. Influence of *Spartina alterniflora* on structure and temporal variability of macrobenthic associations in a tidal flat of Paranaguá Bay (southeastern Brazil). *Marine Ecology Progress Series*, 73: 231-244
- LANA, P. C. 1984. *Anelídeos poliquetas errantes do litoral do estado do Paraná*. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo. 275p.
- LANA, P.C. 1981. *Padrões de distribuição e diversidade específica de anelídeos poliquetas na região de Ubatuba, Estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo. 111p.
- LARA, O. A. M. & ZAMORA, J. A. V. 1995. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) del estero de Jaltepeque, El Salvador: una comparación 1959-1991. *Rev. Biol. Trop.* 43 (1-3): 195-205.
- LEVINTON, J. S. 1972. Stability and trophic structure in deposit-feeding and suspension-feeding communities. *Amer. Nat.*, 106: 472-486.
- LOPES, A. T. L. 1993. *Distribuição e densidade da macroendofauna bentônica de substratos móveis mesolitorais da Ilha de Cajual Município de Alcântara*. Monografia de Bacharelado e Licenciatura. Departamento de Biologia. UFMA, São Luís. 63p.
- LUGO, A.E. & SNEDAKER, S.C. 1974. The ecology of mangroves. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 5: 39-63.
- LUNA, J. A. C. 1980. Anelídeos poliquetas do nordeste do Brasil. IV- Poliquetas bentônicos (Eunicea) da operação campus (nota preliminar). *Trabalhos Oceanográficos, Universidade Federal de Pernambuco*, 15: 165-184.
- MOURA; J. A.; DIAS-BRITO, D. & BRONNIMAM, P. 1982 Modelo geoambiental da laguna costeira carstica, Baía de Sepetiba. *Actas do IV Simpósio do Quartenário no Brasil*, p. 135-152.
- NAVAJAS, T., 1991. Benthic macrofauna of sandy intertidal zone at Santos estuarine system, São Paulo, Brazil. *Bolm Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo*, 39 (1): 1-13.

- NETTO, S.A. & LANA, P.C. 1997. Intertidal zonation of benthic macrofauna in a subtropical salt marsh and nearby unvegetated flat (SE, Brazil). *Hydrobiologia*, 353: 171-180.
- NONATO, E. F. & AMARAL, A. C. Z. 1979 *Anelídeos Poliquetas - Chaves para Famílias e Gêneros*. Publ. Priv., São Paulo, 79 p.
- PARDAL, M. A; MARQUES, J. C. & BELLAN, G. 1993. Spatial distribution and seasonal variation of subtidal polychaete populations in the Mondego estuary (Western Portugal). *Cah.Biol. Mar, Roscoff*, 34: 497-512.
- POR, F. D. 1994. *Guia ilustrado do manguezal brasileiro*. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, 81 p.
- REBELO-MOCHEL, F. 1997. *Mangrove Ecosystems in São Luís Island, Maranhão, Brazil*. In: *Mangrove Ecosystems in Latin America and Caribbean*. Kjerfve, Lacerda & Diop [eds.] pp 145-154, UNESCO, Paris.
- REBELO-MOCHEL, F. 1995. Manguezais do Maranhão: Proteção e Desenvolvimento. *Anais da 47a. Reunião Anual da SBPC, São Luís*, 1:15-16.
- REBELO-MOCHEL, F. 1995. *Endofauna de Manguezal*. EDUFMA. São Luís-MA. 121p.
- REBELO, F. C. 1987. *Endofauna do Manguezal de Coroa Grande, RJ. com especial referência uma nova metodologia*. Dissertação de Mestrado do Museu Nacional, UFRJ. 115 p
- REBELO, F. C. 1986. *Metodologia para o Estudo da Endofauna de Manguezais (Macrobentos)*. in: *Guia para o Estudo de Áreas de manguezal Estrutura, Função e Flora*. Schaeffer - Novelli y & Cintrón, G. (ed.). Caribbean Ecological Research, São Paulo, 150 150 + 3 apêndices.
- REBELO, F. C. & MEDEIROS, T. C. C. 1988 *Cartilha de Manguê*. Laboratório de Hidrobiologia, UFMA/CORSUP, 31 p.
- RIGHI, G. 1984. *Oligochaeta*. Manual de Identificação de Invertebrados Límnicos do Brasil. CNPq. 17, 47 p.
- ROHLF, F. J. 1989. *NTSYS-PC. Numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 1.50*. Exeter Publishing Ltda.
- RUEDA, R. L. & MORENO, M. P. 1985. *Estudio Cualitativo y Cuantitativo de la Fauna Asociada a las Raíces de Rhizophora Mangle en la Cayera este de la Isla de la Juventud*. Centro Investigaciones Marinas, Universidad de Habana. p. 45-57.
- SANT'ANNA, E. M. & WHATELY, M. H. 1981. Distribuição dos manguezais do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, 43:47-63.
- SASEKUMAR, A. 1974. Distribution of Macrofauna on a Malayan Mangrove Shore. *Jour. Anim. Ecol.*, 43 (1): 51-65.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1982. *Importância do Manguezal e suas Comunidades*. Associação Latino - Americana de Investigadores em Ciências do Mar (ALIMAR), 12 p.

- SCHRIJVERS, J.; FERMON, H. & VINCX, M. 1996. Resource competition between macrobenthic epifauna and infauna in a Kenyan *Avicennia marina* mangrove forest. *Marine Ecology Progress Series*, 136: 123-135.
- SILVIA, C. 1990. Macrobentos del Área de Bahía Blanca (Argentina). Distribución espacial de la fauna. *Bolm. Inst. Oceanograf. São Paulo*. 38 (2) 99 - 100.
- SILVIA, K. P. 1992. *Macroendofauna béntica de substrato Móveis do Mesolitoral com Mangues Impactados da Lagoa da Jansen*. Monografia de Bacharelado e Licenciatura. Departamento de Biologia. UFMA, São Luís. UFMA. 34 p.
- SUGUIO, K. 1973 *Introdução à sedimentologia*. Editora Edgar Blücher, EDUSP, São Paulo, 357 p.
- TWILLEY, R. R. 1985. *An Analysis of mangrove forests along the Gambia River estuary: implications for the management of estuarine resources*. Great Lakes and Marine Waters Center International Programs. University of Michigan, Report N° 6.
- UEBELACKER, J. M. & JOHNSON, P. G. 1984. *Taxonomic Guide to the Polychaeta of the Northern Gulf of Mexico*. Final Report to the Minerals Management Service. 14-12-001-29091. Bary A. Vittor & Associates, Inc., Mobile, Alabama. 7 Vols.
- VARGAS, J.A. 1988. Community structure of macrobenthos and the results of macropredator exclusion on a tropical intertidal mudflat. *Rev. Biol. Trop.*, 36 (2 A): 287-308.
- VARGAS, J.A. 1987. The benthic community of an intertidal mud flat in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. Description of the community. *Rev. Biol. Trop.*, 35 (2): 299-316.
- VOSE, F.E. & BELL, S.S. 1994. Resident fishes and macrobenthos in mangrove-rimmed habitats: evaluation of habitat restoration by hydrologic modification. *Estuaries*, 17 (3): 585-596.
- WEISS, V. S. & FAUCHALD, K. 1989. Orbiniidae (Annelida: Polycheta) from mangrove root -mats in Belize, with a revision of protoariciin genera. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 102 (3): 722-792.

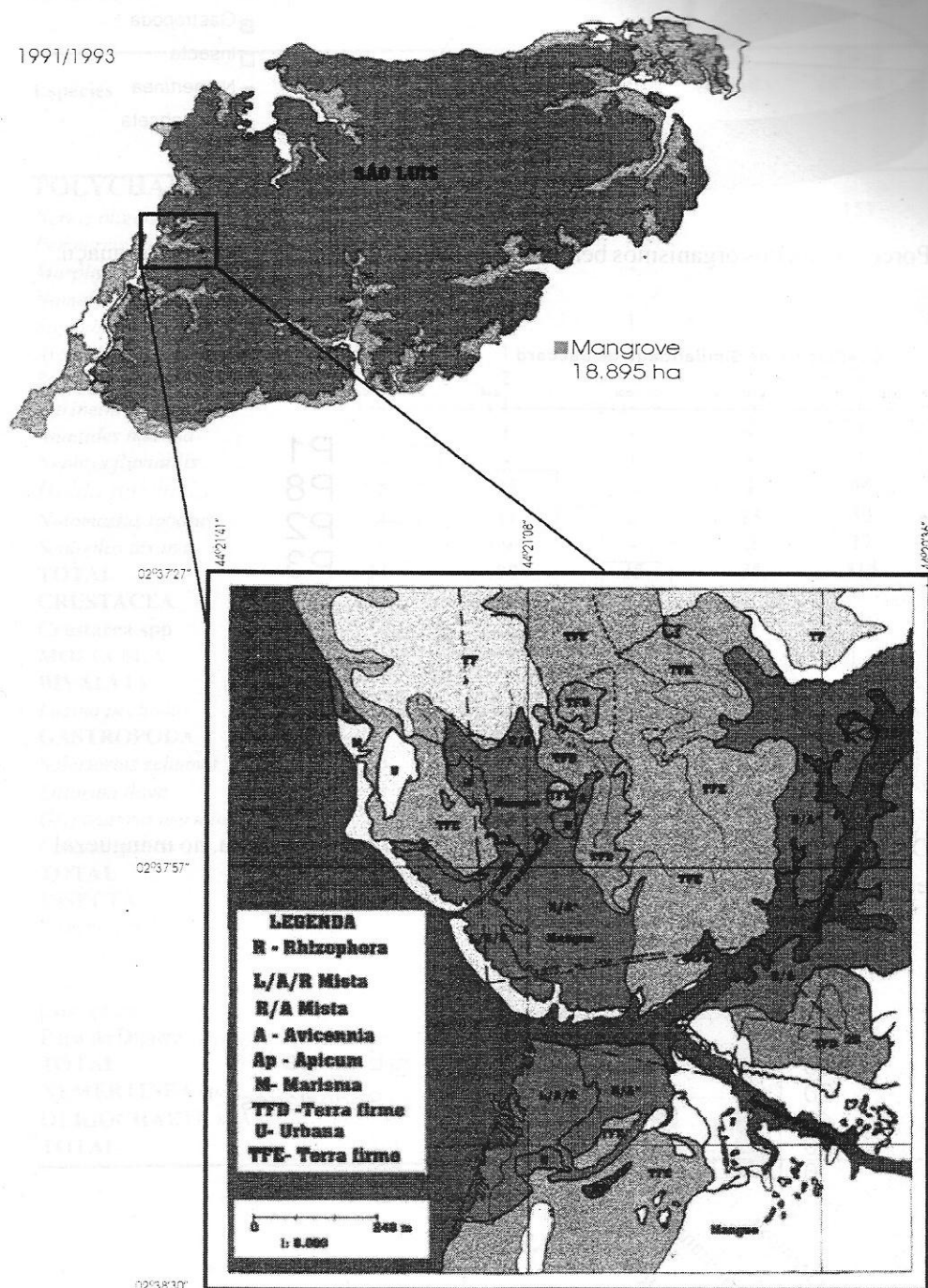


Figura 1. Ilha de São Luís, e a área de estudo no Igarapé Arapopai. Em detalhe, o mapeamento temático do manguezal estudado.

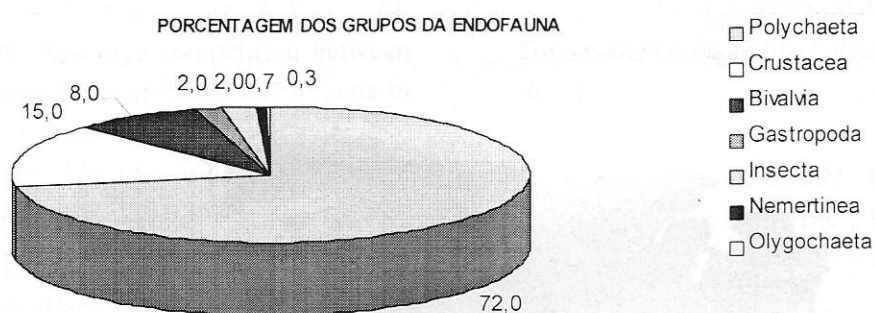


Figura 2. Porcentagem dos organismos bentônicos coletados no manguezal em Parnaíba.

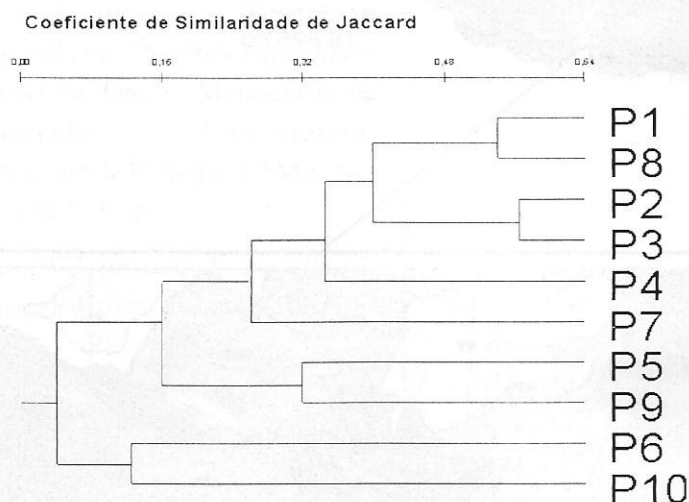


Figura 3. Dendrograma de agrupamento das espécies nas estações de coleta, no manguezal em Parnaíba.

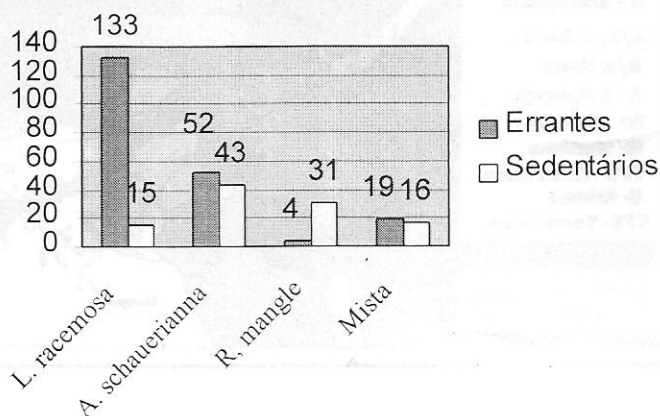


Figura 4. Número de indivíduos de espécies móveis (errantes) e sedentárias da fauna benthica, nas diferentes faixas do manguezal em Parnaíba.

Tabela 2. Dominância das espécies (DA) da endofauna nas 10 parcelas amostradas no manguezal de Parnauçu no período de 1993-1995.

Parcelas Espécies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
POLYCHAETA										
<i>Nereis oligohalina</i>	57,05	26,56	25,77	39,48	-	13,04	6,06	27,94	-	-
<i>Isolda pulchella</i>	1,29	4,54	30,3	2,63	-	8,69	81,82	2,32	25	-
<i>Notomastus lobatus</i>	2,57	-	-	2,63	-	43,48	-	30,23	-	28,58
<i>Perinereis vancaurica</i>	5,77	12,12	3,03	13,17	-	-	-	4,65	-	-
<i>Scoloplos texana</i>	3,84	-	1,51	2,63	-	30,43	-	4,65	-	-
<i>Marphysa sanguinea</i>	-	7,55	1,51	7,89	-	-	-	-	-	-
<i>Namalycastis abiuma</i>	-	1,52	1,51	2,63	-	-	-	6,98	-	-
<i>Sigambra grubii</i>	0,64	1,52	4,55	-	-	-	3,03	-	-	-
<i>Arabella iricolor</i>	0,64	-	-	2,63	-	-	-	4,65	-	-
<i>Syllis cornuta</i>	-	3,03	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vitrinella semisculpta</i>	-	-	-	2,63	-	-	-	-	-	-
<i>Anaitides mucosa</i>	-	-	-	2,63	-	-	-	-	-	-
<i>Nephtys fluviatilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,28
CRUSTACEA										
Crustacea spp	23,71	25,77	7,58	2,63	50	-	3,03	6,98	-	-
BIVALVIA										
<i>Lucina pectinata</i>	1,29	16,67	15,16	10,53	50	-	-	6,98	62,5	-
GASTROPODA										
<i>Soloriorbis schumoi</i>	1,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Littorina flava</i>	0,64	-	-	-	-	4,35	-	-	-	-
<i>Glypteuthria meridionalis</i>	-	-	-	2,63	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratia rustica</i>	-	1,51	-	-	-	-	-	-	-	-
INSECTA										
Insecta spA	-	-	3,03	-	-	-	-	-	-	14,28
Isoptera	-	-	-	-	-	-	-	4,65	-	-
Hymenoptera	0,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleoptera	-	-	-	2,63	-	-	-	-	-	-
Pupa de Diptera	-	-	1,51	-	-	-	-	-	-	-
NEMERTINEA spA	-	-	3,03	-	-	-	-	-	-	14,28
OLIGOCHAETA spA	-	-	-	2,63	-	-	-	-	-	-
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

* (-) Significa ausência dos organismos nas parcelas

Tabela 3. Características do manguezal quanto aos teores de matéria orgânica e umidade, ao tipo de substrato, à diversidade de espécies e aos principais impactos observados, nas 10 parcelas analisadas.

Características	Teor de M.O. (%)	Teor de Umidade (%)	Classificação granulométrica	Diversidade de espécies (H')	Equidade (E)	Principais impactos observados
Parcelas						
1	95	63	Silte-arenoso	0,62	0,42	Erosão
2	94	55	Silte-arenoso	0,82	0,82	Assoreamento
3	92	69,5	Arenoso muito fino	0,90	0,79	Assoreamento
4	92	49,6	Silte-arenoso	0,92	0,78	Desmatamento (corte)
5	94	42	Silte grosso	0,30	1,00	Animais em decomposição
6	93	42	Silte grosso	0,58	0,80	Animais em decomposição
7	89	53	Silte-arenoso	0,34	0,54	Óleo
8	91	47	Silte-arenoso	0,82	0,84	Desmatamento (corte)
9	91	38	Silte grosso	0,39	0,81	Óleo
10	92	39	Silte grosso	0,82	0,96	Desmatamento (corte)