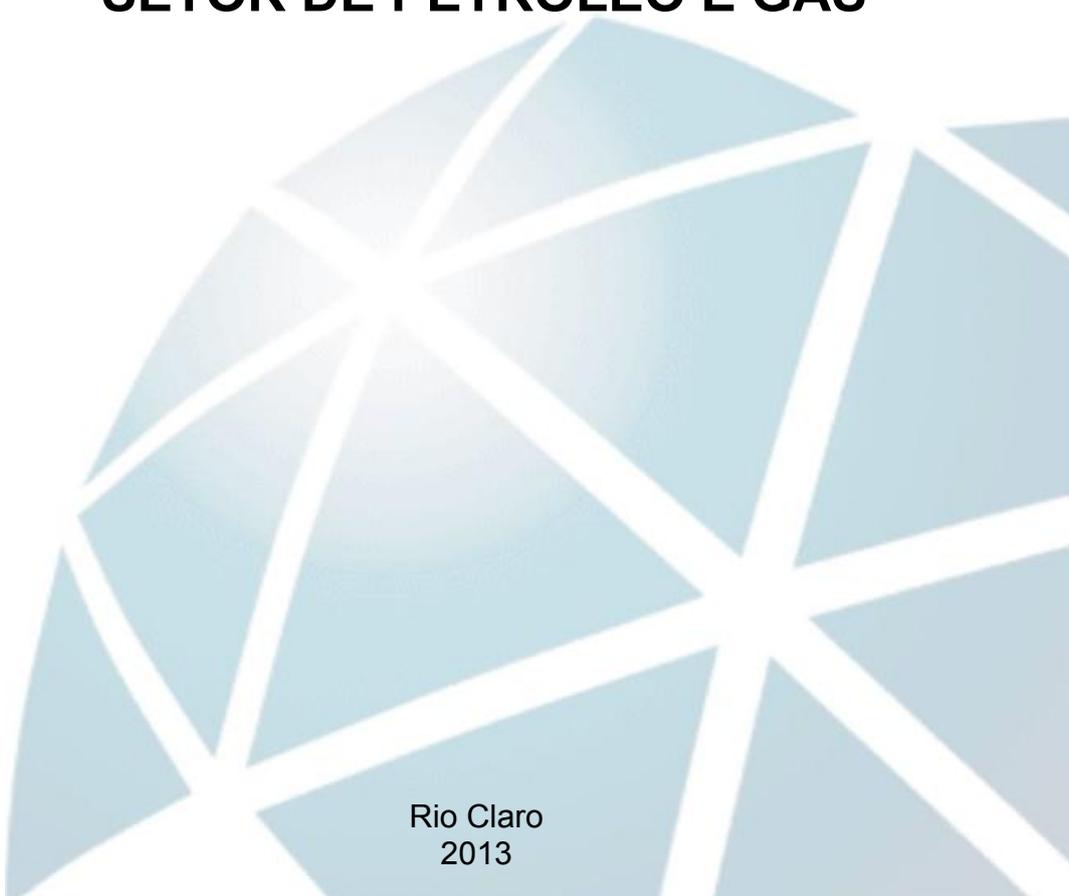

ECOLOGIA

NIVEA SANTOS YAMAGAMI

**FORAMINÍFEROS DE MANGUEZAIS DO RIO
CURIMATAÚ (RN): ESTUDOS
SINECOLÓGICOS COM APLICAÇÃO NO
SETOR DE PETRÓLEO E GÁS**



Rio Claro
2013

NIVEA SANTOS YAMAGAMI

FORAMINÍFEROS DE MANGUEZAIS DO RIO CURIMATAÚ (RN):
ESTUDOS SINECOLÓGICOS COM APLICAÇÃO NO SETOR DE
PETRÓLEO E GÁS

Orientador: Décio Luis Semensatto Junior

Co-orientador: Dimas Dias-Brito

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau
de Ecóloga.

Rio Claro
2013

574.5263 Yamagami, Nivea Santos

Y19f Foraminíferos de manguezais do Rio Curimataú (RN): estudos
sinecológicos com aplicação no setor de petróleo e gás / Nivea Santos
Yamagami. - Rio Claro, 2013

34 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (Ecologia) - Universidade Estadual
Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro

Orientador: Décio Luis Semensatto Junior

Coorientador: Dimas Dias-Brito

1. Ecologia aquática. 2. Distribuição espacial. 3. Sistema estuarino
tropical. 4. Microrganismos bentônicos. 5. Ecofácies. I. Título.

*Dedico à minha irmã Bruna e
aos meus pais, Henrique e Deraci.*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Décio Luis Semensatto Junior, orientador, e ao Prof. Dr. Dimas Dias-Brito, co-orientador, por terem transmitido seu conhecimento a mim e pela oportunidade de realizar este trabalho;

Ao Programa de Formação de Recursos Humanos em Geociências e Ciências Ambientais Aplicadas ao Petróleo – PRH 05/UNESP, ao PFRH/Petrobrás e ao PRH/ANP – FINEP/MCT, pelo apoio acadêmico e financeiro, indispensáveis à realização deste trabalho de conclusão de curso;

A todos os funcionários do PRH 05 e do UNESPetro – Centro de Geociências Aplicadas ao Petróleo, pelo apoio fornecido durante toda a execução do projeto; em especial ao Hermes Dias-Brito pela obtenção das imagens no MEV;

À Prof^a. Dr^a. Helenice Vital, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pela colaboração ao trabalho de campo, conduzido pelos professores Dimas Dias-Brito e Décio Luis Semensatto Junior;

Ao Prof. Dr. Carlos Renato Corso, à Érica (“Xena”) e aos técnicos Fátima e Beto, que me ajudaram durante a minha passagem no Departamento de Bioquímica e Microbiologia e que contribuíram muito para o meu conhecimento;

Às colegas de laboratório - Renata, “Sandy” e Gabriela pelas agradáveis e incontáveis horas juntas, das quais sentirei saudades;

Às amigas Emi, Camila, Renata e Gabrielle por terem me acolhido em sua casa e terem feito dela meu segundo lar;

À todos os alunos da turma Ecologia 2009, os que persistiram até o fim e aqueles que optaram não terminar o curso, por todas as aventuras dos trabalhos de campo, companheirismo e momentos de descontração;

Aos meus amigos do ensino médio e à Mariana, do ensino fundamental, por todos esses anos de amizade, incentivos e bons momentos;

À Nina, à Teca, aos outros que ficaram e aos que já se foram, por fazerem parte da minha vida;

Aos meus pais, por tudo que fizeram por mim com tanto amor e dedicação, e à minha irmã Bruna por ser o meu exemplo e estar sempre disposta a me ajudar.

RESUMO

O sistema estuarino do Rio Curimataú, uma planície lamosa amplamente coberta por vegetação de mangue e relativamente pouco impactada, foi estudado quanto à distribuição espacial da microfauna de foraminíferos e suas condicionantes. Vinte e cinco gêneros e quarenta espécies foram identificadas a partir dos sedimentos superficiais, considerando-se os indivíduos vivos e mortos presentes em 10 pontos ao longo do estuário, dos quais se extraíram ao menos 100 espécimes por amostra. O sistema pôde ser compartimentado em quatro sub-ambientes halínicos (hiperhalino, mesohalino, polihalino e euhalino), correspondentes, respectivamente, a quatro ecofácies de foraminíferos designadas de *Ammotium* spp., *Miliammina fusca*, *Arenoparrella mexicana* e *Ammonia* spp. Cada um destes segmentos ambientais foi caracterizado segundo os padrões de riqueza, diversidade e equitatividade das espécies. Os resultados deste estudo poderão servir para comparações a serem feitas com outros estuários tropicais modernos (impactados antropicamente ou não) e antigos. Tem aplicação, portanto, no setor de petróleo e gás, sendo de interesse às atividades de gestão ambiental de áreas litorâneas e de investigação da história geológica das bacias sedimentares.

Palavras-chave: Foraminíferos, manguezal, estuário, ecofácies.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 7 |
| 2 ÁREA DE ESTUDO | 9 |
| 3 OBJETIVOS | 12 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 12 |
| 4.1 Trabalho de campo | 12 |
| 4.2 Procedimentos laboratoriais | 14 |
| 4.3 Análise de dados | 15 |
| 5 RESULTADOS & DISCUSSÃO | 16 |
| 5.1 Dados abióticos | 16 |
| 5.2 Dados bióticos | 17 |
| 5.3 Estampas | 20 |
| 5.4 Ecofácies | 24 |
| 6 SISTEMÁTICA | 27 |
| 7 CONCLUSÕES | 31 |
| REFERÊNCIAS | 32 |

1 INTRODUÇÃO

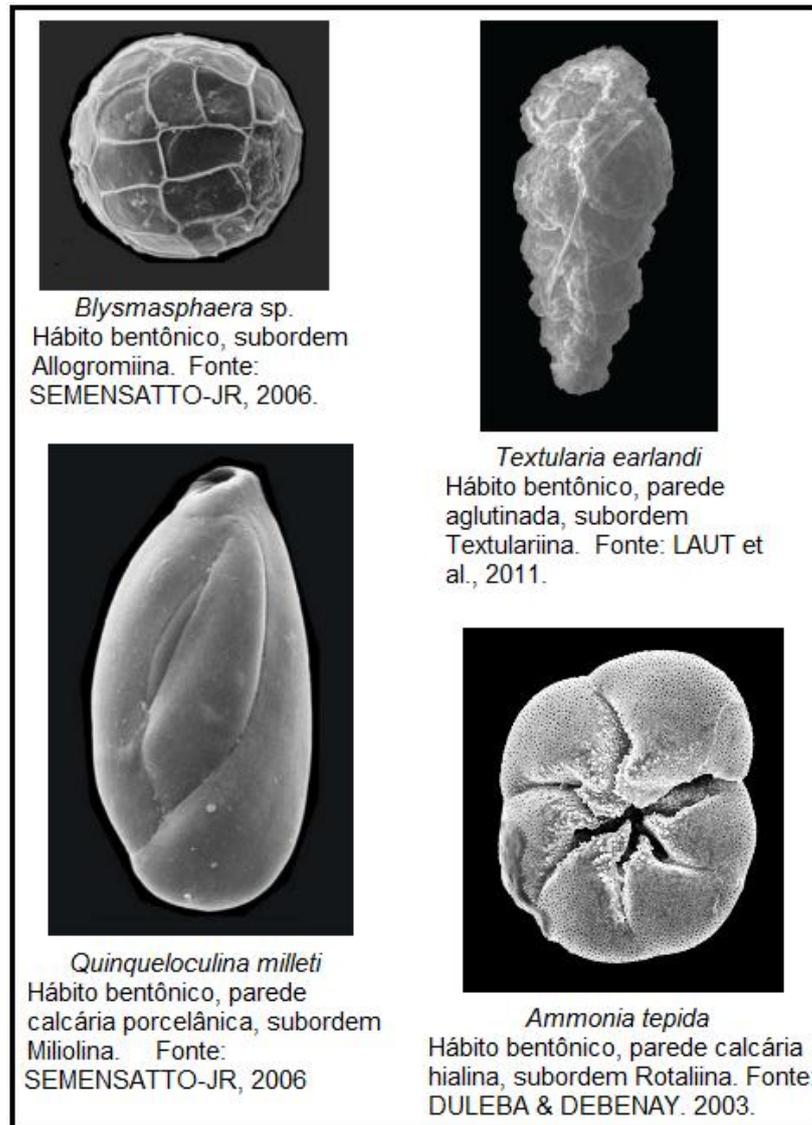
Foraminíferos são organismos unicelulares, protozoários pertencentes ao filo Sarcodina e à classe Rizhopoda. A principal característica da ordem Foraminiferida é a presença de uma carapaça, chamada teca, que pode possuir diferentes composições e formatos, sendo a principal estrutura utilizada para a classificação taxonômica (Fig. 1). A teca pode ser formada de apenas uma câmara (unilocular) ou possuir várias câmaras (multilocular), separadas por estruturas chamadas septos, mas ainda conectadas entre si através de um orifício chamado forâmen, daí o nome do grupo (HAQ & BOERSMA, 1998). Quanto à composição, as tecas podem ser orgânicas, aglutinadas ou calcárias. As formas orgânicas pertencem à subordem Allogromiina e são finas e pouco rígidas. Na subordem Textulariina encontram-se as tecas aglutinadas, construídas com material particulado que é encontrado no meio, selecionado pela sua composição, tamanho ou textura. As tecas formadas através da secreção de calcita, aragonita ou até mesmo de sílica são as mais abundantes, ocorrendo em todas as outras subordens: Fusulinina, Involutinina, Spirillinina, Carterinina, Miliolina, Silicoloculinina, Lagenina, Robertinina, Globigerinina, e Rotaliina (CULVER, 1993).

Outra característica dos foraminíferos é a presença de finos pseudópodes granulares (rizópodes), que são extensões do citoplasma para fora da teca, com funções de locomoção e alimentação. A maioria das espécies é microscópica, com tamanho que pode variar entre 50 e 800 μm . Os foraminíferos são divididos em planctônicos e bentônicos e são essencialmente marinhos, encontrados desde ambientes estuarinos até a planície abissal, em regiões polares ou tropicais. As poucas espécies que habitam águas doces pertencem à subordem Allogromina. A estrutura das comunidades é controlada por fatores como temperatura, salinidade, alcalinidade e disponibilidade de nutrientes e elementos traço (HAQ & BOERSMA, 1998; MURRAY, 2006).

Tecas de foraminíferos são encontradas em abundância, podendo atingir até 90% da biomassa de mares profundos (ARMSTRONG & BRASIER, 2005). Por constituírem a maior parte da biomassa bentônica nos mares, os foraminíferos participam de muitas interações tróficas importantes (CULVER, 1993). São predados por peixes, invertebrados e outros protozoários, e possuem hábitos alimentares variados, consumindo partículas vegetais, detritos, bactérias, moluscos, crustáceos

e larvas de invertebrados. Poucas espécies são parasitas, e outras podem viver em simbiose com organismos fotossintetizantes (HAQ & BOERSMA, 1998; ARMSTRONG & BRASIER, 2005; MURRAY, 2006).

Figura 1. Tecas de foraminíferos das subordens Allogromiina, Textulariina, Miliolina e Rotaliina. Todos esses espécimes são infra-milimétricos.



Apesar de serem predominantemente marinhos, foraminíferos podem ocorrer em ambientes de águas salobras, onde a diferença de salinidade em relação à água do mar é um fator crítico. Ambientes de manguezais, além dos fatores salinidade a variação no nível da maré, possuem matéria vegetal em decomposição, pouco oxigênio, sedimento fino e turbidez, onde dominam espécies aglutinantes e euribiontes (DEBENAY et al., 2002; MURRAY, 2006). Nesses ecossistemas, a

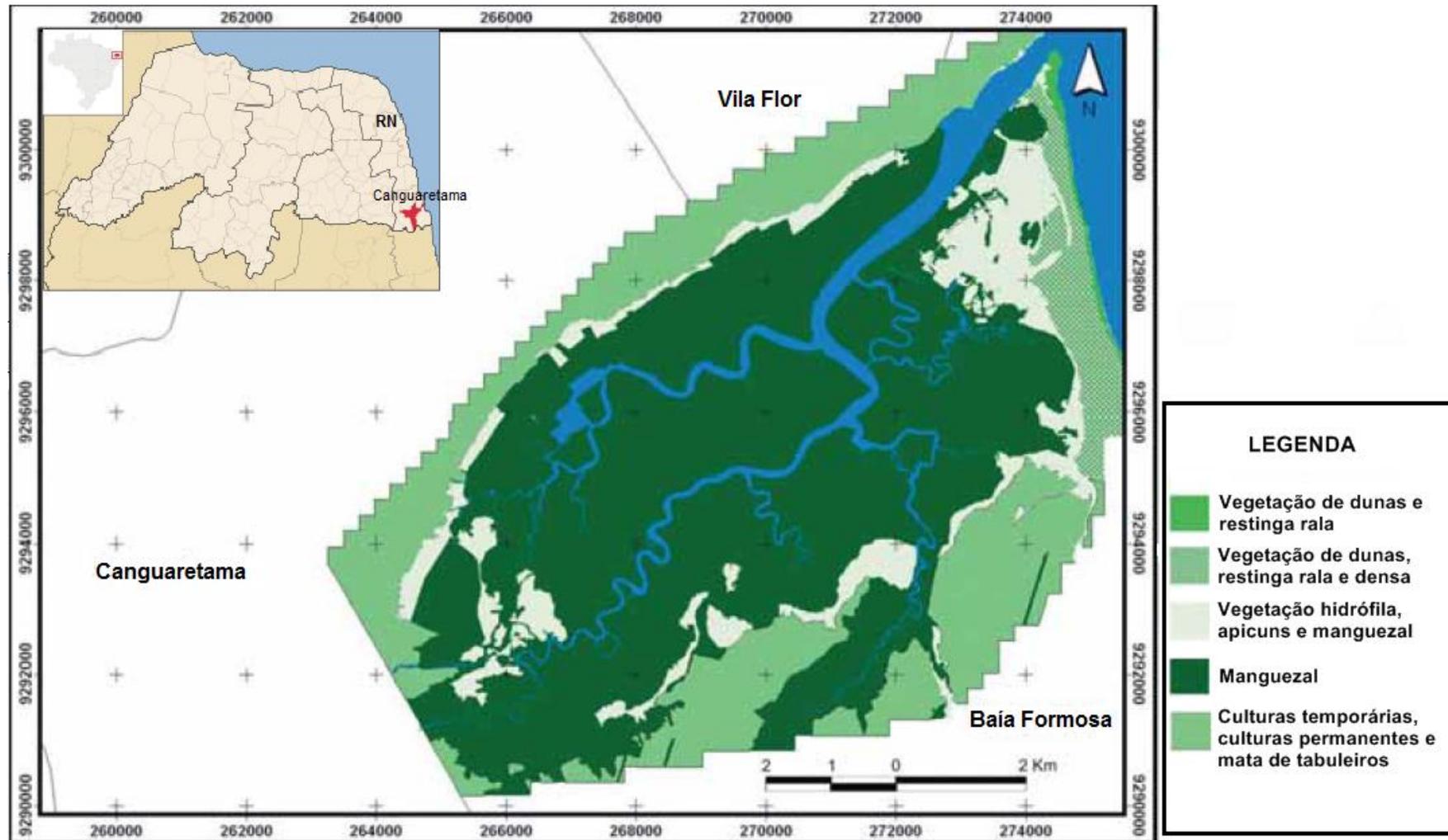
elevação vertical também afeta a distribuição das espécies (HORTON et al., 2003), o que influencia no tempo em que o substrato fica sob exposição aérea e na colonização pelas espécies vegetais de mangue, onde a copa e a serrapilheira formada pela queda de folhas têm um papel importante na proteção do sedimento contra o ressecamento e o aquecimento devido ao sol (DEBENAY et al., 2002).

Como possuem tamanho pequeno, são diversos, abundantes e com ampla distribuição, juntamente com o fato de terem suas tecas preservadas e de identificação fácil, são ótimas ferramentas em estudos estratigráficos e paleoecológicos (LOEBLICH & TAPPAN, 1988). São muito usados para bioestratigrafia, datação e correlação de sedimentos e interpretação de paleoambientes; estudos de paleoprofundidades, paleoquímica e paleogeografia (CULVER, 1993). As tecas fossilizadas apresentam o registro geoquímico de paleotemperaturas, e por armazenarem isótopos de oxigênio em suas carapaças calcárias se mostraram úteis no reconhecimento de mudanças climáticas (ARMSTRONG & BRASIER, 2005). Foraminíferos bentônicos são valiosos como indicadores da profundidade da deposição, baseando-se na distribuição moderna conhecida, tendências na diversidade de espécies (aumenta no sentido *offshore* - plataforma continental), tipos de tecas e razão entre espécies planctônicas e bentônicas. Existindo desde o Cambriano, os foraminíferos alcançaram seu ápice no Cenozóico. Depois da Primeira Guerra Mundial, a pesquisa com foraminíferos, assim como de outros grupos de microfósseis foi estimulada pela indústria do petróleo (CULVER, 1993; HAQ & BOERSMA, 1998). Eles contribuíram tanto na determinação da idade quanto na caracterização do ambiente deposicional dos estratos em testemunhos coletados em poços. São também empregados no estudo de diversas formas de poluição (YANKO et al., 1994; ALVE, 1995), que causam mudanças na composição das comunidades e deformações nas tecas em taxas maiores do que ocorreriam por causas naturais.

2 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo, o sistema estuarino do Rio Curimataú, localiza-se na porção sul do litoral oriental do Estado do Rio Grande do Norte, incluindo os municípios de Canguaretama e Baía Formosa, cerca de 70 km de distância de Natal (Fig. 2).

Figura 2. Localização e mapa de vegetação do sistema estuarino do Rio Curimataú.



Fonte: modificado de Fernandes, 2005.

O clima da região é classificado como tropical quente e úmido. A temperatura média é em torno dos 26 °C, com pouca amplitude térmica e sob a influência constante de ventos alísios úmidos com direção predominante SE-NW. Na região, distinguem-se dois regimes pluviométricos. Os meses entre fevereiro e agosto são marcados pelo período chuvoso, e de setembro a fevereiro por uma estação mais seca, sendo que nos meses de outubro e novembro a estiagem é mais intensa (FERNANDES, 2005). Em 2003, a média pluviométrica anual da região era em torno de 1500 mm, com mínima registrada de 340 mm e máxima de 2800 mm/ano. A umidade relativa do ar varia entre 70 e 80% (SOUZA, 2004).

De acordo com Fernandes (2005), o estuário, com cerca de 75 km² de dimensão, ainda possui a maior área de manguezal do Estado, cerca de 4.500 ha, em um razoável estado de conservação. As principais espécies de manguezal com porte arbóreo, alcançando até 12 m de altura, são o mangue-vermelho ou sapateiro (*Rhizophora mangle*), o mangue-preto ou canoé (*Avicennia schaueriana* e *Avicennia germinans*), o mangue-manso (*Laguncularia racemosa*), que é também conhecido como mangue-branco, e o mangue-ratinho ou de botão (*Conocarpus erectus*). Na área de apicum, região de supramaré adjacente aos manguezais, encontra-se uma vegetação rasteira adaptada aos solos salinos e alagadiços. A vegetação paludosa marítima de mangue está dentro dos limites estuarinos, sendo circundada pela floresta ombrófila densa/aberta (matas de dunas, tabuleiros costeiros e mata de várzea) e alguns resquícios de Mata Atlântica (Floresta estacional semicaducifolia) em interação com as matas de dunas, restingas e com a vegetação rasteira. Durante o processo de ocupação humana, a cobertura vegetal nativa foi sendo degradada em função da agricultura, principalmente da cana-de-açúcar e coco-da-baía, além de atividades relacionadas à extração de sal, e mais atualmente, a partir da década de 1980, pela instalação de fazendas de camarão. Apesar da carcinicultura ser uma importante atividade econômica no Estado, a falta de adequações ambientais tem causado diversos conflitos e danos ao ambiente, principalmente pelo desmatamento dos manguezais.

3 OBJETIVOS

Este estudo objetivou reconhecer o padrão de distribuição dos foraminíferos no complexo estuarino do manguezal do Rio Curimataú – Rio Grande do Norte, incluindo áreas de supra-maré e de entre-marés. Para tal, um levantamento taxonômico foi realizado, seguido de uma análise da estrutura de comunidades, visando sua futura aplicação em estudos paleoecológicos (reconhecimento de antigos estuários tropicais associados a manguezais em estudos de bacias sedimentares) e na análise de impactos ambientais em áreas estuarinas modernas (e.g., derramamento de petróleo).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Trabalho de campo

O trabalho de campo, liderado pelos professores Dimas Dias-Brito e Décio Semensatto Junior, com o apoio da Prof^a.Dr^a. Helenice Vital da UFRN, foi realizado na segunda quinzena do mês de setembro de 2006. Para este estudo, uma amostra foi coletada em cada um dos 10 pontos amostrais, distribuídos em diferentes ambientes (Figs. 3 e 4).

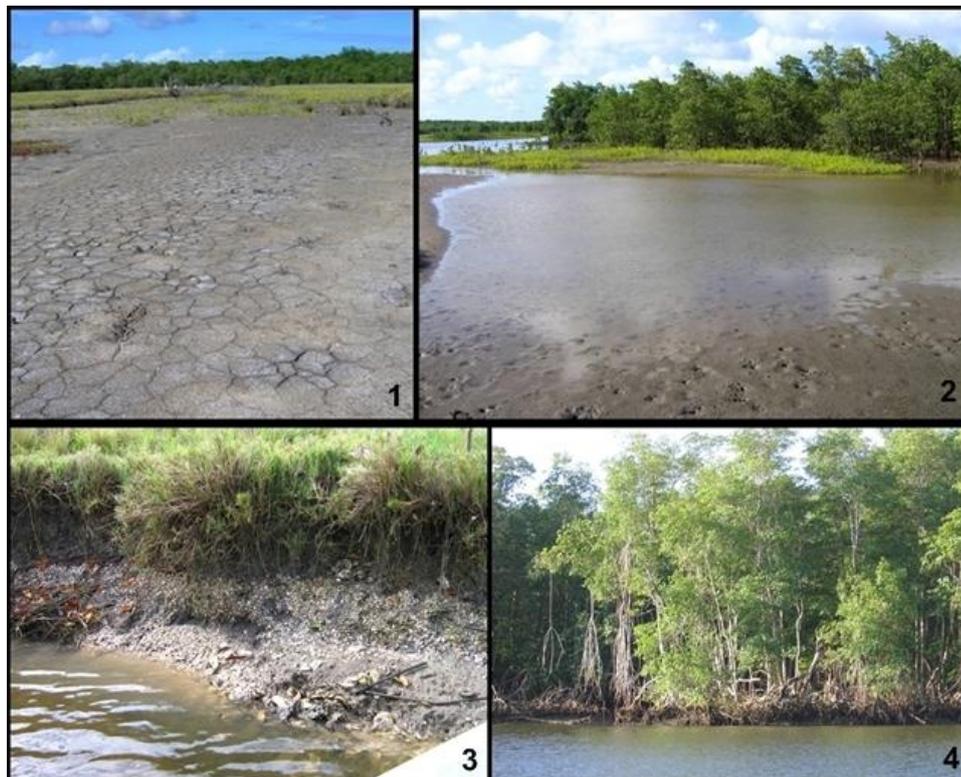
A coleta de cada amostra consistiu na extração do primeiro centímetro superficial do sedimento a partir de diversos locais distribuídos em uma área de cerca de 1m². Portanto, cada amostra foi composta por sub-amostras. O material colhido foi acondicionado em frascos plásticos. Cada ponto amostral foi descrito em caderneta de campo e fotodocumentado; sua coordenada em UTM foi registrada (Tabela 1) sendo a salinidade da água do local medida no momento da coleta por meio de um refratômetro ótico e classificada de acordo com o Simpósio de Veneza, 1959 (Tabela 2).

Figura 3. Localização dos pontos de coleta das amostras.



Fonte da imagem: <http://br.bing.com/maps> , 2013.

Figura 4. Fotos representativas de ambientes da área de estudo. 1 e 2: Aspectos da zona de supra-maré (apicum) no alto estuário, nas proximidades dos pontos 1 e 2. 3. Sambaqui na margem oposta ao ponto 3; 4. Margem de manguezal dominada por *Rhizophora mangle* no meso-estuário.



Fonte: Fotos obtidas no trabalho de campo realizado em 2006.

Tabela 1. Coordenadas geográficas (UTM) dos pontos de coleta de amostras.

| Ponto | X | Y |
|-------|--------|---------|
| 1 | 266651 | 9292590 |
| 2 | 266651 | 9292590 |
| 3 | 266624 | 9292280 |
| 4 | 266624 | 9292280 |
| 5 | 268580 | 9294514 |
| 6 | 270551 | 9295070 |
| 7 | 271636 | 9295876 |
| 8 | 271117 | 9297518 |
| 9 | 272813 | 9299668 |
| 10 | * | * |

* Dado não disponível.

Tabela 2. Classificação das águas baseada nos valores de salinidade de acordo com o Simpósio de Veneza, 1959 (*apud* CLOSS, 1962).

| Salinidade (‰) | Classificação | |
|----------------|---------------|------------------|
| > 40 | | Água Hiperhalina |
| 40 – 30 | | Água Euhalina |
| 30 – 18 | Polihalina | |
| 18 – 5 | Mesohalina | Água Mixohalina |
| 5 – 0,5 | Oligohalina | |
| < 0,5 | | Água doce |

4.2 Procedimentos laboratoriais

No Laboratório de Sedimentologia do Departamento de Geologia Aplicada, do IGCE (Unesp – Rio Claro), as amostras foram homogeneizadas e de cada uma extraiu-se 10 g de sedimento. Essa porção foi lavada em peneira com malha de 63 μm , para eliminar argila e silte, e o material retido na peneira foi separado em quatro frações iguais (quarteadas), armazenadas em frascos com álcool etílico 70%. Neste estudo, não foi utilizada nenhuma técnica para distinguir os organismos vivos dos mortos no momento da coleta, apresentando resultados referentes à fauna total.

A triagem das tecas foi realizada no Laboratório de Análises Microbióticas e Micropaleontológicas (LAM) do UNESPetro – Centro de Geociências Aplicadas ao Petróleo. Este processo foi feito com o material úmido, com auxílio de um pincel de pêlo de marta nº 000, utilizando-se dos estereomicroscópios Leica MZ12 e ZEISS Discovery.V12, com aumento variando entre 30 e 100x. As tecas encontradas foram acondicionadas em slides próprios para microfósseis, chamados *plummer slides*. Buscou-se separar ao menos 100 indivíduos por amostra, tamanho amostral

suficiente para garantir que as espécies com pelo menos 5% de abundância relativa estejam representadas (PATTERSON & FISHBEIN, 1989; FATELA & TABORDA, 2002); tal quantidade é adequada quando se trabalha com foraminíferos de manguezais (SEMENSATTO-JR, 2006).

A identificação taxonômica das tecas foi realizada com base em literatura específica (e.g. BOLTOVSKOY, 1980; LOEBLICH & TAPPAN, 1988; BRÖNNIMANN et al., 1992), incluindo um atlas de foraminíferos textulariinos de manguezais brasileiros elaborado no LAM – UNESPetro. Algumas tecas, principalmente de espécies mais representativas, foram selecionadas para obtenção de imagens no microscópio eletrônico de varredura (modelo EVO MA15 da Zeiss, detector VPSE G3), no Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura – LMEV – UNESPetro.

4.3 Análise de dados

Após a etapa de identificação dos táxons, elaborou-se uma tabela contendo os dados de abundância absoluta e a riqueza de espécies para cada amostra. Para os cálculos de diversidade, utilizou-se o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'):

$$H' = -\sum p_i \cdot \ln p_i \quad (1)$$

onde p_i representa a porção da i -ésima espécie na amostra e \ln é o logaritmo natural (base e).

É possível calcular a equitatividade, que é a medida da homogeneidade da distribuição das abundâncias, usada para descrever como os indivíduos estão divididos entre as espécies, ou seja, quanto maior a dominância de uma espécie, menor o valor de equitatividade (MURRAY, 2006). Para isso, utilizaram-se as seguintes fórmulas (MAGURRAN, 1988):

$$J' = H' / H_{\text{máx}} = H' / \ln S \quad (2)$$

em que H' é obtido pela equação 1, e S representa a riqueza de espécies de uma amostra.

Para analisar a similaridade entre as amostras, utilizou-se o índice de Bray-Curtis (1-B), cujo índice varia de 0 para 1 quanto mais similares forem as amostras. Os dados de similaridade foram utilizados em uma Análise Hierárquica de Agrupamento como a medida de distância entre os pontos, para definir diferentes grupos que se formam com base na estrutura das comunidades e relacioná-los com as demais variáveis ambientais, com o objetivo de delimitar *ecofácies* (compartimentos espaciais definidos por um conjunto de características bióticas e abióticas particulares), de acordo com a proposta de SEMENSATTO-JR. (2006). As análises foram feitas com o auxílio do software livre PAST (HAMMER et al., 2001).

5 RESULTADOS & DISCUSSÃO

5.1 Dados abióticos

De acordo com a salinidade, a área estudada pôde ser dividida em quatro sub-ambientes: hiperhalino, mesohalino, polihalino e euhalino (Tab. 3). O ponto 1, hiperhalino, se localiza na zona de supramaré, inundada apenas por marés de sizígia, onde a exposição ao sol faz com que ocorra evaporação da água e o conseqüente aumento na concentração de sais sobre o sedimento. Não foi possível verificar a salinidade do ponto 2, mas se encontra em área alta da zona entre-marés, nas cercanias do apicum (supra-maré). Os pontos 3 e 4, na região do alto curso do Rio Curimataú, apresentaram salinidade 7‰, sendo portanto mesohalinos. Os pontos 5, 6 e 7 são classificados como polihalinos pois tiveram a variação de salinidade entre 21 e 25‰; estes se localizam no médio curso do rio. Os pontos 8, 9 e 10 encontram-se em uma região com maior influência da água do mar, com a salinidade variando de 31 a 35‰, e são euhalinos. No momento da coleta, apenas o ponto 3 encontrava-se submerso. A classificação granulométrica do sedimento derivou de percepção manual/visual no momento da coleta das amostras.

Tabela 3. Pontos de coleta; sub-ambientes; valores de salinidade; classificação das águas e tipo de sedimento. * Dado não disponível.

| Ponto | Sub-ambientes | Salinidade | Classificação | Sedimento | |
|-------|----------------|---------------------|---------------|-------------|--------------|
| 1 | Alto estuário | Supra-maré (apicum) | 42 | Hiperhalino | Lama |
| 2 | | Entre-marés | * | - | Areia lamosa |
| 3 | | | 7 | Mesohalino | Lama |
| 4 | | | 7 | | |
| 5 | 21 | | Polihalino | | |
| 6 | 25 | | | | |
| 7 | 25 | | | | |
| 8 | Baixo estuário | | 31 | Euhalino | Lama arenosa |
| 9 | | | 31 | | Lama |
| 10 | | | 35 | | Areia |

5.2 Dados bióticos

No total, foram triadas 1075 tecas de foraminíferos. Foram reconhecidos 25 gêneros e 40 espécies, todas de hábito bentônico (Tab. 4). Como não foi utilizada nenhuma técnica de diferenciação entre indivíduos vivos e mortos no momento da coleta, estes dados representam a fauna total. As espécies encontradas provêm das subordens Textulariina, Miliolina, Rotaliina e Allogromiina, sendo que desta última apenas um indivíduo foi constatado.

A Tabela 5 mostra as espécies dominantes em cada um dos principais sub-ambientes do manguezal do estuário do Rio Curimataú – RN. Fica claro que nas áreas de supra-maré (apicum) e nas bordas dos canais do alto e meso-estuário dominam, amplamente, os foraminíferos aglutinantes (Textulariina), sendo notável a ausência de formas calcárias. Já o baixo estuário, em que a massa d'água é “mais marinha”, apresenta um forte domínio de foraminíferos calcários hialinos (Rotaliina); formas aglutinantes são coadjuvantes, exceto *Ammotium morenoi* na localidade 12; este fato deve ter relação com a granulometria do sedimento. A localidade 13B nitidamente revela uma associação biótica litorânea de mar aberto; ali, apenas tecas calcárias foram encontradas, algumas em processo de dissolução, o não permitiu a identificação em nível de espécie; a classificação foi feita apenas em nível de gênero para a maioria das tecas.

Tabela 4. Espécies registradas no complexo estuarino do Rio Curimataú-RN e sua abundância relativa (em negrito os valores mais altos). N refere-se ao total de tecas triadas por ponto. Riqueza (S), índices de diversidade (H') e equitatividade (J') também apresentados.

| Espécies de foraminíferos | Pontos de coleta | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| <i>Ammoastuta</i> sp. | . | . | . | 0,02 | . | 0,01 | . | . | . | . |
| <i>Ammoastuta inepta</i> | . | . | . | 0,03 | 0,01 | 0,02 | . | . | 0,02 | . |
| <i>Ammoastuta salsa</i> | . | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,04 | 0,06 | . | . | . |
| <i>Ammobaculites exiguus</i> | 0,01 | . | . | . | 0,01 | . | 0,01 | . | 0,01 | . |
| <i>Ammodiscus</i> sp. | . | . | 0,03 | 0,02 | 0,10 | 0,12 | 0,16 | . | 0,01 | . |
| <i>Ammonia</i> sp. | . | . | . | . | . | . | . | 0,18 | 0,03 | 0,06 |
| <i>Ammonia parkinsoniana</i> | . | . | . | . | . | . | . | 0,09 | 0,25 | 0,02 |
| <i>Ammonia tepida</i> | . | . | . | . | . | . | . | 0,55 | 0,37 | 0,44 |
| <i>Ammotium</i> sp. | 0,03 | . | . | . | . | . | . | . | 0,02 | . |
| <i>Ammotium angulatum</i> | 0,01 | . | 0,01 | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Ammotium cassis</i> | 0,07 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 0,12 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | . |
| <i>Ammotium morenoi</i> | 0,44 | 0,31 | 0,03 | 0,01 | 0,11 | 0,04 | 0,01 | . | 0,10 | . |
| <i>Ammotium pseudocassis</i> | . | . | . | 0,02 | 0,06 | . | . | . | 0,01 | . |
| <i>Ammotium salsum</i> | 0,44 | 0,11 | 0,01 | 0,11 | 0,12 | 0,01 | 0,02 | . | 0,02 | . |
| <i>Arenoparrella mexicana</i> | . | 0,03 | 0,25 | 0,25 | 0,27 | 0,31 | 0,43 | . | 0,03 | . |
| <i>Blysmasphaera brasiliensis</i> | . | . | . | . | . | 0,01 | . | . | . | . |
| <i>Bolivina</i> sp. | . | . | . | . | . | . | . | 0,04 | . | 0,01 |
| <i>Bolivina translucens</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 0,02 |
| <i>Brizalina striatula</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 0,01 |
| <i>Caronia</i> sp. | . | . | . | . | 0,03 | . | 0,01 | . | . | . |
| <i>Elphidium gunteri</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 0,01 |
| <i>Elphidium excavatum</i> | . | . | . | . | . | . | . | 0,06 | . | 0,01 |
| <i>Fursenkoina</i> sp. | . | . | . | . | . | . | . | 0,02 | . | . |
| <i>Glomospira gordialis</i> | . | . | . | 0,02 | . | 0,01 | 0,01 | . | 0,01 | . |
| <i>Haynesina germanica</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 0,36 |
| <i>Haplophragmoides wilberti</i> | . | . | 0,01 | 0,02 | . | 0,01 | 0,03 | . | 0,01 | . |
| <i>Jadammina macrescens</i> | . | . | . | . | . | 0,16 | . | . | 0,01 | . |
| <i>Jadammina polystoma</i> | . | 0,02 | 0,01 | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Miliammina fusca</i> | 0,01 | 0,47 | 0,57 | 0,33 | 0,08 | 0,05 | . | . | . | . |
| <i>Monotalea salsa</i> | . | . | . | 0,01 | . | 0,01 | 0,01 | . | . | . |
| <i>Quinqueloculina</i> sp.1 | . | . | . | . | . | . | . | 0,01 | . | 0,02 |
| <i>Quinqueloculina</i> sp.2 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 0,01 |
| <i>Quinqueloculina costata</i> | . | . | . | . | . | . | . | 0,01 | . | 0,01 |
| <i>Quinqueloculina seminulum</i> | . | . | . | . | . | . | . | 0,01 | . | 0,01 |
| <i>Rotaliammina</i> sp. | . | . | . | . | . | 0,01 | . | . | . | . |
| <i>Siphotrochamina</i> sp. | . | . | . | 0,01 | 0,01 | . | . | . | . | . |
| <i>Textularia earlandi</i> | . | . | . | . | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | . |
| <i>Tiphotrocha comprimata</i> | . | . | . | 0,02 | . | 0,01 | 0,01 | . | . | . |
| <i>Trochammina inflata</i> | . | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,09 | 0,16 | . | 0,04 | . |
| <i>Warrenita palustris</i> | . | . | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | . | . | . |
| Total (N) | 101 | 118 | 102 | 130 | 105 | 105 | 112 | 102 | 105 | 95 |
| Riqueza de espécies (S) | 7 | 8 | 12 | 17 | 15 | 19 | 15 | 11 | 17 | 13 |
| Diversidade de Shannon (H') | 1,15 | 1,36 | 1,36 | 2,1 | 2,32 | 2,74 | 1,86 | 1,5 | 2 | 1,48 |
| Equitatividade (J') | 0,59 | 0,66 | 0,55 | 0,74 | 0,82 | 0,77 | 0,69 | 0,63 | 0,70 | 0,58 |

Tabela 5. Sub-ambientes e espécies dominantes.

| Sal ‰ | Pontos | Sub-ambientes | Espécies dominantes ($\geq 10\%$) |
|-------|-----------------|------------------------------|--|
| 42 | 1 ¹ | Apicum (supra-maré) | <i>Ammotium morenoi</i> , <i>Ammotium salsum</i> |
| * | 2 ² | Alto estuário (entre-marés) | <i>Miliammina fusca</i> , <i>A. morenoi</i> , <i>A. salsum</i> |
| 7 | 3 ³ | | <i>M. fusca</i> , <i>Arenoparrella mexicana</i> |
| 7 | 4 | | <i>M. fusca</i> , <i>A. mexicana</i> , <i>A. salsum</i> |
| 21 | 5 | Meso-estuário (entre-marés) | <i>A. mexicana</i> , <i>A. salsum</i> , <i>A. cassis</i> , <i>A. morenoi</i> , <i>Ammodiscus</i> sp. |
| 25 | 6 | | <i>A. mexicana</i> , <i>Jadammina macrescens</i> , <i>Ammodiscus</i> sp. |
| 25 | 7 | | <i>A. mexicana</i> , <i>Ammodiscus</i> sp., <i>Trochammina inflata</i> |
| 31 | 8 | Baixo estuário (entre-marés) | <i>Ammonia tepida</i> , <i>Ammonia</i> sp. |
| 31 | 9 | | <i>A. tepida</i> , <i>Ammonia parkinsoniana</i> , <i>A. morenoi</i> |
| 35 | 10 ⁴ | | <i>A. tepida</i> , <i>Haynesina germânica</i> |

¹vegetação herbácea; ²sob *Laguncularietum* baixo (arbustos menores que 5m de altura);

³topograficamente logo abaixo do ponto 4, cuja amostra foi coletada na borda do canal adjacente a *Laguncularietum*; ⁴sob *Conocarpus erectus*, área elevada da zona entre-marés. As amostras 5 a 9 foram coletadas em margens dominadas por *Rhizophora mangle*. *Dado não disponível.

5.3 Estampas

Estampa 1

- **Foraminíferos aglutinantes**

FOTO 1 – *Ammotium cassis* – vista lateral

FOTO 2 – *Ammotium salsum* – vista lateral

FOTO 3 – *Ammotium morenoi* - vista lateral

FOTO 4 – *Arenoparrella mexicana* – vista ventral

FOTO 5 – *Arenoparrella mexicana* – vista dorsal

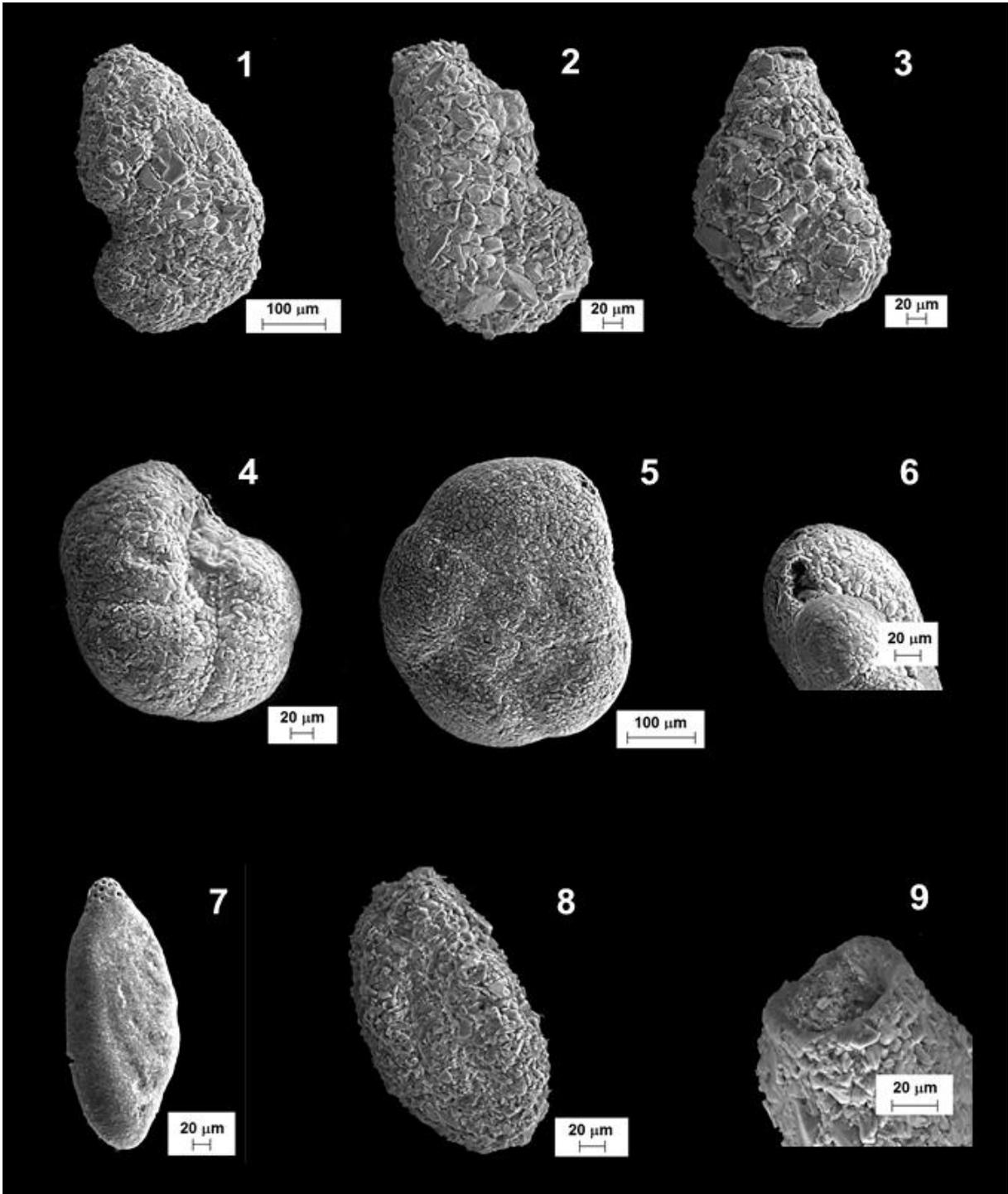
FOTO 6 – *Arenoparrella mexicana* – detalhe da região da abertura

FOTO 7 – *Ammoastuta salsa* – vista lateral

FOTO 8 – *Miliammina fusca* – vista lateral

FOTO 9 – *Miliammina fusca* – detalhe da região da abertura

Estampa 1



Fonte: imagens obtidas por Hermes Dias-Brito no LMEV (Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura).

Estampa 2

FOTO 1 – *Ammodiscus* sp. – vista lateral

FOTO 2 – *Haplophragmoides wilberti* – vista lateral

FOTO 3 – *Textularia earlandi* – vista lateral

FOTO 4 – *Warrenita palustris* – vista lateral

- **Foraminíferos calcários**

FOTO 5 – *Ammonia tepida* – vista dorsal

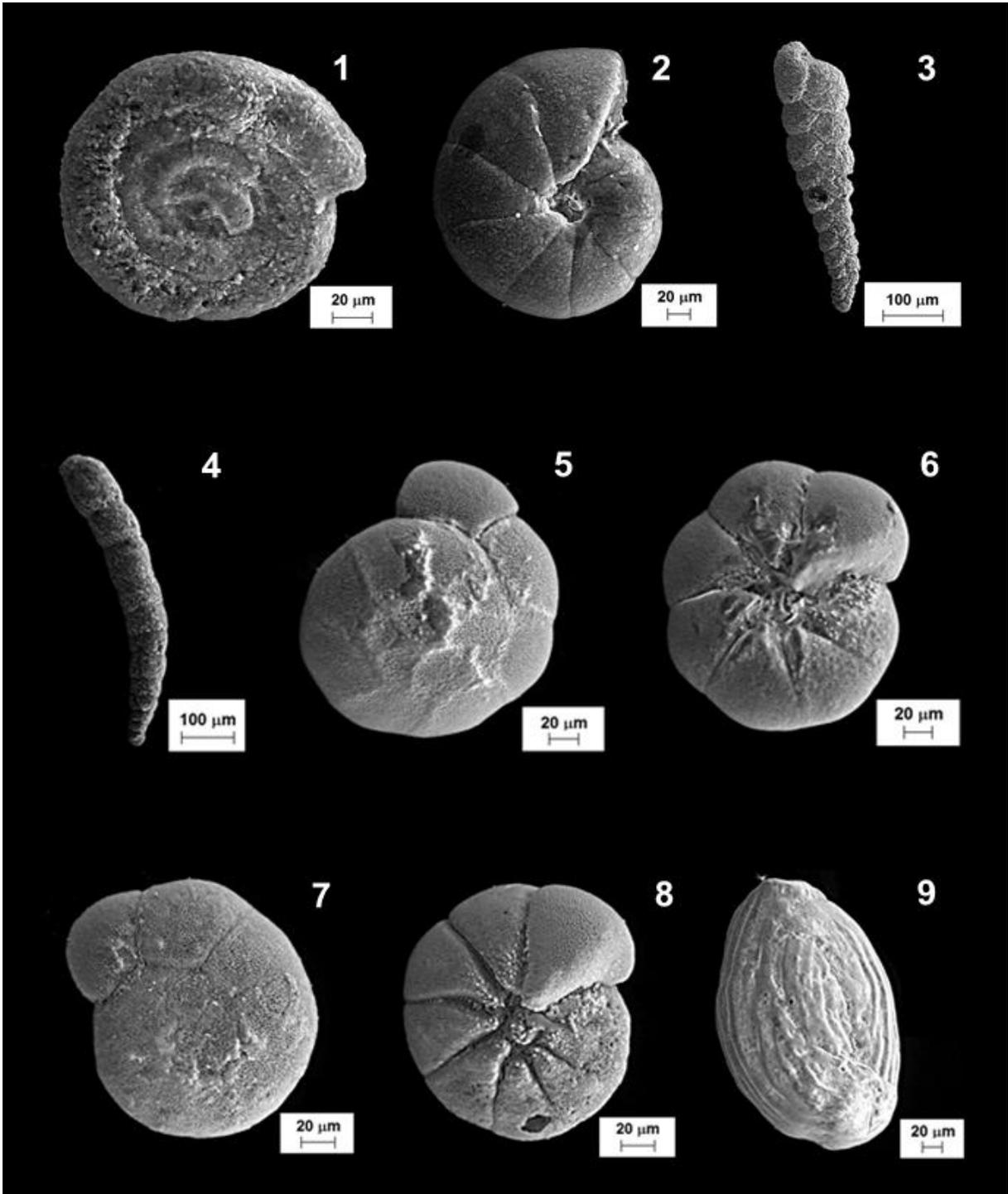
FOTO 6 – *Ammonia tepida* – vista ventral

FOTO 7 – *Ammonia parkinsoniana* – vista dorsal

FOTO 8 – *Ammonia parkinsoniana* – vista ventral

FOTO 9 – *Quinqueloculina* sp. – vista lateral

Estampa 2



Fonte: imagens obtidas por Hermes Dias-Brito no LMEV (Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura).

5.4 Ecofácies

Com base na associação de espécies de foraminíferos, quatro diferentes ecofácies podem ser definidas, no sentido do alto estuário para o baixo estuário:

- a) Ecofácies *Ammotium* spp. , formada apenas pela amostra 1;
- b) Ecofácies *Miliammina fusca*, que reúne as amostras 2 a 4;
- c) Ecofácies *Arenoparrella mexicana*, que reúne as amostras 5, 6 e 7;
- d) Ecofácies *Ammonia* spp., formado pelas amostras 8 a 10.

Essa divisão pode ser verificada no dendrograma elaborado com todas as amostras, utilizando o nível de corte de 0,47 de similaridade (Fig. 5).

A ecofácies *Ammotium* spp., compreende apenas a amostra 1 e localiza-se em uma área de apicum, ambiente hiperhalino; *Ammotium morenoi* e *A. salsum*, as espécies dominantes, aparecem em igual abundância. *Ammotium cassis* representa 7% das tecas triadas, enquanto outras espécies presentes no local como *M. fusca* e *Ammotium angulatum* têm abundâncias baixíssimas, cerca de 1%. Essa ecofácies apresenta o segundo menor valor de equitatividade (0,591) entre todas as amostras, refletindo a dominância e *A. morenoi* e *A. salsum*.

A ecofácies *Miliammina fusca* congrega as amostras 2, 3 e 4. Nota-se que as condições ambientais de cada amostra são diferentes; a amostra 2 ainda encontra-se adjacente a uma área de apicum; a amostra 3 foi coletada sob a água em margem deposicional do manguezal, enquanto a amostra 4 foi coletada na mesma margem da anterior, alguns metros acima e em sedimento exposto. Em todas as amostras a espécie dominante é *M. fusca*, seguida por *A. morenoi* no ponto 2 e por *A. mexicana* nos demais pontos. A presença de *M. fusca* pode indicar forte input de água doce (DALMORA & DIAS-BRITO, 2006), e justamente nos pontos 3 e 4 a água apresenta salinidade 7‰ (oligohalina). Em um estudo feito no Paraná por Disaró et al. (1999), *M. fusca* foi a espécie mais abundante tanto em setores polihalinos, como mesohalinos e oligohalinos, o que mostra a característica euritópica dessa espécie. No Estado do Rio de Janeiro, Laut et al. (2011) também encontraram associações de foraminíferos em que *M. fusca* era a espécie dominante, seguida por *A. salsum*, *A. mexicana*, *Siphotrochammina lobata* e *T. inflata*.

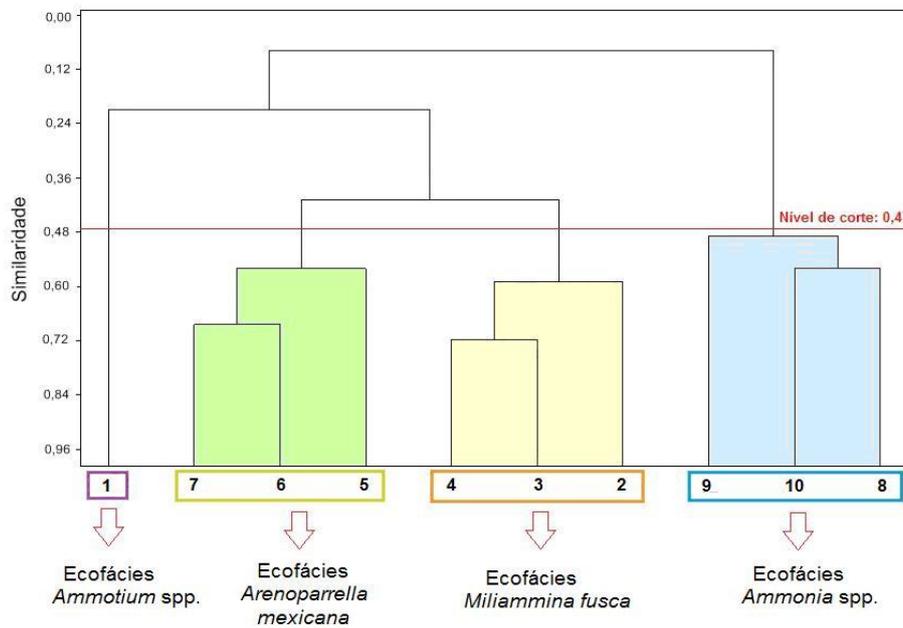
A ecofácies *Arenoparrella mexicana* abrange as amostras 5, 6 e 7, todas coletadas em sedimento lamoso, sob *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), e com

salinidade polihalina nos canais adjacentes. A amostra 7 foi a que apresentou maior riqueza de espécies e maior diversidade ($S=19$ e $H'= 2,74$), seguindo a tendência de que a diversidade aumenta quando se aproxima do oceano. *A. mexicana* também é uma espécie que ocorre em marismas ou manguezais de salinidade baixa a alta (SCOTT & MEDIOLI, 1980).

Na ecofácies *Ammonia* spp., que compreende os pontos 8, 9 e 10, a composição de espécies muda: nos pontos anteriores as espécies eram exclusivamente aglutinantes, e esta ecofácies apresenta dominância de indivíduos de tecas calcárias. A espécie mais abundante em todos os pontos foi *Ammonia tepida*, destacando-se também *Ammonia parkinsoniana* e indivíduos do gênero *Elphidium* em densidades mais baixas, além da espécie *Haynesina germanica*, que foi encontrada apenas no ponto 10. Essa mesma composição de espécies foi encontrada na Guiana Francesa por Debenay et al. (2002). Horton et al. (2003) relatou que diversos foraminíferos calcários com *A. tepida*, e os gêneros *Quinqueloculina* e *Elphidium* dominam a borda de manguezais colonizados por *Rhizophora* ou bancos de lama não vegetados. A amostra 9 apresentou como segunda espécie mais abundante a *A. parkinsoniana*, mas também apresentou indivíduos aglutinantes como *A. morenoi*, *A. cassis*, *A. mexicana* e *T. inflata*. A presença dessas espécies pode ser devido ao fato do local se tratar de uma margem deposicional, onde a energia do fluxo de água é menor.

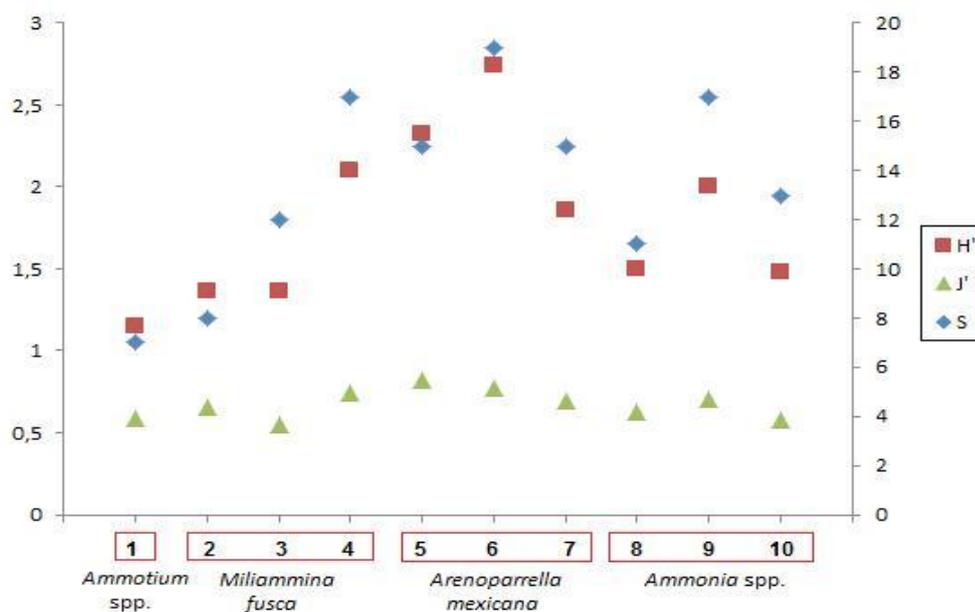
Aspecto relevante a considerar é a queda registrada nos valores de J' , H' e S da ecofácies *Ammonia* spp. em relação à ecofácies *Arenoparrella mexicana* (Fig. 6). Interpreta-se este fato como ligado à granulometria dos sedimentos: a presença de areia nos pontos 8 e 10, traduzida como sedimentos mais pobres em nutrientes, estaria na base da queda comentada.

Figura 5. Dendrograma das ecofácies com o nível de corte em 0,47. Elas refletem quatro compartimentos espaciais designados por suas associações dominantes: *Ammotium* spp.; *Arenoparrella mexicana*; *Miliammina fusca* e *Ammonia* spp.



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 6. Gráfico com os valores de riqueza (S), diversidade de Shannon-Wiener (H') e equitatividade (J') para cada amostra. A escala da direita refere-se aos valores de S e a da esquerda aos de J' e H'.



Fonte: elaborado pela autora.

6 SISTEMÁTICA

Ordem FORAMINIFERIDA Eichwald, 1830

Subordem ALLOGROMIINA Loeblich & Tappan, 1961

Superfamília LAGYNACEA Schultze, 1854

Família LAGYNIDAE Schultze, 1854

Subfamília BLYSMASPHAERINAE Brönnimann, 1988

Gênero *Blysmasphaera* Brönnimann, 1988

Blysmasphaera brasiliensis Brönnimann, 1988

Subordem TEXTULARIINA Delage & Hérouard, 1896

Superfamília AMMODISCACEA Reuss, 1862

Família AMMODISCIDAE Reuss, 1862

Subfamília AMMODISCINAE Reuss, 1862

Gênero *Ammodiscus* Reuss, 1862

Ammodiscus sp.

Subfamília AMMOVERTILLININAE Saidova, 1981

Gênero *Glomospira* Rzehak, 1885

Glomospira gordialis Jones & Parker, 1860

Superfamília HORMOSINACEA Haeckel, 1894

Família HORMOSINIDAE Haeckel, 1894

Subfamília CUNEATINAE Loeblich & Tappan, 1984

Gênero *Warrenita* Loeblich & Tappan, 1984

Warrenita palustris Warren, 1957

Superfamília LITUOLACEA de Blainville, 1827

Família HAPLOPHRAGMOIDIDAE Maync, 1952

Gênero *Haplophragmoides* Cushman, 1910

Haplophragmoides wilberti Andersen, 1953

Família LITUOLIDAE de Blainville, 1827

Subfamília AMMOASTUTINAE Loeblich & Tappan, 1984

Gênero *Ammoastuta* Cushman & Brönnimann, 1948

Ammoastuta inepta Cushman & McCulloch, 1939

Ammoastuta salsa Cushman & Brönnimann, 1948

Subfamília AMMOMARGINULININAE Podobina, 1978

Gênero *Ammobaculites* Cushman, 1910

Ammobaculites exiguus Cushman & Brönnimann, 1948

Gênero *Ammotium* Loeblich & Tappan, 1953

Ammotium angulatum Brönnimann, Whittaker & Zaninetti, 1992

Ammotium cassis Parker, 1870

Ammotium morenoi Acosta, 1940

Ammotium pseudocassis Cushman & Brönnimann, 1948

Ammotium salsum Cushman & Brönnimann, 1948

Superfamília RZEHAKINACEA Cushman, 1933

Família RZEHAKINIDAE Cushman, 1933

Gênero *Miliammina* Heron-Allen & Earland, 1930

Miliammina fusca Brady, 1870

Superfamília TEXTULARIACEA Ehrenberg, 1838

Família TEXTULARIIDAE Ehrenberg, 1838

Subfamília TEXTULARIINAE Ehrenberg, 1838

Gênero *Textularia* Defrance, 1824

Textularia earlandi Parker, 1952

Superfamília TROCHAMMINACEA Schwager, 1877

Família TROCHAMMINIDAE Schwager, 1877

Subfamília ARENOPARRELLINAE Saidova, 1981

Gênero *Arenoparrella* Andersen, 1951

Arenoparrella mexicana Kornfeld, 1931

Subfamília CARONIIDAE Brönnimann, Whittaker & Zaninetti, 1992

Gênero *Caronia* Brönnimann, Whittaker & Zaninetti, 1992

Caronia exilis (Cushman & Brönnimann, 1948)

Subfamília JADAMMININAE Saidova, 1981

Gênero *Jadammina* Bartenstein & Brand, 1938

Jadammina polystoma Bartenstein & Brand, 1938

Jadammina macrescens Brady, 1870

Subfamília MONOTALEINAE Brönnimann, Whittaker & Zaninetti, 1992

Gênero *Monotalea* Brönnimann, Whittaker & Zaninetti, 1992

Monotalea salsa Brönnimann, Whittaker & Zaninetti, 1992

Subfamília ROTALIAMMININAE Saidova, 1981

Gênero *Siphotrochammina* Saunder, 1957

Siphotrochammina lobata Saunders, 1957

Gênero *Tiphotrocha* Saunders, 1957

Tiphotrocha comprimata Cushman & Brönnimann, 1948

Subfamília TROCHAMMININAE Schwager, 1877

Gênero *Trochammina* Parker & Jones, 1859

Trochammina inflata Montagu, 1808

Gênero *Rotaliammina* Cushman, 1924

Rotaliammina sp.

Subordem MILIOLINA Delage & Hérouard, 1896

Superfamília MILIOLACEA Ehrenberg, 1839

Família HAUERINIDAE Schwager, 1876

Subfamília HAUERININAE Schwager, 1876

Gênero *Quinqueloculina* d'Orbigny, 1826

Quinqueloculina costata d'Orbigny, 1878

Quinqueloculina seminulum Linné, 1767

Quinqueloculina sp. 1

Quinqueloculina sp. 2

Subordem ROTALIINA Delage & Hérouard, 1896

Superfamília BOLIVINACEA Glaessner, 1937

Família BOLIVINIDAE Glaessner, 1937

Gênero *Bolivina* d'Orbigny, 1839

Bolivina translucens Phleger & Parker, 1931

Gênero *Brizalina* Costa, 1856

Brizalina striatula Cushman, 1922

Superfamília FURSENKOINACEA Loeblich & Tappan, 1961

Família FURSENKOINIDAE Loeblich & Tappan, 1961

Gênero *Fursenkoina* Loeblich & Tappan, 1961

Fursenkoina sp.

- Superfamília NONIONACEA Schultze, 1854
 - Família NONIONIDAE Schultze, 1854
 - Subfamília NONIONINAE Schultze, 1854
 - Gênero *Haynesina* Banner & Culver, 1978
 - Haynesina germanica* Ehrenberg, 1840
- Superfamília ROTALIACEA Ehrenberg, 1839
 - Família ELPHIDIIDAE Galloway, 1933
 - Subfamília ELPHIDIINAE Galloway, 1933
 - Gênero *Elphidium* de Monfort, 1808
 - Elphidium excavatum* Terquem, 1876
 - Elphidium gunteri* Cole, 1931
 - Elphidium* sp.
- Família ROTALIIDAE Ehrenberg, 1839
 - Subfamília AMMONIINAE Saidova, 1981
 - Gênero *Ammonia* Brünnich, 1772
 - Ammonia parkinsoniana* d'Orbigny, 1839
 - Ammonia tepida* Cushman, 1926
- Superfamília TURRILINACEA Cushman, 1927
 - Família STAINFORTHIIDAE Reiss, 1963
 - Gênero *Hopkinsina* Howe & Wallace, 1932
 - Hopkinsina pacifica* Cushman, 1933

7 CONCLUSÕES

Registrou-se no estuário do Rio Curimataú – RN, onde se desenvolve vigoroso manguezal, foraminíferos das subordens Textulariina, Rotaliina, Miliolina e Allogromina, num total de 25 gêneros e 40 espécies. Nas áreas do alto e meso-estuário dominam foraminíferos textulariinos, enquanto que formas calcárias das subordens Rotaliina e Miliolina dominam no baixo estuário, onde a influência marinha é indiscutível.

Com a Análise Hierárquica de Agrupamento, foi possível compartimentar o ambiente em quatro segmentos: a) ecofácies *Ammotium* spp.; b) ecofácies *Miliammina fusca*; c) ecofácies *Arenoparrella mexicana* e d) ecofácies *Ammonia* spp. Tal compartimentação é coincidente com a fragmentação ambiental pela salinidade, o que mostra o quanto este parâmetro governa a distribuição microbiótica dos foraminíferos.

Considerando-se que a área de estudo passa, sazonalmente, por significativa alteração pluviométrica, é razoável supor que os compartimentos ambientais aqui reconhecidos se desloquem ao longo do ano, impondo rearranjos na distribuição espacial da microfauna. Na estação chuvosa, diferentemente do quadro aqui relatado (início da estação seca - coleta no mês de setembro), possivelmente há uma retração da ecofácies *Ammonia* spp. pela maior quantidade de água doce que desce pelo Rio Curimataú e seus afluentes; de outra parte, deve haver um reposicionamento das ecofácies *Arenoparrella mexicana* e *Miliammina fusca*.

Os dados obtidos neste estudo poderão servir para comparações com outros estuários tropicais, sejam eles preservados ou não. Considerando-se que o manguezal do Rio Curimataú acha-se relativamente pouco impactado, as informações aqui obtidas poderão ser referência para estudos que avaliem o grau de impacto ambiental a que está submetido um dado estuário. No que se refere propriamente ao estuário em análise, esta pesquisa pode oferecer subsídios para o seu monitoramento, com destaque para a compreensão da hidrodinâmica estuarina. Em caso de eventual derramamento de óleo neste litoral este estudo poderá servir para medir o grau de impacto a que o mesmo venha a ser submetido. No plano da investigação de bacias sedimentares, este trabalho oferece parâmetros para se reconhecer antigos estuários tropicais e detectar variações relativas do nível do mar.

REFERÊNCIAS

- ALVE, E. Benthic foraminiferal responses to estuarine pollution: A review. *Journal of Foraminiferal Research*, Washington, v. 25, n. 3, p. 190-203, 1995.
- ARMSTRONG, H. A.; BRASIER, M. D. *Microfossils*. 2nd ed. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2005. 305 p.
- BOLTOVSKOY, E.; GIUSSANI, G.; WATANABE, S.; WRIGHT, R. *Atlas of benthic shelf foraminifera of the Southwest Atlantic*. Dr. W. Junk bv Publishers, The Hague, 147p., 1980.
- BRÖNNIMANN, P.; WHITTAKER, J.E.; ZANINETTI, L. Brackish water foraminifera from mangrove sediments of southwestern Viti Levu, Fiji Islands, Southwest Pacific. *Revue de Paléobiologie*, v. 11, n.1, p.13-65, 1992.
- CLOSS, D. Foraminíferos e Tecamebas da Lagoa dos Patos (RS). *Boletim da Escola de Geologia de Porto Alegre*, n.11, 1-130, 1962.
- CULVER, S. J. *Fossil Prokaryotes and Protists*. Boston: Blackweel Scientific Publications, 352p., 1993.
- DALMORA, R.; DIAS-BRITO, D. Mangrove foraminifera from western Ilha do Cardoso, south São Paulo State, Brazil. FORAMS 2006. *Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ*. Vol. 29, n.1, p. 407, 2006.
- DEBENAY, J. P.; GUIRAL, D.; PARRA, M. Ecological factors acting on the microfauna in mangrove swamp. The case of foraminiferal assemblages in French Guiana. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 55, p. 509-533, 2002.
- DISARÓ, S.T.; KOUTSOUKOS, E.A.M; SERAFINI, L.Z. Foraminifera from mangrove ecosystems of Paranaguá Bay (SE, Brazil). Quaternary Micropaleontology: Ecological Studies and Paleoenvironmental Applications. *VII Brazilian Associations for Quaternary Studies (ABEQUA)*, Porto Seguro, 1999.
- DULEBA, W., DEBENAY, J.P. Hydrodynamic Circulation in the estuaries of Estação Ecológica Juréia-Itatins, Brazil, inferred from foraminifera and thecamoebian Assemblages. *Journal of Foraminiferal Research*, vol. 33, n.1, p.62-93, 2003.

FATELA, F.; TABORDA, R. Confidence limits of species proportions in microfossil assemblages. *Marine Micropaleontology*, v. 45, p. 169-174, 2002.

FERNANDES, R.C. *Diagóstico geoambiental com uso do geoprocessamento visando a determinação de potencialidades de uso do solo para a área estuarina do Rio Curimataú – Canguaretama (RN)*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2005.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN, P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, v. 4, n. 1, 9 p., 2001.

HAQ, B. U. & BOERSMA, A. *Introduction to marine micropaleontology*. Elsevier Science, 376p., 1998.

HORTON, B.P.; LARCOMBE, P.; WOODROFFE, S.A.; WHITTAKER, J.E.; WRIGHT, M.R.; WYNN, C. Contemporary foraminiferal distributions of a mangrove environment, Great Barrier Reef coastline, Australia: implications for sea-level reconstructions. *Marine Geology*, v. 198, p. 225-243, 2003.

LAUT, L.L.M.; SILVA, F.S.; FIGUEIREDO JR, A.G.; LAUT, VM. Assembléias de foraminíferos e tecamebas associadas a análises sedimentológicas e microbiológicas no delta do rio Paraíba do Sul, Rio de Janeiro, Brasil. *Pesquisa em Geociências*, v. 38, n. 3, p. 251-267, 2011.

LOEBLICH-Jr, A. R. & TAPPAN, H. *Foraminiferal genera and their classification*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988. 970p. + 212p., 847 pls.

MAGURRAN, A.E. *Ecological Diversity and Its Measurement*. London: Chapman and Hall, 1988. 179p.

MURRAY, J. W. *Ecology and Applications of Benthic Foraminifera*. New York: Cambridge University Press, 2006.

PATTERSON, R.T.; FISHBEIN, H. Re-examination of the statistical methods used to determine the number of points counts needed for micropaleontological quantitative research. *Journal of Paleontology*, v.63, n.2, p. 245-248, 1989.

SEMENSATTO-JR, D. L. *O sistema estuarino do delta do Rio São Francisco (SE): análise ambiental com base no estudo de foraminíferos e tecamebas*. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro. 223 p. 2006.

SCOTT, D.B.; MEDIOLI, F.S. Quantitative studies of marsh foraminifera distribution in Nova Scotia: implications for sea-level studies. *Journal of Foraminiferal Research (Special Publication)*, v. 17, p. 1-58, 1980

SOUZA, F. E. S. *Evolução morfodinâmica da região de influência estuarina do Rio Curimataú/RN, com ênfase nas alterações do ambiente deposicional de manguezal e a integração de geodados em SIG*. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2004.

YANKO, V.; KRONFELD, J.; FLEXER, A. Response of benthic foraminifera to various pollution sources: implications for pollution monitoring. *Journal of Foraminiferal Research*, v.24, n.1, p1-17, 1994.