

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus Rio Claro

**DISTRIBUIÇÃO DOS FORAMINÍFEROS RECENTES ASSOCIADOS
À VEGETAÇÃO NA FAIXA ESTUARINA DO RIO ITAPANHAÚ,
BERTIOGA, SÃO PAULO**

DUILIO PRADO MORENO

ORIENTADOR: Prof. Dr. DIMAS DIAS-BRITO

Dissertação de Mestrado elaborada junto
ao Programa de Pós-Graduação em
Geociências Área de Concentração em
Geologia Regional, para obtenção do
título de Mestre em Geociências.

Rio Claro (SP)
2004

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. MANGUEZAL	4
2.1. Características gerais	4
2.2. Flora dos manguezais	5
2.3. Manguezais (distribuição no Brasil e histórico)	6
3. FORAMINÍFEROS	10
3.1. Características gerais	10
3.2. Foraminíferos de áreas parálicas antigas e recentes: algumas informações	12
4. ÁREA DE ESTUDO	15
4.1. Aspectos climáticos	16
4.2. Origem da planície de Bertioga: aspectos geológicos e geomorfológicos	16
4.3. Caracterização do Bosque de mangue ao longo do rio Itapanhaú.	18
5. MATERIAIS E MÉTODOS	24
5.1. Pontos amostrados	24
5.2. Procedimentos na amostragem	27
5.3. Laboratório	28

5.3.1. Preparação das amostras	28
5.3.2. Triagem das amostras	29
5.3.3. Identificação, sistemática e documentação	30
5.3.4. Análise dos Dados	30
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6.1. Dados físico-químicos	32
6.2. Fitofácies ao longo do estuário do Rio Itapanhaú	34
6.3. Foraminíferos do Rio Itapanhaú: dados qualitativos e quantitativos	36
6.4. Biofácies de foraminíferos do Rio Itapanhaú	40
6.5. Foraminíferos em distintos setores do estuário	44
6.5.1. Foraminíferos em bancos de lama	44
6.5.2. Foraminíferos em bancos de lama com <i>Spartina</i> sp./ <i>Crinum</i> sp.	45
6.5.3. Foraminíferos em bancos de lama com <i>Scirpus</i> sp.	45
6.5.4. Foraminíferos encontrados no interior do manguezal na baixada santista e no Rio Itapanhaú	46
6.6. Alguns aspectos comparativos entre as associações de foraminíferos do estuário do Rio Itapanhaú e de outras zonas parálicas do Brasil.	47
6.7. Relação entre as biofácies de foraminíferos e fitofácies ao longo das margens estuarinas do Rio Itapanhaú	48
7. CONCLUSÕES	53
Referências	55
Estampas	61

Anexo	76
Anexo 1: Mapa de distribuição dos foraminíferos encontrados no Rio Itapanhaú	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localização do Rio Itapanhaú e da cidade de Bertioga	2
Figura 2: Distribuição global atual dos manguezais	4
Figura 3: Distribuição dos manguezais ao longo do litoral Brasileiro	6
Figura 4: Rota de dispersão dos propágulos no final do Oligoceno.	8
Figura 5: Detalhe do forâmen (e.g., <i>Elphidium</i> sp. coletado no Rio Itapanhaú).	10
Figura 6: A região demarcada indica o trecho estudado do Rio Itapanhaú	15
Figura 7: Perfil esquemático da sedimentação em Bertioga, destacando o Rio Itapanhaú.	17
Figura 8: Local de coleta do ponto 1 nas imediações de um <i>Rhizophoretum</i>	18
Figura 9: Local de coleta do ponto 2 (<i>Rhizophoretum</i>), jusante do Rio Itapanhaú.	19

Figura 10: Local de coleta do ponto 3 em meio a um <i>Avicennietum</i>	20
Figura 11: Local de coleta dos pontos 4A, 4B e 4C (<i>Rhizophoretum</i>).	21
Figura 12: Imediações de coleta das amostras 6A. Bancos de Lama colonizados por <i>Spartina</i> sp.	21
Figura 13: <i>Crinum</i> sp. sob <i>Laguncularietum</i> nas imediações do ponto 13.	22
Figura 14: Local de coleta da amostra 19 em banco de lama colonizado por <i>Crinum</i> sp. e <i>Scirpus</i> sp.	23
Figura 15: Local de coleta da amostra 22 em meio as macrófitas aquáticas.	23
Figura 16: Amostragem ao longo do Rio Itapanhaú	24
Figura 17: Perfil esquemático da coleta realizada no baixo estuário do Rio Itapanhaú.	25
Figura 18: Perfil esquemático da coleta realizada no alto curso do Rio Itapanhaú.	25
Figura 19: Distribuição das fitofácies nas margens estuarinas do Rio Itapanhaú.	35
Figura 20: Biofácies de foraminíferos no Rio Itapanhaú.	42

Figura 21: Superposição das biofácies de foraminíferos e fitofácies ao longo da faixa estuarina do Rio Itapanhaú.	50
Figura 22: Distribuição das biofácies de foraminíferos associados a vegetação na faixa estuarina do Rio Itapanhaú.	52

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Coordenadas geográficas dos pontos amostrados nos bancos de lama ao longo do Rio Itapanhaú.	26
Tabela 2: Coordenadas geográficas dos pontos amostrados nos bancos de lama colonizados por <i>Spartina</i> sp. e <i>Crinum</i> sp.	26
Tabela 3: Coordenadas geográficas dos pontos amostrados em lama colonizada por mangue.	26
Tabela 4: Coordenadas geográficas dos pontos amostrados nos bancos de lama colonizados por <i>Scirpus</i> sp.	27
Tabela 5: Tipos de água, segundo a salinidade.	32
Tabela 6: Dados físico-químicos da faixa estuarina do Rio Itapanhaú para o período amostrado.	34
Tabela 7: Distribuição das espécies de foraminíferos que ocupam os bancos de lama do estuário do Rio Itapanhaú.	44
Tabela 8: Distribuição das espécies de foraminíferos que ocupam bancos de lama colonizados por <i>Spartina</i> sp. e <i>Crinum</i> sp. ao longo do estuário do Rio Itapanhaú.	45
Tabela 9: Foraminíferos em bancos de lama colonizados por <i>Scirpus</i> sp.	46
Tabela 10: Foraminíferos aglutinantes encontrados em lamas colonizadas por mangue.	47

ÍNDICE DE QUADROS E GRÁFICO

Quadro 1: Mangue e vegetação cenozóica associada encontrada na região do Golfo do Caribe.	9
Quadro 2: Fórmulas das medidas de diversidade usadas no presente trabalho.	31
Quadro 3: Enquadramento sistemático dos foraminíferos encontrados no Rio Itapanhaú.	37
Quadro 4: Freqüência absoluta das espécies de foraminíferos encontradas no Rio Itapanhaú.	38
Quadro 5: Freqüência relativa das espécies de foraminíferos encontradas no Rio Itapanhaú.	39
Quadro 6: Valores de diversidade e equitatividade registrados nas biofácies I, II, III representando o baixo estuário do Rio Itapanhaú.	43
Quadro 7: Valores de diversidade e equitatividade da Biofácies IV, baixo estuário do Rio Itapanhaú.	43
Quadro 8: Valores de diversidade e equitatividade da Biofácies V, no médio alto curso do Rio Itapanhaú.	43
Gráfico 1: Valores de salinidade, da jusante à montante, na faixa estuarina do Rio Itapanhaú.	51

RESUMO

O presente trabalho tem a finalidade de estudar a distribuição dos foraminíferos no estuário do Rio Itapanhaú, Bertioga, São Paulo, objetivando em contribuir com o conhecimento de tal comunidade dentro do estuário. As águas intersticiais das lamas desse estuário, tiveram, em março de 2003, valores de salinidade variando de 30,5 a 2 e pH oscilando entre 7,54 e 4,62. A abundante microfauna de foraminíferos é representada por 27 gêneros e 29 espécies, sendo amplamente dominada por textulariinos (23 espécies). O Rio Itapanhaú foi dividido em cinco biofácies baseado nas espécies dominantes e subdominantes de foraminíferos: Biofácies I (*Ammonia* spp./*Elphidium* spp.); Biofácies II (*Arenoparrella mexicana*/*Haplophragmoides wilberti*/*Trochammina inflata*) e Biofácies III (*H. wilberti*/*Miliammina fusca*/*A. mexicana*); Biofácies IV (*M. fusca*/*H. wilberti*/*A. mexicana*), com valores de salinidade abaixo de 12, e Biofácies V (*Miliammina fusca*). No médio e alto estuário a diversidade e equitatividade de foraminíferos alcançam seus menores valores, refletindo o estresse desta comunidade ao grande volume de água doce. *Miliammina fusca* tem sua abundância gradativamente aumentada em direção à montante do estuário, associando-se a bancos de lama colonizados sucessivamente por vegetação de *Spartina* sp. *Crinum* sp. e *Scirpus* sp. A diversidade e equitatividade da comunidade de foraminíferos próxima ao oceano apresentam maiores valores. Relações biofaciológicas e fitofaciológicas permitem ver que enquanto o baixo estuário possui apenas uma fitofácies, segmentada em biofácies I, II, III e IV. Já no médio e alto estuário a situação é invertida, havendo praticamente apenas uma única biofácies de foraminíferos (Biofácies V). As biofácies de foraminíferos aqui reconhecida podem auxiliar estudos paleoecológicos e paleogeográficos e compreender a evolução da flora estuarina bem como a hidrodinâmica do estuário.

Palavras - chave: foraminíferos, estuário, hidrodinâmica, Rio Itapanhaú, manguezais, evolução.

ABSTRACT

This work has the purpose to study the foraminiferal zonation along the estuary of the Itapanhaú River, Bertioga, São Paulo, with the main goal to increase the knowledge of the foraminiferal community in the estuarine system. The interstitial water in the mud of this estuary, Bertioga-São Paulo, as well as the main channel's, had, in March 2003, salinity values between 30, 5‰ and 2‰ and pH between 7.54 and 4.62. The foraminifera microfauna is comprised by 27 genus and 29 species, where the Textulariina is the dominant suborder (23 species) along the estuary. The Itapanhaú River has been divided in five biofacies based in foraminifera dominant and subdominant species: Biofacies I (*Ammonia* spp./*Elphidium* spp.); Biofacies II (*Arenoparrella mexicana*/*Haplophragmoides wilberti*/*Trochammina inflata*); Biofacies III (*Haplophragmoides wilberti*/*Miliammina fusca*/*A. mexicana*); Biofacies IV (*M. fusca*/ *H. wilberti*/*A. mexicana*) with a salinity under 12‰ and Biofacies V (*Miliammina fusca*). In the middle and high estuary the diversity and equitability of the foraminiferal community show lower values, reflecting the stress of the system. *Miliammina fusca* has its abundance gradually increased in the direction of the spring of the river, associating itself to mud banks successively colonized by *Spartina* sp. *Crinum* sp. and *Scirpus* sp. vegetation. The diversity and equitability of the foraminiferal community increases at the low estuary near the ocean. The relationship between biofacies and phytofacies permits to conclude that there are four biofacies to one phytofacies in the low estuary of the Itapanhaú River. On the other hand, at the high estuary, there are four phytofacies to basically one biofacies, nearly the exactly the opposite feature found in the low one. The biofacies zonation of this study might be useful on paleoecological and paleogeographical studies to understand the evolution of the flora estuarine community and also to the hydrodynamic knowledge of the system.

Keywords: foraminifera, estuary, hydrodynamic, Itapanhaú River, mangrove, evolution.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas houve um notável crescimento no uso de foraminíferos em estudos ambientais, seja para auxiliar na compreensão da dinâmica de ecossistemas, seja para ajudar na identificação de áreas poluídas por esgotos domésticos ou de natureza industrial.

Os foraminíferos são organismos protistas dotados de uma carapaça ou teca calcária, silicosa ou aglutinada, que ocorrem no registro geológico ao longo de todo o Fanerozóico. Tais seres surgiram no Cambriano e possuem ampla distribuição no meio marinho atual, das faixas estuarinas às planícies abissais, ocorrendo abundantemente nas mais diferentes latitudes (CULVER, 1993).

Com relação aos foraminíferos que se distribuem nos sedimentos lamosos de manguezais, observa-se que eles possuem uma baixa riqueza de espécies, com alta densidade de indivíduos. Nestes habitats os foraminíferos aglutinantes dominam amplamente, devido aos baixos valores de pH registrados nas lamas ricas em matéria orgânica (BOLTOVSKOY, 1965).

Os foraminíferos que vivem nos manguezais são muito sensíveis à variação salina a que tal meio está submetido. Tal ecossistema que sofre influência diária da variação da maré, é marcada por valores diferentes de salinidades ao longo da faixa estuarina. Esses valores influenciam na distribuição espacial das espécies tanto na planície lamosa, quanto ao longo do canal. Portanto, em um determinado ponto próximo ao mar, a associação de foraminíferos adaptadas a tais condições físico-químicas apresenta um conjunto de características particulares. Quando por exemplo os valores de salinidade são menores, ou seja, num local com maior influência de água doce, o conjunto das espécies dominantes é diferente daquele do ponto próximo ao mar. Portanto, pela sua grande sensibilidade às variações do meio, os foraminíferos fornecem informações confiáveis sobre as condições do ambiente estuarino. A partir da análise do conteúdo microbiótico dos sedimentos de fundo, o meio estuarino pode ser segmentado em associações biofaciológicas. Em outras palavras, as biofácies, que representam compartimentos ambientais

definidos por uma determinada associação de foraminíferos, são elementos de grande importância para a compreensão da dinâmica dos ecossistemas parálicos.

Os foraminíferos estuarinos encontrados nos sedimentos lamosos recentes de manguezais são também registrados durante a história geológica, sendo importantes em estudos paleoecológicos e paleoambientais de antigas zonas estuarinas (e.g. Wall, 1976; Tappan e Loeblich, 1988; Wightman, 1990; Culver, 1991; Wightman et al, 1993; Radley, 1995; Scott et al, 2003).

Este trabalho focaliza o estuário do Rio Itapanhaú.

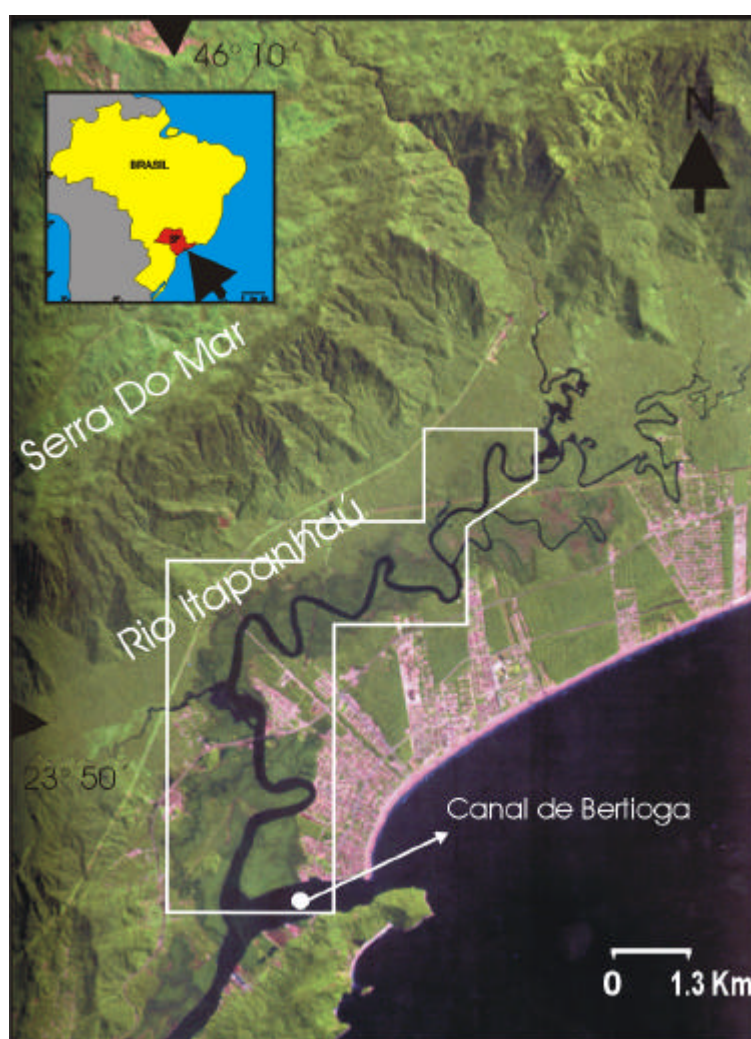


Figura 1: Imagem de satélite do Rio Itapanhaú e da cidade de Bertioga. A área demarcada refere-se ao trecho de estudo (AB´SABBER, 2003).

Os objetivos centrais desse estudo são:

- ?? reconhecer a distribuição de foraminíferos na faixa estuarina do Rio Itapanhaú, analisando o mapa de biofácies;
- ?? analisar a distribuição de foraminíferos associados à vegetação em distintos setores do estuário e através da superposição dos mapas;
- ?? levantar informações abióticas do estuário (qualidade da água intersticial e/ou do canal);
- ?? contribuir com os estudos ecológicos e paleoecológicos de foraminíferos de zonas estuarinas tropicais.

Dessa forma o presente trabalho possui aplicações em dois campos de conhecimento: auxilia na compreensão da hidroquímica e hidrodinâmica de estuários, podendo ser usado em estudos de diagnóstico e monitoramento ambiental, bem como constitui referência para os estudos paleoecológicos aplicados à análise de bacias sedimentares que contenham antigas fácies parálicas.

2. MANGUEZAL

2.1. Características gerais

Os manguezais desenvolvem-se em regiões parálicas tropicais e subtropicais protegida da ação das ondas e com baixa declividade, influenciadas concomitantemente por águas doces e marinhas (DAVIES, 1977) (Figura 2). Ainda segundo este autor, desenvolvem-se em deltas, planícies de maré, faixas estuarinas, entre outros, e chamam a atenção por sua vegetação halofílica típica. Em um ambiente de baixa energia como esse, estressante por natureza, o acúmulo de lamas, de origem siliciclástica ou carbonática, é favorecido.

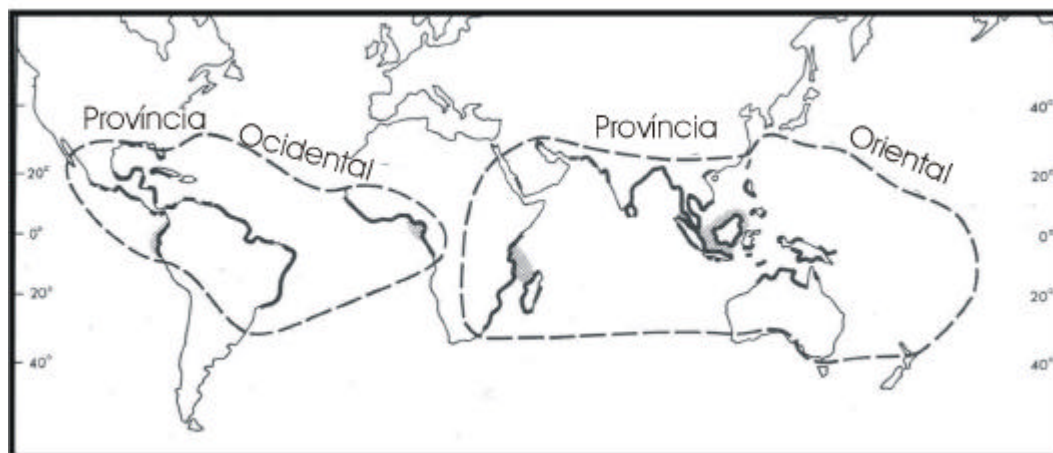


Figura 2: Distribuição global dos manguezais (WEST *apud* DAVIES, 1977).

No manguezal se acumulam uma série de detritos orgânicos de origem vegetal, principalmente vegetação de mangue. Tais detritos, chamados de serapilheira, são importante fonte de energia para as comunidades biológicas costeiras. A serapilheira pode permanecer no piso do bosque, onde se decompõe e/ou é consumida por detritívoros; pode ser exportada para fora do bosque, com a

lavagem diária que as lamas superficiais sofrem pela ação da variação da maré, sendo, então, decompostas em águas costeiras adjacentes (MENEZES, 1995).

A serapilheira é muito importante para a cadeia alimentar, servindo de alimento para os organismos consumidores como peixes e camarões. Tais organismos usam o manguezal como abrigo e criadouro, sendo este, portanto, um ecossistema importante para o setor pesqueiro. Alguns organismos (microfauna e macrofauna) vivem no manguezal durante todo o ciclo de vida, enquanto outros são visitantes regulares desse meio (MENEZES, 1995).

2.2. Flora dos manguezais brasileiros

O termo manguezal é aqui aplicado como referindo-se ao ecossistema como um todo, incluindo as espécies vegetais, animais e o ambiente físico-químico em que tais organismos estão inseridos. O termo mangue, por outro lado, restringe-se à vegetação halófila propriamente dita.

Existem 7 espécies de mangue encontradas no Brasil: *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *R. harrisonii*, *R. racemosa*, *Avicennia schaueriana* (mangue preto), *A. germinans*, *Laguncularia racemosa* (mangue branco) e *Conocarpus erecta* (mangue de botão). Entre os elementos da vegetação de mangue existem outras espécies de vegetais que também podem sobreviver no mesmo ecossistema como: *Hibiscus tiliaceus*, *Acrostichum aureum*, *Spartina brasiliensis* e *S. alterniflora* (SCHAEFER-NOVELLI, 1991).

A flora dos manguezais é composta por táxons que apresentam características fisiológicas adaptadas à um ecossistema que sofre influência constante da ação das marés. As plantas de mangue são adaptadas a excretarem o excesso de sal e, conseqüentemente, absorvem e retêm maior quantidade de água, minimizando, portanto, a concentração de sais no interior de suas células. Raízes aéreas possuem estruturas chamadas lenticelas, que permitem as trocas gasosas entre as plantas e a atmosfera. Outra adaptação observada na vegetação de mangue está relacionada à reprodução; a viviparidade garante uma maior resistência à salinidade, para que os propágulos, quando transportados pelas

águas, possam se fixar no substrato lamoso do manguezal e colonizarem outras regiões (COSTA, 1995).

2.3. Manguezais (distribuição no Brasil e histórico)

Os manguezais brasileiros ocupam quase todos os estados costeiros, com exceção do Rio Grande do Sul (Figura 3). Nesse último estado, as reentrâncias costeiras abrigadas têm as planícies lamosas colonizadas por *Spartina*, compondo o ecossistema dominado por marismas (e.g., certas áreas da Lagoa dos Patos). Na faixa litorânea do sul e sudeste brasileiro, os manguezais ocupam um trecho que se estende do Espírito Santo à Ilha de Santa Catarina (SCHAEFFER-NOVELLI, 1989).



Figura 3: Distribuição dos manguezais ao longo do litoral Brasileiro; adaptado de SANT'ANNA-NETO & WHATELY (1981) por SCHAEFFER-NOVELLI (1989), mod.

Os manguezais atuais se tornaram alvo de estudos em diversas áreas de pesquisa com diferentes propósitos, seja no âmbito de estudos de poluição, seja no levantamento de flora e fauna. A urbanização atual, por gerar esgotos domésticos, emissão de produtos químicos industriais, entre outros agentes impactantes como aterro e desmatamento, é responsável por grande parte da degradação nos manguezais, influenciando na estrutura e dinâmica de tal ecossistema.

Os manguezais brasileiros vêm sendo utilizados pelo homem desde tempos muito antigos, o que é indicado pela ocorrência de sambaquis associados a este ecossistema (SCHAEFFER-NOVELLI e CINTRON-MOLERO, 1999).

No final do século XVI, os europeus já exploravam os manguezais brasileiros e os utilizavam como fonte de lenha, carvão, para a pesca de peixes, crustáceos, moluscos e para a produção de sal. Com isso a degradação dos manguezais no Brasil, iniciou-se a partir da colonização européia e acelerou-se a partir da segunda guerra mundial (SCHAEFFER-NOVELLI e CINTRON-MOLERO, 1999).

Segundo Yokoka (1995), a flora dos manguezais provavelmente originou-se na região Indo-Pacífica. Tal hipótese está baseada na riqueza de espécies de mangues que é maior nesta região do que em relação ao Ocidente. A migração e colonização das plantas de mangue nos continentes teriam acompanhado as mudanças paleogeográficas que a Terra sofreu ao longo dos milhões de anos. O final do Cretáceo foi o período auge das angiospermas, onde algumas delas teriam desenvolvido adaptações fisiológicas para tolerar ambientes salinos.

O gênero de mangue mais antigo que se conhece no Neotrópico é *Nypa*, uma palmeira neocretácea que atualmente só é encontrada nos manguezais do sudeste asiático. É difícil, todavia, precisar o momento de seu aparecimento no mundo neotropical. Com segurança pode ser afirmado que manguezais bem desenvolvidos no Caribe e no Golfo do México só apareceram no Eoceno (RULL, 1998).

Bonde e Kumaran (2002) registraram caules, pecíolos e raízes permineralizadas de *Acrostichum* fóssil, em rochas do Cretáceo Superior na

província de Deccan na Índia; este é o registro mais antigo desse gênero, que é freqüentemente encontrado em associação com plantas de mangue (transição para o continente). O mencionado fóssil é tão bem preservado, que possibilitou àqueles autores sugerir que essa pteridófita teria crescido em pântanos costeiros. Tal província teria se situado próxima a região equatorial e conectada ao oceano Tétis durante o Neocretáceo.

Correntes marinhas cruzando o Tétis teriam dispersado propágulos de plantas de mangue e propiciado a colonização do litoral da África até atingir as Américas (Figura 4), (CHAPMAN *apud* YOKOYA, 1995).

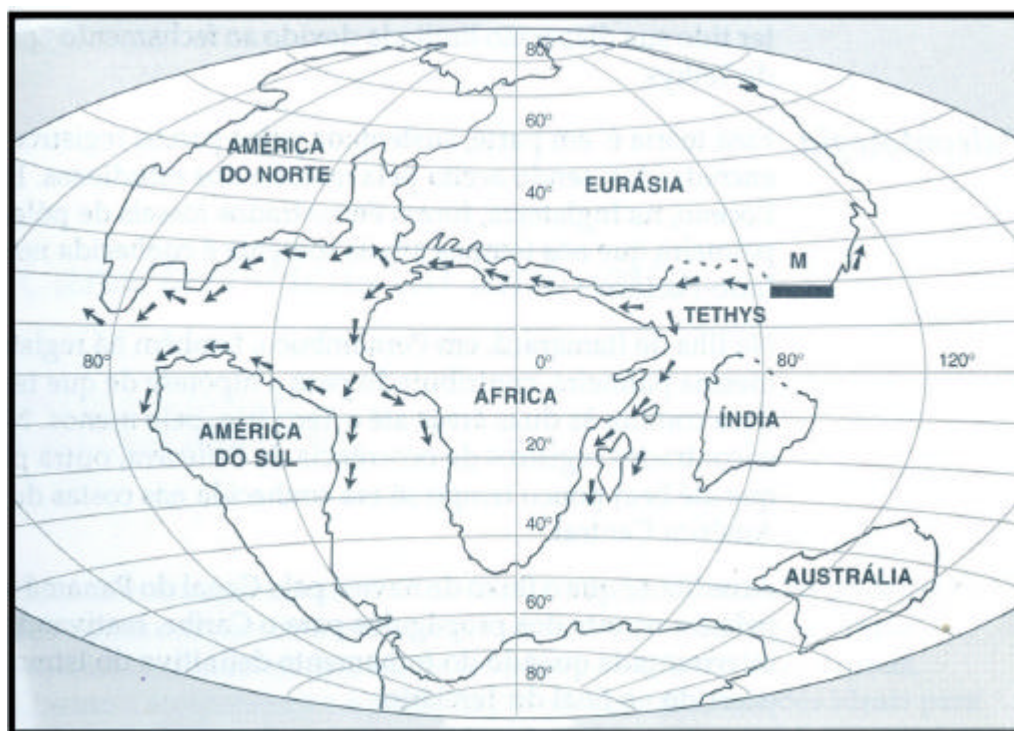


Figura 4: Rota de dispersão dos propágulos no final do Oligoceno. M. = indica o centro de dispersão dos mangues (*Rhizophora* e *Avicennia*) (CHAPMAN *apud* YOKOYA, 1995).

Fósseis de polens têm sido úteis na identificação de paleomanguezais cenozóicos. A palinoflora da região do Caribe (México, Antilhas, América Central e América do Norte) revela um aumento na diversidade de mangues em relação ao Cretáceo (GRAHAM, 1995). Tal autor informa que a comunidade fóssil é muito

similar à flora encontrada nos modernos manguezais. O quadro 1 indica o tempo de surgimento de diferentes táxons na região caribenha.

Quadro 1: Mangue e vegetação cenozóica associada encontrada na região do Golfo do Caribe (Genty, 1982 *apud* Graham , 1995).

Mangues e vegetação estuarina associada	Período Geológico
<i>Acrostichum</i> sp.	Eoceno
<i>Rhizophora</i> sp.	Eoceno
<i>Avicennia</i> sp.	Mioceno
<i>Laguncularia</i> sp.	Plioceno
<i>Conocarpus</i> sp.	Quaternário

3. FORAMINÍFEROS

3.1. Características gerais

Os foraminíferos são organismos unicelulares, protistas, dotados de uma carapaça calcária protéica, silicosa ou aglutinante. Essa teca pode ser secretada pelo próprio foraminífero ou pode ser composta por partículas retiradas do meio. A teca de um foraminífero pode ser constituída de uma única câmara ou várias, sendo conectadas entre si por uma abertura chamada forâmen (Figura 5). Os foraminíferos habitam todos os ambientes marinhos desde a zona costeira, até o piso oceânico, dos pólos até os trópicos, podendo ser planctônicos ou bentônicos. Os foraminíferos bentônicos constituem a maior parte da biomassa bentônica em águas rasas e profundas. Sua diversidade em ambientes tropicais gira em torno de 60 a 70 espécies em uma amostra de 300 indivíduos (CULVER, 1993).

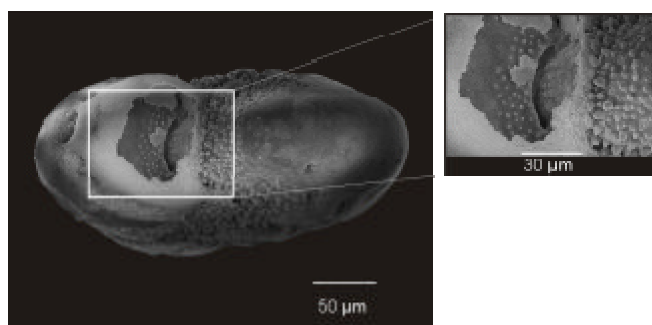


Figura 5: Detalhe do forâmen (e.g., *Elphidium* sp. coletado no Rio Itapanhaú).

Dentro da teca, cujas características morfológicas e da parede são a base para os estudos taxonômicos, encontra-se o protoplasma, responsável pelas atividades vitais desses microorganismos. Os foraminíferos se alimentam de pequenos organismos, incluindo bactérias, diatomáceas, larvas de invertebrados, capturando-os com o auxílio dos pseudópodes. Eles se reproduzem por

alternância de gerações, existindo uma fase sexuada e outra assexuada (BRASIER, 1980).

O estudo da distribuição dos foraminíferos recente tem diversas aplicações, envolvendo estudos ecológicos, ambientais, climáticos e batimétricos, entre outros (BRASIER, 1980). No campo geológico, constituem elementos de larga importância para o estudo de bacias, tanto no campo das interpretações paleoecológicas, quanto na datação das rochas sedimentares.

Os fatores ecológicos de maior importância que controlam a distribuição dos foraminíferos são a salinidade, a temperatura, a profundidade, pH e teor de O_2 (BOLTOVSKOY, 1965): a salinidade é um fator de grande importância, pois ela condiciona as atividades vitais dos foraminíferos, tendo cada espécie seus limites críticos e ótimos para sobreviver. A salinidade é uma das mais fortes condicionantes da distribuição dos foraminíferos, podendo em situações extremas induzir modificações morfológicas encontradas nas carapaças dos foraminíferos. A temperatura controla as atividades vitais dos organismos, podendo influenciar na morfologia e no crescimento de suas peças e também condiciona o caráter da distribuição dos foraminíferos, podendo esta ser horizontal (geográfica) e vertical (batimétrica). O pH também é uma variável abiótica importante a influenciar a vida dos foraminíferos. Sob certos valores de pH, o ambiente pode se tornar nocivo e até dissolver as carapaças calcárias de indivíduos mortos, podendo, também, prejudicar a vida dos foraminíferos, impedindo o seu crescimento. A concentração de oxigênio dissolvido na água (seja nos poros entre as partículas sedimentares ou na coluna hídrica) é vital para os foraminíferos. Diferentes espécies requerem diferentes níveis do oxigênio. Algumas vivem em ambientes muito pouco oxigenados (e.g., *Haplophragmoides* sp., *Trochammina* sp. – espécies que habitam as lamas de manguezais), enquanto outras necessitam de altos teores de oxigênio e possuem em seus protoplasmas algas simbióticas (e.g., *Elphidium* sp.). São registradas espécies que podem tolerar um conteúdo de oxigênio mais baixo que 0,1 ml/l.

3.2. Foraminíferos de áreas parálicas antigas e recentes: algumas informações

O registro mais antigo de foraminíferos estuarinos foi obtido em rochas sedimentares eocambrianas de Nova Scotia no Canadá. Eles podem ter sido os ancestrais de todas as formas multicameradas. Tais formas cambrianas foram tentativamente agrupadas dentro de gêneros já conhecidos e viventes como *Trochammina* sp., *Haplophragmoides* sp. e *Ammobaculites* sp.. Estes podem ser considerados como verdadeiros fósseis vivos. É, todavia, impossível determinar se eles eram restritos aos ambientes entre marés, como as formas atuais o são (SCOTT et al., 2003).

A partir do Cambriano os fósseis de foraminíferos estuarinos são registrados em diversas litologias e períodos geológicos.

Na África, alguns gêneros de foraminíferos que hoje ocorrem em lamais de manguezais foram encontrados em siltitos cambrianos da Bacia de Taoudeni. Naquelas rochas foram encontrados 13 táxons de foraminíferos aglutinantes no Membro Fougou, sendo 6 deles pertencentes ao gênero *Ammodiscus*. Esse foraminífero do Cambriano da África se assemelha ao *Ammodiscus exsertus*, tanto morfológica como também em relação ao tamanho (CULVER, 1991).

Em Nova Scotia no Canadá (Bacia de Sydney), associações de foraminíferos aglutinantes também foram encontradas em siltito grosso do Carbonífero. Estas associações fossilíferas foram dominadas por *Ammobaculites* sp. e *Ammotium* sp. o que indica um paleoambiente análogo aos modernos marismas (*salt marshes*; equivalentes aos manguezais em zonas temperadas). Outras associações de fósseis dominadas por *Trochammina* sp., *Ammobaculites* sp. e *Ammotium* sp., também indicam um paleoambiente estuarino, já que tais gêneros fósseis estão representados atualmente em ambientes atuais de transição (WIGHTMAN et al, 1993).

Em Portugal, na região norte de Ericeira, foram encontradas, em rochas sedimentares do Cretáceo, associações de foraminíferos típicos de manguezais

ou marismas atuais, como *Trochammina* sp. e *Ammobaculites* sp.. Tal associação pode indicar o desenvolvimento de um paleoambiente de transição. Através da análise dos fósseis e da litologia associada, foi possível reconstruir ambientes deposicionais caracterizados por lagunas salobras, estuários e marismas (WIGHTMAN, 1990).

Foram também encontrados foraminíferos aglutinantes (e.g., *Ammodiscus* sp. *Textularia pulchella* e *Ammobaculites obliquus*) em argilitos eocretácicos da Inglaterra (Formação Vectis). Por apresentar uma baixa diversidade, tais foraminíferos possuem características similares à microfauna atual de ambientes costeiros sob influência marinha (RADLEY, 1995).

Associações de foraminíferos aglutinantes foram encontradas na transição das formações Bearpaw (folhelho marinho) e Horseshoe Canyon (arenito, siltito e argilito) do Cretáceo Superior (Campaniano) em Alberta no Canadá. A microfauna fóssil identificada registra a presença de *Miliammina* sp., *Ammotium* sp., *Trochammina* sp., *Verneullinoides* sp. e *Eggerella* sp.. A baixa diversidade de foraminíferos aglutinantes, a ausência de formas calcárias e a litologia associada indicam um paleoambiente semelhante aos modernos marismas ou a de pequenos lagos salobros (WALL, 1976). Portanto, alguns táxons de foraminíferos bentônicos aglutinantes fósseis são poderosas ferramentas para indicar paleoambientes estuarinos (WIGHTMAN, 1990 e WIGHTMAN et al., 1993).

Águas intersticiais ácidas, salobras e pouco oxigenadas de sedimentos ricos em matéria orgânica, que constituem as lamas dos manguezais e os bancos argilosos que bordejam as margens estuarinas, oferecem elevado estresse à microbiota. Por esse motivo, a associação de foraminíferos de manguezais é muito particular, sendo dominada por táxons aglutinantes. Tal quadro é sustentado por inúmeros estudos em manguezais de diversas áreas das províncias oriental e ocidental (e.g., BOLTOVSKOY e VIDARTE, 1977; ZANINETTI et al., 1979; BRÖNNIMANN et al., 1981; DEBENAY, 1990; BRÖNNIMANN et al., 1992; EICHLER e BONETTI, 1995; OLIVEIRA, 1999; DEBENAY et al., 2002; RODRIGUES, 2003; SEMENSATTO JR. e DIAS-BRITO, 2004;). Praticamente a

mesma situação é verificada em marismas (e.g., SCOTT e MEDIOLI, 1990; SCOTT et al., 1990).

Comparativamente às associações de foraminíferos de meio marinho aberto atual, marcadas por apresentar elevados índices de diversidade, equitatividade e baixa dominância, a abundante microfauna de manguezais recentes é caracterizada por apresentar baixa diversidade, baixa equitatividade e elevada dominância. Tais características representam uma resposta às condicionantes ambientais das diferentes regiões.

4. ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido na baixada santista, focalizando a faixa estuarina do Rio Itapanhaú, localizada no município de Bertioga, Estado de São Paulo (Figura 6). O trecho focalizado na pesquisa está totalmente confinado na estreita planície costeira de Bertioga. O Rio Itapanhaú nasce no planalto e sua bacia de drenagem cobre 260 km², sendo o maior contribuinte de água doce para o canal de Bertioga. Seu estuário sofre influência de um regime de micro-marés (< 2m) (MIRANDA et al., 1998).

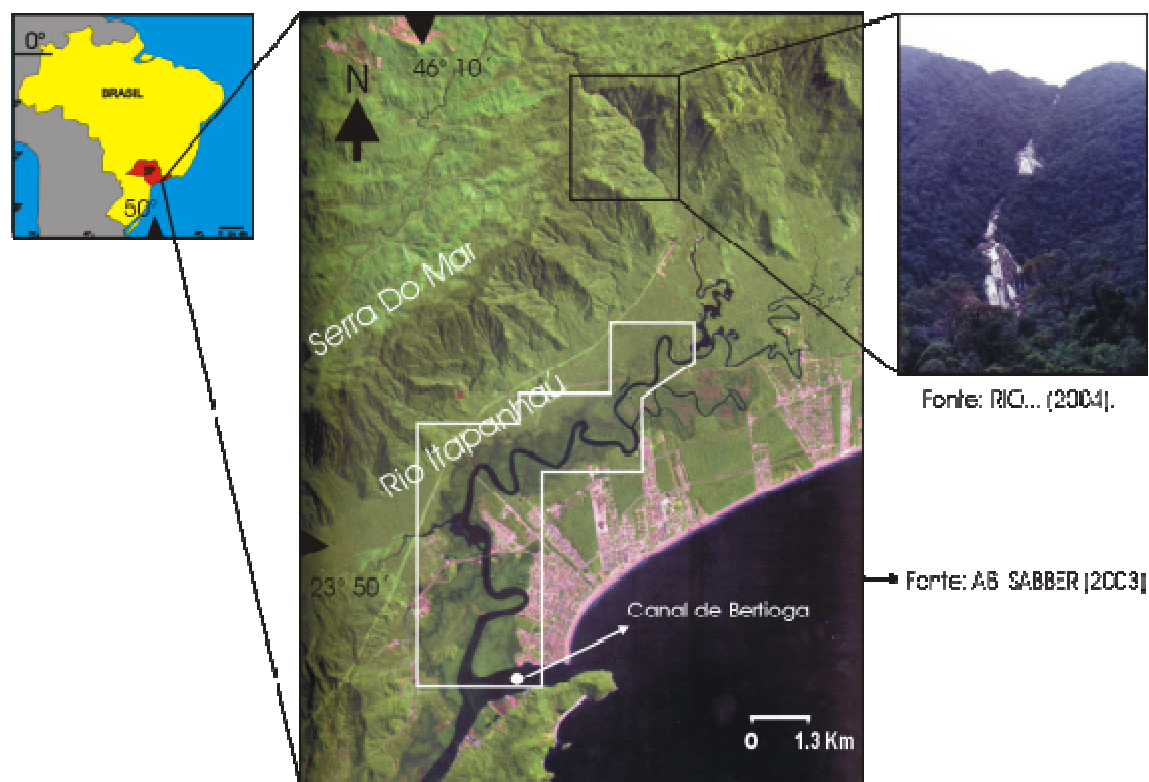


Figura 6: Localização da área de estudo. (Rio Itapanhaú).

4.1. Aspectos climáticos

No litoral central paulista, que inclui a região de Bertioga, a Serra do Mar se localiza próxima à linha de costa. Nesta região os índices pluviométricos são altos, estando entre os mais elevados do litoral brasileiro. Isso se deve ao fato da Serra do Mar receber, frontalmente, fluxos de ar proveniente do sul (Frente Polar Atlântica), ocasionando as chuvas na região. As chuvas na região possuem uma distribuição relativamente regular ao longo de todo o ano, sendo mais intensas de outubro a abril. Os valores pluviométricos têm uma média anual de 3000 a 4000 mm, chegando a atingir valores superiores a estes na área do Itapanhaú (SANT'ANNA-NETO, 1990).

A área é caracterizada por ser quente e úmida, com uma temperatura média anual superior a 20° C. A taxa de umidade relativa anual é superior a 80% (SANTOS, 1965).

4.2. Origem da Planície de Bertioga: aspectos geológicos e geomorfológicos

O trecho da Baixada Santista, incluindo Bertioga, apresenta uma base geológica relativamente simples, constituída por embasamento cristalino dominado por rochas metamórficas. O relevo da região é acidentado nos trechos correspondentes ao embasamento (Serra do Mar) e plano nas áreas de sedimentação (SANTOS, 1965).

A planície de Bertioga está localizada a nordeste da planície de Santos, estendendo-se por cerca de 45 km, com sua maior largura sendo de 7 a 8 km (SUGUIO e MARTIN, 1976). Segundo estes últimos autores, a planície está ligada a uma transgressão marinha "Transgressão Cananéia", de idade pleistocênica, que atingiu o sopé da Serra do Mar e que, provavelmente, formou naquele tempo, um embaiamento com acúmulo de areias marinhas na área da atual planície; arenitos

pleistocênicos, observados entre a cidade de Bertioga e o Rio Itapanhaú, são evidências do antigo fenômeno e constituem restos de um depósito que foi francamente erodido em tempos holocênicos, quando o mar regrediu.

Ainda segundo a interpretação de Suguio e Martin (1976), um outro evento transgressivo, de idade holocênica, teria originado uma laguna na área que hoje é drenada pelo Rio Itapanhaú. A Figura 7 apresenta uma interpretação evolutiva da Planície de Bertioga, conforme concebido por aqueles autores.

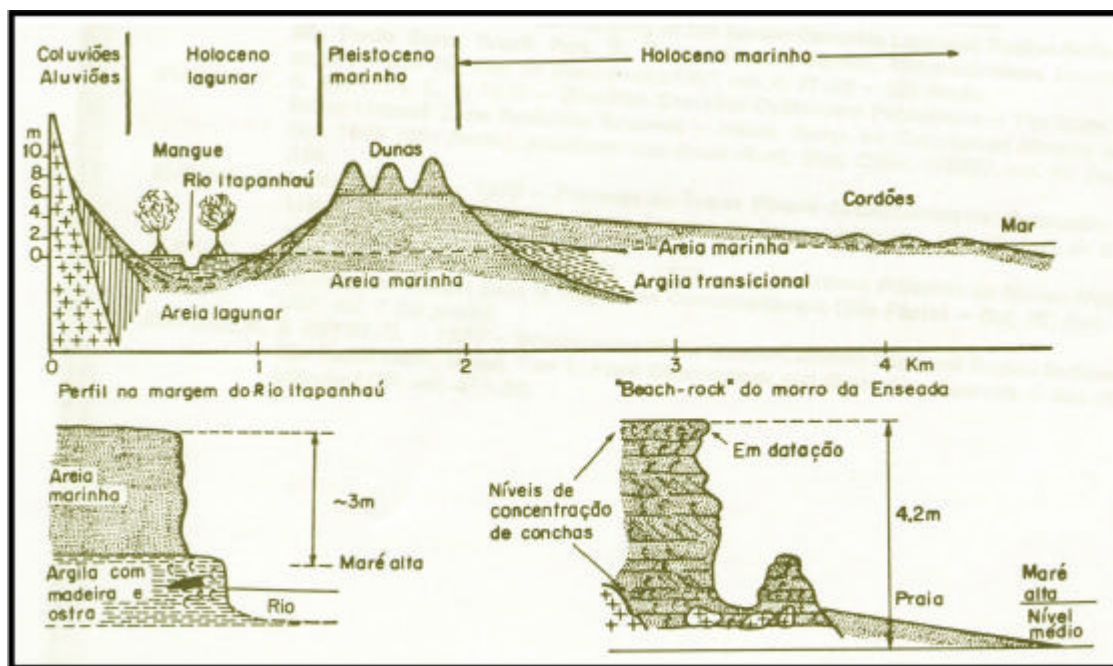


Figura 7: Perfil esquemático da sedimentação em Bertioga, destacando o Rio Itapanhaú segundo SUGUIO e MARTIN (1976).

4.3. Caracterização do bosque de mangue e macrófitas aquáticas na faixa estuarina do Rio Itapanhaú

A seguir será brevemente caracterizada a vegetação de franja da faixa estuarina do Rio Itapanhaú, desde a sua desembocadura, no canal de Bertioga, até a região de maior influência de água doce. Tais informações constam em Dias-

Brito (2003), que realizou o reconhecimento florístico e sua sucessão ao longo do estuário. Serão apresentados comentários e uma breve descrição referentes aos locais correspondentes aos pontos de coleta desta pesquisa, visando posteriores discussões envolvendo a distribuição de plantas e dos foraminíferos.

Do ponto 1 (baixo estuário) para o ponto 22 (alto estuário) pôde-se perceber uma contínua mudança ambiental, objetivo de investigação neste estudo.

Nas proximidades do ponto 1, ainda nas margens do canal de Bertioga, o bosque marginal é formado por *Rhizophora mangle* com troncos relativamente finos, exibindo exemplares adultos com cerca de 10 a 12 metros de altura (Figura 8).



Figura 8: Local de coleta do ponto 1 nas imediações de um *Rhizophoretum*; o banco de lama é coberto por tapete de algas.

Na desembocadura do Rio Itapanhaú, junto ao canal de Bertioga, ocorre um manguezal dominado por *R. mangle*, registrando-se também a presença de *Laguncularia racemosa* Gaetn. e *Avicennia schaueriana* Staf. & Leechosan (Figura 9). Portanto, a franja é formada por um *Rhizophoretum* com árvores jovens e *A. schaueriana*. Nas imediações foi possível observar uma zonação vegetal, contendo *Spartina* sp. jovem/ *Spartina* sp. adulta/mangue jovem/mangue adulto.



Figura 9: Local de coleta do ponto 2 (*Rhizophoretum*), jusante do Rio Itapanhaú.

A figura 10 representa o ponto 3 do canal, onde o bosque é caracterizado pela predominância de *A. schaueriana*, existindo várias avicênias adultas entre 12 a 14 metros. Este trecho do canal também é caracterizado por apresentar margens com erosão, com árvores caídas, representadas por *A. schaueriana* e *L. racemosa*.

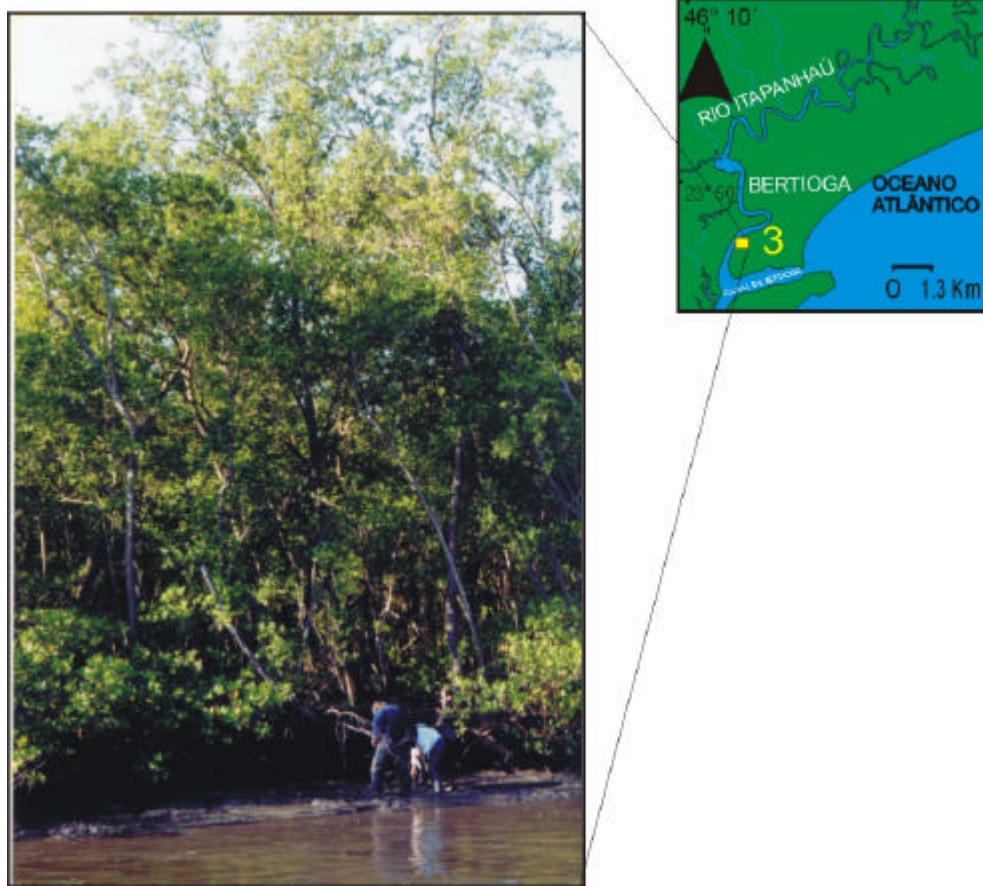


Figura 10: Local de coleta do ponto 3 em meio a um *Avicennietum*.

Na área do ponto 4 vê-se bancos de lama colonizados por *Spartina alterniflora*; segue-se, lateralmente, um *Rhizophoretum* com *Laguncularia* e *Avicennia*, formando um bosque jovem (Figura 11). A margem oposta está sob erosão, expondo área de “terra-firme” com construções de origem antrópicas.



Figura 11: Local de coleta dos pontos 4A, 4B e 4C (*Rhizophoretum*).

Nas imediações do ponto 5, as margens do Rio Itapanhaú são caracterizadas pela presença de *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*. A área de coleta dos pontos 6A, 6B e 6C corresponde a bancos de lama recém-colonizados por *Spartina* e vegetação de mangue. Em uma das pequenas ilhas tem-se pequeno bosque com *Laguncularia* na borda, *Rhizophora* e *Avicennia* no interior, onde as árvores mais altas não ultrapassam três metros de altura e os troncos são muito finos (Figura 12).



Figura 12: Imediações de coleta da amostra 6A. Bancos de Lama colonizados por *Spartina* sp..

Subindo o Rio Itapanhaú, entre os pontos 8 e 9, vê-se que a margem esquerda é dominada por *Laguncularia*, com algum nível de erosão. Na margem oposta do ponto de coleta da amostra 9 ocorre *Achrosticum aureum* e *Hibiscus* sp. *Salvinia* sp., uma macrófita de água doce, aparece nas imediações do ponto 9, local em que se tem uma sucessão de *Spartina* sp., *Laguncularia* sp. e *Rhizophora* sp..

Entre os pontos 9 e 10 aumenta a presença de *Hibiscus* sp. e *Acrosticum aureum*. O mangue, com *Laguncularia* e *Rhizophora*, é baixo (árvores maiores alcançam entre 6 e 8 metros). No ponto 10 ocorre *Crinum* sp., sob o *Laguncularietum*, e em associação com *Spartina* na margem.

Do ponto 10 ao 11 ocorrem *Hibiscus* sp. e *Acrosticum aureum* bem desenvolvidos, em meio a um *Laguncularietum* baixo.

O ponto 11 é marcado por uma sucessão, a partir da margem, de *Crinum* sp. e *Laguncularia*. Desse ponto ao 13 observa-se, nas margens, um *Laguncularietum* baixo com *R. mangue*, *Crinum* sp., *Acrosticum aureum* e *Hibiscus* sp. (Figura 13).



Figura 13: *Crinum* sp. sob *Laguncularietum* nas imediações do ponto 13.

Nas imediações do ponto 13, ocorre a presença de *Salvinia* sp.. Nas proximidades do ponto 14, a vegetação é caracterizada pela presença de *R.*

mangle, *L. racemosa*, *Crinum* sp., *A. aureum* e *Scirpus* sp.. A vegetação continental surge em meio ao manguezal neste ponto.

A vegetação nos arredores do ponto 15 é marcada pela presença de *Crinum* sp., ladeado por *Scirpus* sp. que está, por sua vez, rodeado por um *Laguncularietum*. Ainda sob influência do mesmo ambiente hipohalino salobro é registrada a presença de *Hibiscus* sp. (Figura 14).



Figura 14: Local de coleta da amostra 15 em banco de lama colonizado por *Crinum* sp. e *Scirpus* sp..

O ponto 16 é caracterizado pela presença de *Crinum* sp. e *Hibiscus* sp.. Neste ponto não foi observada vegetação continental.

Nas imediações do ponto 17 a flora das margens é caracterizada pela presença de *Acrosticum aureum* e *Hibiscus pernambucensis*; nas águas do canal ocorrem *Nymphaea* sp. e *Eichhornia azurea* (Figura 15).



Figura 15: Local de coleta da amostra 17 em meio as macrófitas aquáticas.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Pontos amostrados

A etapa de campo foi realizada no verão de 2003 (março), totalizando 24 pontos de coletas longitudinalmente e lateralmente (transects) (Figura 16). Os transects correspondem aos pontos 2, 4, 9, e 13, onde a distribuição dos foraminíferos foram também analisadas. Os transects correspondem as coletas realizadas da margem do canal rumo ao interior do manguezal, representados por letras e pelas cores: branco (coleta associada a *Spartina* sp.); verde (coleta associada a *Crinum* sp. e preto coletas associadas ao mangue. laranja (coleta associada a *Hibiscus* sp. e *Achrostichum aureum* na presença de *Scirpus* sp..)



Figura 16: Amostragem ao longo do Rio Itapanhaú. Os “transects” não obedecem à escala (visão esquemática).

As amostras foram colhidas em bancos de lama (amarelo), bancos de lama colonizadas por *Spartina* sp. (branco) e plantas de mangue (preto). Essas coletas foram realizadas na parte inferior, anotando-se, para cada ponto, os dados físico-químicos (Figuras 17).



Figura 17: Esquema de corte transversal, indicando os locais de coleta em nível de maré baixa (NmB) no baixo estuário.

No alto curso do estuário, em nível de maré alta (NmA) as coletas foram realizadas em bancos de lama colonizados sucessivamente em *Crinum* sp. (verde), *Avicennietum* (preto), *Hibiscus* sp. e *Achrostichum* sp. (laranja) na presença de *Scirpus* sp. representado em vermelho.

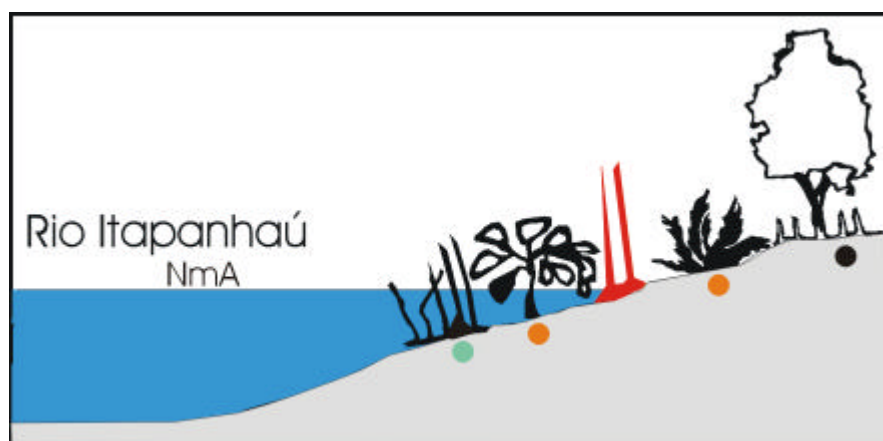


Figura 18: Esquema de corte transversal, indicando os locais de coleta no alto estuário do Rio Itapanhaú.

As coordenadas geográficas dos pontos de cada coleta foram obtidas com o uso de um GPS de marca Garmin - 12 (Tabelas 1, 2, 3, 4).

Tabela 1: Coordenadas geográficas dos pontos amostrados nos bancos de lama ao longo do Rio Itapanhaú.

Amostras	Coordenadas (GPS)	Área de coleta
1	23°51'20,5''S/46°08'43,6''W	Banco de Lama
2A	23°51'22,9''S/46°09'16,6''W	Banco de Lama
3	23°50'46,6''S/46°08'55,6''W	Banco de Lama
4A	23°50'32,7''S/46°08'34,7''W	Banco de Lama
6	23°49'38,5''S/46°09'21,2''W	Banco de Lama
8	23°49'18,8''S/46°08'44,6''W	Banco de Lama

Tabela 2: Coordenadas geográficas dos pontos amostrados nos bancos de lama colonizados por *Spartina* sp. e *Crinum* sp..

Amostras	Coordenadas (GPS)	Vegetação associada
2B	23°51'22,9''S/46°09'16,6''W	<i>Spartina</i> sp.
4B	23°50'32,7''S/46°08'34,7''W	<i>Spartina</i> sp.
5	23°49'56,7''S/46°09'9,3''W	<i>Spartina</i> sp.
7	23°49'1,3''S/46°09'5,9''W	<i>Spartina</i> sp.
9A	23°48'51,7''S/46°08'40,3''W	<i>Spartina</i> sp./ <i>Crinum</i> sp.
10	23°48'29,4''S/46°08'09,3''W	<i>Crinum</i> sp.
11	23°48'32,4''S/46°07'52,2''W	<i>Crinum</i> sp.
12	23°48'47,5''S/46°07'39,7''W	<i>Crinum</i> sp.
13A	23°48'50,3''S/46°07'16,8''W	<i>Crinum</i> sp.
13B	-	<i>Crinum</i> sp.

Tabela 3: Coordenadas geográficas dos pontos amostrados em lama colonizada por mangue.

Amostras	Coordenada (GPS)	Área de Coleta
2C	23°51'22,9''S/46°09'16,6''W	<i>Rhizophora mangle</i>
4C	23°50'32,7''S/46°08'34,7''W	<i>Rhizophora mangle</i>
9B	23°48'51,7''S/46°08'40,3''W	<i>Rhizophora mangle</i>
13C	23°48'50,3''S/46°07'16,8''W	<i>Avicennia schaueriana</i>

Tabela 4: Coordenadas geográficas dos pontos amostrados nos bancos de lama colonizados por *Scirpus* sp. no alto curso da faixa estuarina do Rio Itapanhaú.

Amostras	Coordenadas (GPS)	Área de coleta
14	23°48'19,8''S/46°07'22,3''W	<i>Scirpus</i> sp.
15	23°48'04,2''S/46°06'59,6''W	<i>Scirpus</i> sp.
16	23°47'32,7''S/46°06'46,8''W	<i>Scirpus</i> sp.
17	23°47'44''S/46°06'25,6''W	<i>Scirpus</i> sp.

5.2. Procedimentos na amostragem

As coletas de sedimento, onde se encontram os foraminíferos, foram feitas manualmente com o auxílio de uma pequena pá de jardineiro. Em cada ponto foi recolhido material dos primeiros 5 centímetros. Tal material foi acondicionado em pequenos recipientes de plástico. O volume coletado variou entre 80 a 120 ml de sedimento por amostra. Algumas poucas amostras foram coletadas sob maré alta (e.g., 15, 16, 17).

Após a coleta adicionou-se 25 ml de formalina (solução de formol a 10 %) às amostras, com o objetivo de conservar o protoplasma dos foraminíferos que estavam vivos no momento da coleta, conforme a metodologia descrita por Boltovskoy (1965).

Paralelamente às coletas de sedimento, foram obtidos, para cada ponto, os valores de pH, salinidade, condutividade e teor de oxigênio dissolvido, utilizando-se o equipamento *Water Quality Checker*, de marca *Horiba*, modelo U-10.

Durante o trabalho de campo, Dias-Brito (2003) colheu os dados da vegetação para estudos geobotânicos cujos resultados foram utilizados na presente pesquisa.

5.3. Laboratório

Visando o estudo de foraminíferos, as amostras coletadas em campo foram preparadas no Laboratório de Sedimentologia do Departamento de Geologia Aplicada (DGA), da UNESP, Rio Claro. A triagem e identificação dos táxons ocorreu no Laboratório de Análises Micropaleontológicas, Microbióticas e de Ambientes - LAMBdA (DGA).

5.3.1. Preparação das amostras

O material coletado em campo, ainda úmido, foi peneirado, utilizando malhas de 0,750, 0,125 e 0,065 mm, com o objetivo de facilitar a extração dos foraminíferos do sedimento. Os sedimentos retidos nas peneiras de malha mais grossa foram descartados; o material retido nas malha de 0,125mm e 0,065 mm foi utilizado na pesquisa. De acordo com Schröder et al. (1987), a peneira de malha 0,063 mm possui um tamanho suficiente para reter os foraminíferos a serem posteriormente identificados. Esse material, ainda úmido e dentro de pequenas bandejas de alumínio, foi imerso em corante Rosa Bengala durante quatro horas. O corante Rosa Bengala foi preparado de acordo com a metodologia de Walton (1952), utilizando a proporção de 1g de corante para 1 litro de água destilada. Após terem sido coradas, as amostras foram lavadas em uma peneira de malha 0,045 mm para o reaproveitamento do corante. As amostras, então já coradas e lavadas, foram conduzidas à estufa sob uma temperatura de 50⁰ C.

O sedimento seco foi vertido em béquer com Tricloro Etileno, para a separação da parte orgânica do sedimento (sobrenadante) da parte inorgânica. O material flotado foi entomado em papel filtro e, logo depois, conduzido novamente à estufa.

Na estufa, o papel filtro permaneceu durante 5 minutos. Após retirada da estufa, toda parte orgânica – freqüentemente incluindo abundantes restos vegetais

- foi transferida para um pequeno frasco de vidro com o auxílio de um pincel; adicionou-se álcool 70% para conservar a amostra a ser observada em estereomicroscópio.

No caso de se guardar as amostras em frascos de acrílico, recomenda-se lavar as amostras em pequenas peneiras de 0,045mm com água corrente. Tal procedimento é necessário, pois após o processo de flotação, a amostra ainda contém Tricloro Etileno. Este produto reage com o acrílico e pode danificar o material biológico coletado (SANTA-CRUZ, 2004).

5.3.2. Triagem das amostras

O material preparado foi colocado em uma pequena bandeja metálica quadriculada, na qual adicionou-se água, processo que facilita a triagem (coleta) dos foraminíferos sob estereomicroscópio. Com base em Patterson & Fishbein (1989), foram triados 100 indivíduos por amostra, sendo esse número estatisticamente significativo para análises embasadas em espécies dominantes em mais de 25% da amostra, como ocorre normalmente em ambientes parálisos similares ao Rio Itapanhaú.

Os microorganismos foram extraídos com o auxílio de um pincel de pêlo de marfim 00. Utilizou-se um estereomicroscópio de marca Leica-MZ12, com aumento de até 100 vezes. Células porta-foraminíferos acondicionaram os elementos triados. Tais células foram previamente preparadas com cola modocol, para a fixação dos espécimes.

Como indicado por Jorinssen et al. (1995), somente foram considerados vivos no momento da coleta os foraminíferos cujas tecas foram totalmente coradas pelo rosa-bengala.

5.3.3. Identificação, sistemática e documentação

A taxonomia dos foraminíferos baseia-se, essencialmente, na análise da composição da parede e nos elementos morfológicos das tecas. No que se refere aos foraminíferos de manguezais e zonas estuarinas associadas, o grupo é amplamente dominado por táxons de parede aglutinada. Áreas estuarinas em contato com lagunas freqüentemente apresentam foraminíferos de parede calcária hialina (gêneros *Ammonia* e *Elphidium*, principalmente).

Na presente pesquisa os seguintes trabalhos foram utilizados para a identificação taxonômica: Loeblich & Tappan (1988); Boltovskoy et al. (1980); Scott & Mediolli (1980); Hayward et al. (2003); Debenay (1990); Scott, (1976). O atlas de foraminíferos de manguezais que está sendo desenvolvido no LAMBdA – UNESP, Rio Claro, e coleções de referência desse laboratório também foram de grande auxílio para a identificação dos táxons do Rio Itapanhaú.

Os táxons reconhecidos foram enquadrados na proposta de sistemática de Loeblich & Tappan (1988).

Estudos sob microscópio eletrônico de varredura, executados no CCDM-UFSCAR/UNESP, São Carlos, permitiram fotodocumentar todos os táxons registrados pela pesquisa e auxiliaram na identificação de algumas espécies.

A coleção de foraminíferos gerada por esta pesquisa está guardada no LAMBdA-UNESP e servirá de referência para futuros estudos.

5.3.4. Análise dos dados

Uma vez finalizados os estudos taxonômicos de foraminíferos, foram levantadas as freqüências absoluta e relativa de cada espécie por amostra e dispostas em tabelas. A definição de biofácies (compartimentação ambiental definida por distintas associações de foraminíferos) foi baseada na freqüência relativa das espécies dominantes e subdominantes de foraminíferos.

A diversidade dos foraminíferos foi calculada aplicando-se os índices de Shannon–Wiener, que valoriza as espécies raras e McIntosh que valoriza as espécies dominantes (MAGURRAN, 1989), quadro 2. Os cálculos foram realizados usando-se o programa Microsoft Excel. As medidas de diversidade auxiliaram na compreensão da dinâmica hidrohalínica do estuário e enriqueceram a caracterização das diferentes biofácies descritas neste trabalho, que foram confrontadas às fitofácies definidas por Dias-Brito (2003).

Quadro 2: Fórmulas das medidas de diversidade usadas no presente trabalho. N = representa o número total de indivíduos de uma amostra; U = Distância Euclidiana; p_i = proporção da i -ésima espécie na amostra; S = nº de espécies.

Medida de Diversidade	Fórmula	Equitatividade (J)
Índice de Shannon (H')	$H' = -\sum p_i \ln p_i$	$J = \frac{H'}{\ln S}$
Índice de McIntosh (D)	$D = \frac{N \cdot U}{N \cdot \sqrt{N}}$	$E = \frac{N \cdot U}{N \cdot \sqrt{S}}$

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados, a seguir, os resultados das variáveis físico-químicos e bióticos colhidos em 16 de março de 2003, bem como discutidos os resultados obtidos com o cruzamento de tais dados.

6.1. Dados físico-químicos

- Salinidade

Na faixa estuarina estudada, a salinidade do Rio Itapanhaú variou de 30,5 ‰ (ponto 1, desembocadura norte do canal de Bertiooga) a 2‰ (ponto 22, curso superior do estuário) gráfico 1 (pág. 51). Aplicando-se a classificação hidrohalínica de Boltovskoy (1980), formulada a partir de estudos ecológicos envolvendo foraminíferos bentônicos, verifica-se que o estuário do Rio Itapanhaú contém águas hipohalinas, tendo, na sua maior extensão, caráter salobro (tabelas 5 e 6). Nos transects nota-se um ligeiro aumento dos valores de salinidade dentro do mangue, se comparado aos valores obtidos da água intersticial próximo ao canal.

Tabela 5: Tipos de água, segundo a salinidade (BOLTOVSKOY,1980).

Salinidade ‰	Tipo de água
40-75	Hiperhalino
30-40	Euhalino
18-30	Hipohalino-mixohalino
0.5-18	Hipohalino-salobro
< 0.5	água continental

- Condutividade

O maior e menor valor de condutividade coincidem com os pontos de maior e menor salinidade (pontos 1 e 22), medindo, respectivamente, 46.7 e 3,94 mS/cm (Tabela 6)

- pH

Os valores de pH registrados no estuário do Rio Itapanhaú variaram de 7.54, no ponto 4A a 4,62 no ponto 13B. Águas ligeiramente básicas demarcam o baixo curso do Rio Itapanhaú, enquanto águas ligeiramente ácidas distribuem-se pelo médio e alto estuário (Tabela 6). Em relação aos transects, observou-se a diminuição dos valores de pH dentro do mangue, caracterizando um ambiente ligeiramente ácido. No vale do Rio Itapanhaú os valores de pluviosidade podem atingir até 4500 mm (CRUZ, 1974). O alto índice pluviométrico pode ser o responsável pelo pH ligeiramente ácido registrado rumo a montante do Rio Itapanhaú, influenciando na vida dos foraminíferos existentes neste estuário.

- Oxigênio dissolvido

Os valores exibidos na tabela 7, e de acordo com a classificação de Tyson & Pearson (1991), *apud* Sen Gupta (1993), mostram que as águas intersticiais dos sedimentos do estuário do Rio Itapanhaú são predominantemente sub-óxicas (0.0-0.2 ml/l), havendo alguns pontos disóxicos (0.2-2.0). Medidas feitas diretamente nas águas do canal evidenciam águas óxicas.

- Temperatura

Essencialmente, a temperatura no estuário variou entre 25 e 28⁰ C. O menor valor registrado referiu-se ao ponto 22 (25,5⁰ C) e o maior valor foi registrado no ponto 6 (31⁰ C), na parte média do estuário.

Tabela 6: Dados físico-químicos da faixa estuarina do Rio Itapanhaú para o período amostrado. Exceto os dados correspondentes aos pontos 7, 11, 14, 15, 16 e 17 (obtidos a partir da água do canal) indicado pelos asteriscos, as demais medidas provêm de águas intersticiais dos sedimentos.

AMOSTRA	SAL.(‰)	COND. (mS/cm)	pH	O ₂ (mg/l)	° C
1	30.5	46.7	7.4	2.84	26.1
2A	12.9	21.4	7.6	0.01	26.3
2B	23.4	36.8	7.45	2.81	25.5
2C	24.6	38.6	6.7	0.04	25.6
3	18.4	29.5	7.2	0.04	26.8
4A	23.3	36.5	7.54	0.16	28.9
4B	22.2	35	7.3	0.35	27.8
4C	22.9	35.9	6.65	0.05	26.7
5	12.8	21.2	6.81	0.03	27.5
6	13	21.5	7.06	4.8	31
7*	10.5	17.8	6.13	3.65	26.9
8	8.6	14.7	6.83	0.39	27.1
9A	7.7	13.3	6.89	0.03	29.2
9B	11.9	19.8	6.7	0.16	27
10	9.1	15.5	6.61	0.01	26.5
11*	4.6	8.57	7.04	5.3	26.5
12	5.1	9.1	6.23	0.06	26.8
13A	5.2	9.45	6.02	0.03	26.6
13B	6.4	11.2	4.62	0.08	26.7
13C	7.9	13.6	6.4	0.08	26.3
14*	3.5	6.59	6.82	4.53	25.9
15*	3.4	6.41	6.64	5.95	25.6
16*	3	5.67	6.12	4.85	25.7
17*	2	3.94	6.08	5.2	25.4

6.2. Fitofácies ao longo do estuário do Rio Itapanhaú

Estudos geobotânicos feitos por Dias-Brito (2003) ao longo do estuário do Rio Itapanhaú são abaixo sintetizados. Fornecem uma visão panorâmica da sucessão de fitofácies, como reconhecidas e nomeadas por aquele autor, ao longo das margens do rio (Figura 19).

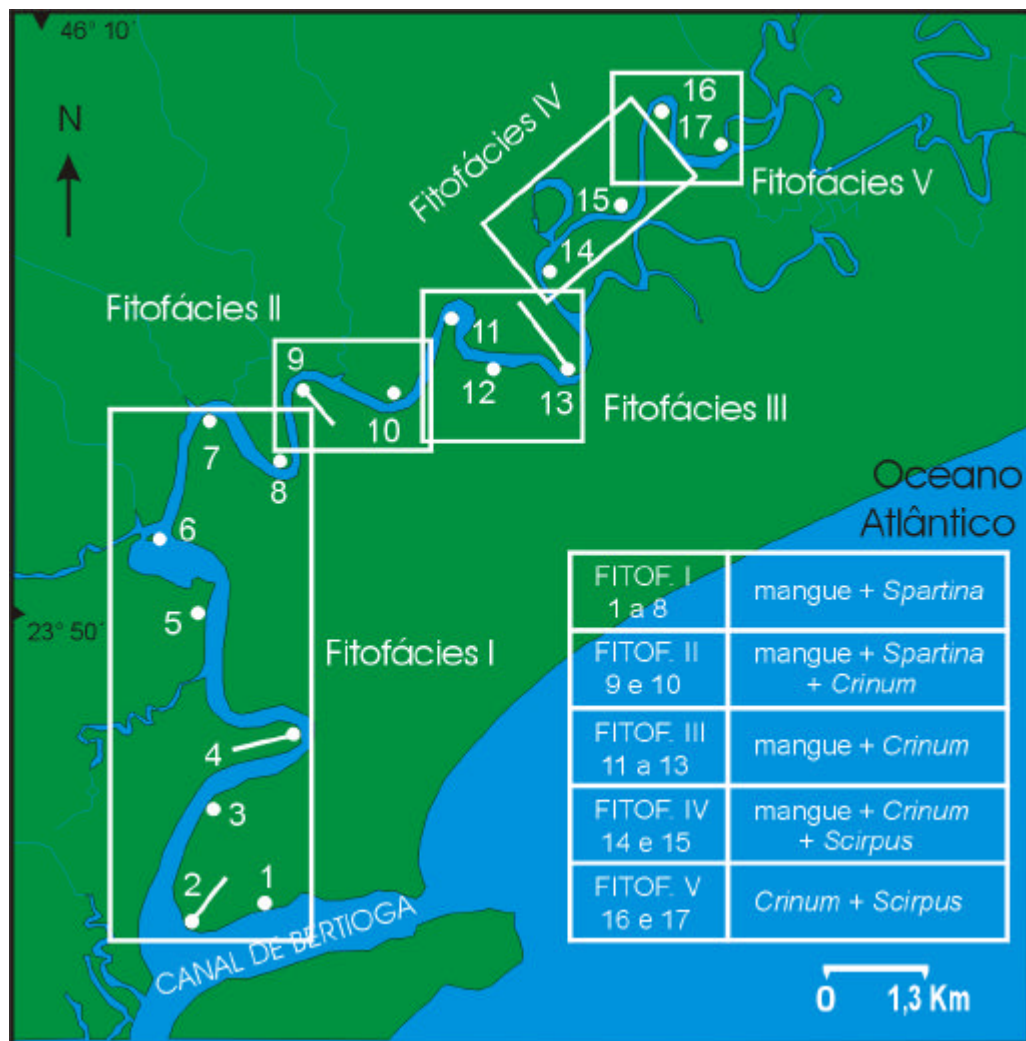


Figura 19: Distribuição das fitofácies nas margens estuarinas do Rio Itapanhaú (Dias-Brito, 2003).

No baixo e médio estuários (Fitofácies I – faixa que compreende os pontos de coleta de 1 a 8, águas hipohalinas mixohalinas a salobras), a vegetação marginal do Rio Itapanhaú é representada por um bosque de mangue com *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*, em que a primeira espécie é mais abundante. Barras de maré, representadas por bancos de lama que rodeiam as franjas de mangue, são freqüentemente colonizadas por *Spartina* sp..

No médio estuário (Fitofácies II e III – faixa compreendendo os pontos 9 a 13, águas hipohalinas salobras), a vegetação marginal passa de uma associação de mangue - dominado por *Laguncularia racemosa* -, *Spartina* sp. e *Crinum* sp. (Fitofácies II), acompanhada de *Hibiscus* spp. e *Achroscopicum aureum*, para uma associação de mangue - dominada por *Laguncularia racemosa* - e *Crinum* sp. (Fitofácies III), acompanhada por *Hibiscus* e *Achroscopicum aureum* bem desenvolvidos. Ao longo do canal, no território das fitofácies II e III, ocorrem as macrófitas aquáticas *Pistia stratiotes*. e *Eichhornia azurea*.

No alto estuário (Fitofácies IV e V – faixa que inclui os pontos 14 a 17, águas hipohalinas salobras), passa-se de um conjunto formado por mangue (dominado por laguncularias), *Crinum* sp. e *Scirpus* sp. (Fitofácies IV), acompanhado de *Hibiscus* spp., para uma associação de *Crinum* sp. e *Scirpus* sp. (Fitofácies V). Nas águas do canal são observadas *Eichhornia azurea* e *Nymphaea* sp..

6.3. Foraminíferos do Rio Itapanhaú: dados qualitativos e quantitativos

Foram identificados 27 gêneros e 29 espécies, em um universo de 1931 foraminíferos triados, pertencentes às subordens Alogromiina (1 espécie), Rotaliina (5 espécies) e Textulariina (23 espécies), Quadro 3.

Quadro 3: Enquadramento sistemático dos foraminíferos encontrados no Rio Itapanhaú baseado em Loeblich & Tappan (1988).

Subordens	Famílias	Gêneros
ALLOGROMIINA Loeblich & Tappan, 1961	Lagynidae Schultze, 1854	Blysmasphaera Brönnimann, 1988
TEXTULARIINA Delage & Hérouard, 1896	Ammodiscidae Reuss, 1862	Ammodiscus Reuss, 1862
	Haplophragmoididae Maync, 1952	Haplophragmoides Cushman, 1910
		<i>Trochamminita</i> Cushman & Brönnimann, 1948
	Hormosinidae Haeckel, 1894 Lituolidae Blainville, 1827	<i>Warrenita</i> Loblich & Tappan, 1984
		<i>Ammobaculites</i> Cuahman, 1910
		<i>Ammotium</i> Loeblich & Tappan, 1953
	Polysaccamminidae Loeblich & Tappan, 1984	<i>Ammoastuta</i> Cushman & Brönnimann, 1948
		<i>Polysaccammina</i> Scott, 1976
	Rzehakinidae Cushman, 1933	<i>Miliammina</i> Heron-Allen & Earland, 1930
	Textulariidae Ehrenberg, 1838	<i>Textularia</i> Defrance, 1824
	Trochamminidae Schwager, 1877	<i>Trochammina</i> Parker & Jones, 1859
<i>Tiphotrocha</i> Saunders, 1957 <i>Arenoparrella</i> Andersen, 1951 <i>Siphotrochammina</i> Saunders, 1957		
Pseudogaudryinidae Loeblich e Tappan 1885	<i>Pseudoclavulina</i> Cushman, 1936	
Hormosinidae Brady, 1879	<i>Reophax</i> Rhumbler, 1913	
ROTALIINA Delage & Hérouard, 1896	Buliminidae Jones, 1875	<i>Bulimina</i> d'Orbigny, 1826
	Elphidiidae Galloway, 1933	<i>Elphidium</i> de Montfort, 1808
	Rotaliidae Ehrenberg, 1839	<i>Ammonia</i> Brönnich, 1772

Os quadros 4 e 5 sintetizam as informações quantitativas obtidas para as associações de foraminíferos encontrados no Rio Itapanhaú.

Quadro 4: Frequência absoluta das espécies de foraminíferos encontradas no Rio Itapanhaú.

ALLOGROMIINA	Vivos	Total
<i>Blymasphaera brasiliensis</i>	-	1
TEXTULARIINA		
<i>Ammoastuta inepta</i>	-	55
<i>Ammoastuta salsa</i>	-	3
<i>Ammobaculites</i> sp.	-	2
<i>Ammodiscus</i> sp.	-	8
<i>Ammotium cassis</i>	-	10
<i>Ammotium morenoi</i>	-	1
<i>Ammotium pseudocassis</i>	-	3
<i>Ammotium salsum</i>	-	4
<i>Arenoparrella mexicana</i>	9	265
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	5	234
<i>Miliammina fusca</i>	20	1115
<i>Monotalea salsa</i>	-	2
<i>Paratrochammina clossi</i>	-	1
<i>Polysaccammina ipohalina</i>	2	13
<i>Reophax</i> sp.	-	1
<i>Siphotrochammina lobata</i>	-	12
<i>Textularia earlandi</i>	-	28
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	-	3
<i>Trochammina inflata</i>	2	64
<i>Trochamminita irregularis</i>	-	2
<i>Trochammina</i> cf. <i>macrescens</i>	-	5
<i>Trochamminita salsa</i>	-	1
<i>Warrenita palustris</i>	-	8
ROTAIINA		
<i>Ammonia</i> spp.	2	77
<i>Bulimina</i> sp.	-	1
<i>Elphidium</i> spp.	1	12
TOTAL	41	1931

Quadro 5: Freqüência relativa das espécies de foraminíferos encontradas no Rio Itapanhaú.

SUBORDENS	TÁXONS	AMOSTRAS																					
		1	2A	2B	2C	3	4A	4B	4C	6	7	8	9A	9B	10	11	13A	13B	13C	16	19	20	22
ALLOGROMIINA	<i>Elvmasphaera brasiliensis</i>	-	-	-	-	1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TEXTULARIINA	<i>Ammoastuta inepta</i>	2%	2%	10%	18%	5%	9%	11%	-	2%	-	4%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Ammoastuta salsa</i>	-	-	-	3%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Ammobaculites</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Ammodiscus</i> sp.	-	-	-	1%	-	-	4%	4%	-	-	-	-	-	1%	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Ammotium cassis</i>	-	-	-	-	-	-	-	5%	1%	-	-	-	4%	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Ammotium morenoi</i>	-	-	-	-	-	-	-	1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Ammotium pseudocassis</i>	-	-	-	-	-	1%	-	-	-	-	-	-	1%	1%	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Ammotium salsum</i>	-	-	-	-	-	-	-	4%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Arenoparrella mexicana</i>	56%	3%	31%	24%	69%	20%	11%	11%	9%	13%	10%	9%	2%	-	1%	10%	?	7%	-	-	-	
	<i>Haplophragmoides wilberti</i>	16%	2%	26%	23%	14%	39%	26%	5%	9%	32%	10%	11%	-	2%	1%	4%	-	37%	-	-	-	
	<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Miliammina fusca</i>	1%	-	-	-	1%	26%	35%	64%	76%	53%	61%	73%	91%	96%	97%	83%	99%	53%	100%	100%	100%	
	<i>Paratrochammina clossi</i>	-	1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Polysaccammina ipohalina</i>	-	-	-	4%	-	-	-	2%	-	-	-	3%	-	-	1%	4%	-	3%	-	-	-	
	<i>Pseudoclavulina curta</i>	1%	-	-	-	-	-	-	-	1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Reophax</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Siphotrochammina lobata</i>	8%	-	1%	1%	1%	-	4%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Textularia earlandi</i>	5%	-	18%	2%	-	2%	-	1%	-	-	2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Tiphotrocha comprimata</i>	-	-	-	-	-	-	4%	-	-	-	2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Trochammina inflata</i>	8%	1%	13%	23%	8%	3%	2%	2%	1%	-	-	3%	2%	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Trochamminita irregularis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Trochammina</i> cf. <i>macrescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	#####	
	<i>Trochamminita salsa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Warrenita palustris</i>	1%	1%	1%	1%	1%	-	2%	-	1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
ROTAIINA	<i>Ammonia</i> spp.	-	77%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	<i>Bulimina marginata</i>	-	1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	<i>Elphidium</i> spp.	-	12%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
TOTAL DE INDIVÍDUOS		88	100	100	100	109	100	46	100	100	103	48	75	102	100	100	29	100	100	30	100	100	

Os textulariinos ocorrem em todas as amostras coletadas, sendo as formas mais abundantes no Rio Itapanhaú e dominantes em todas elas, com exceção do ponto 2A, dominado por rotaliinos. Entre os rotaliinos, restritos ao ponto de coleta 2A, destacam-se *Ammonia* spp., *Elphidium* spp. e *Bulimina* sp.. A subordem Alogromiina é representada por apenas um indivíduo de *Blysmasphaera brasiliensis*.

As estampas de I a VII mostram as imagens de MEV (Microscópio Eletrônico de Varredura) dos foraminíferos registrados para o Rio Itapanhaú. No anexo 1 é apresentado os mapas de distribuição das espécies que ocorrem no estuário.

6.4. Biofácies de foraminíferos do Rio Itapanhaú

A partir da análise dos dados qualitativos e de frequência relativa dos foraminíferos foi possível segmentar o estuário do Rio Itapanhaú em cinco biofácies. Cada uma delas foi definida pela dominância de um dado táxon ou associação (Figura 20).

A **Biofácies I**, na desembocadura do Rio Itapanhaú com águas levemente básicas, é representada pela associação de foraminíferos calcários mixohalinos *Ammonia* spp./*Elphidium* spp., da Subordem Rotaliina. Contém 77% de *Ammonia* spp. e 12% de *Elphidium* spp., correspondendo ao ponto 2A. Associadas aos rotaliinos, existem outras formas aglutinantes com baixa frequência, como *Arenoparrella mexicana*, *Ammonoastuta inepta*, *Trochammina inflata* e *Haplophragmoides wilberti*, cuja associação representa menos de 10% da amostra. O conjunto microbiótico desta biofácies aponta para um domínio de águas hipohalinas quase euhalinas, indicando que a medida de salinidade obtida no campo (12.9 ‰) parece não ser fidedigna.

A **Biofácies II**, situada na parte distal do baixo estuário e com águas hipohalinas miixohalinas, contém foraminíferos exclusivamente aglutinantes

(Subordem Textulariina) e é dominada pela associação *Arenoparrella mexicana* (46%), *Haplophragmoides wilberti* (20%) e *Trochammina inflata* (13%). A Biofácies II inclui os pontos 1, 2B, 2C e 3. Associadas às três espécies dominantes ocorrem, também, em ordem decrescente, *Ammonoastuta inepta*, *Textularia earlandi*, *Warrenita palustris*, *Polysaccammina ipohalina* e *Siphotrochammina lobata*. É possível que a coleta da amostra 1 deu-se em nível topográfico mais elevado que o da amostra 2A.

Entre as Biofácies I e II nota-se uma abrupta mudança da microfauna, onde a dominância dos rotaliinos é substituída pela dominância dos textulariinos. Essa mudança de subordens é registrada tanto longitudinalmente ao Rio Itapanhaú, quanto em direção ao interior do manguezal. A ausência de tecas calcárias rumo a montante do Rio Itapanhaú pode ser explicado pela grande vazão desse rio que dificulta a entrada de águas euhalinas provenientes do Canal de Bertioga.

A **Biofácies III**, posicionada no baixo estuário e com águas hipohalinas mixohalinas, contém foraminíferos exclusivamente aglutinantes é dominada por *Haplophragmoides wilberti* (39%)/*Miliammina fusca* (26%)/*Arenoparrella mexicana* (20%). Também representa uma mudança abrupta da microfauna, por alterar a dominância entre os textulariinos e pelo surgimento de uma nova espécie com uma frequência relativamente alta (*Miliammina fusca*). A Biofácies III corresponde ao ponto 4A. Associadas às três espécies dominantes ocorrem *A. inepta*, *T. inflata*, *T. earlandi* e *Ammotium pseudocassis*.

A **Biofácies IV**, mais extensa que as previamente descritas, situa-se no baixo estuário, tendo seu limite nordeste na transição com o médio estuário. As águas são predominantemente hipohalinas salobras, com valores decrescentes em direção à montante. Contém foraminíferos exclusivamente aglutinantes, sendo dominada por *M. fusca* (61%), *H. wilberti* (19%) e *A. mexicana* (10%). Associada a tais espécies dominantes registrou-se, em ordem decrescente, a presença de *A. inepta*, *Ammotium cassis*, *T. inflata*, *Polysaccammina ipohalina*, *Ammodiscus* sp. e *Tiphotrocha comprimata*.

A **Biofácies V** corresponde às porções média e alta do estuário, com águas hipohalinas salobras, sendo francamente dominada pelo foraminífero *Miliammina*

fusca. Tal biofácies foi subdividida em 2 sub-biofácies, V_1 e V_2 . Em V_1 *M.fusca* representa 90% dos foraminíferos coletados, associando-se a outros aglutinantes como *A. mexicana*, *H. wilberti*, *P. ipohalina*, *A. cassis* e *Ammodiscus* sp.. A partir do ponto 16, na parte alta do estuário (Sub-biofácies V_2), registrou-se apenas a presença de *M. fusca*, onde a salinidade não ultrapassou 3.5‰.

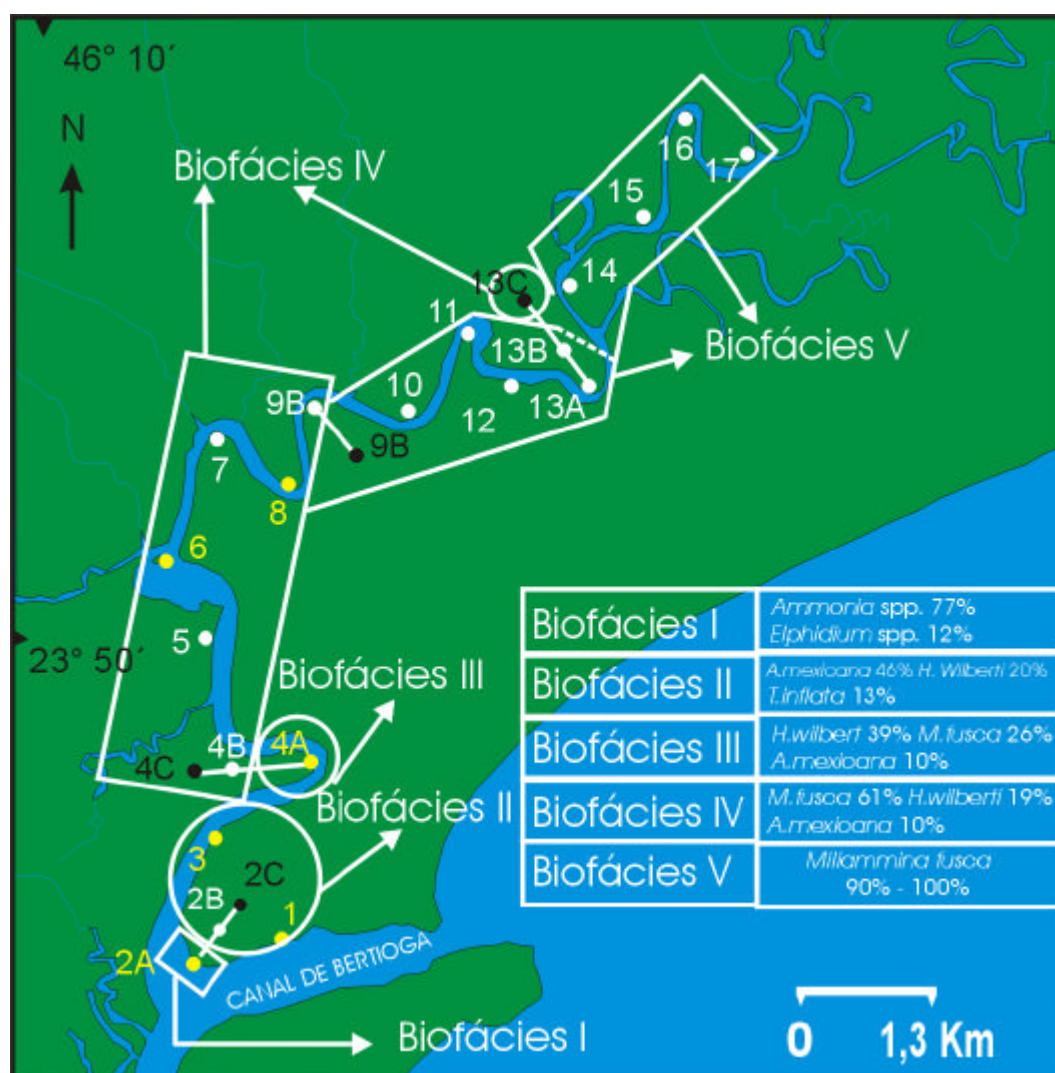


Figura 20: Biofácies de foraminíferos no Rio Itapanhaú (vide legenda da Figura 16).

A análise da distribuição espacial das biofácies mostra que a salinidade é a variável principal no controle das associações de foraminíferos. Os quadros 6, 7 e

8 exibem os valores de diversidade e equitatividade dos pontos de coletas referentes às cinco biofácies. No médio e alto estuário, onde o aporte de água doce é maior, tanto a diversidade de foraminíferos, como a equitatividade atingem os valores mais baixos (meio hiper-estressante para os foraminíferos). Já no baixo estuário, o estresse ambiental é menor, o que é refletido pelos maiores valores de diversidade ($H' =$ índice de Shannon ; $D =$ índice de Mcintosh) e equitatividade ($J ; E$). Tais valores são, todavia, menores que aqueles registrados nos ambientes francamente marinhos. São importantes para reforçar os resultados abióticos de locais com maior e menor influências marinhas dentro do estuário do Rio Itapanhaú.

Quadro 6: **Valores de diversidade e equitatividade registrados nas biofácies I, II e III representando o baixo estuário do Rio Itapanhaú. No ponto 1 da Biofácies II foram coletados apenas 88 foraminíferos.**

Diversidade	Biofácies I	Biofácies II				Biofácies III
	2A	1	2B	2C	3	4A
H'	1,3	-	1,6	1,8	1,1	1,5
J	0,5	-	0,8	0,8	0,5	0,8
D	0,4	-	0,6	0,6	0,3	0,5
E	0,5	-	0,8	0,8	0,4	0,8

Quadro 7: **Valores de diversidade e equitatividade da Biofácies IV, baixo estuário do Rio Itapanhaú. Nas amostras 4B, 8 e 9A não foram encontrados 100 foraminíferos coletados.**

Diversidade	Biofácies IV						
	4B	4C	6	7	8	9A	13C
H'	-	1,3	0,9	1,0	-	-	1,0
J	-	0,6	0,4	0,7	-	-	0,7
D	-	0,4	0,3	0,4	-	-	0,4
E	-	0,5	0,4	0,7	-	-	0,7

Quadro 8: **Valores de diversidade e equitatividade da Biofácies V no médio e alto curso do Rio Itapanhaú. Nas amostras 13A e 14 não foram encontrados 100 indivíduos.**

Diversidade	Biofácies V								
	9B	10	11	13A	13B	14	15	16	17
H'	0,4	0,2	0,2	-	0,1	-	0,0	0,0	0,0
J	0,3	0,2	0,1	-	0,1	-	0,0	0,0	0,0
D	0,1	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0
E	0,2	0,1	0,1	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0

6.5. Foraminíferos em distintos setores do estuário

Diferentes associações de foraminíferos foram registradas em distintos setores do estuário sob diferentes condições ambientais, como a seguir será discutido.

6.5.1. Foraminíferos em bancos de lama

No baixo estuário, os foraminíferos coletados em bancos de lama que se posicionam à frente de bancos colonizados por *Spartina* sp. são exclusivamente dominados por espécies aglutinantes, exceto na amostra 2A em que predominam formas calcárias mixohalinas (Tabela 7). As amostras 1 e 8 não registraram 100 indivíduos, representando respectivamente um total de 88 e 48 foraminíferos.

Tabela 7: Distribuição das espécies de foraminíferos que ocupam os bancos de lama do estuário do Rio Itapanhaú.

Amostra	Espécie Dominante	Frequência relativa	Área de coleta
1	<i>Arenoparrella mexicana</i>	55.70%	Banco de Lama
2A	<i>Ammonia</i> spp.	77%	Banco de Lama
3	<i>Arenoparrella mexicana</i>	68.80%	Banco de Lama
4A	<i>Haplophragmoides wilberti</i>	39%	Banco de Lama
4A	<i>Miliammina fusca</i>	26%	Banco de Lama
6	<i>Miliammina fusca</i>	76%	Banco de Lama
8	<i>M. fusca</i>	60.40%	Banco de Lama

6.5.2. Foraminíferos em bancos de lama com *Spartina* sp./*Crinum* sp.

No médio estuário, em direção à montante, há uma gradual substituição de bancos colonizados por *Spartina* sp. por bancos colonizados por *Crinum* sp.. Em tais bancos há o predomínio absoluto de formas aglutinantes. À medida que o nicho ecológico ocupado por *Spartina* sp. vai sendo substituído por *Crinum* sp. é registrado um proporcional crescimento de *M. fusca* e queda na frequência de *Haplophragmoides wilberti* e *Arenoparrella mexicana* (Tabela 8). Nas amostras 4B, 5, 9A e 13A não foi possível encontrar 100 indivíduos, representando respectivamente um total de 46, 5, 75 e 29 foraminíferos.

Tabela 8: Distribuição das espécies de foraminíferos que ocupam bancos de lama colonizados por *Spartina* sp. e *Crinum* sp. no estuário do Rio Itapanhaú.

Amostras	Espécies Dominante	Frequência relativa	Vegetação associada
2B	<i>Arenoparrella mexicana</i>	31%	<i>Spartina</i> sp.
2B	<i>Haplophragmoides wilberti</i>	26%	<i>Spartina</i> sp.
4B	<i>Miliammina fusca</i>	34,80%	<i>Spartina</i> sp.
4B	<i>Haplophragmoides wilberti</i>	26,10%	<i>Spartina</i> sp.
5	<i>M. fusca</i>	-	<i>Spartina</i> sp.
7	<i>Miliammina fusca</i>	53,40%	<i>Spartina</i> sp.
9A	<i>Miliammina fusca</i>	73,30%	<i>Spartina</i> sp. / <i>Crinum</i> sp.
10	<i>Miliammina fusca</i>	96%	<i>Crinum</i> sp.
11	<i>Miliammina fusca</i>	97%	<i>Crinum</i> sp.
13A	<i>Miliammina fusca</i>	82,80%	<i>Crinum</i> sp.
13B	<i>Miliammina fusca</i>	99%	<i>Crinum</i> sp.

6.5.3. Foraminíferos em bancos de lama com *Scirpus* sp.

O ponto 14 demarca o início do alto estuário do Rio Itapanhaú (Sub-biofácies V₂) pelo surgimento de uma vegetação adaptada a características fluviais como *Scirpus* sp.. A presença de *Scirpus* sp. está associada a uma

microfauna de foraminíferos composta exclusivamente por *Miliammina fusca*. Apenas 30 foraminíferos representam a amostra 14 e nas demais, 100 foraminíferos (Tabela 9).

Próxima à cabeceira do Rio Itapanhaú, ocorre o maior volume de precipitação de todo país (AB´SABER, 2003). O alto índice pluviométrico na região do Rio Itapanhaú pode estar influenciando na biologia dos foraminíferos, onde a espécie mais adaptada foi a *M. fusca*.

Tabela 9: Foraminíferos em bancos de lama colonizados por *Scirpus* sp..

Amostras	Espécie Dominante	Frequência relativa	Vegetação associada
14	<i>Miliammina fusca</i>	100%	<i>Scirpus</i> sp.
15	<i>Miliammina fusca</i>	100%	<i>Scirpus</i> sp.
16	<i>Miliammina fusca</i>	100%	<i>Scirpus</i> sp.
17	<i>Miliammina fusca</i>	100%	<i>Scirpus</i> sp.

6.5.4. Foraminíferos encontrados no interior do manguezal na baixada santista e no Rio Itapanhaú

A baixada santista é uma área recentemente estudada, com trabalhos de dissertação de mestrado (e.g. SANTA-CRUZ, 2004; RODRIGUES, 2003) e tese de doutorado (e.g. EICHLER, 2001).

Santa-Cruz (2004) estudou os foraminíferos nos rios Iriri e Tia Maria, afluentes do canal de Bertioga, registrando somente a presença de foraminíferos aglutinantes.

Rodrigues (2003) registrou a presença de rotaliinos dentro do mangue na jusante do canal estuarino Acaí com o canal de Bertioga. Entretanto, o mesmo autor, na maioria de suas amostras coletadas no verão de 2001, registrou a presença de formas aglutinantes dentro dos mangues localizados nos canais Acaí e Crumaú.

Eichler (2001) realizou um biomonitoramento mensal, durante o inverno e verão, dos foraminíferos no canal de Bertioga, correlacionando-os aos dados

abióticos. A mesma autora também registrou a presença de foraminíferos hialinos dentro do mangue nas imediações do Rio Itapanhaú.

Todos foraminíferos coletados no interior do manguezal do Rio Itapanhaú são representantes da Subordem Textulariina.

Miliammina fusca aparece dominando todas as amostras coletadas no interior do manguezal (Biofácies IV, pontos 4C e 13C; Sub-biofácies V1, ponto 9B), exceto ponto 2C (Tabela 10). A frequência relativa de *M. fusca* aumenta rumo à montante, exceto no ponto 13C.

Tabela 10: Foraminíferos aglutinantes encontrados em lamas colonizadas por mangue.

Amostras	Espécie Dominante	Frequência relativa	Vegetação associada
2C	<i>Arenoparrella mexicana</i>	24%	
2C	<i>Haplophragmoides wilberti</i>	23%	<i>Rhizophora mangle</i>
2C	<i>Ammoastuta inepta</i>	18%	
4C	<i>Miliammina fusca</i>	64%	<i>Rhizophora mangle</i>
9B	<i>Miliammina fusca</i>	91%	<i>Rhizophora mangle</i>
13C	<i>Miliammina fusca</i>	53%	<i>Avicennia schaueriana</i>

6.6. Alguns aspectos comparativos entre as associações de foraminíferos do estuário do Rio Itapanhaú e de outras zonas parálicas do Brasil

O padrão da distribuição das associações de foraminíferos reconhecido para as margens estuarinas do Rio Itapanhaú revela algumas similaridades com o de outras áreas parálicas brasileiras.

Notável é a similaridade das biofácies V₁, V₂ e IV do Rio Itapanhaú e as biofácies 2, 3 e 4 do estuário do Rio Itanhaém (litoral sul de São Paulo), reconhecidas por Oliveira (1999) e Oliveira e Dias-Brito (1999). V₁ e V₂ do Itapanhaú, correspondentes às biofácies 2 e 3 do Itanhaém, são amplamente dominadas por *M. fusca* que se distribui em bancos de lama com a presença de *Crinum*; plantas de mangue ocorrem nas imediações. Nessas áreas, as águas são

hipohalinas salobras (0.5-18‰). A biofácies IV do Itapanhaú (*M. fusca* – *H. wilberti* – *A. mexicana*) corresponde à homônima biofácies 4 do Itanhaém.

É também possível perceber que as biofácies acima mencionadas têm uma elevada relação com a Biofácies *Miliammina fusca/Arenoparrella mexicana*, registrada em um ambiente hipohalino-salobro nos canais Parapuca e Carapitanga do Delta do Rio São Fransisco (SEMENSATTO-Jr. e DIAS-BRITO, 2004). Naquele delta os últimos autores também reconheceram a Biofácies *Ammonia tepida/Elphidium* spp., em um ambiente hipohalino – mixohalino, que tem similaridade com a Biofácies I do Rio Itapanhaú. Adicionalmente, reconhece-se a similaridade desta última biofácies com aquela registrada na Bahia de Sepetiba, Rio de Janeiro (Biofácies *Criboelphidium* spp./*Ammonia beccarii*), por Brönnimann et al. (1981).

6.7. Relação entre as biofácies de foraminíferos e fitofácies ao longo das margens estuarinas do Rio Itapanhaú

A superposição dos mapas de fitofácies e biofácies de foraminíferos ao longo das margens do Rio Itapanhaú, permitiu perceber que não há uma perfeita correspondência das referidas fácies (Figura 21). Todavia, há um aspecto altamente interessante mostrado pela superposição: o baixo estuário, que corresponde a uma única fitofácies (a Fitofácies I), é segmentado em quatro biofácies de foraminíferos; já o médio e alto estuário, compartimentado em quatro fitofácies, é, na sua maior área, representado por uma única biofácies de foraminíferos (a Biofácies V). Tal padrão reflete diferenças de tolerância destes organismos às mudanças ambientais ao longo do estuário. Enquanto o baixo estuário é percebido como um único ambiente pela distribuição das plantas, tal meio revela-se um mosaico de sub-ambientes, como captado pela sensibilidade das associações de foraminíferos. Já no médio e alto estuário, mais fortemente afetado pelas águas continentais, a situação se inverte: a rápida sucessão de ambientes é melhor percebida pelas alterações das associações das plantas; os

foraminíferos, já no limite máximo de sua tolerância, estão essencialmente representados por uma monótona associação, que é dominada pelo táxon *M. fusca*. Com isso, essa microbiota e as plantas caracterizam diferentes ambientes dentro do mesmo estuário, existindo espécies características de vegetais e foraminíferos no baixo, médio e alto estuário. Os foraminíferos fósseis podem refletir a mesma sensibilidade ambiental, auxiliando o estudo paleoecológico e paleogeográfico de plantas estuarinas extintas. Raymond e Phillips (1983) realizaram estudos paleoecológicos de um grupo extinto de gimnospermas que teriam crescido em pântanos salgados do Carbonífero Superior do Estado de Iowa. Uma análise de foraminíferos fósseis na mesma rocha de tais plantas poderia orientar melhor a posição geográfica desses vegetais, estando próximos ao oceano ou à montante. Isso pode ser útil em descobrir se tal planta extinta ocupou o mesmo nicho ecológico da vegetação estuarina recente, podendo auxiliar a reconstruir a história de bacias sedimentares com fácies parálicas e a compreender a evolução da vegetação estuarina durante a história geológica.

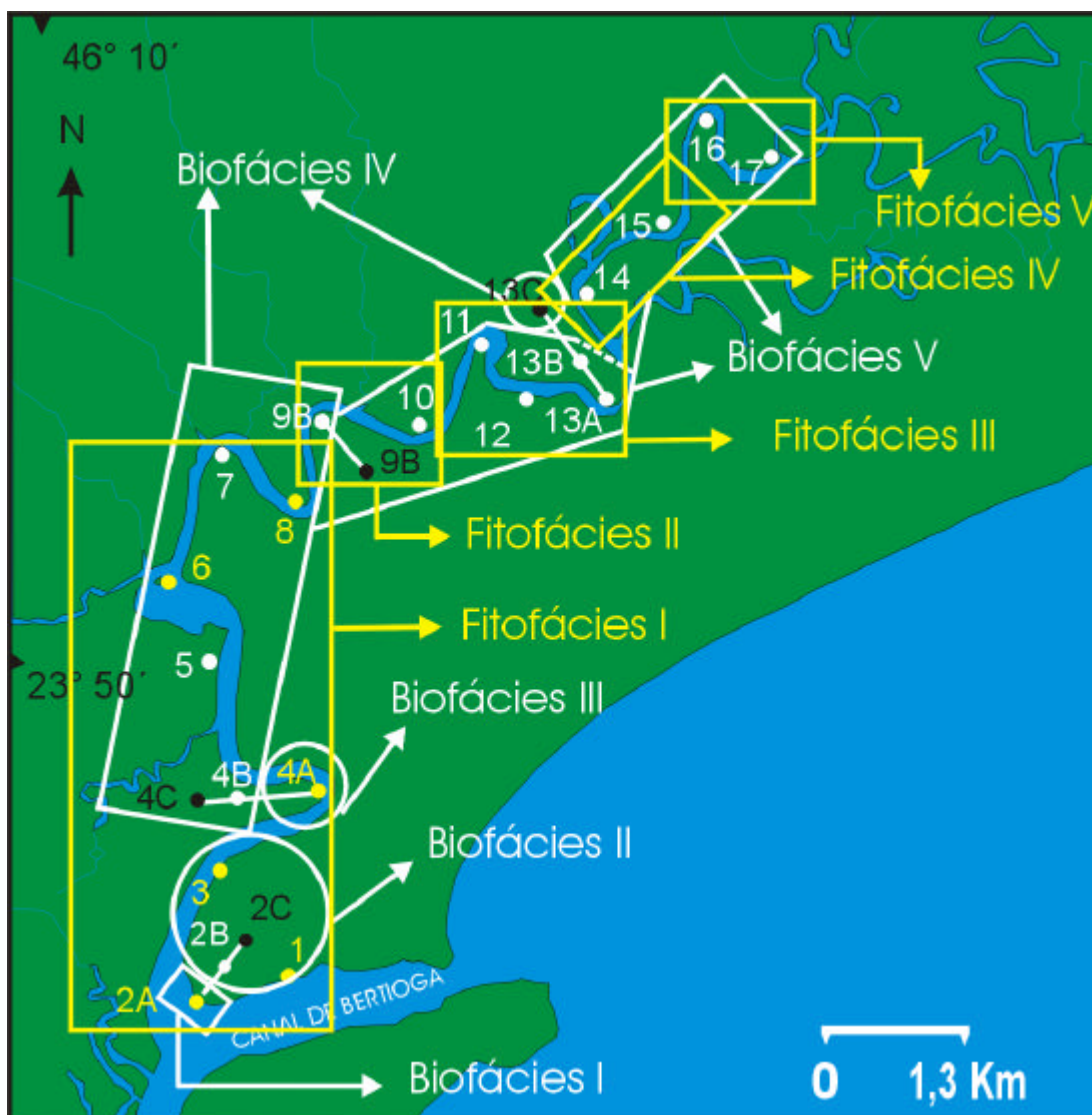


Figura 21: Superposição das biofácies de foraminíferos e fitofácies de Dias-Brito (2003) na faixa estuarina do Rio Itapanhaú.

A distribuição dos organismos no Rio Itapanhaú está relacionada aos valores de salinidade, com diferentes espécies dominantes e subdominantes de foraminíferos adaptados ao baixo, médio e alto estuário (Gráfico 1).

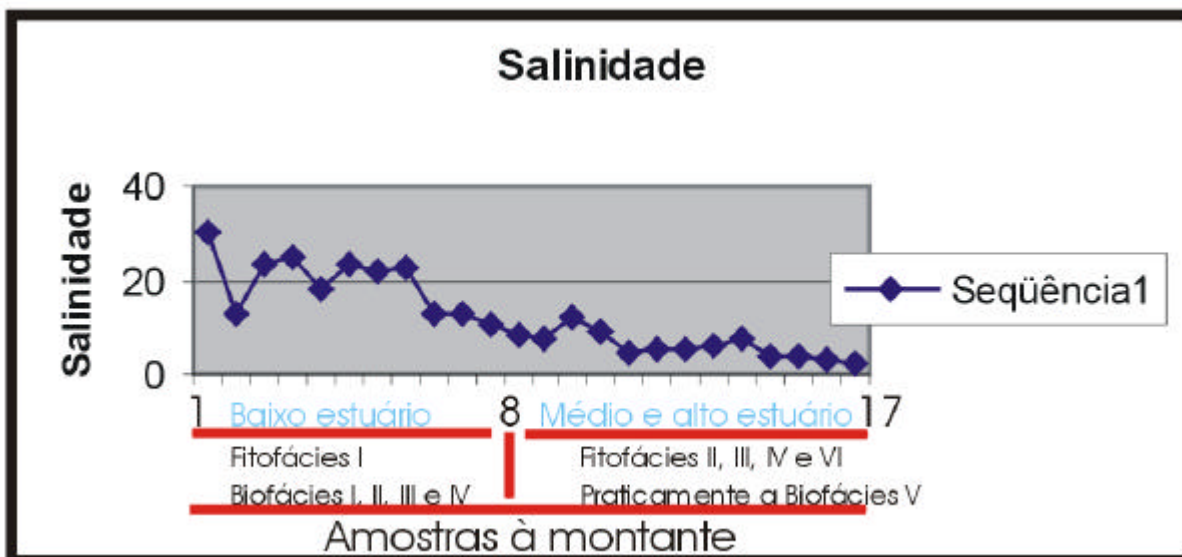


Gráfico 1: Valores de salinidade, da jusante à montante, na faixa estuarina do Rio Itapanhaú.

A figura 22 mostra a distribuição das espécies dominantes e subdominantes de foraminíferos elaborada na presente pesquisa, associados a vegetação identificada por Dias-Brito na faixa estuarina do Rio Itapanhaú em trabalho de campo. Essa figura pode ser útil em estudos paleoecológicos, paleoambientais e paleogeográficos dessas comunidades de antigas zonas estuarinas.



Figura 22: Distribuição das biofácies de foraminíferos associados a vegetação na faixa estuarina do Rio Itapanhaú.

7. CONCLUSÕES

1. De acordo com a frequência relativa das espécies dominantes e subdominantes, foi possível segmentar o Rio Itapanhaú em 5 tipos de ambientes. A distribuição dessas biofácies de foraminíferos é controlada pela salinidade. No baixo estuário, onde a salinidade é maior, os valores de diversidade e equitatividade de foraminíferos aumentam em direção ao canal de Bertoga. Já no alto estuário, o estresse para a sobrevivência dos foraminíferos é maior, aumentando a dominância de *M. fusca* e diminuindo a diversidade e equitatividade dos foraminíferos
2. A partir dos dados abióticos levantados no presente estudo, conclui-se que a faixa estuarina do Rio Itapanhaú é um ecossistema instável, assim como outros estuários, se comparado ao oceano. Tal ecossistema apresenta grande variação de salinidade, pH e um sedimento pobre em oxigênio. Nesse ecossistema estressante, as espécies de foraminíferos que melhor se adaptaram a tais condições foram *Miliammina fusca* (57,8%), *Arenoparrella mexicana* (13,7%), *Haplophragmoides wilberti* (12,1%).
3. Pela análise da superposição dos mapas de foraminíferos (biofácies) e das plantas (fitofácies), observou-se que não há uma perfeita correspondência das referidas fácies. Entretanto, o baixo estuário, que corresponde a uma única fitofácies (a Fitofácies I), é segmentado em quatro biofácies de foraminíferos: já o médio e alto estuário, compartimentado em quatro fitofácies, é, na sua maior área, representada por uma única biofácies de foraminíferos (a Biofácies V). Conclui-se que diferentes associações de foraminíferos e plantas caracterizam diferentes ambientes dentro do mesmo ecossistema. Existindo, portanto, diferentes espécies dominantes e subdominantes de foraminíferos caracterizando o baixo, médio e alto estuário.

4. A distribuição dos foraminíferos recentes associados à vegetação estuarina pode ser usada em estudos paleontológicos, onde o posicionamento geográfico (baixo, médio e alto estuário) de plantas estuarinas extintas pode ser estimado a partir das associações de foraminíferos encontrados no registro geológico. Essa associação de plantas e foraminíferos pode ser uma importante ferramenta na reconstrução histórica das bacias sedimentares com fácies parálicas e a compreender a evolução das plantas halofílicas na história geológica.

5. A presente pesquisa também tem aplicação direta em estudos de diagnóstico e monitoramento ambiental. Da jusante a montante, ocorre uma mudança abrupta da microfauna entre as biofácies I e II. Entre as demais biofácies ocorre uma mudança gradativa da microfauna não registrando mais a presença de tecas calcárias rumo a montante do Rio Itapanhaú. A distribuição dos foraminíferos no Rio Itapanhaú auxilia a compreensão da hidrodinâmica na faixa estuarina, onde a grande vazão do Rio Itapanhaú é maior que a entrada de águas euhalinas provenientes do oceano via Canal de Bertoga.

REFERÊNCIAS

AB´SABER, A. N. Esporões da Serra do Mar, Baías e Ilhas Costeiras. In: _____. **Litoral do Brasil**. São Paulo: Metalivro, 2003. p. 31-35.

BOLTOVSKOY, E. **Los foraminíferos recientes**. Argentina: EUDEBA; Universidade de Buenos Aires, 1965.

BOLTOVSKOY, E.; GIUSSANI, G.; WATANABE, S.; WRIGHT, R. **Atlas of Benthic Shelf Foraminifera of the Southwest Atlantic**. Netherlands: The Hague, 1980.

BOLTOVSKOY, E.; VIDARTE, I. M. Foraminíferos de la zona de manglar de Guayaquil (Ecuador). **Revista del Museo Argentino de Ciências Naturales “Bernardino Rivadavia”**, Buenos Aires, v. 5, n. 3, p. 31-49, 1977.

BONDE, S. D.; KUMARAN, K. P. N. The oldest macrofossil record of the mangrove fern *Acrostichum* L. from the Late Cretaceous Deccan Intertrappean beds of India. **Cretaceous Research**, London, n.23, p.149-152, 2002.

BRASIER, M. D. **Microfossils**. London: George Allen & Unwin, 1980.

BRÖNNIMANN, P.; DIAS-BRITO, D.; MOURA, J.A. Foraminíferos da fácies mangue da planície de maré de Guaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO PALEONTOLOGIA, 2., 1981, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, RS: Université de Genève, Suisse, 1981. p.887-891.

BRÖNNIMANN, P.; WHITTAKER, J. E.; ZANINETTI, L. Brackish water foraminifera from mangrove sediments of southwestern Viti Levu, Fiji Island, southwest pacific. **Revue de Paléobiologie**, Genève, v. 11, n. 1, p. 13-65, 1992.

COSTA, L. G. da S. Adaptações. In: SHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. p.31-34.

CRUZ, O. **A Serra do Mar e o litoral na área de Caraguatatuba – SP: Contribuição a Geomorfologia Litorânea Tropical.** 1974. 181f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia Ciências e Letras Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1974.

CULVER, S. J. Early Cambrian Foraminifera from West Africa. **Science**, Washington, v. 254, p. 689-691, 1991.

CULVER, S. J. Foraminifera. In: LIPPS, H. J. **Fossil prokaryotes and protists.** Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1993. cap. 12, p. 203–246.

DAVIES, J. L. Biotic Factors. In: _____. **Geographical variation in coastal development.** London: Longman, 1977. p. 59-77.

DEBENAY, J.P. Recent Foraminifera Assemblages and their distribution relative to environment stress in the paralic environments of west Africa (Cape Timiris to Ebrie Lagoon). **Journal of Foraminifera Research**, Cambridge, v.20, n.3, p.267-282, 1990.

DEBENAY, J. P.; GUIRAL, D.; PARRA, M. Ecological Factors Acting on the Microfauna in Mangrove Swamps. The Case of Foraminiferal Assemblages in French Guiana. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v.55, p.509-533, 2002.

DIAS-BRITO, D. Estudo geobotânico ao longo do estuário do Rio Itapanhaú, São Paulo. Rio Claro: UNESP, 2003. Caderno de campo **NÃO PUBLICADO.**

DIAS-BRITO, D.; OLIVEIRA, D. **Integrating foraminifera, thecamoebians and plants distribution data to understand the environmental succession in a hydrographic basin: an example from Itanhaém-SP, southeastern coast of Brazil.** In: CUSHAMN FOUNDATION RESEARCH SYMPOSIUM, 1999, Porto Seguro, BA. **Anais...** Porto Seguro, BA: Cushman Foundation Research, 1999.

EICHLER, P.P.B. **Avaliação e diagnóstico do Canal de Bertioga (São Paulo, Brasil) através da utilização de foraminíferos como indicadores ambientais.** 2001. 240f. tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) – Instituto de Oceanografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

EICHLER, B. B.; BONETTI, C. Distribuição de foraminíferos e tecamebas ocorrentes no manguezal do Rio Bagaçu, Cananéia, São Paulo – Relações com parâmetros ambientais. **Pesquisas**, Porto Alegre, v.22, n. 1-2, p. 35-40, 1995.

GRAHAM, A. Diversification of gulf/Caribbean mangrove communities through cenozoic time. **Biotropica**, Washington, v. 27, n. 1, p. 20-27, 1995.

HAYWARD, B. W.; HOLZMANN, M.; GRENFELL, H. R.; PAWLOWSKI, J. TRIGGS, C. M. Morphological distinction of molecular types in *Ammonia* – towards a taxonomic revision of the world's most commonly misidentified foraminifera. **Marine Micropaleontology**, Amsterdam, v. 952, p. 1-35, 2003.

JORISSEN, F. J.; STIGTER, H. C.; WIDMARK, J. G. V. A conceptual model explaining benthic foraminiferal microhabitats. **Marine Micropaleontology**, Amsterdam, v. 26, p. 3-15, 1995.

LOEBLICH, A.R.; TAPPAN, H. **Foraminiferal Genera and their Classification**. Nova Iorque: Van Nostrand Reinhold, 1988. 969p.

MAGURRAN, A.E. **Diversidad ecológica y su medición**. Barcelona: Vedar, 1989.

MENEZES, G. V. Produtividade dos manguezais. In: SHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. p.39-42.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KLERFVE, B. Circulation and Mixing Due to Tidal Forcing in the Bertioga Channel, São Paulo, Brazil. **Estuaries**, Columbia, v. 21, p. 204-214, 1998.

OLIVEIRA, D. **Análise Ambiental Dos Canais Da Bacia Hidrográfica Do Rio Itanhaém – SP, Brasil, Com Base Em Tecamebas E Foraminíferos**. 1999. 122 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente)-Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

PATTERSON, R. T.; FISHBEIN, E. Re-examination of the statistical methods used to determine the number of point counts needed for micropaleontological quantitative research. **Journal of Paleontology**, Ithaca, v. 63, n.2, p.245-48, 1989.

RAYMOND, A.; PHILLIPS, L. Evidence for an Upper Carboniferous mangrove community. In: TEAS, H. J. (Ed.). **Biology and Ecology of mangroves**. The Hague: Dr. W. Junk, 1983. p. 19-30. (Task for Vegetation Science, 8).

RADLEY, J. Foraminifera from the Vectis Formation (Wealden Group, Lower Cretaceous) of the Wessex sub-basin, southern England: a preliminary account. **Cretaceous Research**, London, v.16, p. 717-726, 1995.

RIO Itapanhaú. Disponível em : <<http://www.ipatiua.com.br/itapanha%FA.htm>>. Acesso em: 20 jun 2004.

RODRIGUES, A. R. Estudo comparativo entre dois estuários do Canal de Bertioga (São Paulo, Brasil) através da caracterização de associações de foraminíferos bentônicos recentes. 2003. 101f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Instituto de Oceanografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

RULL, V. Evolucion de los manglares Neotropicales: La Crisis del Eoceno. **Interciencia**, Caracas, v.23, n.6, p.355-362, 1998.

SANTA-CRUZ, J. **Foraminíferos atuais em um manguezal impactado por petróleo 20 anos atrás: O rio Iri, canal de Bertioga, Santos-SP**. 2004. 141f. Dissertação (Mestrado em Geociências Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista**. 1990. 78f. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

SANTOS, E. O. Características climáticas. In: AZEVEDO, A. **A baixada Santista**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1965. p.95-150.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezais Brasileiros**. 1991. 42f. Tese (Livre Docência)- Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros com ênfase sobre o ecossistema manguezal. **Publicação Especial do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, n.7, p. 1-16, 1989.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON-MOLERO, G. Brazilian mangroves: A historical ecology. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.51. n.3/4, p. 274-286, 1999.

SCOTT, D. Brackish-water foraminifera from southern California and description of *Polysaccamina ipohalina* n. gen., n. sp. **Journal of Foraminifera Research**. Washington, v. 6, n. 4, p. 312-321, 1976.

SCOTT, D. B.; MEDIOLI, F.; BRAUND, R. Foraminifera from the Cambrian of Nova Scotia: the Oldest Multichambered Foraminifera. **Micropaleontology**, New York, v. 49, n. 2, p. 109-126, 2003.

SCOTT, D. B.; MEDIOLI, F. **Quantitative studies of marsh foraminiferal distribution in Nova Scotia**: implications for sea level studies. Washington: Cushman Foundation for Foraminiferal Research, 1980. Publicação especial.

SCOTT, D. B.; SCHNACK, E. J.; FERRERO, L.; ESPINOSA, M.; BARBOSA, C. Recent marsh foraminifera from the east coast of south America: comparison to the north hemisphere. **Paleoecology, Biostratigraphy, Paleoceanography and Agglutinated Foraminifera**, Netherlands, p. 717-737, 1990.

SEMENSATTO, J.R.; DIAS-BRITO, D. Análise ambiental preliminar de uma área parálica tropical do Delta do Rio São Fransisco, Sergipe-Brasil, com base na sinecologia de foraminíferos e tecamebas. **Revista Brasileira de Paleontologia**, São Leopoldo, RS, v. 7, n. 1, p. 53-66, 2004.

SEN GUPTA, B. K.; MACHAIN-CASTILHO, M. L. Benthic foraminifera in oxygen-poor habitats. **Marine Micropaleontology**, Amsterdam, v. 20, p. 183-201, 1993.

SHRÖDER, C. J.; SCOTT, D. B.; MEDIOLI, F. S. Can smaller benthic foraminifera be ignored in paleoenvironmental analyses? **Journal of Foraminifera Research**, Washington, v. 17, p. 101-105, 1987.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Mecanismos de gênese das planícies sedimentares quaternárias do litoral do estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA., 29., 1976, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: Universidade de São Paulo, 1976. v.1, p.295-305.

TAPPAN, H.; LOEBLICH, A. R. Foraminiferal evolution, diversification, and extinction. **Journal of Paleontology**, Ithaca, v.62, n.5, p. 695-714, 1988.

WALL, J. H., Marginal marine foraminifera from the Late Cretaceous Bearpaw-Horseshoe Canyon transition, southern Alberta, Canada. **Journal of Foraminifera Research**, Cambridge, v.6, p. 193-201, 1976.

WALTON, W. R. Techniques for recognition of living foraminifera. **Contributions from the Cushman Foundation**, Washington, v. 3, p. 56-60, 1952.

WIGHTMAN, W.G. Estuarine and marsh Foraminifera from Lower Cretaceous Of The Lusitanian Basin, west Portugal. In: HEMLEBEN et al. (Ed.). **Paleoecology, Biostratigraphy, Paleoceanography and Taxonomy of Agglutinated Foraminifera**. Netherlands: Kluwer Academic, 1990. p. 739-764.

WIGHTMAN, W.G.; SCOTT, D. B.; MEDIOLI, F. S.; GIBLING, M.R. Carboniferous marsh foraminifera from coal-bearing strata at the Sydney basin; Nova Scotia: A new tool for identifying paralic coal-forming environments. **Geology**, Boulder, v.21, n.7, p.631-634, 1993.

YOKOTA, N. S. Distribuição e origem. In: SHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. p. 9-12.

ZANINETTI, L.; BRÖNNIMANN, P.; DIAS-BRITO, D.; ARAI, M.; CASALETTO, P.; KOUTSOUKOS, E.; SILVEIRA, S. Distribution écologique des Foraminifères dans la Mangrove d'Acupe, Etat de Bahia, Brésil. **Notes du Laboratoire de Paleontologie de L'University de Geneve**, Genebra, p. 1-24, 1979.

ESTAMPAS DE I A VII

ESTAMPA I

? Imagem 1 – ***Ammonia sp.*** – vista umbilical
(amostra 2A)

? Imagem 2 - ***Ammonia sp.*** – vista espiral
(amostra 2A)

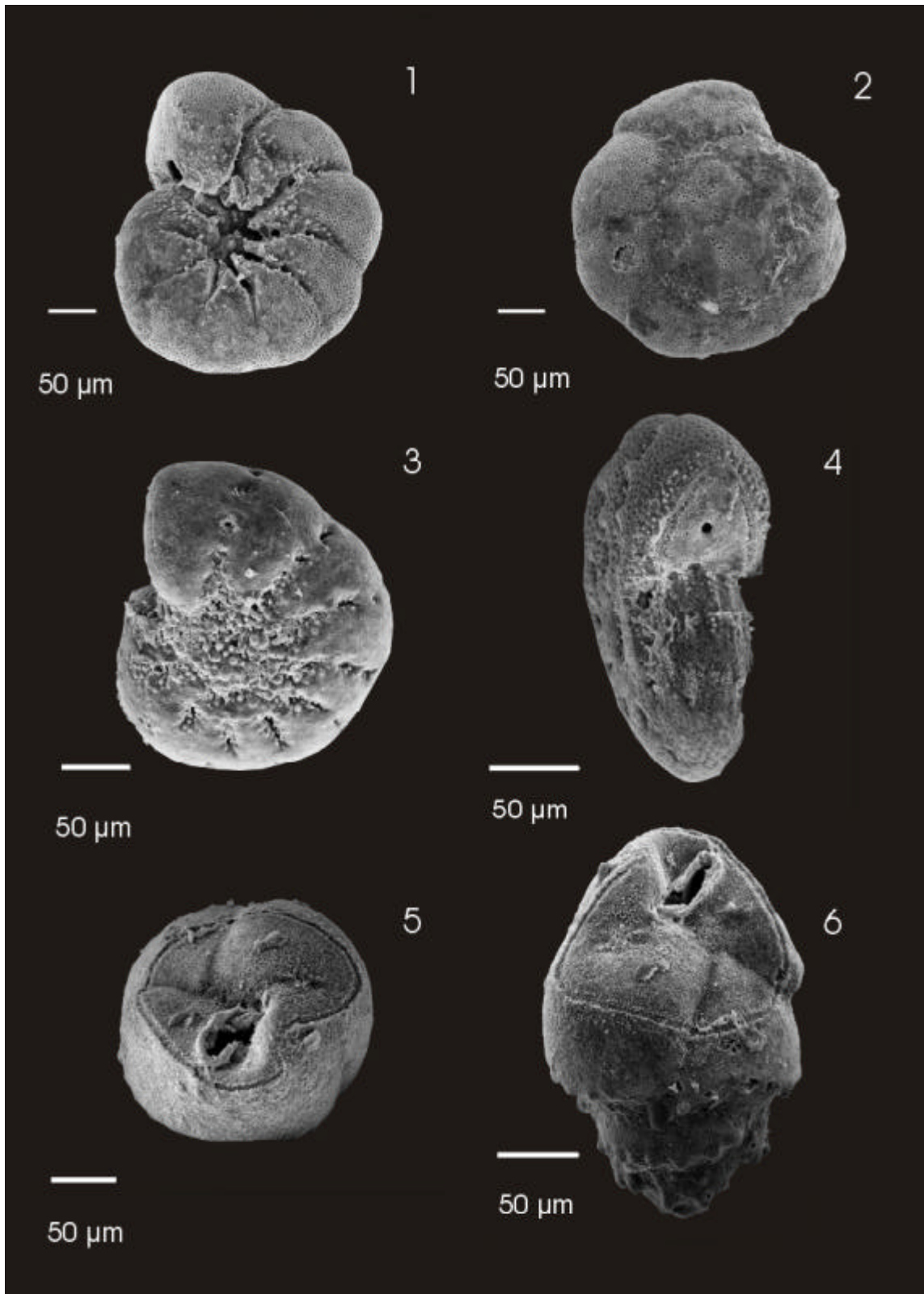
? Imagem 3 – ***Elphidium sp.*** – vista umbilical
(amostra 2A)

? Imagem 4 – ***Elphidium sp.*** – vista oblíquo-frontal
(amostra 2A)

? Imagem 5 – ***Bulimina sp.*** – vista apertural
(amostra 2A)

? Imagem 6 – ***Bulimina sp.*** – vista oblíquo-frontal
(amostra 2A)

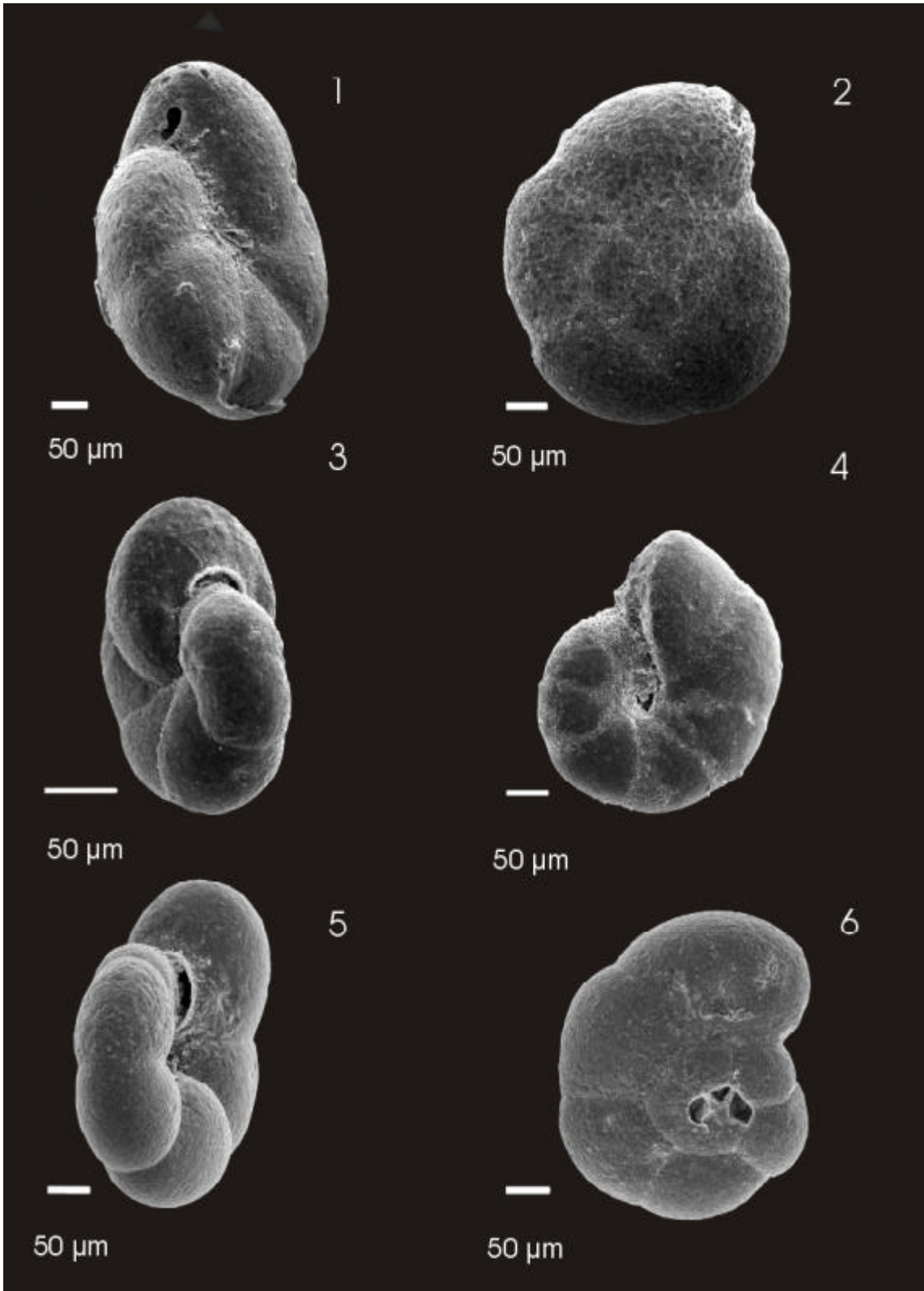
ESTAMPA I



ESTAMPA II

- ? Imagem 1 – *Arenoparrella mexicana* – vista oblíquo-umbilical
(amostra 7)
- ? Imagem 2 - *Arenoparrella mexicana* – vista espiral
(amostra 7)
- ? Imagem 3 – *Haplophragmoides wilberti* – vista oblíquo-frontal
(amostra 2C)
- ? Imagem 4 – *Haplophragmoides wilberti* – vista umbilical
(amostra 4C)
- ? Imagem 5 – *Trochammina inflata* – vista fronto – umbilical, mostrando a
abertura (amostra 2B)
- ? Imagem 6 – *Trochammina inflata* – vista espiral
(amostra 2B)

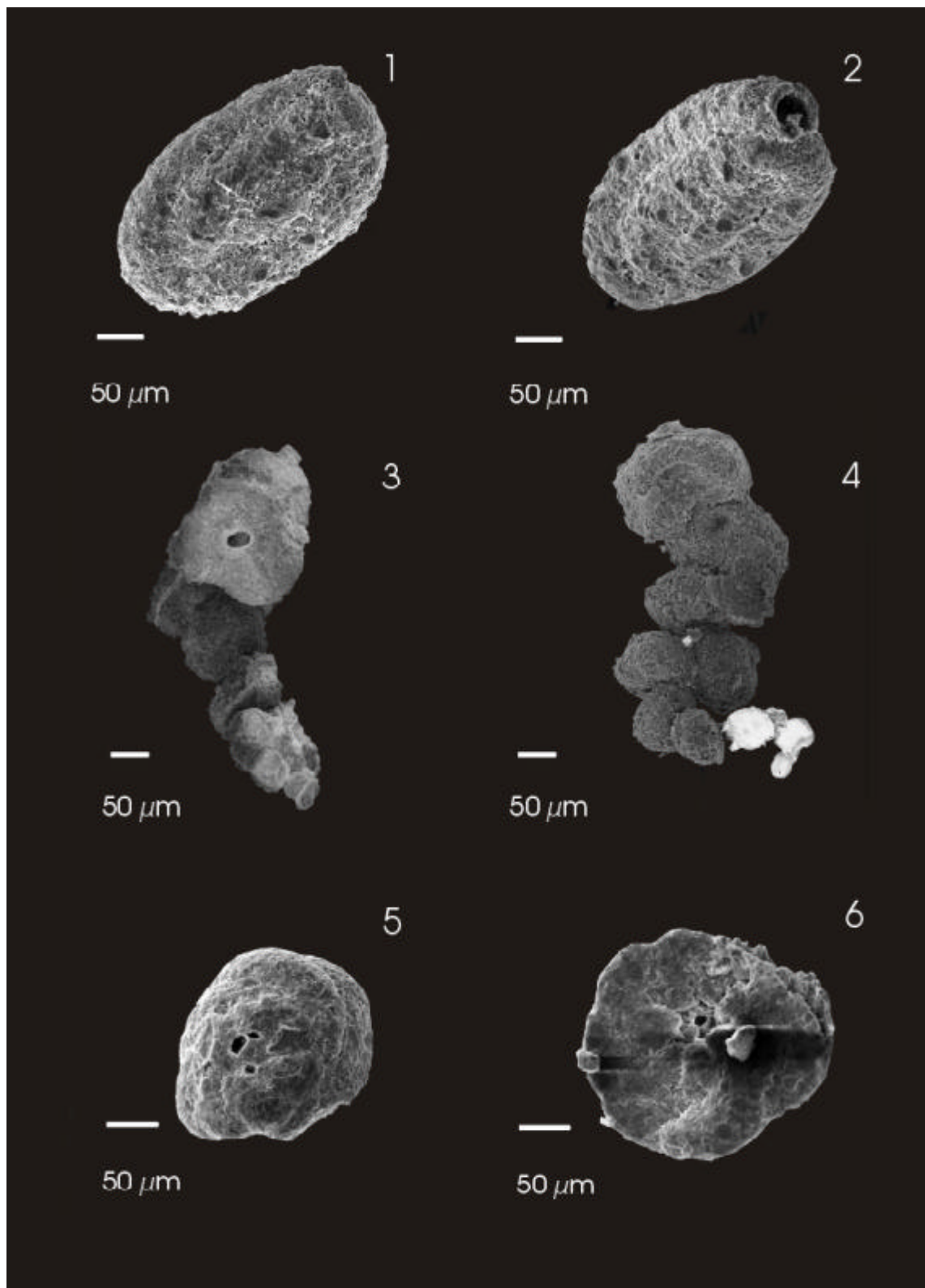
ESTAMPA II



ESTAMPA III

- ? Imagem 1 – *Miliammina fusca* – vista lateral
(amostra 19)
- ? Imagem 2 - *Miliammina fusca* – detalhe da abertura com dente
(amostra 19)
- ? Imagem 3 – *Polysaccammina ipohalina* – vista lateral
(amostra 2C)
- ? Imagem 4 – *Polysaccammina ipohalina* – vista lateral
(amostra 2C)
- ? Imagem 5 – *Tiphotrecha comprimata* – vista espiral
(amostra 4B)
- ? Imagem 6 – *Tiphotrecha comprimata* – vista umbilical
(amostra 4B)

ESTAMPA III



ESTAMPA IV

? Imagem 1 – ***Ammoastuta inepta*** – vista lateral
(amostra 4A)

? Imagem 2 - ***Ammoastuta salsa*** – vista lateral (espécime deformado)
(amostra 4A)

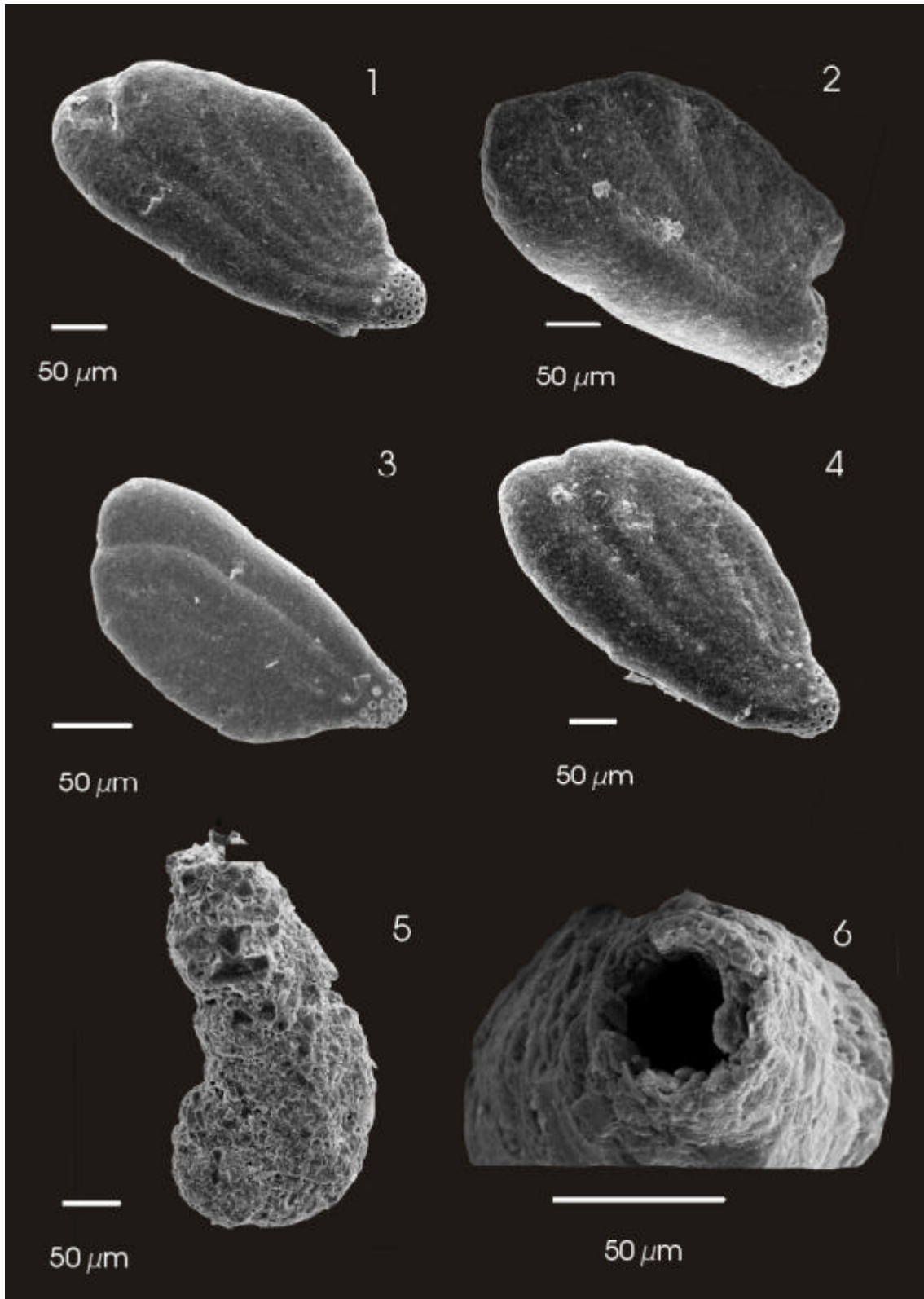
? Imagem 3 – ***Ammoastuta inepta*** – vista lateral
(amostra 2C)

? Imagem 4 – ***Ammoastuta inepta*** – vista lateral
(amostra 4A)

? Imagem 5 – ***Ammobaculites sp.*** – vista lateral
(amostra 9B)

? Imagem 6 – ***Ammobaculites sp.*** – vista apertural
(amostra 9B)

ESTAMPA IV



ESTAMPA V

? Imagem 1 – *Ammotium cassis* – vista apertural
(amostra 4C)

? Imagem 2 - *Ammotium pseudocassis* – vista lateral
(amostra 4C)

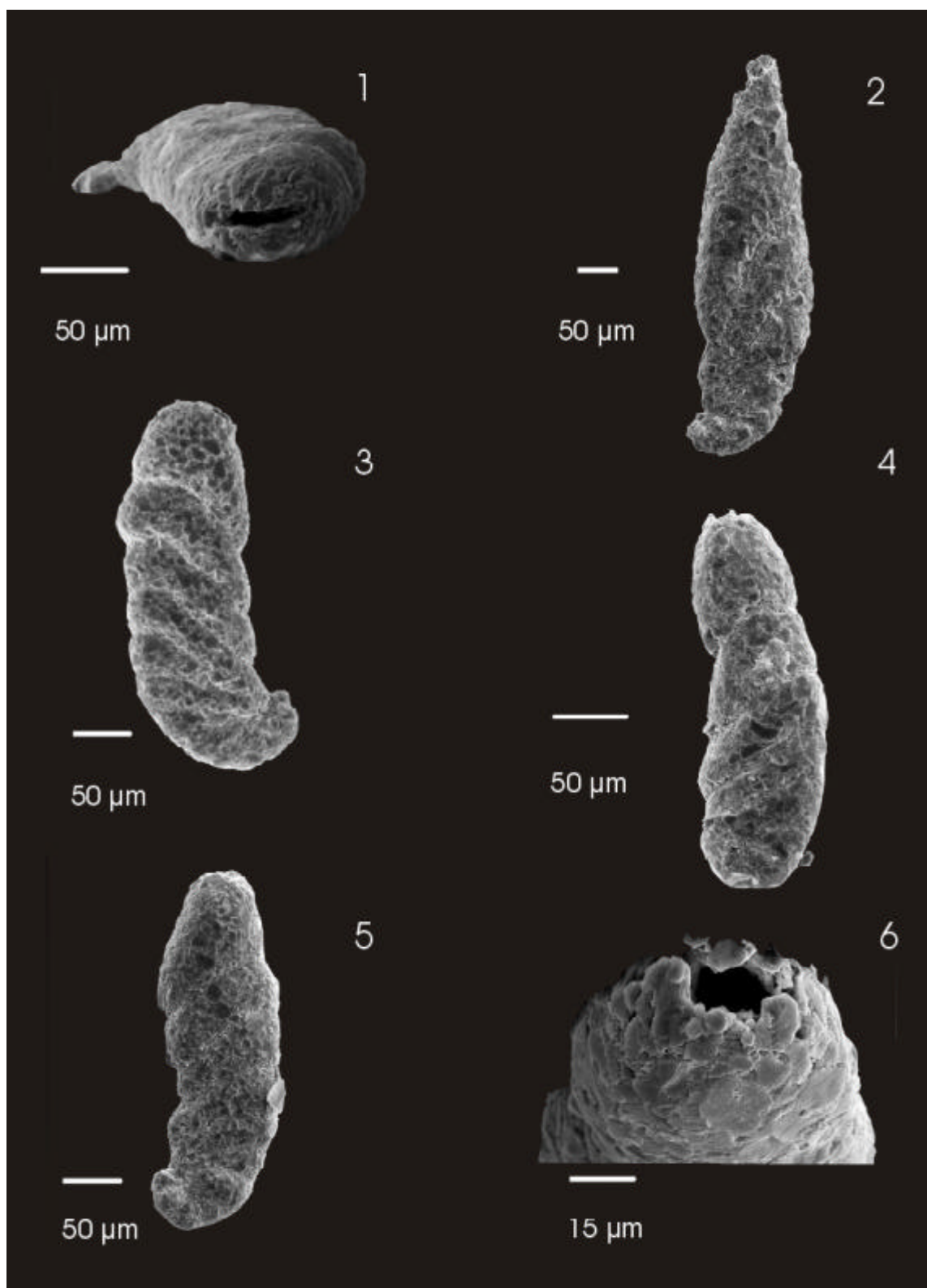
? Imagem 3 – *Ammotium cassis* – vista lateral
(amostra 4C)

? Imagem 4 – *Ammotium salsum* – vista lateral
(amostra 4C)

? Imagem 5 – *Ammotium cassis* – vista lateral
(amostra 4C)

? Imagem 6 – *Ammotium salsum* – vista apertural
(amostra 4C)

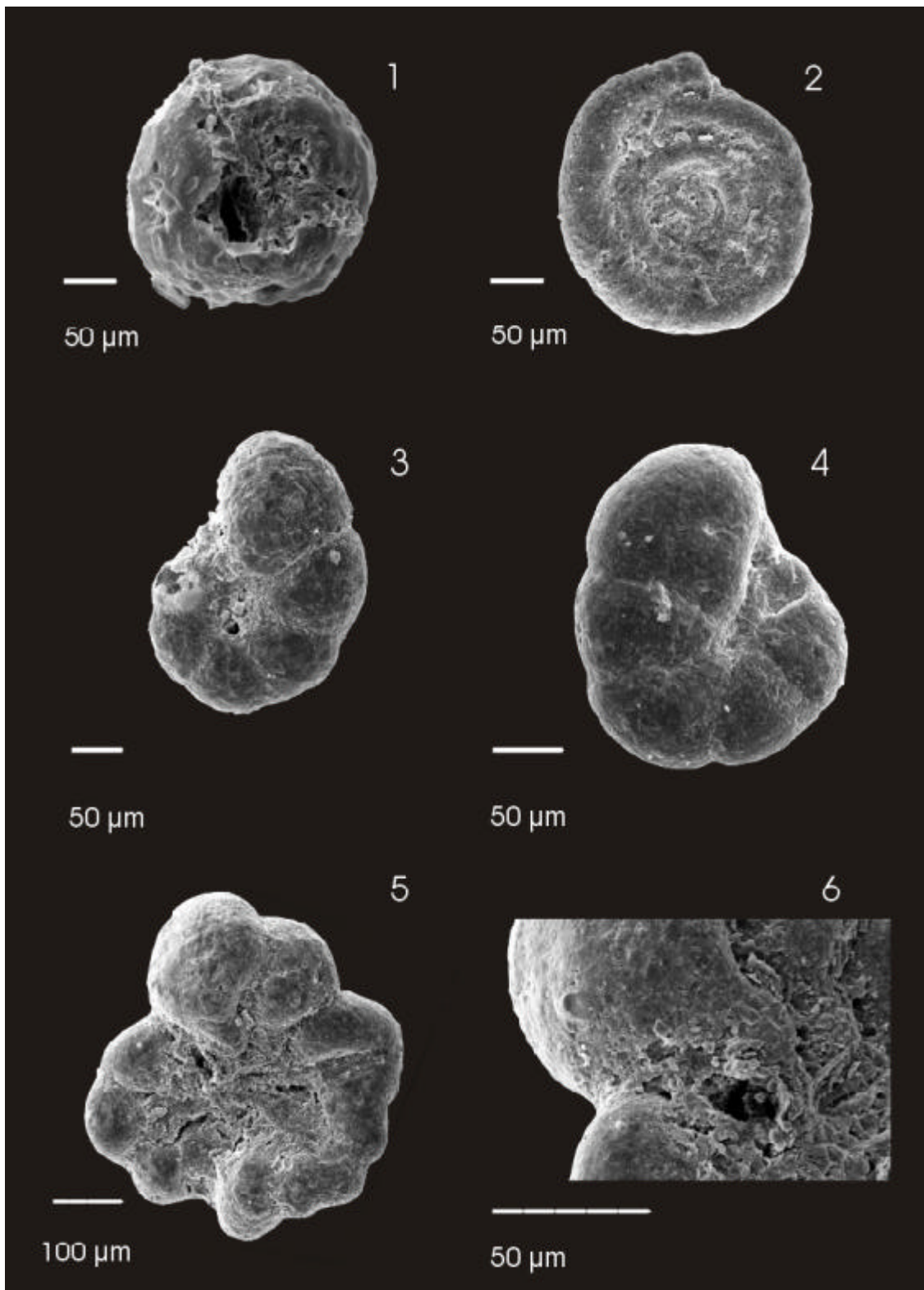
ESTAMPA V



ESTAMPA VI

- ? Imagem 1 – *Blymasphaera brasiliensis*
(amostra 3)
- ? Imagem 2 - *Ammodiscus* sp. – vista lateral
(amostra 10)
- ? Imagem 3 – *Trochammina* cf. *macrescens* – vista umbilical
(amostra 8)
- ? Imagem 4 – *Trochammina* cf. *macrescens* – vista umbilical
(amostra 8)
- ? Imagem 5 – Foraminífero aglutinante não identificado – vista umbilical
(amostra 4C)
- ? Imagem 6 – Foraminífero aglutinante não identificado – vista apertural
(amostra 4C)

ESTAMPA VI



ESTAMPA VII

? Imagem 1 – *Pseudoclavulina* sp. – vista lateral
(amostra 1)

? Imagem 2 - *Reophax* sp. – vista lateral
(amostra 9A)

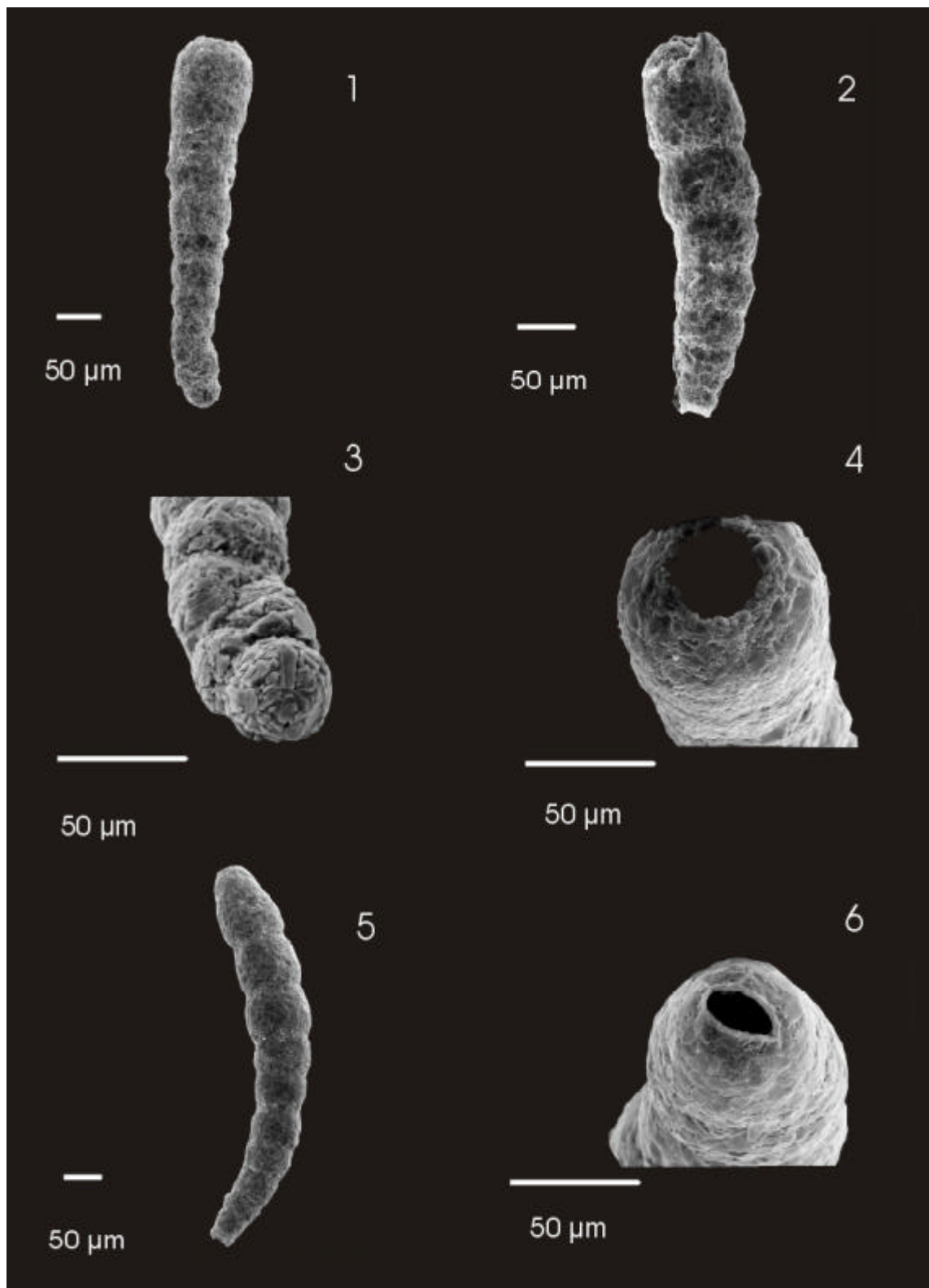
? Imagem 3 – *Pseudoclavulina* sp. – detalhe do enrolamento inicial bisserial
(amostra 1)

? Imagem 4 – *Pseudoclavulina* sp. – vista apertural
(amostra 1)

? Imagem 5 – *Warrenita palustris* – vista umbilical
(amostra 1)

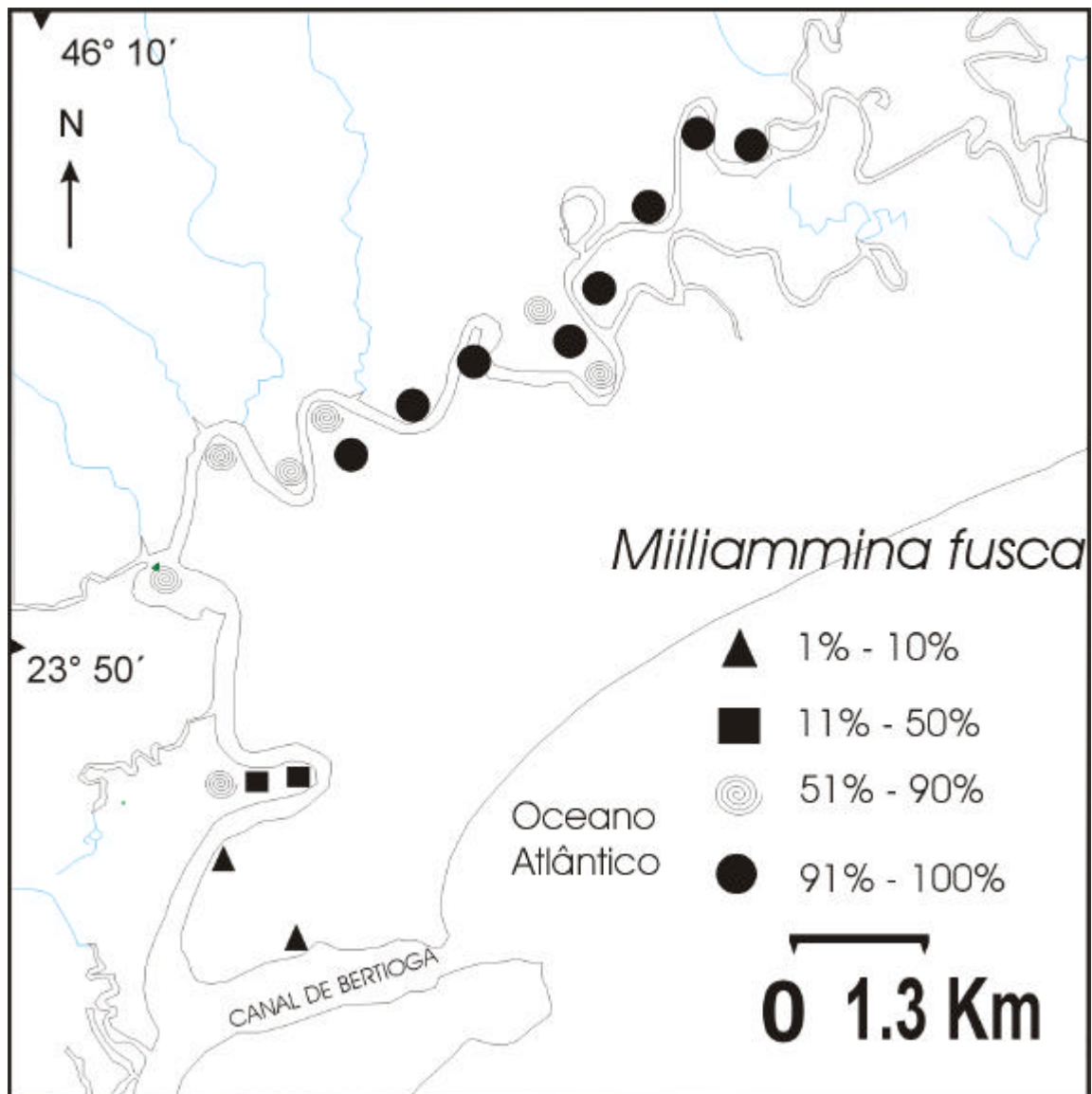
? Imagem 6 – *Warrenita palustris* – vista apertural
(amostra 1)

ESTAMPA VII

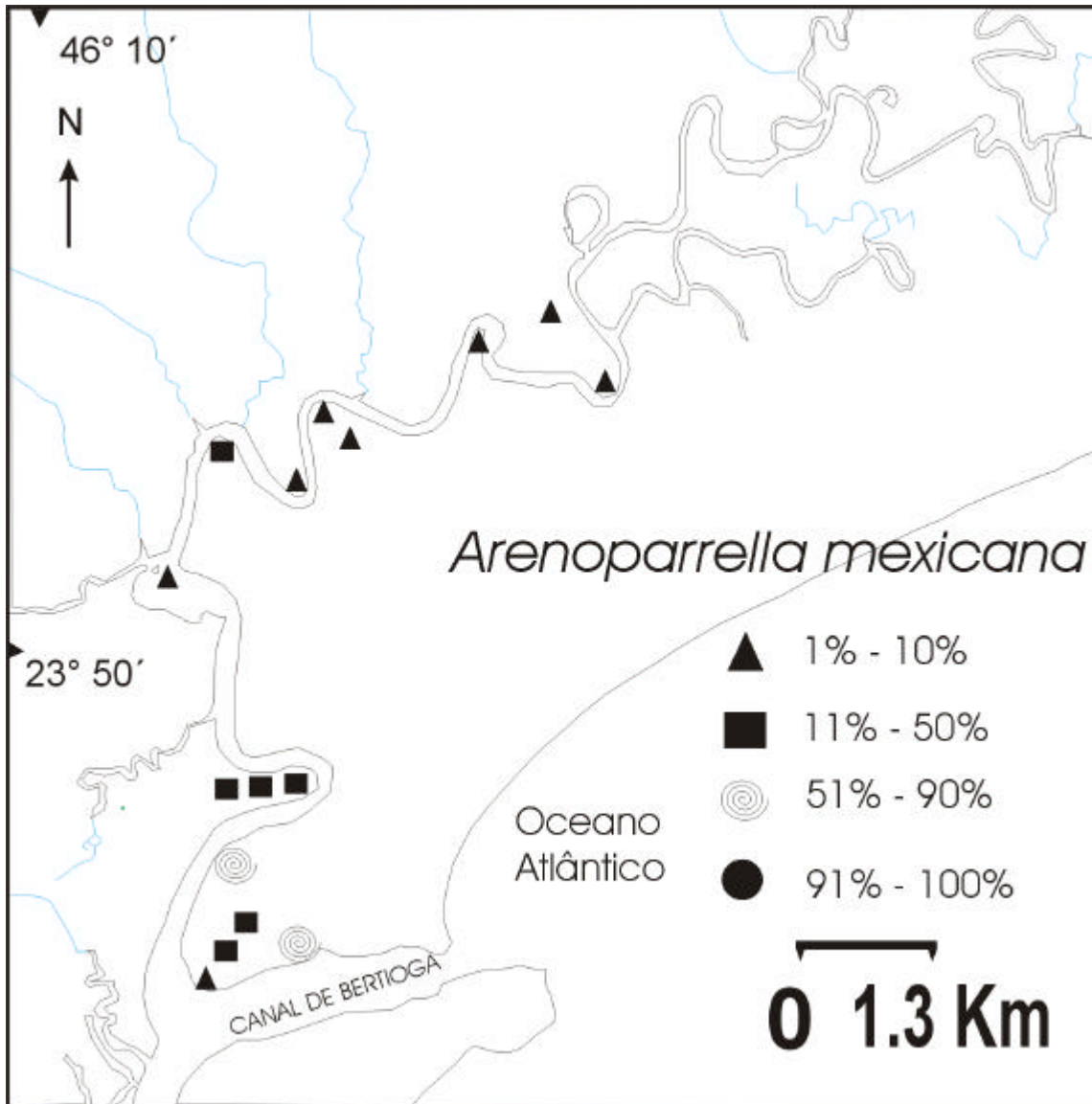


**ANEXO 1 – MAPAS DE DISTRIBUIÇÃO DOS
FORAMINÍFEROS ENCONTRADOS NO RIO
ITAPANHAÚ.**

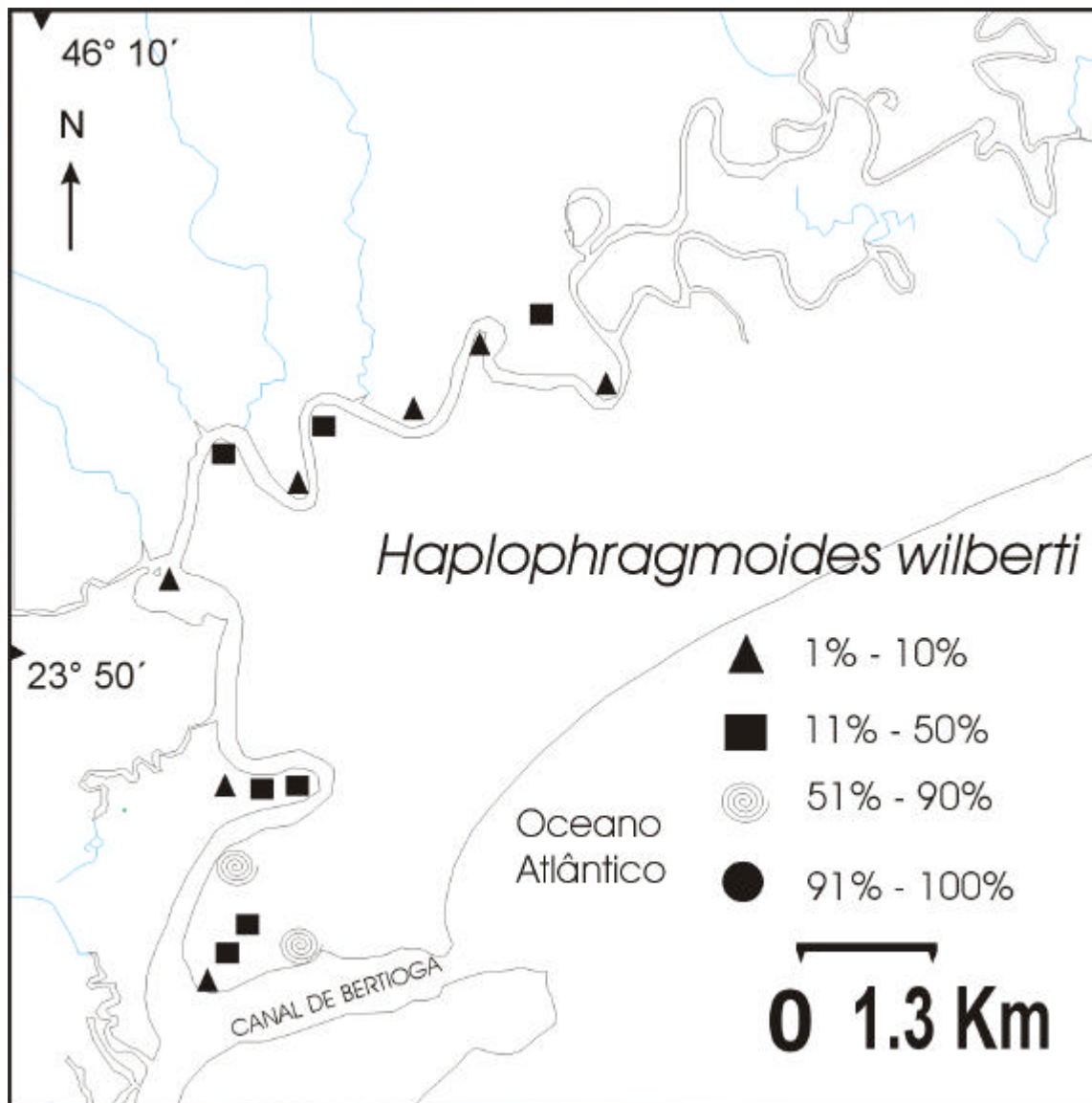
Mapa 1



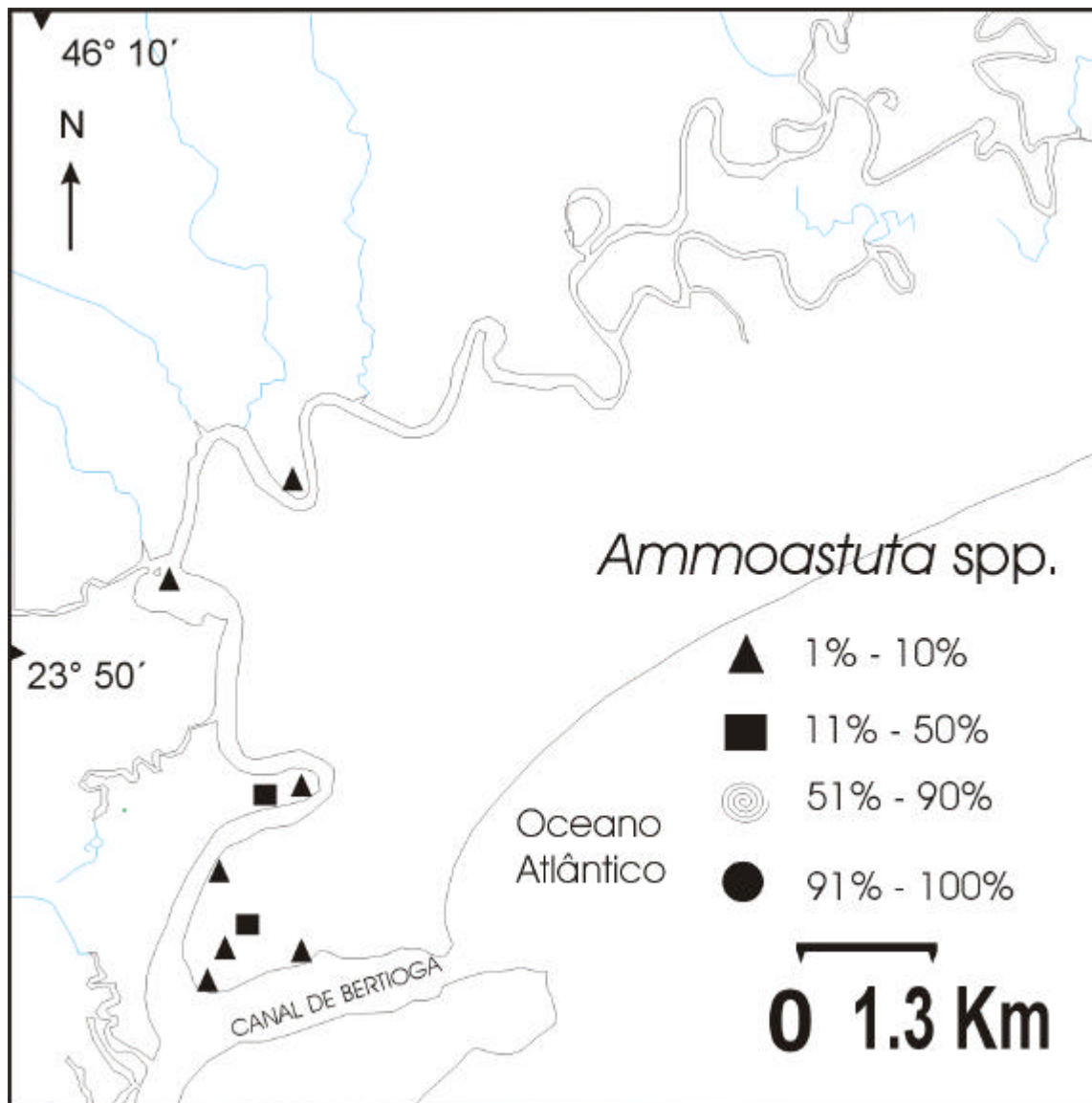
Mapa 2



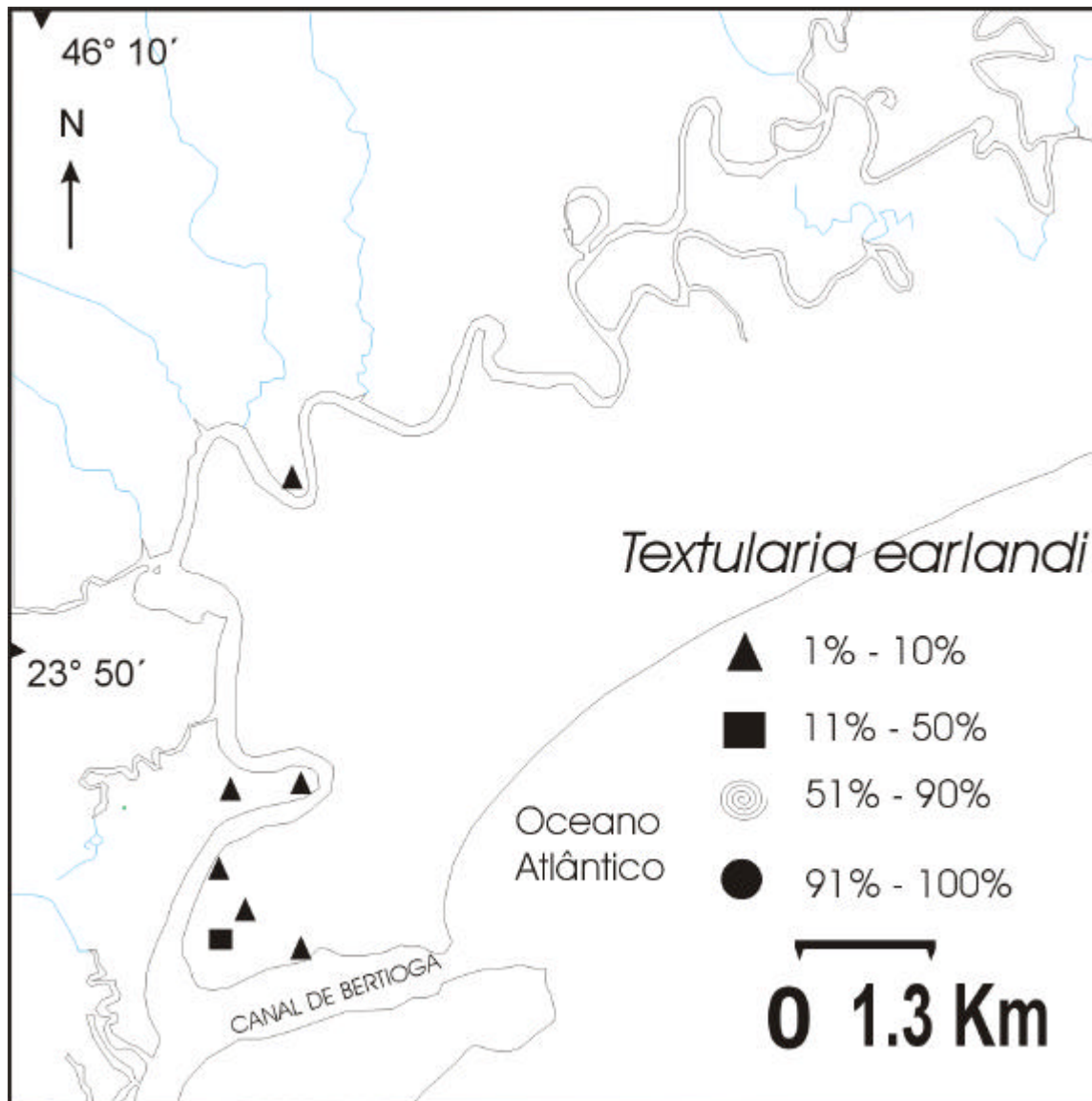
Mapa 3



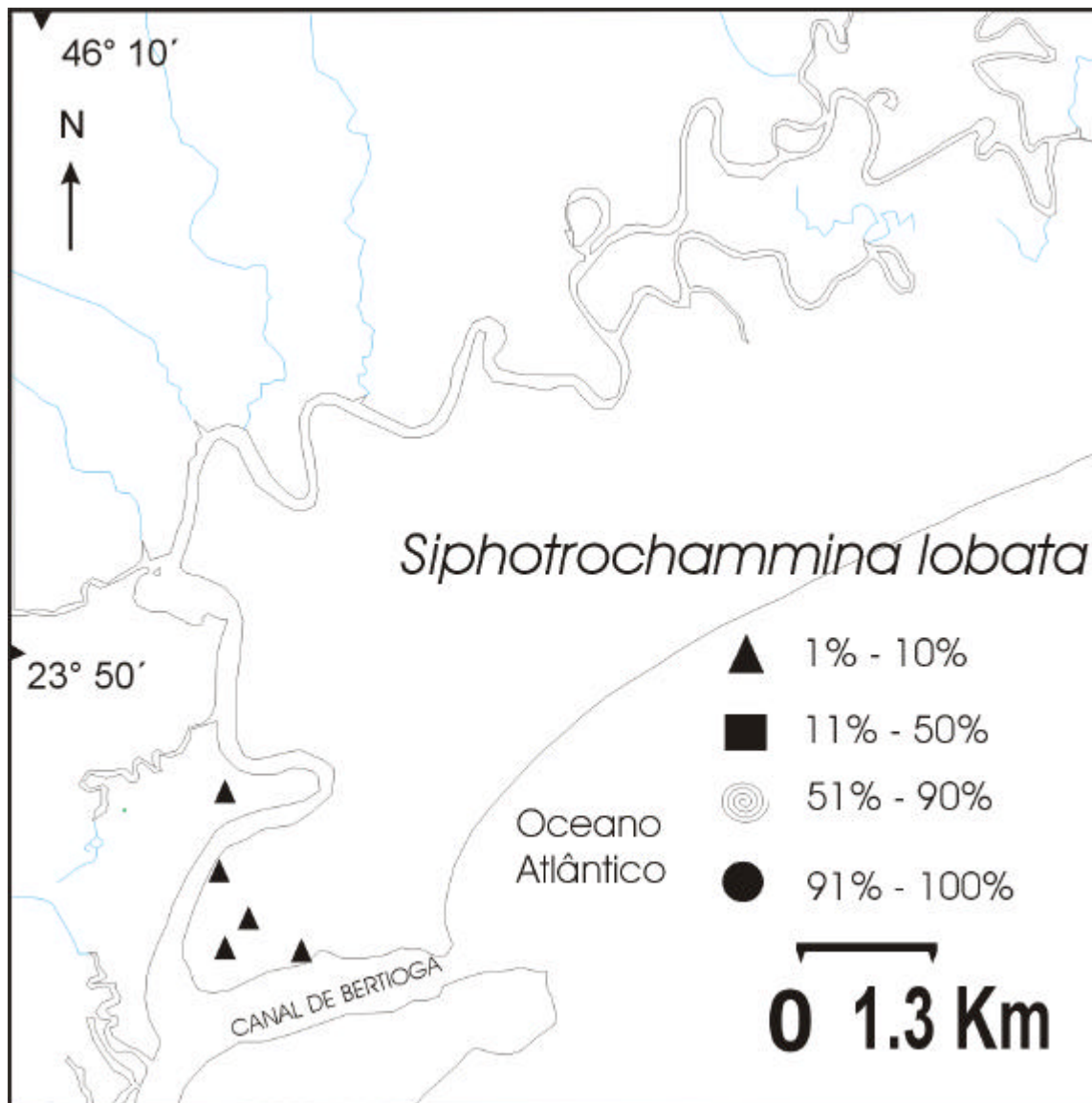
Mapa 4



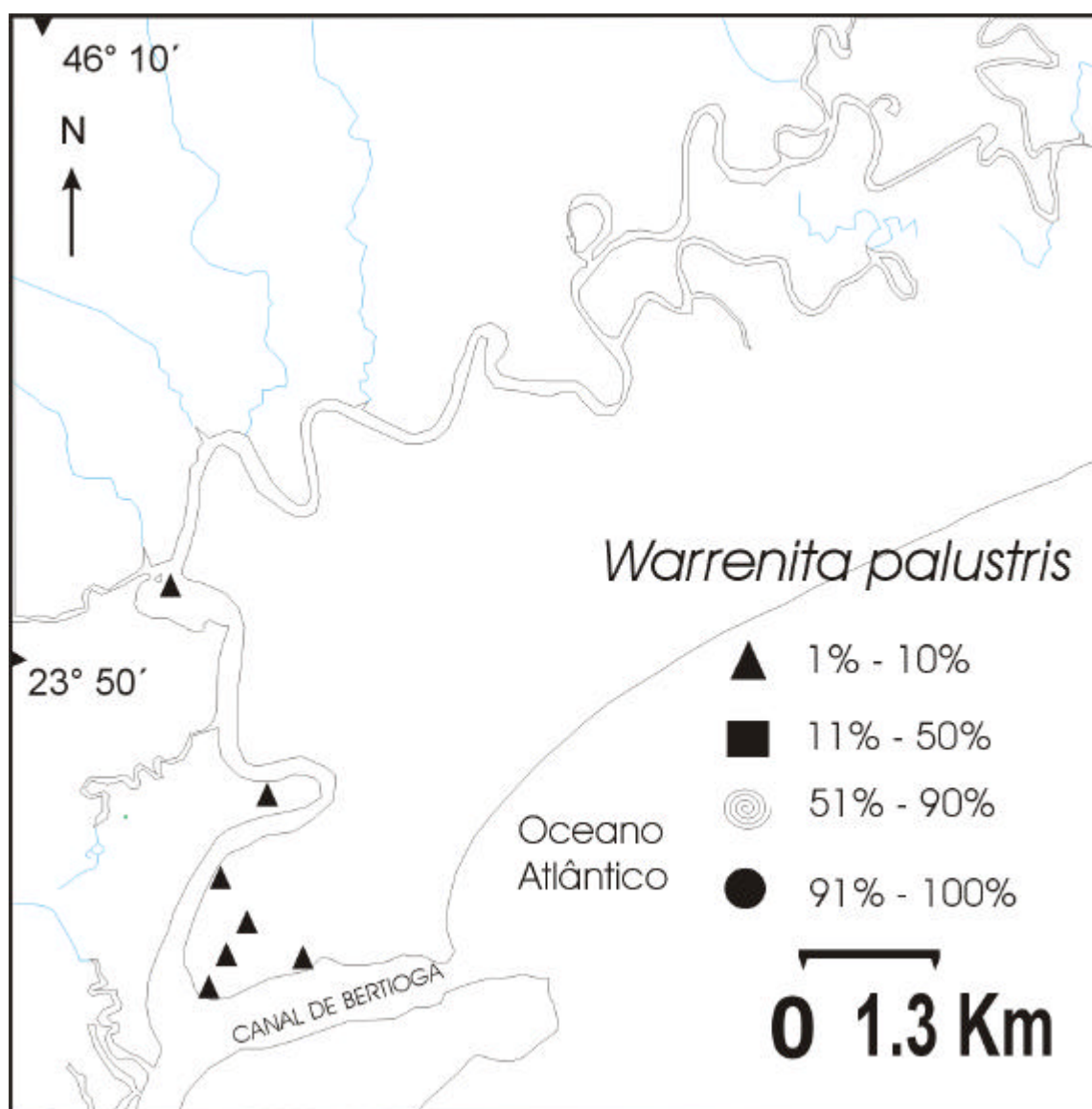
Mapa 5



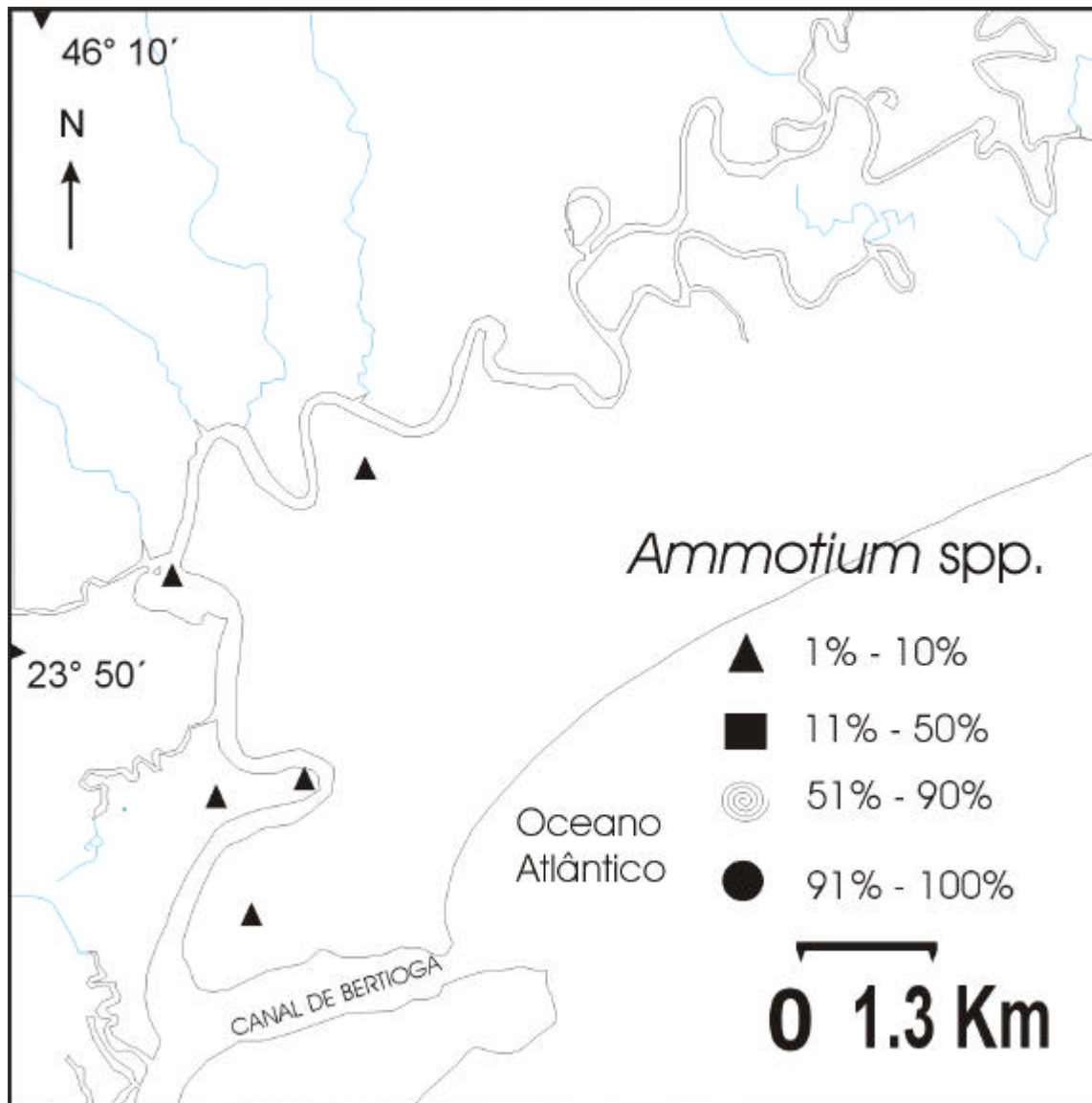
Mapa 6



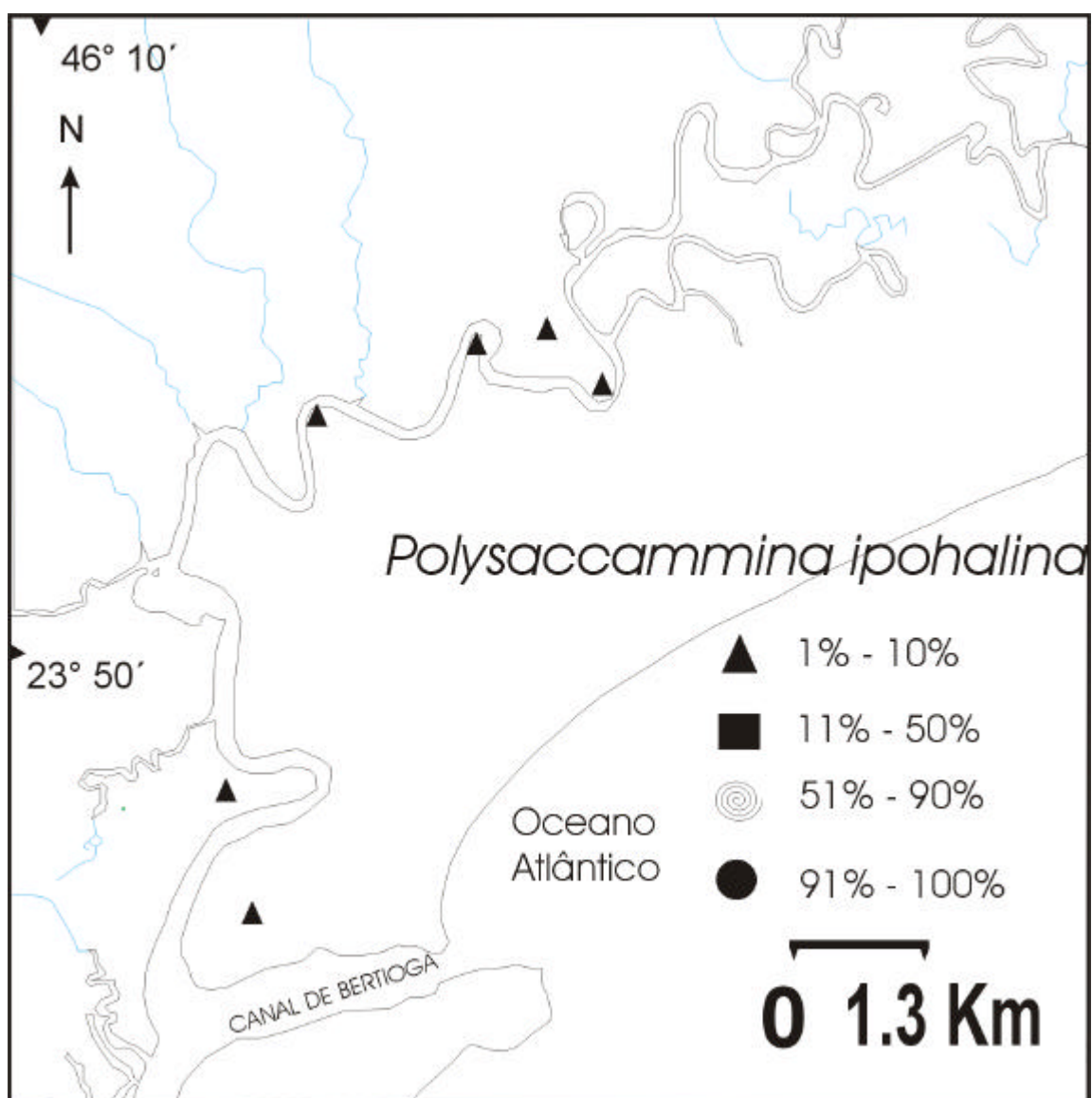
Mapa 7



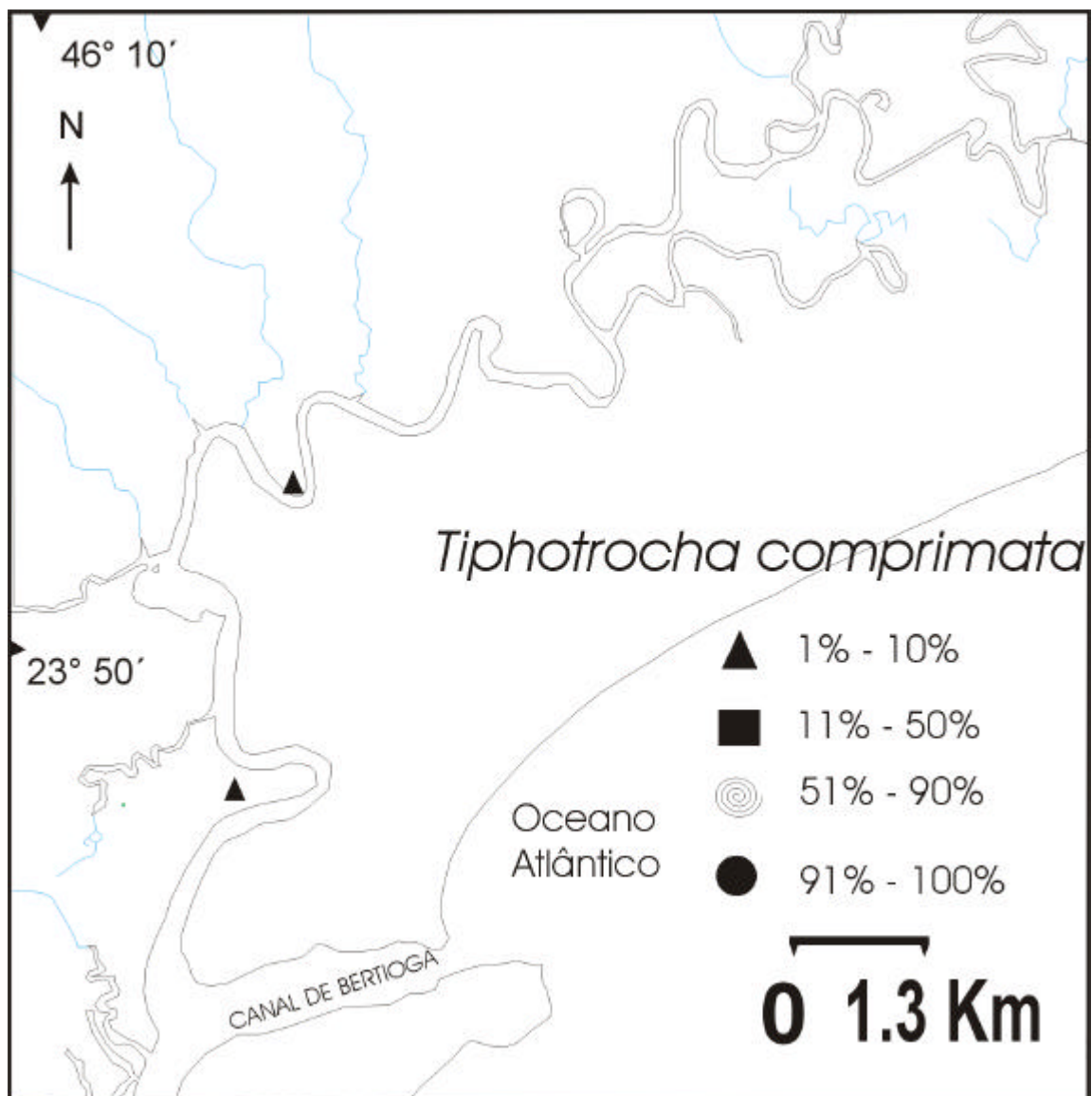
Mapa 8



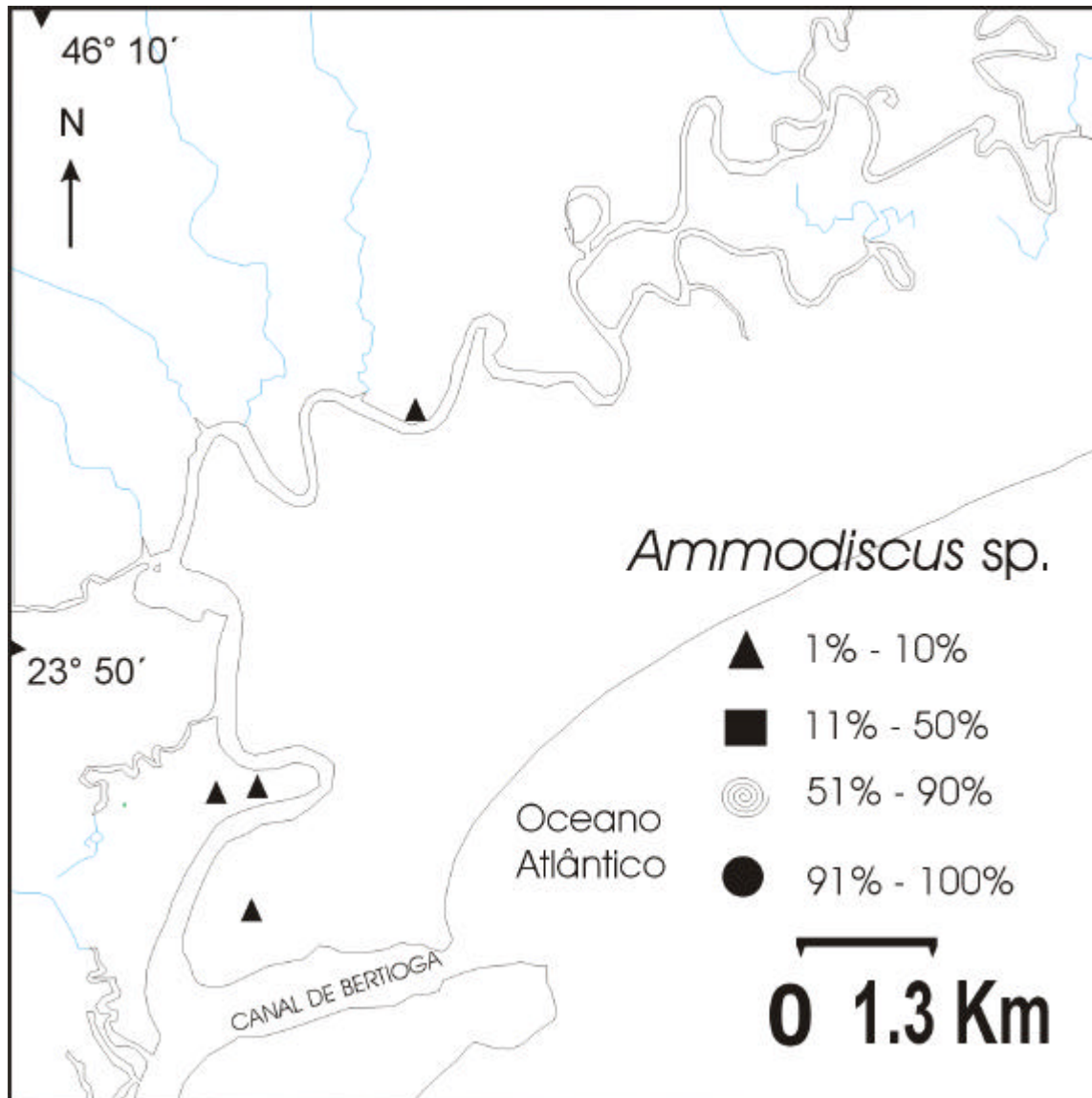
Mapa 9



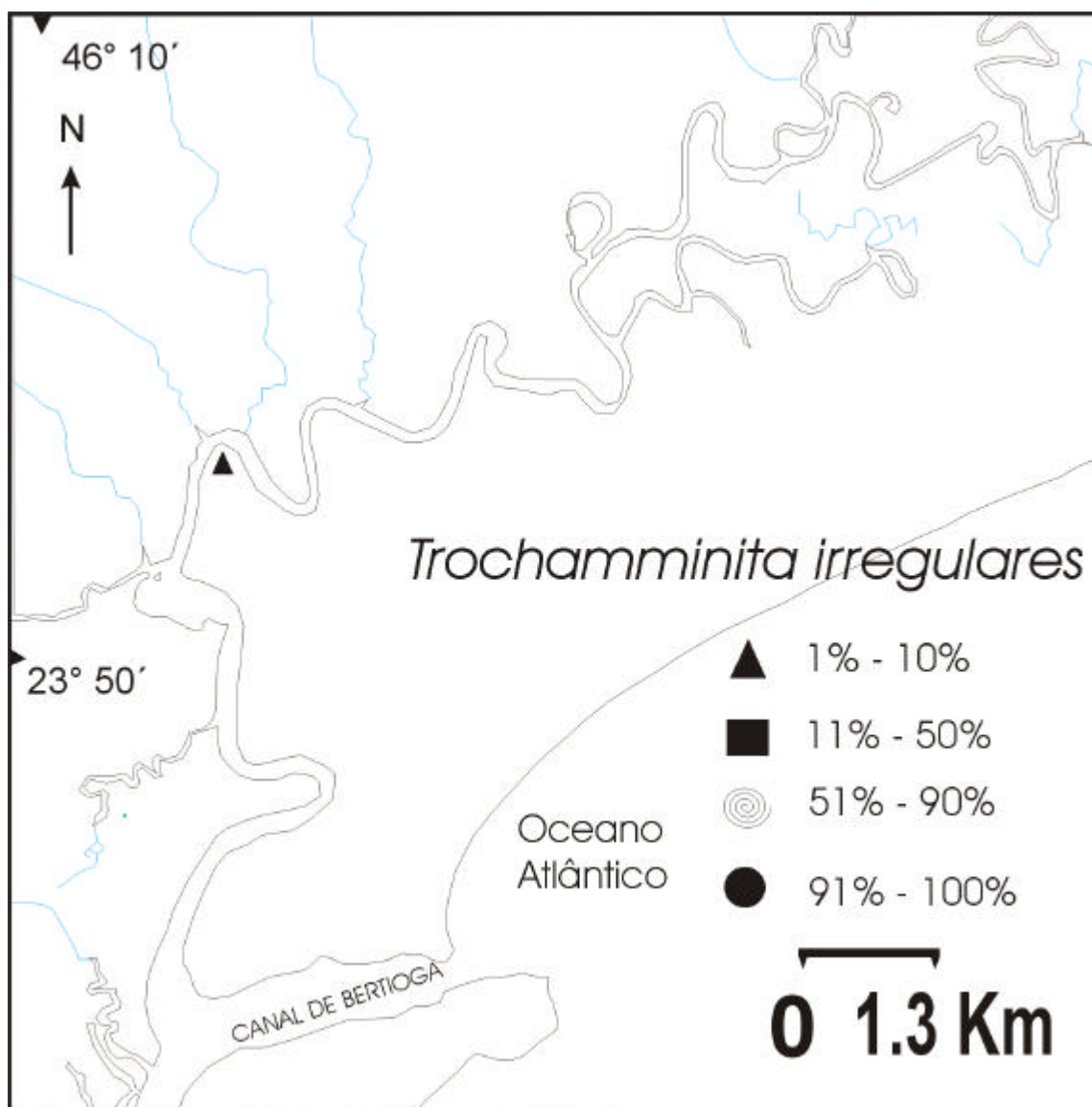
Mapa 10



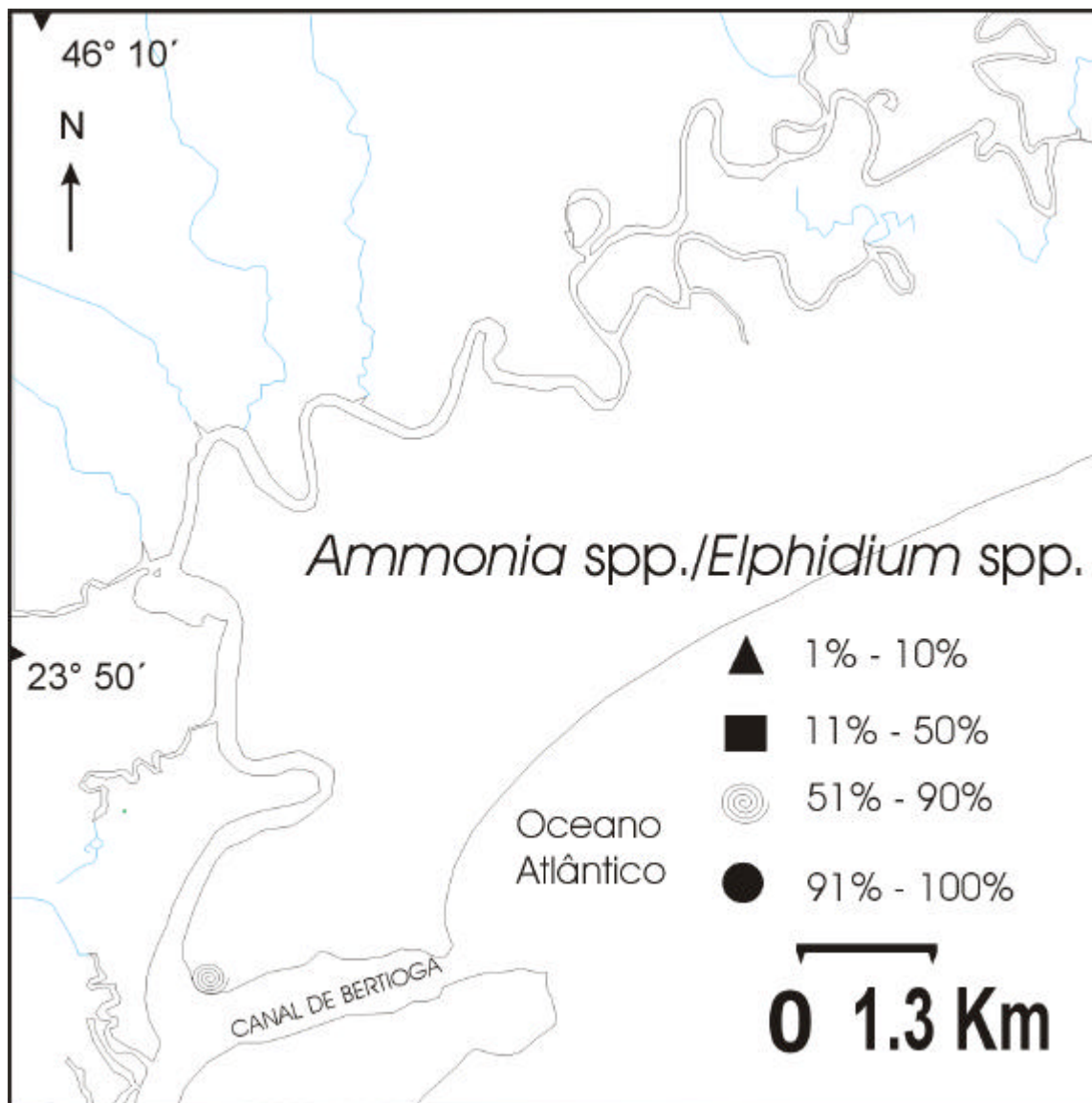
Mapa 11



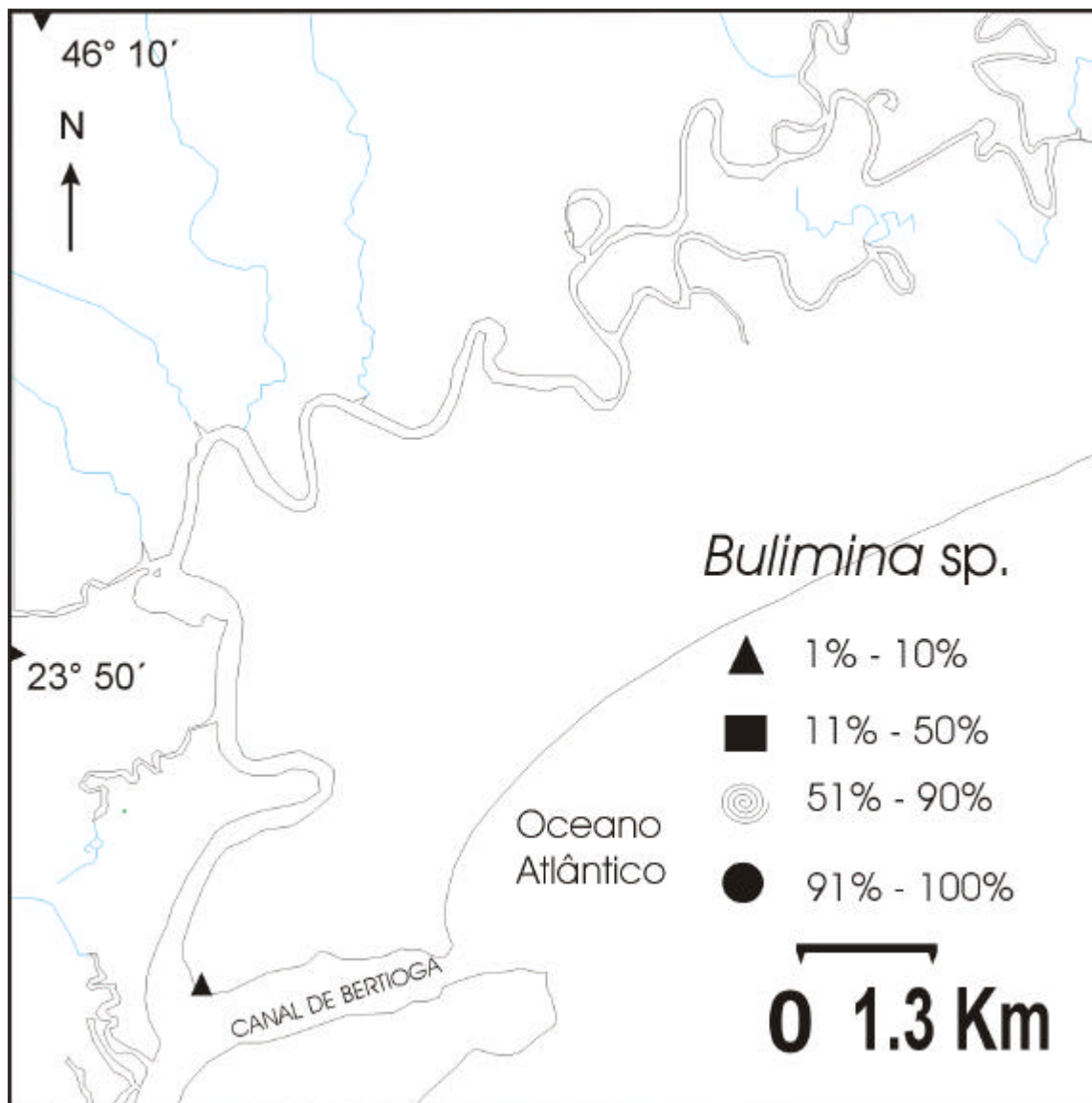
Mapa 12



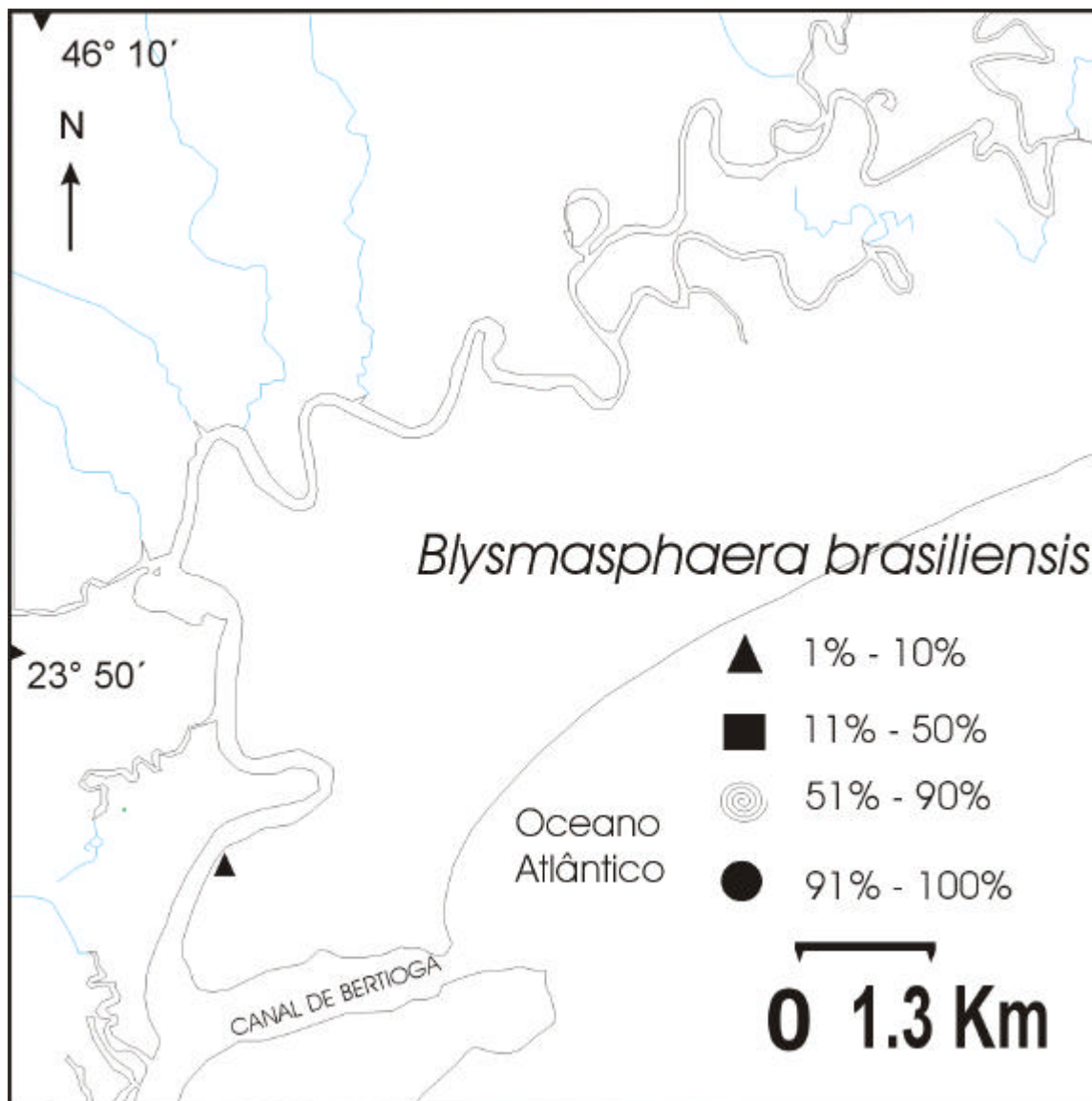
Mapa 13



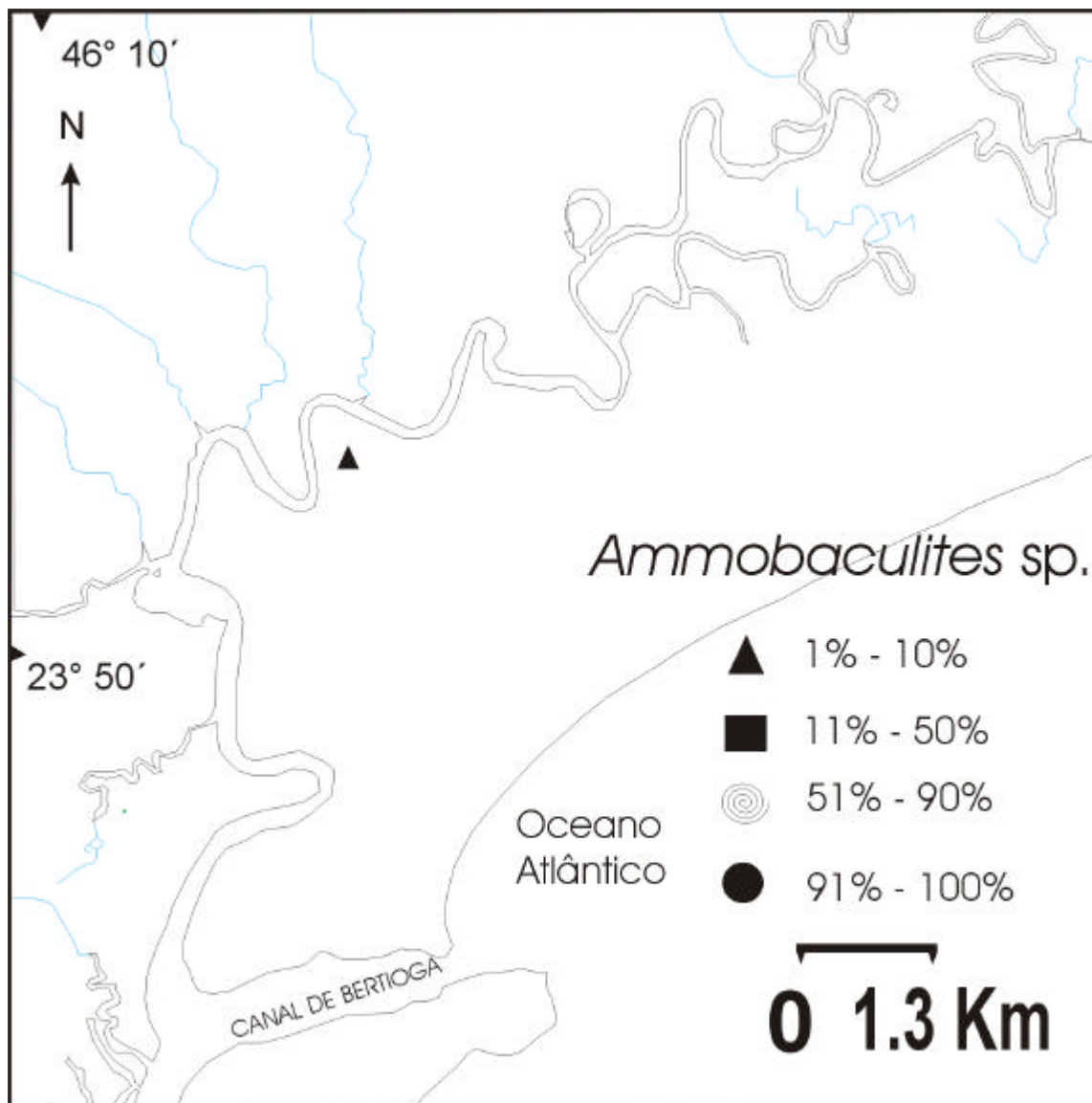
Mapa 14



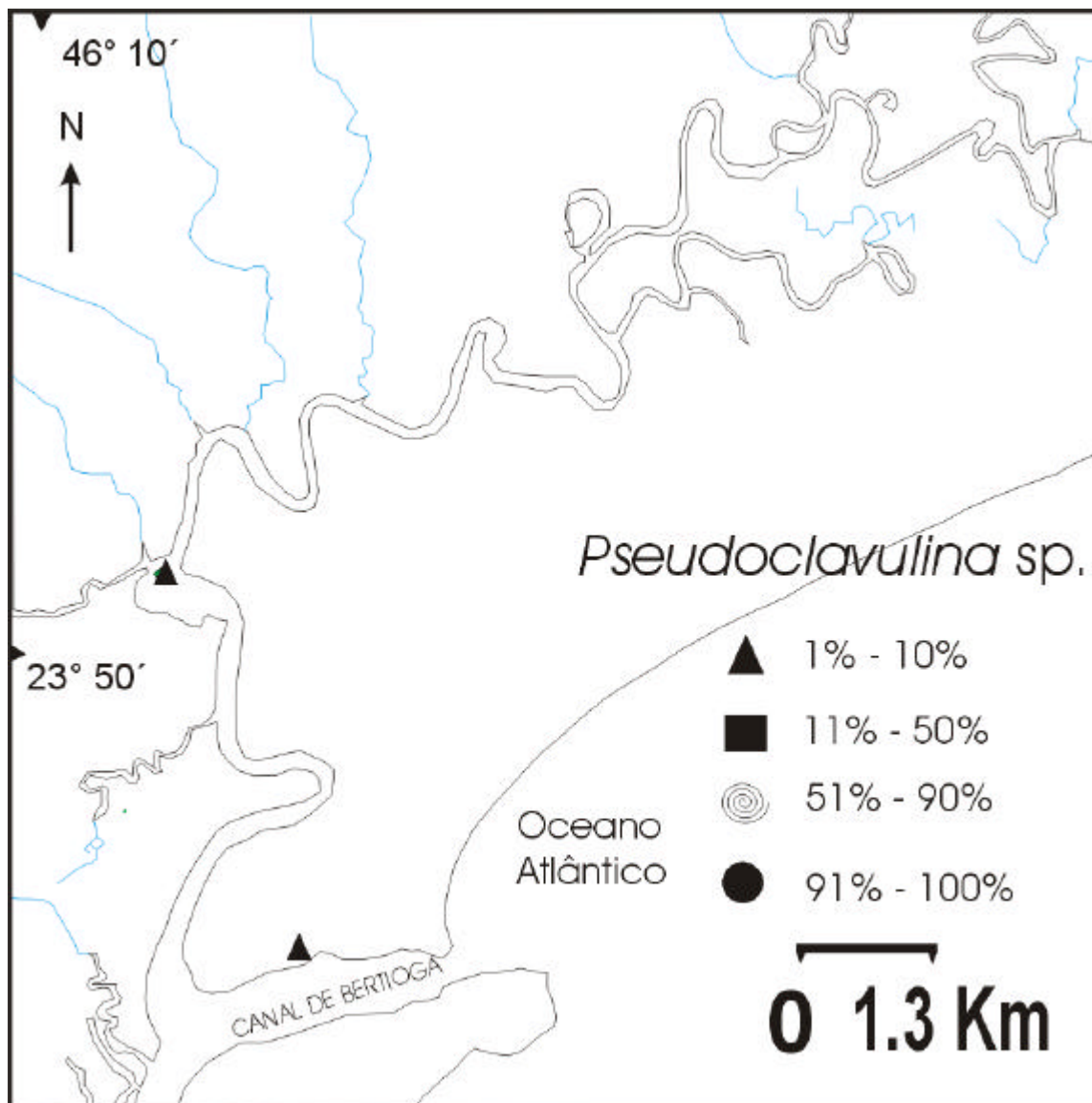
Mapa 15



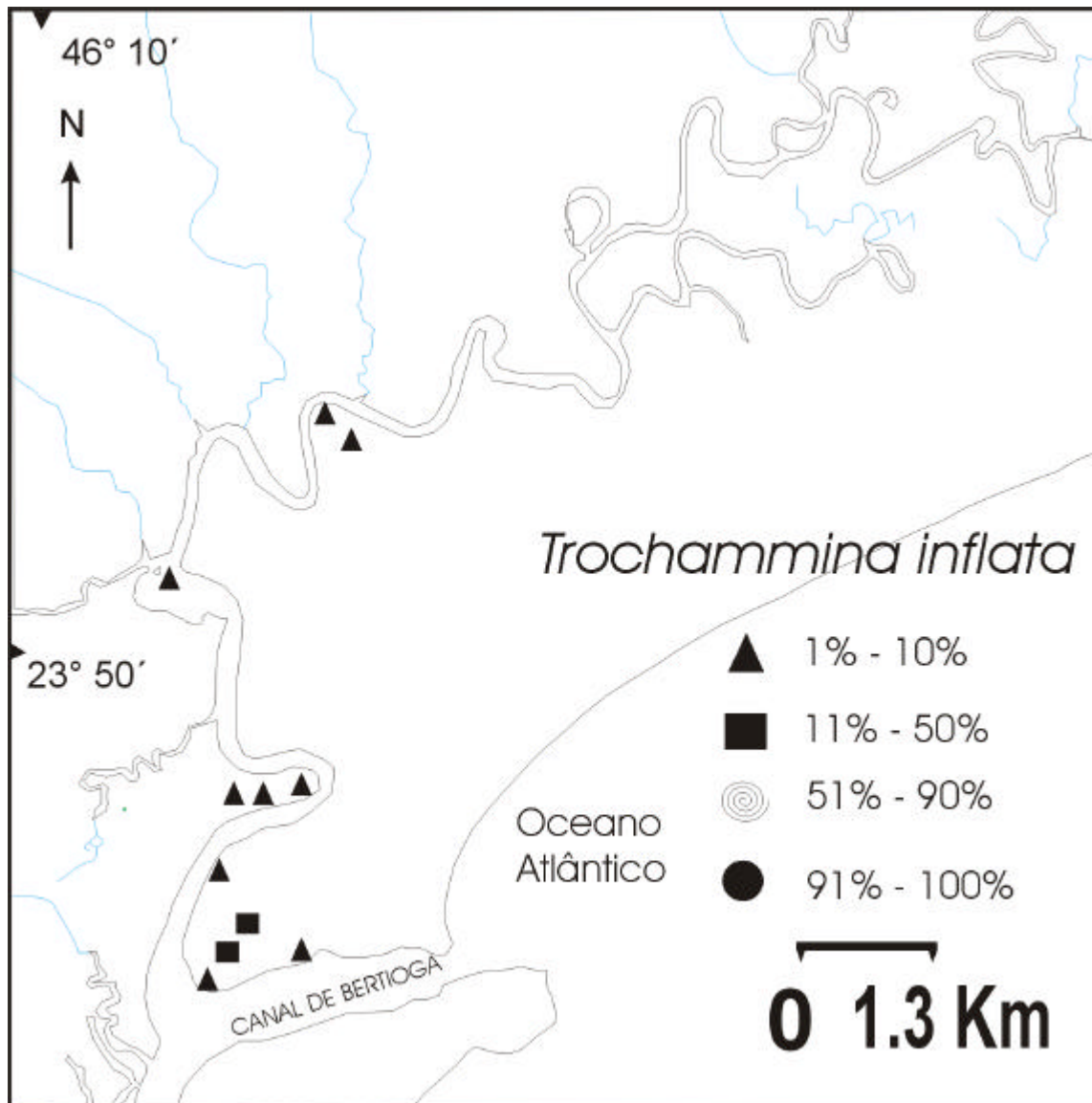
Mapa 16



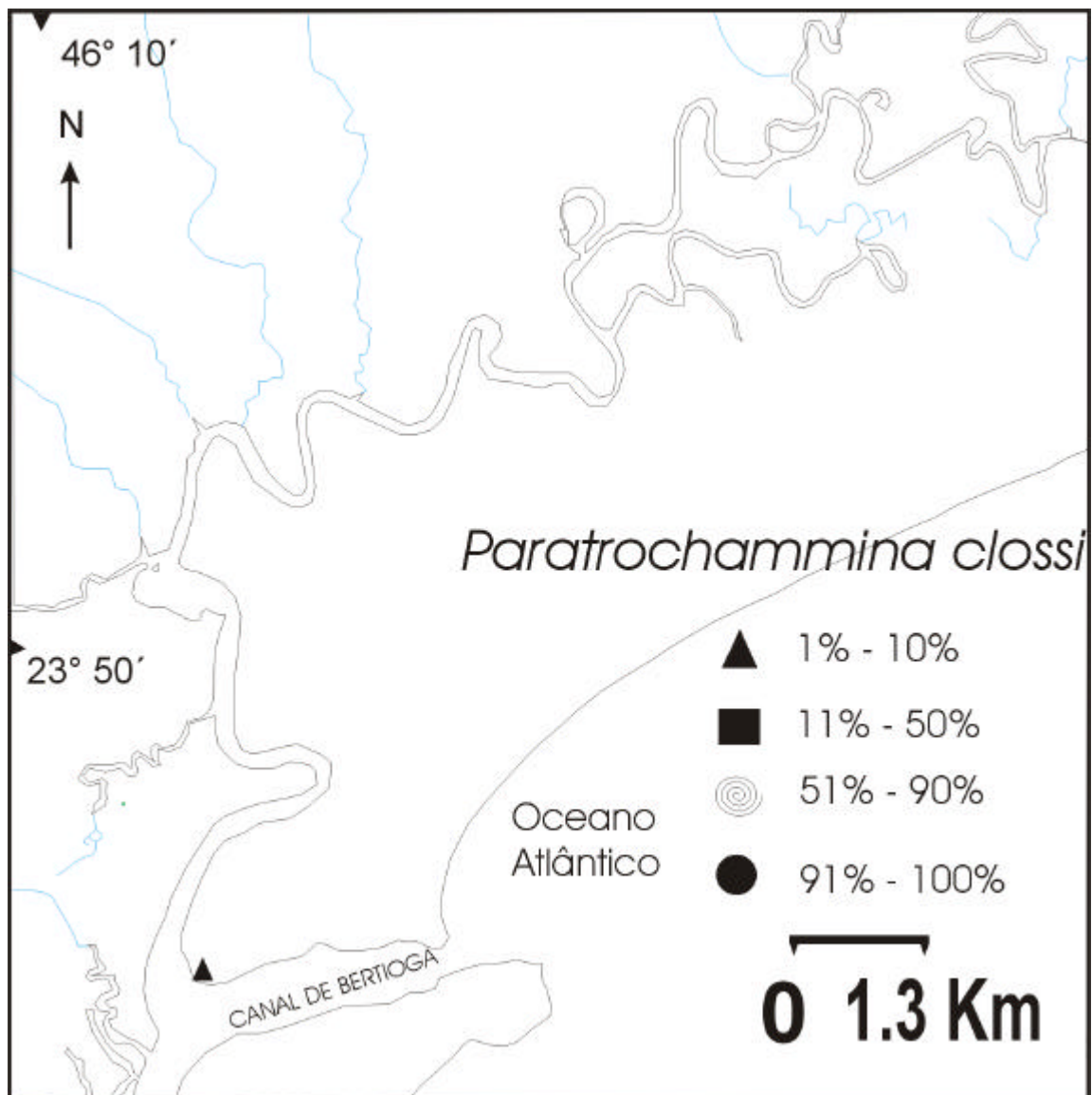
Mapa 17



Mapa 18



Mapa 19



Mapa 20

