

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

**FORAMINÍFEROS ATUAIS EM UM MANGUEZAL IMPACTADO  
POR PETRÓLEO 20 ANOS ATRÁS: O RIO IRIRI, CANAL DE  
BERTIOGA, SANTOS-SP.**

Joana Santa-Cruz

Orientador: Prof. Dr. Dimas Dias-Brito

Dissertação de Mestrado elaborada junto ao  
Programa de Pós-Graduação em Geociências  
Área de concentração em Geociências e Meio  
Ambiente, para obtenção do título de Mestre  
em Geociências.

Rio Claro - SP

2004

574.5263 Santa-Cruz, Joana

S231f Foraminíferos atuais em um manguezal impactado por  
petróleo 20 anos atrás : o Rio Iriri, Canal de Bertioga, Santos  
– SP / Joana Santa-Cruz. – Rio Claro : [s.n.], 2004  
142 f. : il., gráfs., tabs., quadros

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista,  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Orientador: Dimas Dias-Brito

1. Ecologia aquática. 2. Poluição. 3. Brasil. I. Título

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI – Biblioteca da UNESP  
Campus de Rio Claro/SP

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Dimas Dias-Brito

---

Orientador  
Instituto de Geociências da UNESP - Rio Claro

Profa. Dra. Beatriz Beck Eichler

---

Membro titular  
Instituto Oceanográfico da USP - São Paulo

Profa. Dra. Yara Schaeffer-Novelli

---

Membro titular  
Instituto Oceanográfico da USP - São Paulo

Prof. Dr. Antônio Fernando M. Camargo

---

Membro suplente  
Instituto de Biociências da UNESP - Rio Claro

Prof. Dr. Eduardo A. M. Koutsoukos

---

Membro suplente  
Centro de Pesquisas da Petrobras - Rio de Janeiro

Joana Santa-Cruz

---

Aluna

Rio Claro, 28 de Junho de 2004.

Resultado: Aprovado com distinção

# SUMÁRIO

Índice .....	i
Índice de Figuras .....	iii
Índice de Tabelas .....	iv
Índice de Quadros .....	v
Resumo .....	vi
Abstract .....	vii
1. APRESENTAÇÃO .....	1
2. ÁREA DE ESTUDO .....	9
3. FORAMINÍFEROS .....	21
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	35
6. CONCLUSÕES .....	70
Referências .....	73
Estampas .....	86
Anexos .....	106

# ÍNDICE

<b>1. APRESENTAÇÃO</b> .....	1
<b>2. ÁREA DE ESTUDO</b> .....	9
<b>2.1 Contexto regional</b> .....	9
2.1.1 Clima .....	10
2.1.2 Geologia e geomorfologia: breve síntese a partir de Suguio & Martin, 1987; Martin & Suguio, 1989 e Suguio, 1999 .....	11
2.1.3 Canal de Bertioga: hidrografia e circulação das águas .....	12
<b>2.2 O manguezal do Rio Iriri - Tia Maria</b> .....	14
<b>2.3 O derrame de óleo no manguezal do Rio Iriri: breve síntese</b> .....	16
<b>3. FORAMINÍFEROS</b> .....	21
<b>3.1 Foraminíferos de manguezais</b> .....	23
<b>3.2 Foraminíferos e poluição por petróleo</b> .....	26
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	28
<b>4.2 Campo</b> .....	28
<b>4.1 Laboratório</b> .....	30
<b>4.3 Análise dos dados</b> .....	33
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	35
<b>5.1- Variáveis abióticas</b> .....	35
5.1.1 Salinidade .....	35
5.1.2 pH .....	37
5.1.3 Oxigênio dissolvido .....	37
5.1.4 Temperatura .....	38
5.1.5 Síntese .....	38

<b>5.2 Foraminíferos do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria</b> .....	39
5.2.1 Notas taxonômicas .....	41
5.2.2 Dados quantitativos .....	55
5.2.3 Biofácies .....	62
<b>5.3 Petróleo residual nos sedimentos do manguezal do Rio Iriri e imediações</b> .....	68
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	70
<b>Referências</b> .....	73
<b>Estampas</b> .....	86
<b>Anexos</b> .....	106
Anexo 1 .....	106
Anexo 2 .....	111
Anexo 3 .....	121

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 -	Mapa de distribuição global de marismas e manguezais segundo Chapman, 1975 apud Schaeffer-Novelli, 1995 e Thurman & Trujillo (2002).....	1
Figura 2 -	Mapa de distribuição dos manguezais ao longo da linha de costa brasileira. Adaptado de Sant'anna & Whately por Schaeffer-Novelli (1989).....	2
Figura 3 -	Casa sobre palafitas construída em uma área de manguezal - BA (Ferreira, 2003).....	5
Figura 4 -	Área de manguezal aterrada - RJ (Royol, 2003).....	5
Figura 5 -	Área de manguezal impactada pelo lixo urbano - RJ (Oliveira, 2003).....	6
Figura 6 -	Foraminíferos aglutinantes encontrados em manguezais. 1: <i>Trochammina inflata</i> - espécime coletado no Canal Parapuca-SE (LAMBdA, 1996a); 2: <i>Miliammina fusca</i> -espécime coletado em Itanhaém-SP (LAMBdA, 1996b); 3: " <i>Haplophragmoides</i> " <i>wilberti</i> - espécime coletado no canal Parapuca-SE (LAMBdA, 1996a).....	6
Figura 7 -	Localização do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria, no litoral de São Paulo. Mapas base:Lamparelli (1999) e IGG-SP (1971).....	8
Figura 8 -	Localização da Baixada Santista, em contexto regional (Lamparelli , 1999).....	9
Figura 9 -	Classificação da costa brasileira com base em elementos oceanográficos, climáticos e continentais (Silveira, 1964 apud Suguio & Martin, 1987).....	11
Figura 10 -	Localização do Canal de Bertioga, Santos-SP, Imagem LandSat 7 (2000).....	13
Figura 11 -	Localização do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria. Mapa base: IGC-SP (1988). Limite interno do manguezal traçado por Machado (1992).....	15
Figura 12 -	Indivíduos de <i>Rhizophora mangle</i> dominando a borda externa do manguezal do Rio Iriri. Contato com o Canal de Bertioga .....	16
Figura 13 -	Bosque de <i>Laguncularia racemosa</i> com troncos e diâmetro reduzido localizado no interior do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria, vinte anos depois que a área recebeu petróleo derramado por rompimento de oleoduto.....	19
Figura 14 -	Localização dos pontos de amostragem. Mapa-base: IGC, 1988.....	29
Figura 15 -	Distribuição dos valores de riqueza de espécies de foraminíferos, nas lamas de franja e do interior do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria.....	58
Figura 16 -	Percentual de ocorrência de indivíduos de foraminíferos das diferentes espécies no manguezal do Rio Iriri - Tia Maria.....	59
Figura 17 -	Gráficos de freqüência relativa das classes de comprimento de <i>M.fusca</i> para as amostras (sedimentos superficiais) coletadas no interior do manguezal do Rio Iriri sobrepostas a níveis contaminados por petróleo (amostras 1, 2, 3 e 6) e em áreas livres de hidrocarbonetos (amostras 4 e 5).....	61
Figura 18 -	Análise de agrupamento das amostras baseada na distribuição das espécies por amostras. A <i>Biofácies 1</i> está representada em vermelho; A <i>Biofácies 2</i> em amarelo e a <i>Biofácies 3</i> em azul.....	62
Figura 19 -	Distribuição das biofácies no manguezal do Rio Iriri - Tia Maria.....	63

Figura 20 -	Óleo presente em um riacho localizado no sopé do morro Caeté, fora da zona de mangue. Vide localização na Figura 14, ponto P, S 23°53'46.6" e W 46°12'39.9" .....	69
Figura 21 -	Óleo presente no interior do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria. O processo de testemunhagem facilitou a emersão do óleo que está preso em subsuperfície, S 23°53'76.2" e W 46°12'53.9" .....	69

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 -	Característica do óleo derramado, segundo a Petrobras (Cetesb, 1989).....	17
Tabela 2 -	Classificação dos tipos de óleo, segundo a Cetesb (Cetesb, 2002). .....	17
Tabela 3 -	Valores de salinidade, pH, oxigênio dissolvido (mg/l) e temperatura (°C) obtidos a partir da água intersticial do sedimento (exceto para as amostras 24, 25, 26 e 27) do manguezal do Rio Iriri – Tia Maria. Dados medidos em campo no verão de 2003.....	36
Tabela 4 -	Classificação das águas naturais por faixas de salinidade.....	37
Tabela 5 -	Classificação dos ambientes aquáticos quanto ao grau de oxigenação (proposta de Tyson & Pearson, 1991 apud Sen-Gupta & Machain-Castillo, 1993).....	38
Tabela 6 -	Freqüência relativa (%) das espécies de foraminíferos e tecamebas (fauna viva e fauna total) encontradas nos sedimentos superficiais coletados no manguezal do Rio Iriri – Tia Maria .....	106
Tabela 7 -	Valores dos índices de diversidade de Shannon (H'); equitatividade (J); riqueza de espécies (R), Dominância (Dom.) e espécie dominante (sp. dom.) para cada amostra de sedimentos superficiais coletadas no manguezal do Rio Iriri - Tia Maria. ....	56
Tabela 8 -	Valores de densidade (indivíduos por 100ml de sedimento) e riqueza de espécies para as amostras coletadas no interior do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria. ....	60
Tabela 9 -	Dados de biometria para os indivíduos de <i>M. fusca</i> encontrados nas amostras do interior do manguezal do Rio Iriri. A unidade de medida para o comprimento das tecas está expresso em µm.. ....	60
Tabela 10 -	Freqüência relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas encontradas no testemunho coletado no interior do manguezal do Rio Iriri. As amostras correspondem a 5cm de sedimento, sendo a amostra 1 correspondente ao sedimento superficial e as amostras 1a, 1b, 1c e 1d correspondentes a sedimentos de sub superfície.....	61
Tabela 11a -	Freqüência relativa média das espécies de foraminíferos e tecamebas nas amostras da Biofácies 1.....	64
Tabela 11b -	Valores dos índices de diversidade de Shannon (H'); equitatividade (J); riqueza de espécies (R); dominância (Dom.) e espécie dominante (sp. Dom.) nos sedimentos superficiais da Biofácies 1.....	64
Tabela 12a -	Freqüência relativa média das espécies de foraminíferos e tecamebas nas amostras da Biofácies 2.....	65
Tabela 12b -	Valores dos índices de diversidade de Shannon (H'); equitatividade (J); riqueza de espécies (R); dominância (Dom.) e espécie dominante (sp. Dom.) nos sedimentos superficiais da Biofácies 2 .....	66



Tabela 13a -	Freqüência relativa média das espécies de foraminíferos e tecamebas nas amostras da Biofácies 3.....	67
Tabela 13b -	Valores dos índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ); eqüitatividade (J); riqueza de espécies (R); dominância (Dom.) e espécie dominante (sp. Dom.) nos sedimentos superficiais da Biofácies 3 .....	67

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 -	Enquadramento taxonômico das espécies de foraminíferos e tecamebas encontradas no manguezal do Rio Iriri - Tia Maria. Para a sistemática dos foraminíferos adotou-se como referências os trabalhos de Brönnimann et al. (1992) e de Loeblich & Tappan (1988). .....	40
------------	---	----

## RESUMO

Um manguezal da costa central do Estado de São Paulo, afetado por um derramamento de petróleo há vinte anos, mostrou, atualmente, nos 3 centímetros superficiais de sedimento, uma fauna de foraminíferos normal e abundante. Esta comunidade foi representada por 22 espécies pertencentes às subordens Trochamminina, Textulariina e Allogromiina. Os altos valores de dominância e os baixos valores de diversidade, eqüitatividade e riqueza de espécies são decorrentes da permanente instabilidade físico-química no substrato. As biofácies *Miliammina fusca* (1), *Trochammina inflata* - *Arenoparrella mexicana* - *Miliammina fusca* (2) e *Arenoparrella mexicana* - "*Haplophragmoides*" *wilberti* (3), constituem três faixas distintas deste ecossistema com águas intersticiais hipohalinas, ácidas e sub-óxicas. A primeira, no interior do manguezal, caracteriza-se por ser a mais estressante delas, apresentando os mais baixos valores de diversidade e eqüitatividade e os mais altos valores de dominância. As duas últimas, respectivamente nas franjas sub-externa e externa do manguezal, têm propriedades bióticas similares, havendo na terceira maior estresse. Embora não se tenha observado anormalidades nas tecas ou na estrutura da comunidade de foraminíferos, a presença de manchas de petróleo biodegradado situadas a aproximadamente 12 cm da superfície, ainda estão afetando o desenvolvimento de um bosque de *Laguncularia racemosa* presente nessa área.

Palavras-chave: manguezal, poluição, petróleo, foraminíferos, Brasil.

## ABSTRACT

A mangrove in the central coast of São Paulo state, which was effected by oil spill twenty years ago, shows, at the present, an abundant and normal foraminifera fauna in its upper mud layer (1-3 cm depth). It is represented by 22 species pertaining to sub-orders Trochamminina, Textulariina and Allogromiina. High values of species dominance and low values of diversity, equitability and species richness, are due to the constant physical-chemical instability of the substrate. The biofacies *Miliammina fusca* (1), *Trochammina inflata* - *Arenoparrella mexicana* - *Miliammina fusca* (2) and *Arenoparrella mexicana* - "*Haplophragmoides*" *wilberti* (3) constitute three distinct belts, of this ecosystem with hipohaline, acidic and oxygen-poor interstitial water. The first one, inner mangrove, is characterized by the higher stress level, which the lowest values of diversity and equitability and the highest values of species dominance. The second and third ones, respectively sub-external and external fringe, are constituted by similar biotic structure, with higher stress at the third one. Although it is not observed abnormalities in tests or in the structure of foraminifera community, spots of biodegraded oil trapped approximately 12 cm downward the substrate are still affecting the growth of *Laguncularia racemosa* trees in the area.

Key words: mangrove, pollution, oil, foraminifera, Brazil

## 1. APRESENTAÇÃO

Os manguezais, entre os mais importantes ecossistemas costeiros, se encontram posicionados entre os domínios terrestre e marinho de áreas protegidas ao longo das faixas tropical e subtropical do planeta (Fig.1). Este ecossistema chega a ocupar, aproximadamente, 70% da linha de costa desta faixa latitudinal (Boltovskoy & Vidarte, 1977). Para a América Latina e Caribe, tal ecossistema representa uma área de aproximadamente 6,7 milhões de ha, 70% ocorrendo nas margens atlântica e caribenha e 30% na faixa litorânea do Pacífico. Entre os mais vastos bosques dessa região se destacam os do Brasil, México e Colômbia (Lacerda et al., 1993). No território brasileiro este ecossistema está amplamente distribuído, podendo ser encontrado de forma descontínua desde o Amapá, aos 4°30'N, até Santa Catarina, aos 28°30'S (Fig.2).

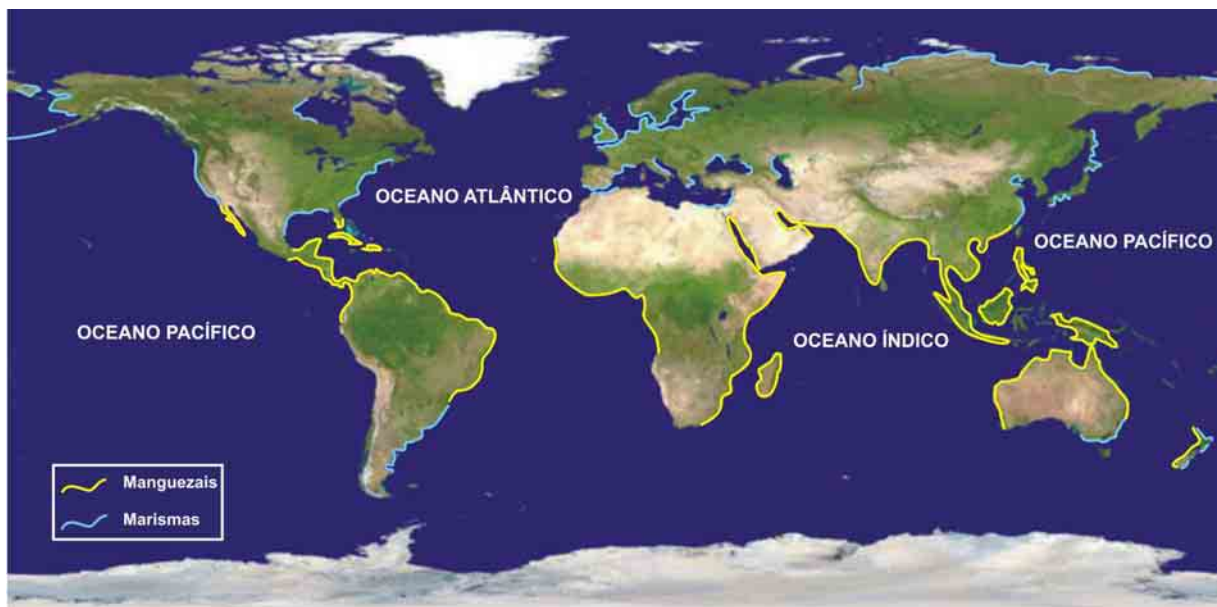


Figura 1 - Mapa de distribuição global de marismas e manguezais segundo Chapman, 1975 apud Schaeffer-Novelli, 1995 e Thurman & Trujillo (2002).

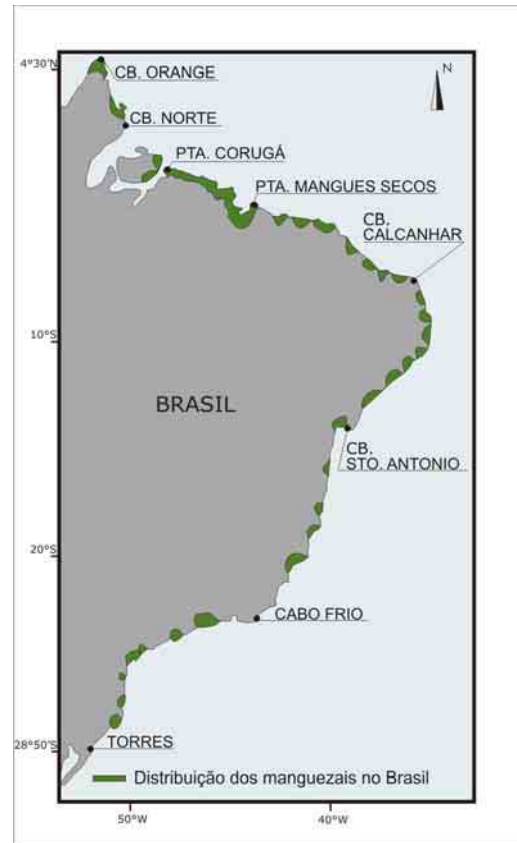


Figura 2 - Mapa de distribuição dos manguezais ao longo da linha de costa brasileira. Adaptado de Sant'anna & Whately por Schaeffer-Novelli (1989).

Este sistema está associado à zona de entre-marés de costas abrigadas, sendo apropriado à alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies de animais e vegetais. A cobertura vegetal dos manguezais, o mangue propriamente dito, é representada por plantas perenes eurihalinas, com alta produtividade e biomassa, que apresentam um sistema radicular capaz de se fixar em sedimentos lamosos e realizar trocas gasosas (Lintern, 1997). Além das angiospermas, ao mangue se associa micro- e macroalgas (criptógamas) adaptadas às condições abióticas já mencionadas (Schaeffer-Novelli, 1991). Embora as espécies de mangue cresçam em uma variedade de sedimentos, incluindo areias coralígenas ou quartzosas, elas atingem seu maior desenvolvimento sobre lamas orgânicas, fortemente hidratadas, acumuladas em áreas deltaicas e estuarinas. A fauna encontrada nos manguezais inclui espécies terrestres e marinhas (Lacerda et al., 1993).

Para muitos pesquisadores, a origem deste ecossistema vincula-se à região indo-pacífica. Esta região é caracterizada por apresentar uma maior diversidade de

espécies vegetais principais que aquela registrada na região ocidental, a porção tropical do continente americano e o oeste da África (Schaeffer-Novelli, 1995). Para os manguezais da América Latina registram-se a ocorrência de onze espécies de vegetais superiores principais. Delas, apenas sete ocorrem nos manguezais brasileiros: *Rhizophora mangle*, *R. harrisonii*, *R. racemosa*, *Avicennia schaueriana*, *A. germinans*, *Laguncularia racemosa* e *Conocarpus erectus* (Schaeffer-Novelli, 1991). Além desses sete elementos, outras espécies botânicas podem aparecer associadas ao mangue, ocupando diferentes posições espaciais no ecossistema. Entre elas, citam-se *Spartina alterniflora*, *Crinum* sp., *Crenea* sp., *Dodonaea viscosa*, *Acrostichum aureum*, *Hibiscus tileaceus* e *H. pernambucensis* (e.g., Dias-Brito & Oliveira, 1999; Dias-Brito, 2000; Dias-Brito & Rodrigues, 2000).

A estrutura e o desenvolvimento dos bosques de mangue são condicionados por inúmeros fatores, como a geomorfologia apresentada pelos estuários e a variação nas energias disponíveis para este ecossistema (e.g., fluxo das águas, aporte de sedimento, energia solar, precipitação pluvial e nutrientes disponíveis). A estrutura destes bosques reflete a maximização do aproveitamento das energias disponíveis num dado local (Schaeffer-Novelli, 1991).

Schaeffer-Novelli et al. (2000) propõem dois tipos fisiográficos principais de bosques de mangue, os *bosques de franja* e os *bosques de bacia*. Tais tipos são condicionados pela movimentação das massas d'água e do hidroperíodo das áreas ocupadas pelos manguezais. Os bosques de franja ocorrem ao longo das margens da linha de costa protegida, dos estuários, das baías abrigadas e das ilhas que estão sob influência diária das marés. As grandes variações nas taxas de salinidade e nutrientes destes bosques estão associadas às correntes de marés. Os bosques de bacia, encontrados nas áreas mais internas dos manguezais, são menos influenciados pelas marés. Estes bosques apresentam um melhor desenvolvimento quando a taxa de precipitação excede a taxa de evapotranspiração.

A zonação dos bosques de mangue é um assunto muito abordado entre os pesquisadores da área. Dias-Brito & Zaninetti (1979) propuseram um modelo geobotânico de zonação nos manguezais a partir de observações feitas em Acupe-BA, Guaratiba-RJ e Iguape-SP. Tais autores visualizam as planícies lamosas de entre-marés como ambientes particularmente dinâmicos. Flutuações topográficas e a alternância de processos de sedimentação e erosão seriam controladores de

primeira ordem da distribuição espacial das espécies vegetais. Segundo o modelo proposto por aqueles autores, pela observação da disposição das espécies nas bordas de canais ou nas margens lagunares é possível avaliar o estágio evolutivo em que se encontra o ecossistema, se sob erosão ou progradação (expansão).

As características do ecossistema manguezal, um dos mais produtivos do mundo em termos de matéria orgânica, conferem a ele um papel essencial para a manutenção da vida marinha. Seus detritos, somados ao contínuo suprimento de nutrientes trazidos pelos rios à zona costeira, garantem sua alta produtividade, o que constitui a base de uma complexa cadeia alimentar que mantém um diversificado conjunto de espécies animais e vegetais. Muitos organismos encontrados junto às raízes das árvores ou sob o substrato lamoso apresentam grande importância econômica e servem como complemento alimentar para a população local (Rocha et al., 1983; Schaeffer-Novelli, 1989).

Outra importante função ecológica dos manguezais é a manutenção da qualidade das águas estuarinas, que está associada à função de filtro exercida pelos sedimentos lodosos dos manguezais. Este sedimento caracterizado pelos baixos teores de oxigênio, alto teor de matéria orgânica e partículas argilosas é responsável pelo aprisionamento de parte dos nutrientes e poluentes originados nas áreas adjacentes (Twilley apud Twilley et al., 1995).

Embora seja atribuída grande importância ao manguezal, este ecossistema vem sendo fortemente afetado pelo acelerado processo de aproveitamento de seus recursos naturais de forma não sustentada. A isto, somam-se outros fatores de origem antrópica que impactam este ambiente devido à sua proximidade de centros urbanos, pólos industriais, portos de navegação e outras atividades danosas. Segundo Gundlach & Hayes (1978), o manguezal é o ecossistema costeiro mais vulnerável a derramamentos de petróleo.

Os manguezais brasileiros, mesmo sendo menos explorados que outros manguezais da América Latina e Ásia, estão submetidos a uma intensa pressão antrópica (Fig.3; Fig.4; Fig.5) e, em alguns lugares, já apresentam sinais de degradação ambiental (Kjerfve & Lacerda, 1993). Na região sudeste, muitas áreas outrora representadas por este ecossistema, hoje encontram-se ocupadas por grandes centros urbanos e pólos industriais.

Existem algumas estimativas para a área ocupada pelos manguezais no território brasileiro. Segundo Saenger et al. (1983), o Brasil é o país com a maior cobertura de mangue do mundo, com 25.000 Km<sup>2</sup>. Já Herz (1991) calculou uma área de 10.000 Km<sup>2</sup> para os manguezais do Brasil. Segundo Kjerfve & Lacerda (1993), pelo menos 20% da cobertura original dos manguezais brasileiros já foi perdida pelas atividades antrópicas. A região da Baixada Santista, litoral do Estado de São Paulo, apresenta a maior área de manguezal do estado, 120,21 Km<sup>2</sup>. Nesta região apenas 40% dos manguezais encontram-se em bom estado de conservação, 50% estando localizados na região de Bertioga (Lamparelli et al., 1999).

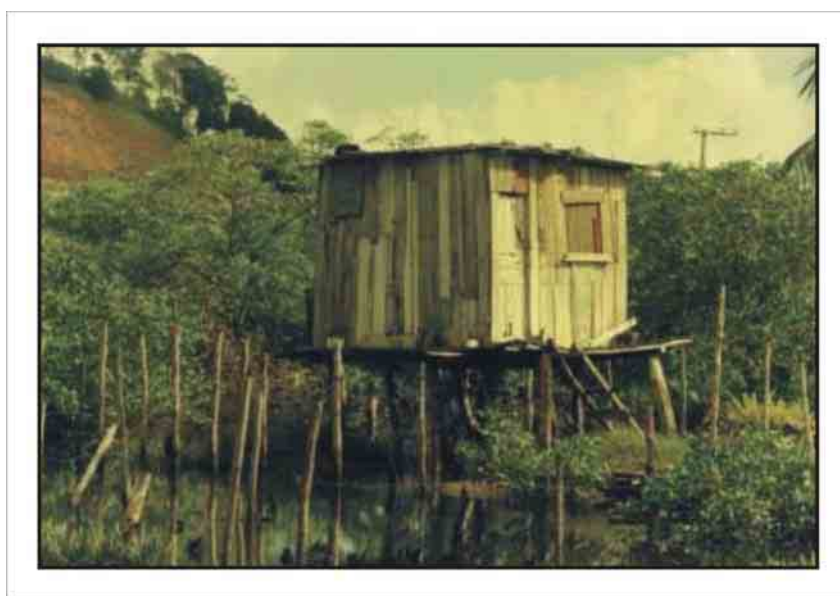


Figura 3 - Casa sobre palafitas construída em uma área de manguezal - BA (Ferreira, 2003).



Figura 4 - Área de manguezal aterrada - RJ (Royol, 2003).





Figura 5 - Área de manguezal impactada pelo lixo urbano - RJ (Oliveira, 2003).

A necessidade de gerenciar adequadamente este ecossistema vem destacando a importância da utilização dos indicadores biológicos no diagnóstico, na avaliação e no monitoramento dos processos de degradação ambiental.

Nas últimas décadas os foraminíferos, protozoários sarcodinos (Fig.6), vêm sendo considerados como indicadores biológicos efetivos e confiáveis para o diagnóstico de ambientes poluídos (e. g. Seiglie, 1971; Setty, 1982; Ellison et al., 1986; Alve, 1995; Sabeau, 2001; Châtelet et al., 2004). Esses organismos apresentam uma ampla distribuição nos sedimentos lamosos superficiais dos manguezais e são sensíveis às variações ambientais. Alterações na morfologia das tecas dos foraminíferos ou alterações na composição das associações encontradas em um determinado ambiente podem evidenciar a presença de um ou mais tenses no ecossistema (e.g., petróleo).



Figura 6 - Foraminíferos aglutinantes encontrados em manguezais. 1: *Trochammina inflata* - espécime coletado no Canal Parapuca-SE (LAMBdA, 1996a); 2: *Miliammina fusca* - espécime coletado em Itanhaém-SP (LAMBdA, 1996b.); 3: "*Haplophragmoides*" *wilberti* - espécime coletado no canal Parapuca-SE (LAMBdA, 1996a).

A área deste estudo, conhecida como manguezal do Rio Iriri, localizada em Santos, no litoral de São Paulo (Fig.7), foi alvo do derramamento de 2500 toneladas de óleo após o rompimento de um oleoduto da Petrobras em 1983. Desde esta data, foram realizados trabalhos contínuos referente às respostas apresentadas pelo bosque de mangue ao petróleo introduzido neste ambiente.

A presente pesquisa tem por objetivo investigar a composição e a distribuição da fauna de foraminíferos que ocorre nos sedimentos lamosos do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria e suas condicionantes abióticas. Pretende-se também averiguar se o petróleo derramado vinte anos atrás ainda está impactando a microfauna atual. Adicionalmente este trabalho busca oferecer informações que auxiliem na compreensão do ecossistema e que sejam aplicáveis as reconstruções ambientais.

Uma coleção de tecas de foraminíferos da área será acrescentada às coleções de referência do Laboratório de Análises Micropaleontológicas, Microbióticas e de Ambientes - LAMBdA do Departamento de Geologia Aplicada da UNESP, campus de Rio Claro.

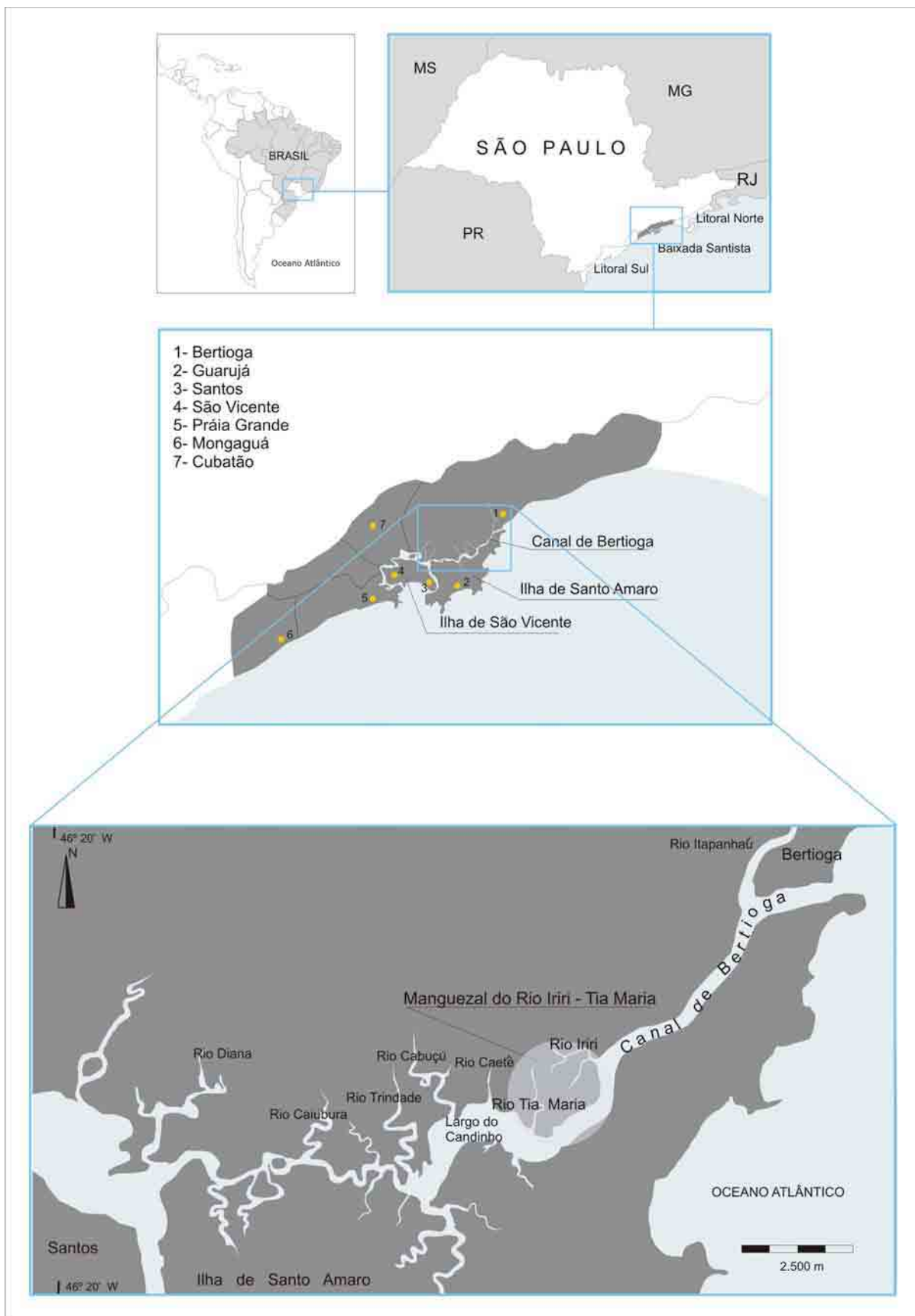


Figura 7 - Localização do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria, no litoral do Estado de São Paulo.  
Mapas - base: Lamparelli et al. (1999) e IGG-SP (1971).

## 2. ÁREA DE ESTUDO

### 2.1 Contexto regional

A Baixada Santista constitui a unidade geomorfológica central do litoral do Estado de São Paulo, unindo o litoral norte e o litoral sul (Fig.8). No litoral norte a escarpa da Serra do Mar se aproxima do Oceano Atlântico; o litoral sul é caracterizado pela presença de planícies mais amplas em virtude do maior distanciamento entre a escarpa da serra e o mar (Santos, 1965).

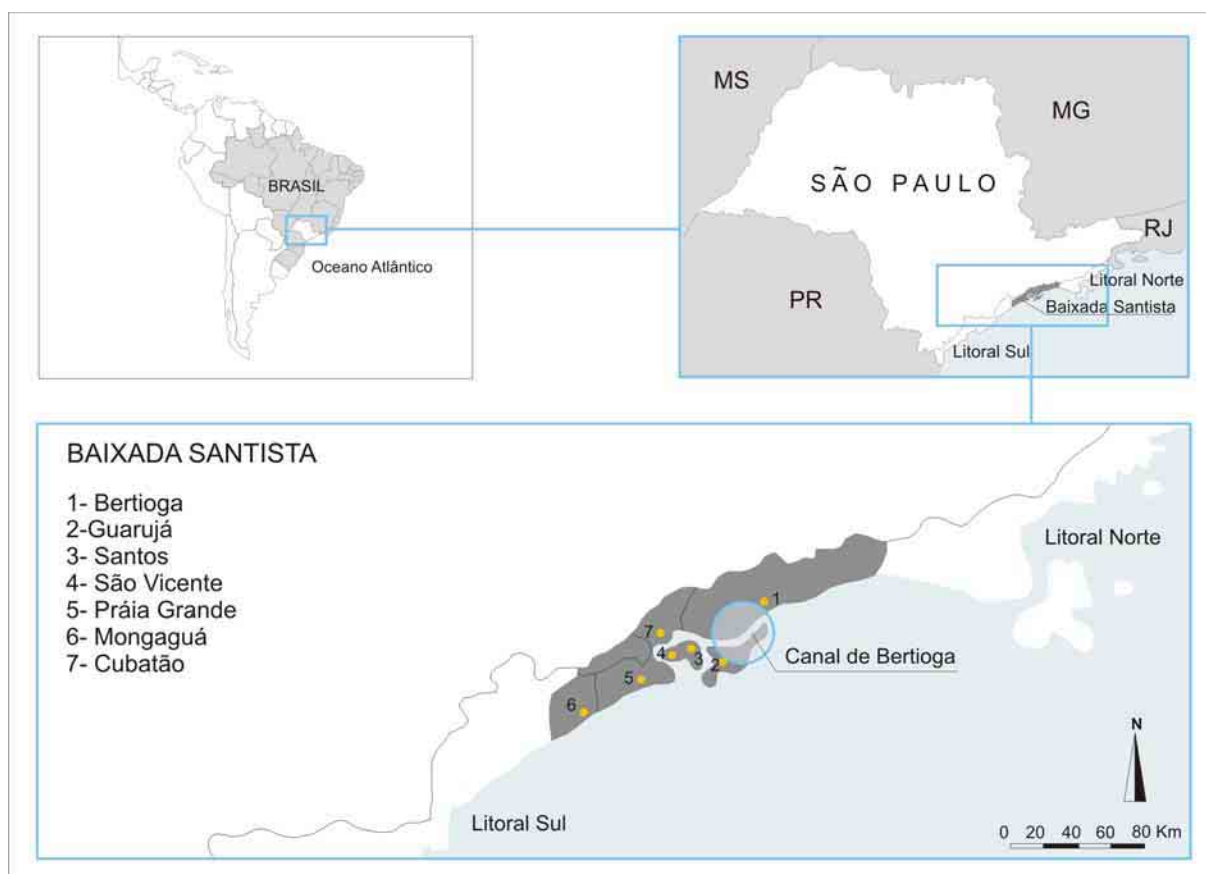


Figura 8 - Localização da Baixada Santista, em contexto regional (Lamparelli et al., 1999).

Na Baixada Santista, tal qual no litoral sul, são encontradas planícies sedimentares amplas, compostas por praias, terraços de baixa altitude, vales entalhados em sedimentos aluviais e terrenos originados do soterramento de

lagunas e depressões. A presença de morros e ilhas deve-se ao embasamento cristalino, quase sempre muito acidentado, constituído por rochas metamórficas e granitos (Queiroz-Neto & Küpper, 1965).

Segundo o mapeamento dos ecossistemas costeiros do Estado de São Paulo (Lamparelli et al., 1999), esta região apresenta aproximadamente 160,9 km de planícies marinhas atuais (praias), 45,2 km de terraços de abrasão (costões rochosos) e 120,2 km de planícies fluvio-marinhas cobertas por mangue, representando mais de 50% dos manguezais do Estado.

A região da Baixada Santista atualmente responde a processos de industrialização e urbanização intensos e desordenados, cuja origem está fortemente vinculada à proximidade do porto de Santos e à atividade turística. Neste setor do litoral está o primeiro e o principal balneário do Estado de São Paulo. O efeito combinado do turismo e da industrialização levou a um crescimento da área urbana, com um aumento não só da área residencial e comercial, mas também da área ocupada pelas obras de infra-estrutura, como estradas e depósitos de lixo (Ribeiro-Neto & Oliveira, 1989).

Entre os municípios que compõem esta região estão Bertioga e Mongaguá, que correspondem ao limite norte e sul desta região, bem como São Vicente, Praia Grande, Cubatão, Santos e Guarujá. A região de Bertioga apresenta-se como a mais preservada deste setor, onde são encontradas as praias com melhores condições de balneabilidade e os manguezais com maior desenvolvimento estrutural (Lamparelli et al., 1999).

### **2.1.1 Clima**

A região da Baixada Santista apresenta um clima quente e úmido, influenciado pela proximidade da Serra do Mar e do Oceano Atlântico. A temperatura média anual é superior a 20°C e as taxas de umidade relativa são elevadas, sendo a média mensal superior a 80% para todos os meses do ano (Santos, 1965).

Esta região encontra-se sob a influência dos sistemas tropicais e das massas de ar polar. Quando os sistemas tropicais são predominantes as precipitações são mais intensas; quando as massas de ar polar são predominantes há uma redução da intensidade das chuvas. Independentemente desta variação, esta região é

considerada como a mais chuvosa do litoral paulista, apresentando uma pluviosidade anual superior a 2000 mm (Santos, 1965; Sant'anna-Neto, 1990).

### 2.1.2 Geologia e geomorfologia: breve síntese a partir de Suguio & Martin, 1987; Martin & Suguio, 1989 e Suguio, 1999

A área de estudo encontra-se inserida no litoral sudeste, também denominado de litoral das escarpas cristalinas (Fig.9). Este setor, compreendido entre o litoral sul do Espírito Santo e o Cabo de Santa Marta-SC, tem entre a Baía de Guanabara e o Estado do Paraná planícies costeiras e praias pouco desenvolvidas ou ausentes. No litoral sudeste, a costa é interceptada de forma abrupta pela borda oriental do Planalto Atlântico e os pontões de rochas cristalinas freqüentemente chegam até o mar, delimitando pequenas baías.

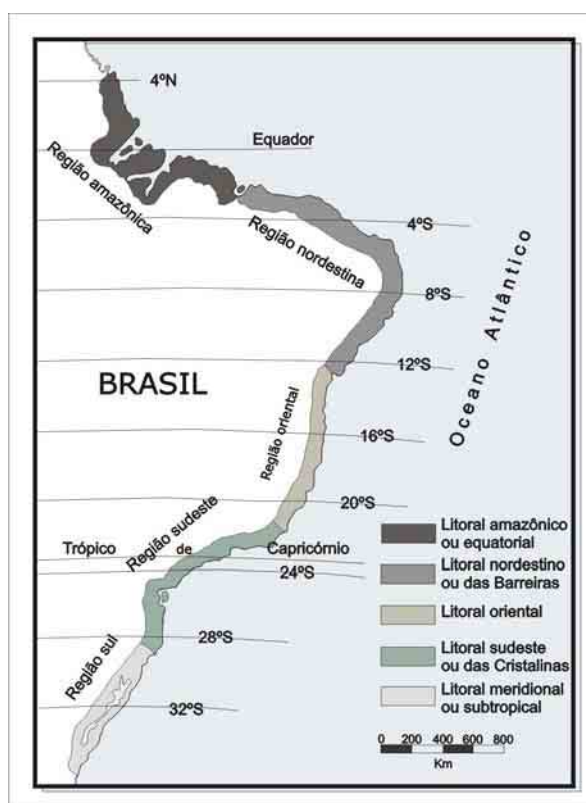


Figura 9 - Classificação da costa brasileira com base em elementos oceanográficos, climáticos e continentais (Silveira, 1964 apud Suguio & Martin, 1987).

A planície costeira na região da área de estudo, conhecida como planície costeira de Santos, apresenta aproximadamente 40 Km de extensão e 15 Km de

largura média. Sua origem esteve diretamente relacionada com as flutuações do nível relativo do mar e mudanças paleoclimáticas. Evidências sedimentológicas, biológicas e pré-históricas permitiram a reconstrução de níveis marinhos pretéritos mais altos e mais baixos que os atuais.

Há aproximadamente 120.000 anos o mar chegou a atingir o sopé da Serra do Mar, estando a  $8 \pm 2$  m acima do nível atual. Durante este evento transgressivo, conhecido como *Transgressão Cananéia*, os sedimentos continentais que haviam sido depositados em eventos precedentes foram parcialmente erodidos e sedimentos arenosos transgressivos foram depositados sobre depósitos continentais. Os terraços marinhos essencialmente arenosos correspondentes a esta fase, apresentam-se de maneira conspícua na costa sul e sudeste do Brasil (e.g. planície de Cananéia-Iguape). Durante o evento de regressão seguinte o mar chegou a atingir 110 m abaixo do nível atual.

Com o máximo da *Transgressão Santos*, que se sucedeu e ocorreu há aproximadamente 5.150 anos, o mar chegou a atingir entre 4 e 5 m acima do nível atual. Durante este evento ocorreu a erosão dos terraços pleistocênicos e foram originados sistemas de ilhas-barreiras-lagunas. Após este evento transgressivo o nível do mar passou por uma fase de rebaixamento progressivo, com algumas flutuações, até atingir a sua posição atual.

### **2.1.3 Canal de Bertioga: hidrografia e circulação das águas**

Na região da Baixada Santista são encontrados rios de correnteza, que nascem na Serra do Mar e rios meandrantess; estes últimos não apresentam suas nascentes no domínio serrano. As águas dos rios meandrantess se misturam às águas salobras do sistema estuarino, em cujas margens distribui-se vegetação de mangue (Ribeiro-Neto & Oliveira, 1989).

O Canal de Bertioga, onde desemboca o Rio Iriri, é considerado um dos principais corpos hídricos da baixada. Apresenta uma extensão de 25 Km e está localizado entre a cidade de Bertioga e a foz do Rio Diana (Fig.10). A embocadura leste deste canal apresenta uma conexão direta com o Oceano Atlântico; a embocadura oeste está inserida no médio estuário de Santos, não apresentando, portanto, uma conexão direta com o oceano.



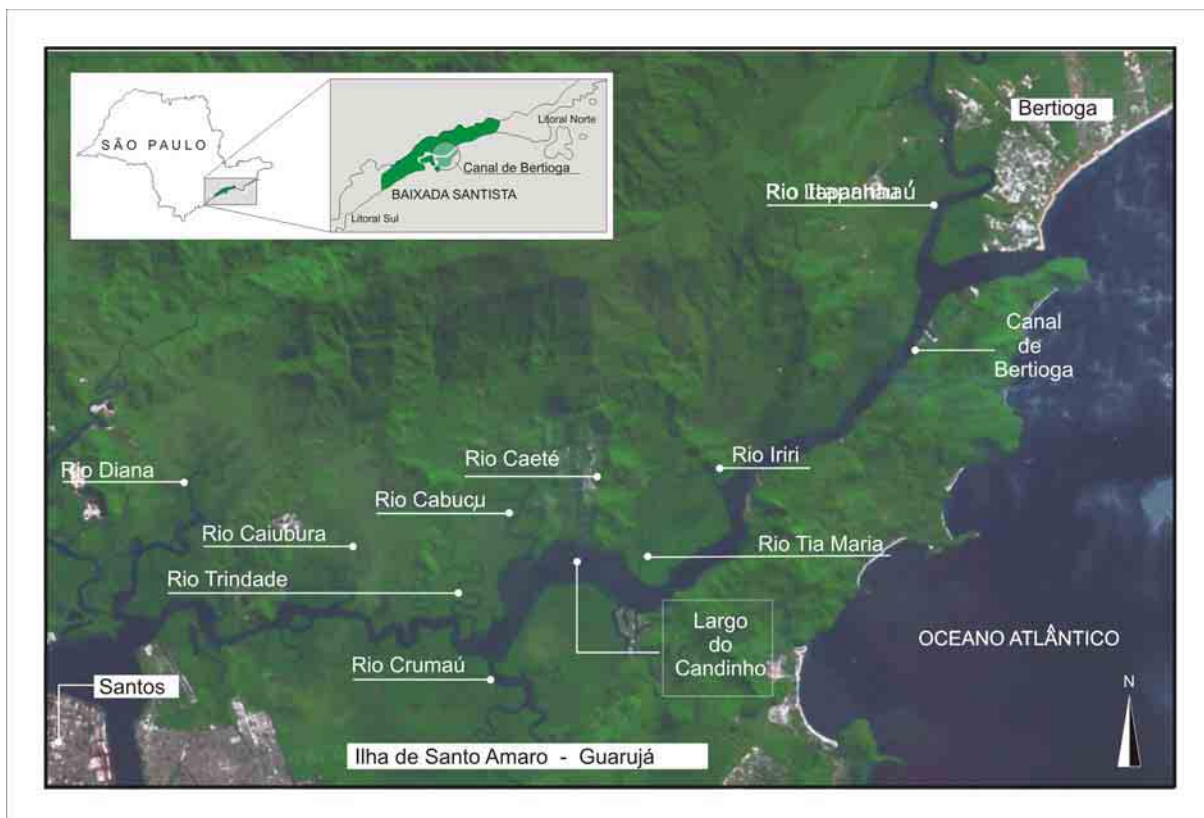


Figura 10 - Localização do Canal de Bertioga, Santos-SP, Imagem LandSat 7 (2000).

Nas áreas próximas às embocaduras do canal, a circulação das águas é influenciada pelas correntes de marés, o que proporciona um maior transporte de sedimento de fundo e uma maior seleção granulométrica. Na porção central do canal, as ações das correntes de maré tendem a se anular, eliminando o transporte de fundo e caracterizando a movimentação das águas pelas velocidades inferiores à crítica de erosão. O sedimento transportado em suspensão é depositado próximo ao Largo do Candinho, considerado como uma das áreas mais rasas do estuário de Santos e adjacente ao manguezal do Rio Iriri - Tia Maria. Esta região é caracterizada pela presença de sedimentos argilosos com grande quantidade de matéria orgânica (Fulfaro & Ponçano, 1976).

O Canal de Bertioga apresenta um regime de marés misto, predominantemente semidiurno, com uma amplitude média de 0,79 m (Tábua de Marés, 2003). O fluxo de água doce ocorre em função dos rios Iriri, Caiubura, Tia Maria, Caeté, Cabuçú, Itapanhaú, Trindade e Diana. O maior contribuinte é o Rio Itapanhaú, que apresenta sua desembocadura muito próxima à cidade de Bertioga (Miranda et al., 1998).



A influência dos fluxos de água marinha e continental ao longo do canal é observada a partir das variações de salinidade ali ocorrentes. Tais variações permitiram a identificação de três compartimentos ambientais principais neste canal: ambientes euhalino-mixohalino (28-40), mixohalino (20-30) e mixohalino-salobro (0-25). A embocadura leste, ambiente euhalino-mixohalino, apresenta os maiores índices de salinidade evidenciando a penetração da água do mar. A embocadura oeste, ambiente mixohalino, reflete a penetração da água salina, através do Canal do Porto, e a penetração de água doce proveniente da drenagem continental. O Largo do Candinho, ambiente mixohalino-salobro, apresenta as menores salinidades, evidenciando o seu distanciamento das embocaduras do canal, somado ao aporte de água doce continental (Eichler, 2001).

## **2.2 O manguezal do Rio Iriri - Tia Maria**

O chamado manguezal do Rio Iriri - Tia Maria representa uma área de aproximadamente 300 ha e está localizado nas imediações da porção central do Canal de Bertioga (Fig.11). Posiciona-se entre as latitudes de 23°53'10''S e 23°54'45''S e longitudes de 46°11'15''W e 46°12'50''W (Machado, 1992).

A vegetação da área é caracterizada pela presença de um bosque misto, cujos elementos principais são: *Avicennia schaueriana*, *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*. A borda externa do manguezal é caracterizada pela presença dominante de *Rhizophora mangle* em quase toda sua extensão, como mostra a Figura 12. Em certos pontos são observadas bromeliáceas, *Acrostichum aureum* e *Spartina alterniflora*.

Em alguns pontos das proximidades da desembocadura do Rio Iriri ocorre a presença de *Spartina alterniflora* bordejando o bosque predominantemente composto por *Rhizophora mangle*. Segundo o modelo geobotânico proposto por Dias-Brito & Zaninetti (1979) nesses pontos está ocorrendo um processo de sedimentação ativa, em que o substrato está sendo estabilizado pela colonizadora *Spartina alterniflora*.

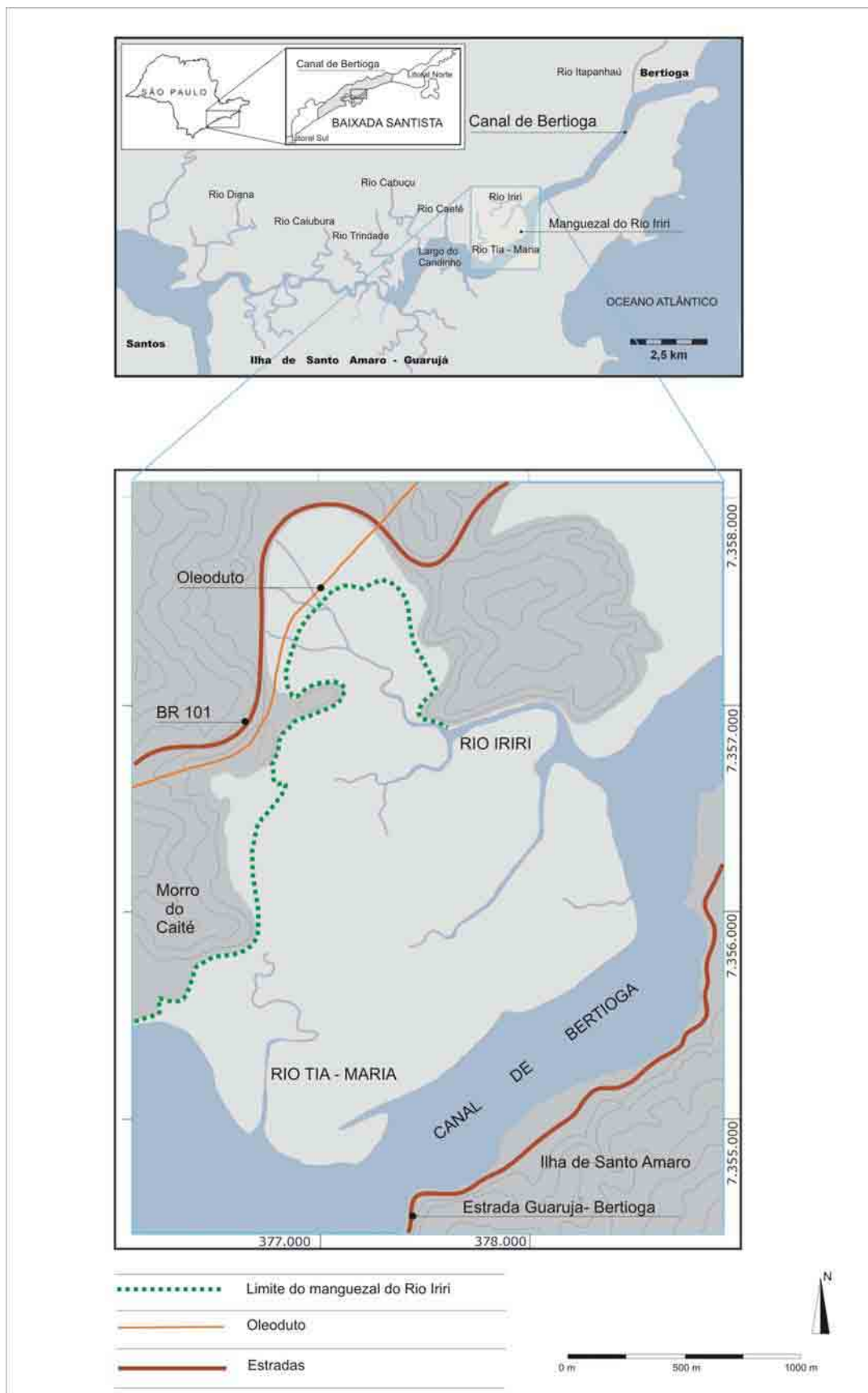


Figura 11 – Localização do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria. Mapa base: IGC - SP (1988). Limite interno do manguezal traçado por Machado (1992).



Figura 12 - Indivíduos de *Rhizophora mangle* dominando a borda externa do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria. Contato com o Canal de Bertioga.

Este manguezal, apesar de estar localizado em uma das regiões mais preservadas da Baixada Santista, tem um histórico negativo em termos de impacto. Em 1983 o manguezal foi palco de um volumoso derrame de óleo, em consequência do rompimento de um oleoduto que passa nas adjacências da área. Tal evento afetou a estrutura da vegetação, como reportado por diferentes autores (Schaeffer-Novelli, 1986; Ponte et al. 1986; Cetesb, 1989). Após aproximadamente dois anos do evento, o setor WNW deste manguezal foi aterrado e utilizado para a deposição de lixo urbano pela prefeitura de Santos (Schaeffer-Novelli, comunicação pessoal).

### **2.3 O derrame de petróleo no manguezal do Rio Iriri: breve síntese**

Em 14 de outubro de 1983, por ocasião da abertura da rodovia Rio-Santos, uma pedra de 20 toneladas – movida em decorrência da detonação de uma pedreira sob responsabilidade da empresa Firpavi - caiu sobre o oleoduto da Petrobras que faz a ligação entre o TEBAR (Terminal Marítimo Almirante Barroso, em São

Sebastião) e a Refinaria Presidente Bernardes em Cubatão (Schaeffer-Novelli, 1986).

Neste evento foram derramadas 2500 toneladas (cerca de 3 milhões de litros) de petróleo produzido na Bacia de Sergipe-Alagoas (Tabela 1). Este tipo de petróleo apresenta uma alta densidade específica, sendo considerado como um produto persistente (Grupo III) segundo a classificação adotada pela Cetesb - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (Tabela 2).

Tabela 1 - Característica do óleo derramado, segundo a Petrobras (Cetesb, 1989).

<b>PETRÓLEO SERGIPANO</b>	
- Densidade relativa a 20/4°C	0,8999
- Água por destilação (% em volume)	0,4
- Água e sedimento por centrifugação (% em volume)	0,4
- Sal (mg NaCl/l)	271,0
- Enxofre total (% em peso)	0,32
- Ponto de fluidez (°C)	18
- Resíduo de carbono <i>ramsbotton</i> (% em peso)	73,3
- Viscosidade (CST a 25°C)	177,5
- Viscosidade (CST a 37,8°C)	91,4
- Viscosidade (CST a 50°C)	50,1
- Acidez total (mg KOH/9)	0,43
- Cobre (ppm)	<10
- Ferro (ppm)	<2
- Níquel	24
- Vanádio	4

Tabela 2 - Classificação dos tipos de óleo, segundo a Cetesb (Cetesb, 2002).

<b>Grupo</b>	<b>Densidade</b>	<b>Composição</b>	<b>Meia-Vida</b>	<b>Persistência</b>
I	< 0,8	Leve	~ 24 h	1-2 dias
II	0,8 – 0,85	Leve	~48 h	3-4 dias
III	0,85 – 0,95	Pesado	~72 h	6-7 dias
IV	> 0,95	Pesado	~168 h	> 7 dias

O óleo derramado que impactou o manguezal do Rio Iriri - Tia Maria, atingiu cerca de 100 km<sup>2</sup>, incluindo manguezais, estuários, restingas e praias. A ocorrência de maré de sizígia e ventos fortes, uma semana após o evento, amplificou o

desastre. A área de manguezal mais fortemente atingida representou 25% de um bosque de 11,5 km<sup>2</sup> posicionado entre a desembocadura do Rio Iriri e a Barra de Bertioga. Tal área correspondeu às franjas externas (20 a 30 m de largura) que margeiam os canais. A ela se soma, ainda, uma faixa de mangue interno localizada ao longo do trajeto percorrido pelo óleo, entre o oleoduto e a parte alta do Rio Iriri (Schaeffer-Novelli, 1986).

Segundo Schaeffer-Novelli (1986) e Cetesb (1989), entre as respostas agudas, manifestadas imediatamente após o derramamento de óleo no manguezal do Rio Iriri, foi observado o murchamento das folhas e uma acentuada taxa de desfolhação das árvores. Estas respostas foram atribuídas ao efeito da sufocação mecânica provocada pelo recobrimento dos troncos, das raízes aéreas e dos pneumatóforos pelo óleo. Como efeitos crônicos, iniciados no período do derramamento e persistentes até a remoção completa do óleo, verificou-se uma acentuada e contínua queda das folhas. As folhas que permaneceram nas árvores apresentaram manchas, perfurações, murcha, amarelecimento, enrolamento, galha e clorose. Estes efeitos também foram observados nas folhas geradas após o evento. Foram registradas perdas consideráveis no número de indivíduos e de troncos além da perda de área basal provocada pela morte de indivíduos de grande porte, chegando a representar 40% da área basal total do bosque. Houve também uma redução na geração de propágulos, acompanhada por atrofia e malformação dos mesmos. Foi registrada a ocorrência de aborto dos propágulos, considerado como uma forma da planta economizar energia. As clareiras abertas foram rapidamente colonizadas por uma grande quantidade de propágulos trazidos de outras regiões. As plântulas fixadas no sedimento apresentaram o desenvolvimento de caule e folha, porém não passavam para a fase de planta jovem; houve o registro de 100% de mortandade dessas plântulas.

As zonas que ainda hoje apresentam óleo armadilhado há poucos centímetros no sedimento não se restabeleceram totalmente: um bosque de *Laguncularia racemosa* com troncos de diâmetro reduzido testemunha o fato (Fig.13). Tal bosque sucedeu um bosque multi-específico dominado por *Rhizophora mangue* existente antes do derrame (Schaeffer-Novelli, comunicação verbal). Embora não se tenha delimitado a área contaminada por petróleo, a mesma está, em parte, incluída no segmento designado “interior do manguezal” (pontos 1–7, da

Fig.14). Já as áreas mais externas, mais abundantemente lavadas pelas marés, não apresentam óleo no sedimento e a vegetação não apresenta nenhum sinal de degradação.

Além da vegetação do manguezal, vários outros organismos foram atingidos pelo vazamento de óleo, tais como crustáceos, moluscos, aves, algas bentônicas e gramíneas (Schaeffer-Novelli, 1986).



Figura 13 – Bosque de *Laguncularia racemosa* com troncos de diâmetro reduzido localizado no interior do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria, vinte anos depois que a área recebeu petróleo derramado por rompimento de oleoduto.

Desde que o derrame de óleo atingiu o manguezal do Rio Iriri, tal sistema passou a ser freqüentemente estudado. Entre os trabalhos mais importantes citam-se: “Operação Bertioga” (Cetesb, 1984); “*Vistoria ad Perpetuam Rei Memoriam*” (Schaeffer-Novelli, 1986); “Impacto causado por petróleo nos manguezais do canal de Bertioga” (Ponte et al., 1986); “Levantamento de subsídios e instrumentação para o gerenciamento de áreas costeiras ecologicamente sensíveis” (Cetesb, 1989);

“Análise da cobertura vegetal de um manguezal impactado por óleo, canal da Bertioga, Estado de São Paulo” (Machado, 1992); “Derramamentos de óleo no ecossistema manguezal: limpeza do ambiente, efeitos e metodologia de estudo” (Rodrigues, 1997); “Mineralogia, físico-química e classificação dos solos de mangue do rio Iiri no canal de Bertioga (Santos, SP)” (Gamero, 2001); e “Atividade microbiana e diversidade metabólica e genética em solo de mangue contaminado por petróleo” (Cury, 2002).

### 3. FORAMINÍFEROS

Os foraminíferos são protozoários sarcodinos, em geral infra-milimétricos, que estão amplamente distribuídos em ambientes marinhos, podendo ser encontrados também em ambientes hipersalinos, salobros e de água doce. Ocorrem desde as regiões polares até as regiões tropicais (Culver, 1993). Estes microorganismos são elementos antigos na Terra, tendo surgido no Cambriano acerca de 570 milhões de anos atrás (Loeblich & Tappan, 1988).

O corpo celular dos foraminíferos é constituído por um protoplasma interno e um ectoplasma. O protoplasma interno corresponde ao corpo citoplasmático do organismo. Já o ectoplasma corresponde à parte do organismo que se encontra em contato com o meio ambiente, dele sendo originados os pseudópodes e uma teca resistente responsável pelo recobrimento da parte mais mole. Por meio dos pseudópodes os foraminíferos se alimentam, sobretudo de diatomáceas e fitoplâncton, e se locomovem (Boltovskoy, 1965).

A reprodução de muitas espécies de foraminíferos é caracterizada pela alternância de gerações sexuadas e assexuadas. Esta alternância de gerações é responsável pelo dimorfismo morfológico apresentado por estes organismos. Os espécimes originados pelo processo de reprodução sexual são macrosféricos e caracterizam-se pela presença de uma teca pequena onde a primeira câmara (prolóculo) é relativamente grande (0,2 a 0,5 mm). Os espécimes originados pelo processo reprodutivo assexuado são microsféricos e apresentam uma teca geralmente grande, com um prolóculo pequeno (Boltovskoy, op. cit.).

Os foraminíferos possuem hábito de vida planctônico ou bentônico. Os foraminíferos planctônicos em geral carecem de movimento próprio e são transportados pela ação das correntes, sendo encontrados exclusivamente em ambientes marinhos em diferentes profundidades. Não toleram águas hipersalinas nem salobras, ou seja, são estenohalinos. Possuem uma teca calcária perfurada com câmaras globosas, tendo surgido no Jurássico (Bignot, 1985). São elementos muito usados na geologia do petróleo, pois são indicadores da idade das rochas. A



fauna bentônica apresenta-se distribuída desde ambientes de água doce, com salinidade inferior a 0,5, até ambientes hiperhalinos, com salinidade superior a 35 (Boltovskoy et al., 1980). A teca destes organismos pode ser composta por carbonato de cálcio, quitina ou grãos de areia. Algumas espécies podem tolerar uma ampla variação de salinidade como, por exemplo, os foraminíferos encontrados em marismas e manguezais.

De maneira freqüente, a teca dos foraminíferos é composta por mais de uma câmara. Estas câmaras são separadas internamente por septos e externamente por suturas. As câmaras apresentam também forma e disposição variada que estão associadas às condições ecológicas do meio em que vivem (Boltovskoy, 1965).

A presença das diferentes espécies de foraminíferos bentônicos nos ambientes está associada de forma significativa à salinidade, temperatura e profundidade das massas d'água. Outros parâmetros, como características do substrato, nutrientes, intensidade de luz, concentração de oxigênio e a presença de organismos parasitas ou predadores, também podem influenciar a distribuição destes organismos (Loeblich & Tappan, 1988).

A salinidade é considerada como um dos principais fatores controladores da distribuição dos foraminíferos (Closs, 1962; Zaninetti, 1979; Zucon, 1989; Oliveira, 1999). O padrão de distribuição destes microorganismos é o mesmo encontrado para outros organismos marinhos: com a diminuição dos valores de salinidade ocorre um decréscimo da diversidade de espécies e um aumento da abundância de indivíduos para cada espécie (Boltovskoy et al., 1980).

A temperatura pode exercer influência tanto sobre a distribuição geográfica e batimétrica dos foraminíferos, como também sobre a morfologia da teca destes microorganismos (Boltovskoy, 1965).

A sensibilidade dos foraminíferos às variações ambientais, somadas à sua ampla distribuição geográfica e batimétrica, além da abundância com que estes organismos são encontrados no ambiente, possibilitam a utilização dos foraminíferos como ferramenta de estudo na caracterização dos diversos ambientes e na compreensão de fenômenos marinhos (Dias-Brito et al., 1988; Stevenson et al., 1998). Nas pesquisas paleoambientais e paleoecológicas de antigos mares e oceanos, os foraminíferos se destacam como o grupo mais estudado e citado.

As pesquisas envolvendo os foraminíferos na indústria petrolífera foram impulsionadas no início do século XIX e já atingiam grande importância em 1940, com a crescente demanda de combustíveis fósseis em virtude da I Guerra Mundial. Já os estudos direcionados à ecologia e à paleoecologia tiveram início nos anos 30 do século XX (Culver, 1993). Mais recentemente vêm sendo ampliados os estudos relacionados à utilização dos foraminíferos bentônicos como indicadores biológicos de ambientes poluídos (Nagy & Alve, 1987; Schafer, 1991; Alve, 1991; Debenay et al., 2001; Sabeau, 2001; McMillan, 2002). A aplicabilidade destas investigações decorre da alta sensibilidade destes organismos às alterações dos parâmetros ambientais, o que é explicitado pelas alterações morfológicas das tecas dos foraminíferos e pelas modificações na estrutura das comunidades (Alve, 1995).

### **3.1 Foraminíferos de manguezais**

Os sedimentos superficiais dos manguezais são amplamente colonizados por foraminíferos aglutinantes (subordens Textulariina e Trochamminina, sobretudo), sendo muito influenciados pela salinidade, pela hidrodinâmica e pela granulometria do sedimento (Zaninetti, 1979). Marcadamente instável tal habitat é caracterizado por oscilações diárias nas variáveis abióticas (e.g., salinidade, pH, nível do oxigênio, temperatura e grau de hidratação dos sedimentos), o que se traduz por elevado nível de estresse ambiental. Nesse contexto, desenvolve-se uma comunidade de foraminíferos de baixa diversidade, equitatividade e riqueza de espécies, e alta dominância. Devido à abundância de nutrientes nas lamas orgânicas, as poucas espécies tolerantes ao meio inóspito têm elevada densidade. Este quadro geral se mantém por toda a planície lamosa, mas com variações laterais, das zonas mais internas para as mais externas do manguezal.

Distribuídos na forma de manchas, os foraminíferos no manguezal alternam os valores de diversidade de espécies, não estando ali presentes formas calcárias autóctones. Os baixos valores de pH e as baixas concentrações de  $\text{CaCO}_3$  são responsáveis pela presença dominante e praticamente exclusiva de foraminíferos aglutinantes (Boltovskoy, 1984).

O conhecimento sobre a taxonomia e a ecologia de foraminíferos de manguezais deriva de um conjunto de trabalhos que envolveram pântanos costeiros do Atlântico e do Pacífico (e.g., Brönnimann & Todd, 1957, em Trinidad; Radford, 1976, em Tobago; Boltovskoy & Vidarte, 1977, no Equador; Boltovskoy & Martinez, 1983, na Colômbia; Ausseil-Badie, 1983, na África; Culver, 1990, em Porto Rico; Brönnimann et al., 1992 nas Ilhas Fiji; Hayward & Hollis, 1994, na Nova Zelândia; Haslett, 2001, na Austrália; Debenay et al., 2002, na Guiana Francesa). Especificamente no Brasil, foraminíferos de manguezais foram estudados a partir de pântanos localizados no litoral nordestino e do sudeste (e.g., Zaninetti et al., 1979; Brönnimann et al., 1981; Beurlen & Hiltermann, 1983; Barbosa, 1991; Eichler & Bonetti, 1995; Bonetti et al., 1997; Rodrigues, 1999; Oliveira, 1999; Dias-Brito & Oliveira, 1999; Disaró et al., 1999; Laut & Barbosa, 1999; Bonetti, 2000; Eichler, 2001; Rodrigues, 2003). Entre as diferentes abordagens levadas a efeito por estes trabalhos, destacam-se:

- Zaninetti et al. (1979) compartimentaram o manguezal de Acupe-BA em cinco faixas ambientais. Da borda continental em direção à Baía de todos os Santos têm-se: manguezal interno, manguezal sub-interno, manguezal sub-externo, manguezal externo e baía. A variação de salinidade foi o controlador de primeira ordem para a distribuição da microfauna, o que determinou o zoneamento espacial encontrado;
- Brönnimann et al. (1981) estudaram a fauna de foraminíferos presentes ao longo de canais de marés no manguezal de Guaratiba-RJ. A partir dos resultados obtidos foi possível observar as similaridades e as diferenças entre estes corpos hídricos. O padrão biótico observado foi comparado ao padrão encontrado na Baía de Sepetiba-RJ, revelando uma fauna menos diversificada, mais numerosa e especializada;
- Eichler & Bonetti (1995) estudaram os foraminíferos ao longo de uma transversal em um manguezal de Cananéia-SP. A distribuição das espécies apresentou correlação com as taxas de salinidade e temperatura e com a estrutura do bosque. Foram definidos dois compartimentos ambientais: franja do manguezal e

interior do manguezal. A fauna de foraminíferos presente na franja do manguezal caracterizou-se pela maior abundância e diversidade de espécies;

- Oliveira (1999) caracterizou parte da bacia hidrográfica do Rio Itanhaém a partir da análise da distribuição dos foraminíferos e tecamebas. Neste trabalho foi possível a identificação de 3 biofácies distintas em resposta às variações da influência da salinidade ao longo da área de estudo. Na Biofácies 1, a presença de tecamebas foi predominante, indicando um ambiente de água doce. Na Biofácies 2 foi observada a presença de tecamebas e de foraminíferos, este último grupo representado por um maior número de indivíduos que o encontrado na Biofácies 1. *M. fusca* foi a espécie dominante. A Biofácies 3 compreendeu as amostras coletadas em canais com maior influência marinha, mas ainda sob efeito de um grande aporte de água doce; nesta biofácies o número de tecamebas sofreu uma drástica redução e houve um aumento do número de espécimes de foraminíferos.
- Dias-Brito & Oliveira (1999) em Itanhaém-SP e Dias-Brito & Rodrigues (2000) na área do Delta do Rio São Francisco-SE correlacionaram a distribuição de plantas com a distribuição de foraminíferos. A alta correlação destes fatores mostra a importância destes estudos para a compreensão dos diferentes compartimentos ambientais identificado nestas regiões.
- Eichler (2001) caracterizou o Canal de Bertioga através da distribuição de foraminíferos, correlacionando-os aos parâmetros ambientais. Foram comparadas as associações de dois manguezais da região, além de serem analisadas as associações das margens dos manguezais do Rio Trindade e dos canais estuarinos Acari e Crumaú. Através deste estudo foi possível a identificação de três compartimentos ambientais dentro do canal: manguezais, rios e canais estuarinos; desembocadura sul, largo do Candinho, parte interna norte e sul; e desembocadura norte. Nos manguezais, rios e canais estuarinos, considerados ambientes mixohalinos salobros, a fauna caracterizou-se por uma baixa diversidade de espécies, se comparada à fauna de ambientes marinhos.

- Debenay et al. (2002), através de estudos sazonais da microfauna, avaliaram os principais fatores condicionantes da distribuição dos foraminíferos em manguezais da Guiana Francesa. A hidrodinâmica do estuário associada à forte influência sazonal foi considerada como o fator principal de controle da microfauna nesta região. As áreas mais influenciadas pelas águas costeiras foram dominadas por espécies calcárias como *A. tepida*, *A. parkinsoniana* e *Criboelphidium* spp., enquanto as regiões fortemente influenciadas pelas águas continentais foram dominadas por foraminíferos aglutinantes como *M. fusca* e *T. irregularis*. Para esta área de estudo também ficou evidente a influência da sazonalidade sobre a distribuição dos foraminíferos. Foi observada a presença de foraminíferos calcários tanto no estuário quanto nos manguezais durante a estação seca, quando há uma menor influência de água doce. Durante as estações chuvosas foi registrado desaparecimento destas espécies.
- Semensatto & Dias-Brito (2004), estudaram a distribuição de foraminíferos e tecamebas (índices de diversidade, equitatividade, dominância e confinamento) associados a parâmetros abióticos (salinidade, granulometria) para a compreensão do comportamento hidroquímico e hidrodinâmico de um setor do sistema deltáico do Rio São Francisco, SE. A identificação de três biofácies distintas para esta área revela a importância da utilização destes dois bioindicadores conjuntamente, foraminíferos e tecamebas, em análises ambientais.

### **3.2 Foraminíferos e poluição por petróleo**

Nas últimas décadas tem havido crescimento no número de estudos relativos à utilização dos foraminíferos como indicadores biológicos de ambientes poluídos (e.g., Seiglie, 1971; Setty, 1982; Ellison et al., 1986; Alve, 1995; Châtelet, 2003; Châtelet et al., 2004). Entretanto, no que se refere aos efeitos específicos do petróleo sobre esta microfauna, os estudos são mais recentes e não numerosos, sendo ainda algo incipientes (Vénec-Peyré, 1981; Sabeau, 2001; McMillan, 2002; Morvan, et al., 2003; Eichler et al., 2003).

Véneç-Peyré (1981) estudou os efeitos que o óleo derramado do super-petroleiro Amoco Cadiz, em março de 1978, causou sobre os foraminíferos de fundo do estuário do Rio Morlaix, França. Naquele trágico acidente, foram lançadas 223 000 toneladas de petróleo bruto leve, de origem árabe/iraniana. Espécimes de *Protoelphidium paraliium*, dominante no ambiente investigado, apresentaram, em amostras coletadas entre novembro de 1978 e abril de 1979, diminuição no crescimento de câmaras, falhas na calcificação da teca e forte parasitismo. Tais alterações, significativas do ponto de vista quantitativo, não eram observadas nos foraminíferos daquele local antes do derrame (Véneç-Peyré, 1981)

Os estudos de Sabeen (2001) e McMillan (2002), realizados na Nova Scotia, costa leste do Canadá, envolveram a análise dos foraminíferos de marismas em áreas experimentais contaminadas por petróleo e em uma área que foi contaminada por um derramamento de óleo há 30 anos. Nestes estudos foi verificada a alta sensibilidade da espécie *M. fusca* à presença de óleo no ambiente. Esta sensibilidade foi detectada a partir de uma alta percentagem de indivíduos deformados (acima de 5%) que, na área experimental, começou a aparecer no terceiro dia após o início do experimento. Na área não-experimental os efeitos sobre a microfauna perduraram por um período de 14 anos, como revelado pela análise de testemunhos.

Morvan et al. (2003) estudaram a fauna de foraminíferos bentônicos da baía de Bourgneuf na França depois de acidente envolvendo o petroleiro Érika em 1999. Este estudo revelou uma baixa densidade de foraminíferos nos sedimentos de fundo da baía durante os 3 primeiros meses após o derramamento. Contudo, após 35 meses de estudo, aqueles autores não chegaram a conclusões definitivas acerca dos reais efeitos do petróleo sobre a microfauna da baía. Adicionalmente, Morvan et al. (op. cit.) executaram análises experimentais com a espécie *Ammonia tepida* em aquários de cultivo de foraminíferos. Submeteu *A. tepida* a diferentes volumes de petróleo, o mesmo derramado pelo Érika. Pequenas doses (mg de óleo/ml de água marinha) parecem não causar efeitos sobre a espécie; doses maiores provocaram alterações morfológicas nas tecas, mudanças celulares em formas juvenis e a mortandade de todos os foraminíferos após dois meses do contato com o óleo.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Campo

Visando o estudo das associações de foraminíferos em diferentes áreas do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria, foram cumpridas duas etapas de campo, realizadas em março e maio de 2003. Efetuaram-se as coletas de sedimentos superficiais em 28 pontos localizados no interior do manguezal e às margens dos rios Iriri, Tia-Maria e do Canal de Bertioga, todas bordejadas por vegetação de mangue. Foi feita a coleta de um testemunho de 25 cm sob um bosque de *Laguncularia racemosa* com troncos de diâmetro reduzido, localizado no interior do manguezal. Um GPS da marca Garmin-12 foi utilizado para o posicionamento geográfico dos pontos de amostragem. A localização das amostras é mostrada na Figura 14.

Com o auxílio do equipamento portátil *Water Quality Checker* da marca *HORIBA*, modelo U-10, foram feitas medições de salinidade, pH, oxigênio dissolvido e temperatura da água intersticial dos sedimentos. Em cada ponto amostrado foi aberto um pequeno buraco, de aproximadamente 12 cm de profundidade por 15 cm de diâmetro. Uma vez repleto da água intersticial, o buraco recebia o conjunto de eletrodos do “Horiba” e eram feitas as leituras. Para a franja do manguezal foram feitas medições em todos os pontos amostrados. Por problemas operacionais, em apenas um ponto do “interior do manguezal” foi possível a obtenção de tais medidas. Na coleta das três amostras de maio foram apenas obtidos dados de salinidade da água intersticial do sedimento superficial, com o auxílio de um salinômetro portátil da marca *American Optical*, modelo *special scale*.

O sedimento superficial foi coletado manualmente com o auxílio de uma pá de jardinagem. Um testemunhador de PVC de 1,2 m de comprimento por 7,5 cm de diâmetro foi utilizado. Em cada ponto foram tomados aproximadamente 150 ml de sedimento dos 2 cm superficiais. O sedimento coletado foi acondicionado em frascos plásticos de 250 ml, acrescidos, ainda em campo, de 25 ml de formalina (4%) neutralizada com bórax, conforme a metodologia descrita por Boltovskoy (1965).

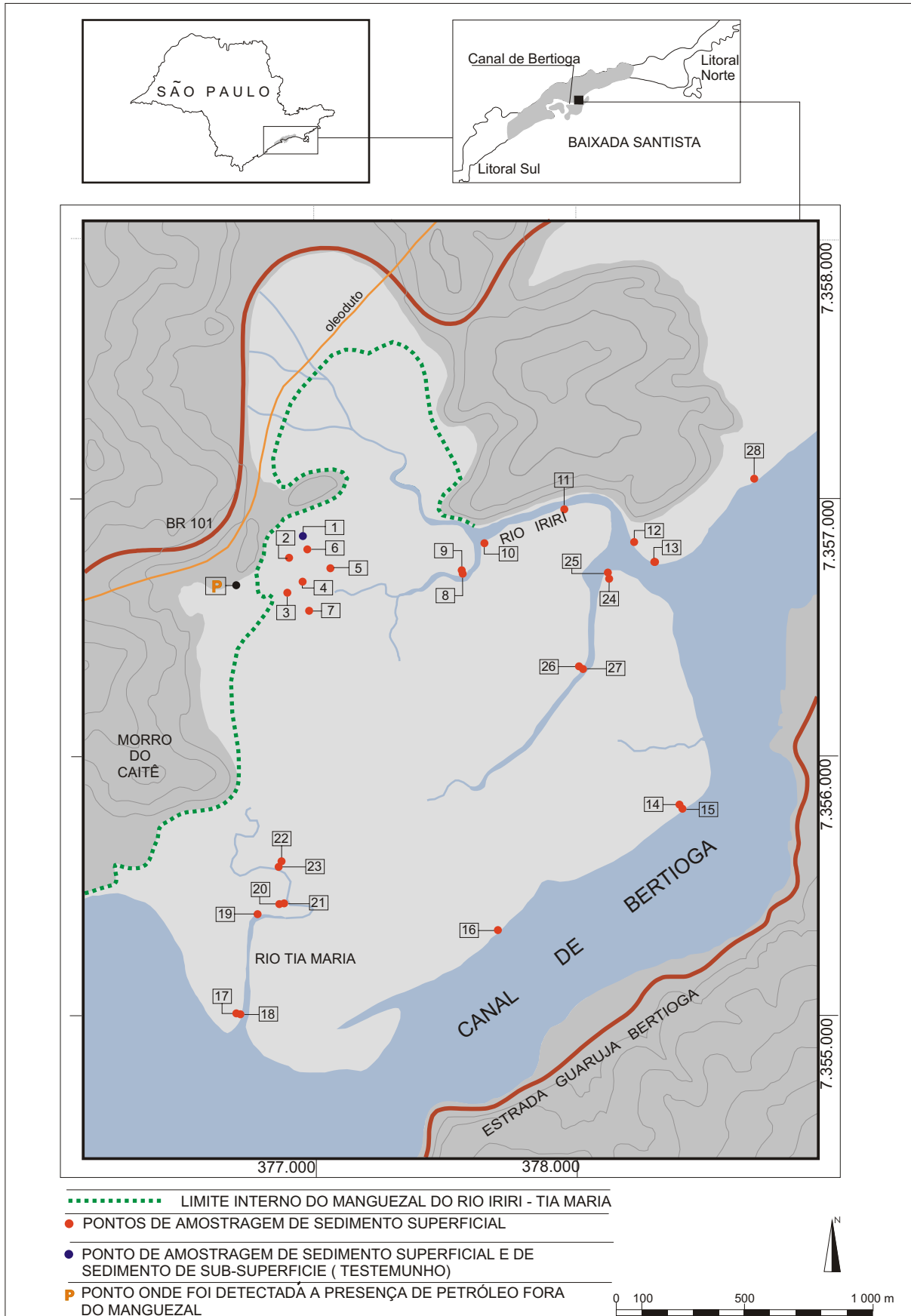


Figura 14 - Localização dos pontos de amostragem. Mapa-base: IGC, 1988.



A formalina neutralizada é utilizada para conservar o protoplasma dos foraminíferos que são encontrados vivos no momento da coleta. A utilização deste fixador logo após a amostragem possibilitou a aplicação do método proposto por Walton (1952), que tem como objetivo a distinção entre os organismos vivos e mortos. Segundo tal autor, as tecas que apresentam protoplasma (conservado pela formalina) são tingidas pela solução de rosa bengala, o que indica que o foraminífero estava vivo no momento da coleta. As tecas sem protoplasma não são tingidas e indicam que o foraminífero já estava morto no momento da coleta. Neste trabalho, apenas os indivíduos 100% corados foram considerados vivos no momento da coleta, seguindo a proposta de Jorinssen et al. (1995).

Adicionalmente, foram coletados testemunhos próximos à zona de transição manguezal-terra firme, em áreas afetadas pelo derrame de petróleo de 1983. Amostras contendo óleo residual foram acondicionadas em frascos de vidro, mantidas em geladeira e posteriormente enviadas ao Centro de Pesquisas da Petrobras para análises geoquímicas.

## **4.2 Laboratório**

As etapas de laboratório incluíram o tratamento das amostras, a triagem dos foraminíferos, estudos taxonômicos, análises biométricas de alguns táxons e análises bioestatísticas. O Laboratório de Sedimentologia e o Laboratório de Análises Micropaleontológicas, Microbióticas e de Ambientes - LAMBdA - , pertencentes do Departamento de Geologia Aplicada da UNESP, campus de Rio Claro, foram utilizados para a realização destas etapas.

- **Tratamento das amostras**

As 28 amostras de sedimentos superficiais passaram, uma semana após a realização do trabalho de campo, pelos procedimentos de lavagem, peneiramento, flotação e coloração em solução de rosa bengala. As 4 amostras de sedimentos sub-superficiais (testemunhados) foram preparadas posteriormente e passaram apenas

pelos procedimentos de lavagem e peneiramento. Os procedimentos adotados foram baseados nos métodos descritos em Boltovskoy (1965) e Oliveira (1999).

Todas as amostras foram lavadas e peneiradas com o objetivo de separar as tecas de foraminíferos do sedimento mais fino. Para este procedimento foram utilizadas peneiras de malha 710; 250; 125 e 62  $\mu\text{m}$ . Segundo Schröder et al. (1987), a peneira de malha 63  $\mu\text{m}$ , que elimina toda a fração de silte e argila, retém a maior parte dos foraminíferos passíveis de serem identificados. Isto fornece amostras de melhor qualidade, com um mínimo de fração descartada. O material retido na peneira de malha mais grossa foi descartado e o material retido nas demais peneiras foi homogeneizado e disposto em bandejas de alumínio e, em seguida, seco em estufa a 50°C.

Sobre o conteúdo das bandejas foi adicionada uma solução de corante rosa bengala, previamente preparada, na proporção de 1g de corante para 1 litro de água destilada (Walton, 1952). As amostras ficaram imersas nesta solução durante um período mínimo de 2 horas, conforme o indicado por Oliveira (1999). Depois de coradas, as amostras foram enxaguadas, utilizando-se uma peneira de malha 45  $\mu\text{m}$  (para evitar a perda de material), sendo então depositadas novamente nas bandejas de alumínio. Em seguida tais bandejas voltaram à estufa a 50°C.

As amostras secas passaram, a seguir, pelo procedimento de flotação, realizado em capela de laboratório com exaustor. O líquido pesado utilizado foi o tricloroetileno ( $\text{C}_2\text{HCl}_3$ ). Na flotação a amostra foi polvilhada cuidadosamente em um béquer de 500 ml com 250 ml do líquido pesado; após a estabilização das partículas o material flotado foi entornado em papel filtro, em seguida seco em estufa e acondicionado em frasco de 35 ml contendo álcool etílico 70%. O álcool etílico garante a conservação das amostras até a etapa de triagem do material.

Durante o processo de separação preliminar das carapaças, com o auxílio do tricloroetileno, devem ser tomados alguns cuidados: o procedimento de flotação das amostras deverá ser realizado mais de uma vez caso necessário; o material flotado deve ser acondicionado preferencialmente em frascos de vidro. Em caso de serem usados frascos de acrílico as amostras devem ser lavadas após o procedimento de flotação, uma vez que o tricloroetileno residual das amostras pode reagir com o acrílico, levando à sua corrosão e, conseqüentemente, à perda do material de análise.

- **Quarteamento das amostras para análise da densidade de foraminíferos**

As 3 amostras coletadas em maio foram utilizadas para análise de densidade de foraminíferos. Para realização desta etapa foi medido o volume total de sedimento amostrado anteriormente ao peneiramento do material. Após os procedimentos de peneiramento, flotação e coloração foi realizado o quarteamento das amostras para análise. O equipamento utilizado foi desenvolvido especificamente para amostras micropaleontológicas. A subdivisão da amostra é feita com o material em suspensão em água (Scott & Hermelin, 1993). Cada amostra foi dividida em 4 partes iguais que foram utilizadas para a triagem dos foraminíferos. Para cada amostra foram triados no mínimo 100 indivíduos.

- **Triagem dos foraminíferos**

A etapa de triagem das tecas dos foraminíferos foi realizada com as amostras úmidas, com o auxílio de um pincel de pêlo de marta n° 00 e um estereomicroscópio de marca Leica-MZ12, com um aumento máximo de 100x. As tecas triadas foram guardadas em células porta-foraminíferos, previamente preparadas com cola modocol, para serem posteriormente identificadas.

Para cada amostra de sedimento superficial foram selecionados e identificados os 100 primeiros indivíduos triados, visando a realização de estudos qualitativos e quantitativos de acordo com a proposta de Patterson & Fishbein (1989). As análises ecológicas baseadas em 100 espécimes têm sido aplicadas com sucesso na subdivisão de ambientes (Brönnimann et al., 1981; Hayward & Hollis, 1994). Isto permite, inclusive, que um maior número de amostras sejam investigadas em menor tempo, o que tem a vantagem de cobertura de uma área maior de estudo. Para as amostras de sedimento sub-superficial, devido a menor abundância de foraminíferos, foram triados e identificados apenas 50 indivíduos. Embora este número não seja estatisticamente significativo para a realização de cálculos de diversidade, este é considerado um número significativo para a avaliação da microfauna dominante em ambientes com baixa diversidade de espécies (Patterson & Fishbein, op. cit.).

Para a identificação das espécies de foraminíferos foram utilizadas bibliografias especializadas, um atlas fotomicrográfico de foraminíferos de manguezais e uma coleção taxonômica de referência, os dois últimos produzidos pelo LAMBdA-UNESP. Foi utilizada a microscopia eletrônica de varredura (MEV) para a fotodocumentação dos táxons, tendo-se utilizado o Centro de Microscopia do CCDM-UFScar, São Carlos, SP.

- **Análise taxonômica**

Foi utilizada a microscopia óptica e eletrônica de varredura para a investigação das feições morfológicas tecas e para as definições das espécies, com base na literatura fundamental: Cushman & Brönnimann (1948a); Cushman & Brönnimann (1948b); Andersen (1953); Warren (1957); Closs (1962); Scott (1976); Boltovskoy et al. (1980); Scott & Medioli (1980b); Brönnimann (1988); Brönnimann et al. (1992); Hayward & Hollis (1994); Debenay et al. (1998); Oliveira (1999).

- **Biometria**

As análises biométricas dos foraminíferos consistiram nas medições de comprimento das tecas de foraminíferos da espécie *Miliammina fusca* encontradas nas amostras coletadas no interior do manguezal. O objetivo desta análise foi avaliar o comportamento das tecas em áreas anteriormente contaminadas e não contaminadas por petróleo. Esta espécie foi escolhida devido à sua elevada abundância em todos os pontos de coleta.

As medições foram feitas com auxílio de um microscópio da marca Zeiss, utilizando-se um aumento máximo de 50X, no qual foi acoplada uma câmara digital utilizada na captura de imagem.

### **4.3 Análise dos dados**

A caracterização ecológica dos foraminíferos do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria foi baseada na análise dos dados bióticos e das variáveis abióticas (pH,

salinidade, oxigênio dissolvido e temperatura). A identificação dos diferentes compartimentos ambientais detectados foi realizada com o auxílio da análise de agrupamento (*cluster analysis*) das espécies identificadas. Foi utilizado o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis, utilizando-se como técnica de agrupamento o método de *Ward's* (Krebs, 1989; Landim, 2002). Os dados foram processados com o auxílio do programa *R do Linux* (Capretz, comunicação pessoal). O resultado da análise de agrupamento foi apresentado através de um dendrograma. Segundo Landim (op. cit.) o dendrograma é a forma gráfica mais utilizada para representar os resultados das análises de agrupamento.

Foi calculado o índice de diversidade de Shannon e o valor de equitatividade para cada amostra. Também foram obtidos os valores de riqueza de espécies e frequência relativa de cada espécie por amostra (Magurran, 1989).

Os dados obtidos com os estudos bioestatísticos foram cruzados com os dados abióticos, sendo esta a base para a caracterização ecológica.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Variáveis abióticas

Os resultados obtidos com as medições de campo, realizadas no verão de 2003, estão apresentados na Tabela 3. Os dados devem ser entendidos como formadores de um retrato hidroquímico momentâneo da área estudada, visto que as variáveis abióticas estão, dentro de certos limites, em constante mudança ao longo do dia e das estações anuais. Considerando que, com exceção às amostras 24, 25, 26, 27 e 28 as medidas das variáveis físicas e químicas foram obtidas a partir da água intersticial dos sedimentos, os valores devem ser uma média representativa dos 12 cm superficiais. Assim, os valores de oxigênio dissolvido certamente estão abaixo daqueles que preponderam nos primeiros 3 cm, onde vive a maioria dos foraminíferos. É também importante observar que a única medição de salinidade feita no interior do manguezal para os 12 cm superficiais (amostra 3) ofereceu um valor muito próximo daqueles obtidos para as amostras vizinhas (4,5 e 6), cujas águas intersticiais provieram dos 3 cm superficiais.

#### 5.1.1 Salinidade

O manguezal do Rio Iri - Tia Maria recebe águas mixohalinas, de acordo com o sistema de classificação das águas naturais de Veneza, ou hipohalinas, de acordo com Boltovskoy et al. (1980), Tabela 4.

Os valores de salinidade das águas intersticiais variaram entre 10,3 e 23,5. A menor média (17,9) foi obtida para as amostras do interior do manguezal (amostras 3, 4, 5, 6 e 7). Uma possível explicação para este dado seria a menor influência das marés neste compartimento ambiental associada ao alto índice pluviométrico apresentado por esta região durante o ano todo e por sua posição geográfica (próxima à zona continental propriamente dita). A média dos valores de salinidade para a franja do manguezal foi de 18,6.

Tabela 3 - Valores de salinidade, pH, oxigênio dissolvido (mg/l) e temperatura (°C) obtidos a partir da água intersticial do sedimento (exceto para as amostras 24, 25, 26, 27 e 28) do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria. Dados medidos em campo no verão de 2003.

	<b>Amostras</b>	<b>salinidade</b>	<b>pH</b>	<b>O<sub>2</sub> dissolvido</b>	<b>Temperatura</b>
<b>I N T E R I O R</b>	<b>1</b>	-	-	-	-
	<b>2</b>	-	-	-	-
	<b>3</b>	17,3	6,57	0,02	24,4
	<b>4</b>	20,0	-	-	-
	<b>5</b>	17,0	-	-	-
	<b>6</b>	14,0	-	-	-
	<b>7</b>	21,2	-	-	-
<b>F R A N C I S C O V E L L O</b>	<b>8/9</b>	18,4	6,84	0,08	26,1
	<b>10</b>	13,4	6,83	0,12	26,6
	<b>11</b>	17,8	6,7	0	25,7
	<b>12</b>	18,4	7,25	0,02	26
	<b>13</b>	16,5	7,35	0,07	25,7
	<b>14</b>	20,4	6,24	0,01	25,4
	<b>15</b>	10,3	7,1	0,05	26,8
	<b>16</b>	20,3	6,29	0	25,4
	<b>17</b>	21,4	6,7	0,05	25,7
	<b>18</b>	19,3	7,08	0,01	25,6
	<b>19</b>	22,1	6,35	0	26,4
	<b>20</b>	15,9	6,56	0	24,9
	<b>21</b>	14,7	6,69	0,07	25,9
	<b>22</b>	18,1	6,67	0	25,5
	<b>23</b>	20,9	6,45	0,04	26,1
		<b>24/25*</b>	23,5	6,82	3,24
	<b>26/27*</b>	21,2	6,83	2,85	25,7
	<b>28*</b>	22,3	7,45	4,45	26,3

\* 24-28: dados obtidos a partir da coluna d'água em contato com o sedimento durante maré alta. Com exceção dos dados coletados no interior do manguezal, todos os outros foram medidos sob intensa chuva durante maré enchente.

Tabela 4 - Classificação das águas naturais por faixas de salinidade

<b>Simpósio de Veneza, 1959 apud Closs, 1962</b>	<b>Valores de salinidade</b>
Água hiperhalina	> 40
Água euhalina	40-30
Água mixohalina	30-0,5
<b>Boltovskoy et al., 1980</b>	<b>Valores de salinidade</b>
Água Hiperhalina	40-75
Água Euhalina	30-40
Água Hipohalina-mixohalina	18-30
Água Hipohalina-salobra	0,5-18

### 5.1.2 pH

O valor médio de pH para área de estudo foi de 6,78, variando entre 6,24 e 7,45. O menor valor foi registrado para a amostra 14 localizada na franja do manguezal à margem do Canal de Bertioga. O maior valor ocorreu no ponto 28, também na franja do manguezal às margens do Canal de Bertioga.

O caráter ácido deste ambiente está relacionado à alta produtividade do manguezal associada à intensa atividade microbiana de decomposição da matéria orgânica gerada pelo mangue. Os baixos valores de pH registrados para as águas do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria estão de acordo com o encontrado na literatura para outros manguezais. No manguezal de Guayaquil, no Equador, registraram-se valores de pH variando de 6,5 a 7,0 (Boltovskoy & Vidarte, 1977). Em Cartagena, na Colômbia, os valores variaram de 6 a 7,5 (Boltovskoy & Martinez, 1983). Em Itanhaém, São Paulo, registraram-se valores de pH entre 5,46 e 7,9 para os canais que cortam o manguezal (Oliveira, 1999). Valores médios oscilando entre 6,28 e 7,09 foram registrados em zonas estuarinas dos Rios Acari e Crumaú no Canal de Bertioga (Rodrigues, 2003).

### 5.1.3 Oxigênio dissolvido

As águas intersticiais dos sedimentos da área de estudo revelaram-se predominantemente sub-óxicas (quase anóxicas), de acordo com a classificação



proposta por Tyson & Pearson (apud Sen-Gupta & Machain-Castillo, 1993), Tabela 5, feitas às ressalvas do item 5.1. Os valores de oxigênio variaram entre zero e 0,12. Os altos valores apresentados nos pontos 24, 25, 26, 27 e 28 decorreram do fato de que a água analisada proveio da coluna d'água em contato com o sedimento durante maré enchente e não da água intersticial dos sedimentos.

Em águas marinhas a taxa de oxigênio dissolvido pode variar entre 0 e 8ml/l, sendo mais comum a variação entre 1 e 6 ml/l (Sen-Gupta & Machain-Castillo, op. cit.). Em ambientes abrigados, como os manguezais, os valores de oxigênio dissolvido são geralmente baixos. Neste ambiente, os sedimentos apresentam grande quantidade de partículas finas associadas a uma grande quantidade de matéria orgânica em decomposição, água e sais, num cenário sapropélico.

Tabela 5 - Classificação dos ambientes aquáticos quanto ao grau de oxigenação (proposta de Tyson & Pearson, 1991 apud Sen-Gupta & Machain-Castillo, 1993).

Classificação do ambiente aquático	Oxigênio dissolvido ml/l
Ambiente óxico	8,0 - 2,0
Ambiente disóxico	2,0 - 0,2
Ambiente sub-óxico	0,2 - 0,0
Ambiente anóxico	0,0

#### 5.1.4 Temperatura

Os valores de temperatura da água intersticial foram bastante homogêneos. O menor valor foi de 24,4 °C para o ponto 3, localizado no interior do manguezal, enquanto o maior valor foi de 26,8 °C para o ponto 15, localizado na franja do manguezal que margeia o Canal de Bertioga.

#### 5.1.5 Síntese

As variáveis abióticas registradas foram bastante homogêneas, não permitindo desta forma, que qualquer compartimentação ambiental fosse feita baseada unicamente nestes valores. Embora estes valores representem apenas uma imagem momentânea do sistema, de uma forma geral pode-se caracterizar o ambiente

representado pelos sedimentos superficiais do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria como sendo relativamente ácido, hipohalino e com baixas concentrações de oxigênio dissolvido. Tais características são esperadas para pântanos parálisos tropicais ricos em matéria orgânica, como os manguezais.

## **5.2. Foraminíferos do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria**

Embora tenha sido feita a distinção entre a fauna viva (espécimes vivos no momento da coleta) e a fauna total (soma dos espécimes vivos e mortos no momento da coleta) as análises da composição microfaunística foram baseadas na discussão da fauna total. Como na presente pesquisa não foram realizadas coletas sazonais, que justificariam a análise da fauna viva, a metodologia adotada está de acordo com a proposta por Scott & Medioli (1980a). Segundo aqueles autores, a fauna total é o resultado da integração de pequenas variações sazonais e espaciais que ocorrem em um determinado ambiente, sendo, desta forma, o reflexo das condições predominantes no sistema.

Os estudos baseados na fauna total também não esbarram nas dificuldades metodológicas de quantificação da fauna viva que vem sendo discutida na literatura (Bernhard, 1988; Jorinssen et al., 1995). Jorinssen et al. (op. cit.) consideram, entre outros problemas, que a degradação do protoplasma dos foraminíferos mortos é mais lenta em ambientes anóxicos do que em ambientes bem oxigenados. Neste caso, indivíduos mortos, porém com o protoplasma não degradado, estariam sendo integrados à fauna viva. O número de indivíduos vivos (100% corados) encontrados na área do presente estudo foi extremamente pequeno, apenas 20 indivíduos.

Neste trabalho foi registrada a ocorrência de foraminíferos em todas as 28 amostras de sedimentos superficiais e em 3 das 4 amostras de sedimentos de sub-superfície (testemunhados). Foram triados e identificados um total de 2891 foraminíferos, representando 22 espécies, todas bentônicas. Adicionalmente, foi registrada a presença de dois indivíduos de uma espécie de tecameba em duas amostras (Quadro 1).

Quadro 1 - Enquadramento taxonômico das espécies de foraminíferos e tecamebas encontradas no manguezal do Rio Iri - Tia Maria. Para a sistemática dos foraminíferos adotou-se como referências os trabalhos de Brönnimann et al. (1992) e de Loeblich & Tappan (1988).

<b>Subordens- Foraminíferos</b>	<b>Famílias/Subfamília</b>	<b>espécies</b>
ALLOGROMIINA Loeblich & Tappan, 1961	Lagynidae Schultze, 1854	<i>Blysmasphaera brasiliensis</i>
TROCHAMMININA Brönnimann & Whittaker, 1988	Acupeinidae Brönnimann & Zaninetti, 1984	<i>Acupeina triperforata</i>
		" <i>Ammobaculites</i> " <i>exiguus</i>
		<i>Ammodiscus</i> sp.
	Ammotiidae Brönnimann et al., 1992	<i>Ammotium cassis</i>
		<i>Ammotium pseudocassis</i>
		<i>Ammotium salsum</i>
	Trochamminidae Schwager, 1877	<i>Arenoparrella mexicana</i>
		<i>Siphotrochammina lobata</i>
		<i>Tiphotrocha comprimata</i>
		" <i>Glommospira</i> " cf. <i>gordialis</i>
		" <i>Haplophragmoides</i> " <i>manilaensis</i>
		" <i>Haplophragmoides</i> " <i>wilberti</i>
		<i>Miliammina fusca</i>
		<i>Trochammina inflata</i>
<i>Trochammina macrescens</i>		
Palustrellinae Brönnimann et al., 1992	<i>Trochamminita irregularis</i>	
DESCONHECIDA Brönniman et al., 1992	Polysaccamminidae Brady, 1884	<i>Polysaccammina ipohalina</i>
TEXTULARIINA Delage & Hérouard, 1896	Hormosinidae Haeckel, 1894	<i>Warrenita palustris</i>
	Lituolidae de Blainville, 1827	<i>Ammoastuta inepta</i>
		<i>Ammoastuta salsa</i>
Textulariidae Ehrenberg, 1838	<i>Textularia earlandi</i>	
<b>Ordem-Tecamebas</b>	<b>Família</b>	<b>espécie</b>
ARCELLINIDA Kent, 1880	Diffugiidae Wallich, 1864	<i>Cucurbitella tricuspis</i>

### 5.2.1 Notas taxonômicas

A seguir são apresentadas notas sobre os táxons encontrados nos sedimentos superficiais do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria. À descrição taxonômica seguem-se, em certos casos, algumas observações adicionais.

Subordem ALLOGROMIINA Loeblich & Tappan, 1961

Família LAGYNIDAE Schultze, 1854

Gênero *Blymasphaera* Brönnimann, 1988

- *Blymasphaera brasiliensis* Brönnimann, 1988

(Estampa I, foto 1)

*Blymasphaera brasiliensis* Brönnimann, 1988, p. 35, pl. I, Figs.1 e 6

*Blymasphaera brasiliensis* Semensatto-Jr. & Dias-Brito, 2004, Fig.4, fotos 16 e 17

**Descrição original da espécie:** teca tipicamente unilocular, apresentando um formato subesférico a hemisférico. Pode ser livre ou fixa, apresentando um achatamento no lado da fixação. Seu interior é composto por uma cavidade simples ou por uma cavidade preenchida por vacúolos de diferentes tamanhos. Apresenta uma parede relativamente grossa, orgânica, macia e flexível. Esta parede é composta por 3 camadas: uma camada externa fina, uma camada intermediária mais grossa composta por vacúolos e uma camada interna fina. Não apresenta uma abertura distinta, mas sim numerosos poros pequenos distribuídos de forma irregular nas camadas internas e externas. Estes poros, que se comunicam com os vacúolos da camada intermediária, podem ser considerados como uma abertura múltipla. A forma e o tipo de gameta ainda são desconhecidos, o que coloca esta espécie provisoriamente na Família Lagynidae, subfamília Blymasphaerinae.

**Observações:** nas lamas do manguezal do Rio Iriri, os poucos espécimes de *B. brasiliensis* não apresentaram bom estado de preservação: alguns estavam quebrados e outros apresentavam sinais de desgaste por abrasão, o que evidencia a aloctonia destes indivíduos. Na estampa I, foto 1, está ilustrado um indivíduo

inteiro encontrado na amostra 13, em que são observadas perfurações na camada externa da teca. A forma e a leveza da teca dessa espécie parecem favorecer sua dispersão nos ambientes parálisos. *B. brasilienses* foi caracterizada como allogromiino típico de águas salobras, que pode ser encontrado em águas marinhas marginais em razão do transporte das tecas (Brönnimann, 1988).

Subordem TROCHAMMININA Brönnimann & Whittaker, 1988

**Família ACUPEINIDAE** Brönnimann & Zaninetti, 1984

**Gênero *Acupeina*** Brönnimann & Zaninetti, 1984

- ***Acupeina triperforata*** Millett, 1899

(Estampa VII, fotos 1 e 2)

***Acupeina triperforata***, Brönnimann & Wittaker, 1988, p. 119, pl. IV

***Acupeina triperforata***, Brönnimann et al., 1992, p. 27, pl. II, Figs.10 e 11

**Descrição (Brönnimann et al., 1992):** teca livre com interior simples. Porção inicial com enrolamento estreptoesprial, tornando-se, posteriormente, uniserial e retilíneo. A abertura é múltipla, areal, composta por poucos ou muitos poros com aproximadamente 25 $\mu$  de diâmetro. As câmaras no arranjo uniserial aumentam gradualmente em tamanho, conforme o crescimento da teca. Em uma secção transversal a teca é subcircular apresentando uma simetria radial.

**Observações:** esta espécie foi representada por poucos indivíduos nas lamas do manguezal do Rio Iriri e nenhum deles foi encontrado inteiro.

Subordem TROCHAMMININA Brönnimann & Whittaker, 1988

**Família ACUPEINIDAE** Brönnimann & Zaninetti, 1984

**Gênero *Ammobaculites*** Cushman, 1910

- ***“Ammobaculites” exiguus*** Cushman & Brönniman, 1948

(Estampa IV, fotos 5 e 6)

***Ammobaculites exiguus***, Hayward & Hollis, 1994, p. 203, pl. I, Figs.17-19

***Ammobaculites exiguus***, Debenay et al., 1998, p. 73, pl. I, Figs.6 e 11

***Ammobaculites exiguus***, Oliveira, 1999, p. 101, est. IX, Fig.2

**Descrição original:** teca pequena, não achatada. A porção inicial com enrolamento é mais larga que a porção uniserial. As câmaras são indistintas. A última câmara da porção uniserial é geralmente mais inflada. As suturas na maioria das vezes não são distintas. A parede é grosseiramente aglutinada em relação ao tamanho da teca. A abertura terminal é pequena e arredondada.

Subordem TROCHAMMININA Brönnimann & Whittaker, 1988

**Família ACUPEINIDAE** Brönnimann & Zaninetti, 1984

**Gênero *Ammodiscus*** Reuss, 1862

- ***Ammodiscus* sp.**

(Estampa I, fotos 3, 4 e 5)

***Ammodiscus* sp.** Debenay et al., 1998, p. 75, pl. II, Fig.3

***Ammodiscus* ? sp. A** Brönnimann et al., 1992, p. 35, pl. VI, Fig.5, 8.

**Descrição do gênero (Loeblich & Tappan, 1988):** teca composta por um prolóculo globular, seguido por um enrolamento planispiral composto por uma câmara tubular indivisível pressionada contra a volta precedente. Possui uma abertura em forma de arco localizada no final da câmara tubular.

**Observações:** os indivíduos de *Ammodiscus* sp. encontrados no manguezal do Rio Iriri são semelhantes àqueles encontrados em manguezais de Viti Levu, Ilhas Fiji (Brönnimann et al., 1992) e no sistema lagunar de Cananéia-Iguape (Debenay et al., 1998), ambos classificados como *Ammodiscus* sp.. Brönnimann et al., (op. cit.) relatam que a única espécie recente pertencente ao gênero *Ammodiscus* que foi encontrada em ambientes de água salobra é a espécie *A. slesvicus* descrita por Rottgart, 1952.

Subordem TROCHAMMININA Brönnimann & Whittaker, 1988

**Família** AMMOTIIDAE Brönnimann et al., 1992

**Gênero** *Ammotium* Loeblich & Tappan, 1953

- *Ammotium cassis* Parker, 1870

(Estampa V, fotos 1, 2 e 3)

*Ammotium cassis*, Boltovskoy et al., 1980, p. 129, pl.35, Figs.12 e 13

*Ammotium cassis*, Oliveira, 1999, p. 101, est. IX, Fig.3

*Ammotium cassis*, Semmensatto-Jr. & Dias-Brito, 2004, Fig.4, foto 9

**Descrição (Boltovskoy et al., 1980):** teca alongada e achatada, apresentando a margem periférica arredondada. Possui de 6 a 7 câmaras na porção uniserial, sendo elas arranjadas de forma oblíqua. As suturas são pouco deprimidas, oblíquas e curvadas na porção uniserial. A abertura é pequena e estreita.

Subordem TROCHAMMININA Brönnimann & Whittaker, 1988

**Família** AMMOTIIDAE Brönnimann et al., 1992

**Gênero** *Ammotium* Loeblich & Tappan, 1953

- *Ammotium pseudocassis* Cushman & Brönnimann, 1948

(Estampa V, fotos 4 e 5)

*Ammotium pseudocassis*, Cushman & Brönnimann, 1948b, pl. 7, Fig.12

*Ammotium pseudocassis*, Brönnimann et al., 1992, p. 24, pl. 1, Figs.3 e 4

**Descrição original:** teca alongada, curvada, fortemente comprimida especialmente na porção inicial, enrolada na porção inicial e com margem arredondada. A porção inicial da teca apresenta um enrolamento, seguido de uma porção não enrolada. As câmaras são pouco distintas e a última tende a ser mais inflada. As câmaras aumentam em tamanho rapidamente conforme o crescimento da teca. As suturas são pouco distintas, fortemente oblíquas e pouco deprimidas. A abertura é terminal e arredondada.

Subordem TROCHAMMININA Brönnimann & Whittaker, 1988

**Família** AMMOTIIDAE Brönnimann et al., 1992

**Gênero** *Ammotium* Loeblich & Tappan, 1953

- *Ammotium salsum* Cushman & Brönnimann, 1948

(Estampa V, foto 6; Estampa VI, foto 1)

*Ammotium salsum*, Scott & Medioli, 1980b, p. 37, pl. 1, Figs.11 e 13

*Ammotium salsum*, Semmensatto-Jr. & Dias-Brito, 2004, Fig.4, foto 10

**Descrição original:** teca alongada, pouco comprimida, apresentando uma porção inicial com enrolamento planispiral, tornando-se, posteriormente, uniserial. As câmaras são pouco distintas, exceto as da porção planispiral. Na porção uniserial as câmaras crescem rapidamente em tamanho e a última câmara, nos indivíduos adultos, apresenta o mesmo tamanho que a porção inicial da teca, sendo levemente inflada. A abertura é terminal, grande e arredondada. As suturas na porção uniserial são um pouco deprimidas. Esta espécie se difere de *A. cassis* (Parker) por apresentar uma teca menos achatada, um menor número de câmaras mais infladas no estágio uniserial, além de apresentar uma mudança abrupta do estágio enrolado para o estágio não enrolado.

Subordem TROCHAMMININA Brönnimann & Whittaker, 1988

**Família** TROCHAMMINIDAE Schwager, 1877

**Gênero** *ARENOPARRELLA* Andersen, 1951

- *Arenoparrella mexicana* Kornfeld, 1931

(Estampa VIII, fotos 5 e 6; Estampa IX, fotos 1 e 2)

*Arenoparrella mexicana*, Boltovskoy et al., 1980, p. 129, pl.35, Figs.18-21

*Arenoparrella mexicana*, Brönnimann et al., 1992, p. 25, pl. I, Figs.8-10

*Arenoparrella mexicana*, Oliveira, 1999, p.101, est. IX, Fig.5



**Descrição (Closs, 1962):** teca com enrolamento trocoespiral. Lado dorsal evoluto levemente convexo, podendo algumas vezes ser plano, apresentando 3 voltas nem sempre distintas. Lado ventral involuto composto por 5 a 6 câmaras pouco infladas e separadas por suturas deprimidas. Margem periférica arredondada, suavemente lobulada. Umbílico pequeno. Superfície externa lisa, polida pelo menos no lado ventral. A abertura principal é composta por uma fenda alongada, começando no bordo interno e continuando paralelamente ao bordo dorsal. Uma segunda fenda pode aparecer em alguns indivíduos, assim como aberturas suplementares.

Subordem TROCHAMMININA Brönnimann & Whittaker, 1988

**Família** TROCHAMMINIDAE Schwager, 1877

**Gênero** *Siphotrochammina* Saunders, 1957

- *Siphotrochammina lobata* Saunders, 1957

(Estampa VII, foto 6; Estampa VIII, fotos 1 e 2)

*Siphotrochammina lobata*, Brönnimann et al., 1992, p. 31, pl. IV, Figs.1 e 2

*Siphotrochammina lobata*, Debenay et al., 2002, p. 531, pl. II, Figs.8-19

**Descrição (Loeblich & Tappan, 1988):** teca livre com enrolamento trocoespiral baixo e margem periférica arredondada. As câmaras são ovaladas e aumentam gradualmente em tamanho com o crescimento da teca. As suturas são levemente curvadas. A parede da teca é fina e esparsamente aglutinada sobre uma base protéica. A abertura é interiomarginal e localiza-se na terminação de uma câmara com formato de sifão que se projeta da margem umbilical da câmara para fora.

Subordem TROCHAMMININA Brönnimann & Whittaker, 1988

**Família** TROCHAMMINIDAE Schwager, 1877

**Gênero** *Tiphotrocha* Saunders, 1957

- *Tiphotrocha comprimata* Jones & Parker, 1860

(Estampa VIII, fotos 3 e 4)

***Tiphotrocha comprimata***, Brönnimann et al., 1992, p. 31, pl. IV, Figs.4 e 7

***Tiphotrocha comprimata***, Debenay et al., 1998, p. 75, pl. II, Figs.18 e 19

**Descrição (Boltovskoy et al., 1980):** teca com contorno circular, apresentando um achatamento relativamente forte, um pouco lobulada. O lado espiral é convexo e o lado umbilical é côncavo, apresentando um umbílico profundo. A margem periférica da teca é arredondada com 2 a 3 voltas. As câmaras do lado espiral são quadrangulares a curvadas. As câmaras do lado umbilical apresentam formato reniforme, terminando com um lóbulo triangular no umbílico. A volta final apresenta de 6 a 10 câmaras. A parede da teca é fina e lisa. As suturas são deprimidas. A abertura possui a forma de uma fenda estreita umbilical a extraumbilical.

Subordem TROCHAMMININA Brönnimann & Whittaker, 1988

**Família** TROCHAMMINIDAE Schwager, 1877

**Gênero** *Glomospira* Rzehak, 1885

- “*Glomospira*” cf. *gordialis*

(Estampa I, foto 6; Estampa II, fotos 1 e 2)

**Descrição do gênero (Loeblich & Tappan, 1988):** teca composta por um prolóculo seguido de uma segunda câmara tubular com arranjo estreptoespiral a irregular. Parede fina aglutinante. Abertura posicionada no final do tubo.

**Observações:** glomospiras têm sido descritas a partir de ambientes marinhos francos e de ambientes salobros. Espécimes de “*G.*” *fijiensis*, “*G.*” *gordialis*” e *Glomospira gordialis* têm sido descritas a partir de manguezais (Brönnimann et al., 1992; Hayward & Hollis, 1994; Debenay et al., 1998). Como há um nível acentuado de “ruídos” na definição desses táxons, optou-se por identificar os espécimes do manguezal do Rio Iriri como “*Glomospira*” cf. *gordialis*.

Subordem TROCHAMMININA Brönnimann & Whittaker, 1988

**Família** TROCHAMMINIDAE Schwager, 1877

**Gênero** *Haplophragmoides* Cushman, 1910

- “*Haplophragmoides*” *manilaensis*, Andersen 1953

(Estampa III, fotos 4, 5 e 6)

***Haplophragmoides manilaensis***, Scott et al., 1990, p. 737, pl. I, Fig.9

***Haplophragmoides manilaensis***, Oliveira, 1999, foto 991651

**Descrição original:** teca livre com enrolamento planispiral e margem periférica lobulada. Câmaras iniciais involutas; em alguns espécimes adultos estas câmaras tornam-se evolutas. Parede externa levemente áspera. Câmaras infladas próximas à margem periférica. Apresentam de 8 a 10 câmaras na volta final. Possuem suturas retas levemente deprimidas no eixo do enrolamento, sendo mais deprimidas próximas à margem periférica. A abertura é estreita em forma de arco e está localizada na base da câmara final.

**Observações:** os poucos indivíduos encontrados nas lamas do manguezal do Rio Iriri apresentaram câmaras algo murchas. Estes espécimes apresentaram câmaras frágeis e quebradiças. Há que se destacar o proeminente lábio da área junto a abertura. Segundo Brönnimann et al. (1992) a abertura desta espécie é interiomarginal e bem similar à de "*H.* *wilberti*."

Subordem TROCHAMMININA Brönnimann & Whittaker, 1988

**Família** TROCHAMMINIDAE Schwager, 1877

**Gênero** *Haplophragmoides* Cushman, 1910

- "*Haplophragmoides*" *wilberti* Andersen, 1953

(Estampa IV, fotos 1, 2, 3 e 4)

***Haplophragmoides wilberti***, Boltovskoy et al., 1980, p. 130, pl. 36, Figs.1-4

***Haplophragmoides wilberti***, Scott et al., 1990, p. 737, pl. I, Fig.9

***Haplophragmoides wilberti***, Debenay et al., 1998, p. 75, pl. II, Figs.1 e 9

***Haplophragmoides wilberti***, Oliveira, 1999, p. 99, est. VIII, Fig.4

**Descrição original:** teca livre, com margem arredondada levemente lobulada. Enrolamento planispiral e involuto. Câmaras suavemente infladas, crescendo

gradualmente em tamanho com o crescimento da teca. Presença de 6 a 8 câmaras com formato triangular na última volta. Suturas distintas e levemente deprimidas, podendo ser retas ou sigmóides. Abertura arqueada na base da câmara final, com um lábio estreito e saliente.

**Observações:** a espécie "*H. wilberti*" se difere da "*H. manilaensis*" por apresentar câmaras menos infladas, uma teca de superfície externa mais lisa, polida e brilhante (Andersen, 1953).

Subordem TROCHAMMININA Brönnimann & Whittaker, 1988

Família TROCHAMMINIDAE Schwager, 1877

Gênero *Miliammina* Heron-Allen & Earland, 1930

- *Miliammina fusca* Brady, 1870

(Estampa II, fotos 3, 4, 5, 6; Estampa III, foto 1)

*Miliammina fusca* Closs, 1962, est. I, Fig.8-10; est. VI, Figs.1, 6 - 16

*Miliammina fusca* Brönnimann et al., 1992, p. 29, pl. III, Figs.5 - 8

*Miliammina fusca* Scott & Mediolini, 1980b, p. 38, pl. II, figs.1-3

*Miliammina fusca* Oliveira, 1999, p. 99, est. VIII, Fig.1

**Descrição (Closs, 1962):** teca oval, com câmaras com disposição quinqueloculiniforme. Parede aglutinante, imperfurada. Seu comprimento é aproximadamente duas vezes mais longo que a sua largura. Sua abertura é terminal e arredondada, podendo, ou não, apresentar um dente de tamanho e forma variada.

**Observações:** entre os espécimes encontrados no manguezal do Rio Iriri - Tia Maria classificados com *M. fusca* foram encontrados: indivíduos sem um dente na abertura e outros com um dente em forma de uma placa achatada na abertura, o que está de acordo com a descrição citada acima. Entretanto Brönnimann et al. (1992) discordam da inclusão dos espécimes que apresentam um dente junto à abertura em *M. fusca*, uma vez que esta feição não é citada na descrição original da espécie.

Subordem TROCHAMMININA Brönnimann & Whittaker, 1988

**Família** TROCHAMMINIDAE Schwager, 1877

**Gênero** *Trochammina* Parker & Jones, 1859

- *Trochammina inflata* Montagu, 1808

(Estampa VII, fotos 3, 4 e 5)

*Trochammina inflata*, Scott & Mediolli, 1980b, p. 39, pl. III, figs.12-14; pl. IV, figs.1-3

*Trochammina inflata*, Oliveira, 1999, p. 107, est. XII, Figs.1 e 2

**Definição (Boltovskoy et al., 1980):** teca trocoespiral com margem periférica arredondada. Apresenta de duas voltas e meia a três voltas. As câmaras, relativamente globosas, são quadrangulares no lado espiral e triangulares no lado umbilical. A última volta apresenta de 5 a 6 câmaras. A parede da teca é delgada, opaca e finamente aglutinada. As suturas são deprimidas e retas no lado umbilical e curvas no lado espiral. A abertura é estreita, extraumbilical, e apresenta um fino lábio.

Subordem TROCHAMMININA Brönnimann & Whittaker, 1988

**Família** TROCHAMMINIDAE Schwager, 1877

**Gênero** *Trochammina* Parker & Jones, 1859

- *Trochammina macrescens* Brady, 1870

*Trochammina macrescens*, Scott & Mediolli, 1980b, p. 39, pl. III, Figs.1-8

*Trochammina macrescens*, Oliveira, 1999, p. 107, pl. XII, Fig.3

**Definição (Closs, 1962):** teca com enrolamento trocoespiral apresentando ventralmente, nos indivíduos adultos, de 8 a 10 câmaras. Presença de um umbílico pouco desenvolvido. As suturas são levemente recurvadas e deprimidas. As câmaras são maiores em largura do que em altura. A parede da teca é delgada, composta por uma granulação fina disposta em cimento escasso. A abertura é pequena, arredondada e basal. Algumas vezes pode ser observada a presença de aberturas secundárias.

**Observações:** segundo Scott & Medioli (1980b) existem 2 ecofenótipos para a espécie *T. macrescens*: *T. macrescens* f. *macrescens* e *T. macrescens* f. *polystoma*. Estes ecofenótipos estariam associados às diferenças de salinidade do ambiente. Os indivíduos sem aberturas suplementares são encontrados em ambientes com salinidade abaixo de 20(*T. macrescens* f. *macrescens*). A presença de aberturas suplementares estaria associada aos ambientes de maior salinidade (*T. macrescens* f. *polystoma*). Os poucos indivíduos de *T. macrescens* encontrados no manguezal do Rio Iriri não apresentaram aberturas suplementares, sendo classificados, desta forma, como *T. macrescens* f. *macrescens*. Importante ressaltar que tais espécimes foram detectados em pontos com salinidade oscilando entre 14 e 18,4.

Subordem TROCHAMMININA Brönnimann & Whittaker, 1988

**Subfamília** PALUSTRELLINAE Brönnimann et al., 1992

**Gênero** *Trochamminita* Cushman & Brönnimann, 1948

- *Trochamminita irregularis* Cushman & Brönnimann, 1948

***Trochamminita irregularis***, Brönnimann et al., 1992, p. 37, pl. 7 , Figs.1e 2

**Descrição original:** teca com estágio inicial trocoespiral, geralmente constituído por uma pequena quantidade de câmaras globulares. A parede da teca é fina com a face externa áspera. A abertura no estágio inicial trocoespiral apresenta-se em forma de fenda na base da última câmara. Nos adultos, com câmaras dispostas de forma irregular, a abertura é pequena e arredondada, apresentando uma borda proeminente.

**Observações:** foi encontrado um único indivíduo desta espécie nas lamas superficiais do manguezal do Rio Iriri. Este indivíduo apresentou uma teca frágil e quebradiça, o que impossibilitou a fotodocumentação do táxon.

Subordem DESCONHECIDA Brönnimann et al., 1992

**Gênero Polysaccamina** Scott, 1976

- ***Polysaccamina ipohalina*** Scott, 1976

(Estampa I, foto 2)

***Polysaccamina ipohalina***, Scott, 1976, p. 315, Fig.4

***Polysaccamina ipohalina***, Scott et al., 1990, p. 737, pl. I, figs.1-8; pl. II, figs.1-6

***Polysaccamina ipohalina***, Brönnimann et al., 1992, p. 53, pl. XV, Fig.2 e 3

***Polysaccamina ipohalina***, Oliveira, 1999, p. 99, est. VIII, Fig.3

**Descrição original:** teca livre composta por câmaras geralmente pequenas. As últimas câmaras aumentam gradualmente em tamanho. Os espécimes adultos apresentam de 8 a 10 câmaras, geralmente dispostas de forma unisserial, mas também podem apresentar um arranjo irregular. As suturas são distintas e deprimidas. A abertura é terminal e arredondada.

Subordem TEXTULARIINA Delage & Hérouard, 1896

**Família HORMOSINIDAE** Haeckel, 1894

**Gênero *Warrenita*** Loeblich & Tappan, 1984

- ***Warrenita palustris*** Warren, 1957

(Estampa III, fotos 2 e 3)

***Warrenita palustris***, Warren, 1957, pl. III, Figs.1-4

***Warrenita palustris***, Bonetti, 1995, pran. II, Fig.9

***Warrenita palustris***, Oliveira, 1999, est. XIII, Fig.5

**Descrição original:** teca rígida, frágil, constituída por numerosas câmaras com disposição unisserial. Apresentam de 9 a 15 câmaras que aumentam gradualmente em tamanho. As suturas são distintas na porção inicial e levemente deprimidas na

porção final. A margem periférica é lobulada nas últimas câmaras. A abertura é terminal e possui forma de fenda.

**Observações:** entre os indivíduos encontrados nas lamas do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria houve uma variação na intensidade do arqueamento da teca.

Subordem TEXTULARIINA Delage & Hérouard, 1896

**Família** LITUOLIDAE de Blainville, 1827

**Gênero** *Ammoastuta* Cushman & Brönnimann, 1948

- *Ammoastuta inepta* Cushman & McCulloch, 1953

(Estampa VI, fotos 2, 3, 4 )

*Ammoastuta inepta*, Semensatto-Jr. & Dias-Brito, 2004, Fig.4, foto 14

*Ammoastuta inepta*, Oliveira, 1999, p. 101, est. IX, Fig.4

**Descrição (Closs, 1962):** teca com pequeno tamanho, unisserial, apresentando uma porção inicial arredondada e pouco destacada. As câmaras são alongadas, podendo ser retilíneas ou levemente curvadas e apresentam um aumento progressivo de tamanho, em que a última recobre mais da metade da teca. A parede da teca é fina e sua superfície externa é lisa. A abertura é múltipla, composta por uma série de pequenas perfurações dispostas ao longo do bordo externo. As suturas são deprimidas e distintas.

**Observações:** nos sedimentos superficiais do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria, dentre os espécimes de *A. inepta*, foi registrada a ocorrência de um único espécime deformado (amostra 26). Este indivíduo está ilustrado na estampa VI, foto 4.

Subordem TEXTULARIINA Delage & Hérouard, 1896

**Família** LITUOLIDAE de Blainville, 1827

**Gênero** *Ammoastuta* Cushman & Brönnimann, 1948

- *Ammoastuta salsa* Cushman & Brönnimann, 1948

(Estampa VI, fotos 5 e 6)



***Ammoastuta salsa***, Brönnimann, 1986, p. 34, Fig.5, fotos A - G

***Ammoastuta salsa***, Debenay et al., 1998, p. 73, pl. I, Fig.9

**Descrição original:** teca apresentando uma porção inicial planispiral seguida de uma porção não enrolada. Nos indivíduos adultos, as câmaras são alongadas e curvas. A base da última câmara se estende pela câmara precedente. A parede da teca é fina e bastante lisa. A abertura é composta por muitos poros, de tamanho pequeno, localizados no final da base da última câmara, podendo, ocasionalmente, apresentar uma pequena abertura na porção mediana da face ventral. A espécie *A. salsa* difere de *A. inepta* por ser maior em tamanho e por ser mais larga.

Subordem TEXTULARIINA Delage & Hérouard, 1896

Família TEXTULARIIDAE Ehrenberg, 1838

Gênero ***Textularia*** Defrance, 1824

- ***Textularia earlandi*** Parker, 1952

(Estampa IX, fotos 3, 4, 5 e 6; Estampa X, fotos 1, 2 e 3)

***Textularia earlandi***, Boltovskoy et al., 1980, p.123, pl. 32, Figs.12-16

***Textularia earlandi***, Hayward & Hollis, 1994, p. 207, pl. 3, Figs.1-4

***Textularia earlandi***, Oliveira, 1999, p. 109, est. XIII, Figs.1 e 2

**Descrição (Boltovskoy et al., 1980):** teca alongada, quatro vezes maior em comprimento que em largura, algumas vezes curvadas, apresentando um pequeno ângulo apical. Margem periférica arredondada e lobada. Câmaras arredondadas e infladas. Teca constituída de 5 a 8 pares de câmaras. Em alguns exemplares (microsféricos?) a porção inicial enrolada apresenta de 4 a 6 câmaras e é bem desenvolvida. A parede da teca é fina e composta por grãos pouco selecionados de tamanho médio a grande. As suturas são deprimidas e formam um ângulo de 90° em relação ao eixo de crescimento. A abertura é lunada e localiza-se na face convexa.

**Observação:** no manguezal do Rio Iriri - Tia Maria foram encontrados, dentre os representantes da espécie *T. earlandi*, 3 espécimes deformados (amostras 12, 15 e 18). Estes indivíduos estão ilustrados na estampa X, fotos 1, 2 e 3.

### 5.2.2 Dados quantitativos

Os valores de frequência relativa (%) das espécies de foraminíferos e tecamebas (vivos e totais) encontrados nas 28 amostras de sedimentos superficiais estão disponíveis na Tabela 6 do Anexo 1. A visualização dos dados dessa tabela, mostrados amostra a amostra, pode ser feita com o auxílio do Anexo 2, que considera a microfauna total (vivos + mortos). Mapas de distribuição, espécie por espécie (com seus percentuais relativos por amostra), são apresentados no Anexo 3.

Dentre todas as espécies encontradas nos sedimentos superficiais do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria, *Miliammina fusca* foi a espécie mais abundante, tendo representado 21% do total das tecas triadas. Indivíduos de *M. fusca* foram encontrados em quase todas as amostras, exceto na amostra 27 e 28. A maior frequência relativa desta espécie foi registrada na amostra 5, representando 94,7% dos indivíduos triados. O menor valor de frequência relativa foi de 1% nas amostras 12, 16 e 26, coletadas na franja do manguezal. As espécies *Arenoparrella mexicana* (16,15%), "*Haplophragmoides*" *wilberti* (8,6%), *Ammonoastuta inepta* (7,7%) e *Trochammina inflata* (7,5%) adicionalmente a *M. fusca*, representam 61% do total das tecas triadas. Compondo os 39% restantes destacam-se as espécies *Ammotium cassis*, *Siphotrochammina lobata*, *Ammodiscus* sp., *Textularia earlandi* e *Tiphotrocha comprimata*, com mais de 100 representantes cada uma. As demais espécies foram representadas por um número inferior a 64 indivíduos, cada uma. *Polysaccamina ipohalina* e *Trochamminita irregularis* foram encontradas em apenas 1 amostra, sendo representadas por um único indivíduo. O indivíduo de *P. ipohalina* foi encontrado na amostra 23, coletada na margem do Rio Tia Maria. O espécime de *T. irregularis* foi encontrado na amostra 2, coletada no interior do manguezal.

As espécies *A. mexicana* e *T. inflata* também apresentaram uma alta ocorrência nas amostras: *A. mexicana* só não foi encontrada nas amostras 1, 2 e 3, coletadas no interior do manguezal; *T. inflata* foi encontrada em todas as amostras,

com exceção das amostras 1 e 5, que também foram coletadas no interior do manguezal e da amostra 9 coletada na franja do manguezal.

Foram calculados os valores dos índices de diversidade e de equitatividade de Shannon para todas as amostras que apresentaram mais de 70 indivíduos triados. Com exceção da amostra 1, que foi representada por apenas 13 indivíduos, e da amostra 28, que foi representada por 71 indivíduos, todas as outras amostras de sedimentos superficiais apresentaram um número mínimo de 100 indivíduos. Os valores dos índices de diversidade e equitatividade, juntamente com os dados de riqueza de espécies, dominância (frequência relativa da espécie mais abundante na amostra) e espécie dominante, para cada amostra analisada, estão disponíveis na Tabela 7.

Tabela 7 - Valores dos índices de diversidade de Shannon (H'); equitatividade (J); riqueza de espécies (R), Dominância (Dom.) e espécie dominante (sp. dom.) para cada amostra de sedimentos superficiais coletadas no manguezal do Rio Iriri - Tia Maria.

Amostras	H'	J	R	Dom.	sp. dom.
1			5	69%	<i>M. fusca</i>
2	1,03	0,53	7	73%	<i>M. fusca</i>
3	1,69	0,71	11	48%	<i>M. fusca</i>
4	0,88	0,37	11	81%	<i>M. fusca</i>
5	0,29	0,16	6	95%	<i>M. fusca</i>
6	1,46	0,67	9	51%	<i>M. fusca</i>
7	1,88	0,81	10	28%	<i>M. fusca</i>
8	2,30	0,85	15	25%	"H". <i>wilberti</i>
9	2,25	1,02	9	24%	<i>M. fusca</i>
10	2,06	0,78	14	28%	"H". <i>wilberti</i>
11	2,00	0,81	12	41%	<i>T. inflata</i>
12	2,19	0,85	13	32%	<i>A. mexicana</i>
13	1,90	0,72	14	47%	<i>A. mexicana</i>
14	1,77	0,81	9	37%	<i>M. fusca</i>
15	2,19	0,91	11	18%	<i>M. fusca</i>
16	2,29	0,92	12	14%	<i>T. inflata/A. inepta</i>
17	2,31	0,88	14	25%	<i>S. lobata</i>
18	2,05	0,86	11	27%	<i>A. inepta</i>
19	1,97	0,79	12	35%	<i>A. mexicana</i>
20	2,28	0,89	13	17%	<i>A. mexicana/A. cassis</i>
21	2,00	0,80	12	35%	<i>A. mexicana</i>
22	2,08	0,87	11	26%	<i>M. fusca</i>
23	2,24	0,83	15	22%	<i>A. mexicana</i>
24	2,05	0,80	13	24%	<i>A. mexicana</i>
25	2,09	0,81	13	35%	<i>A. mexicana</i>
26	2,23	0,87	13	23%	<i>A. cassis</i>
27	1,07	0,55	7	55%	<i>A. mexicana</i>
28	1,37	0,70	7	58%	<i>A. mexicana</i>

O menor valor de diversidade foi apresentado pela amostra 5, coletada no interior do manguezal. O valor de  $H'$  foi de 0,29. Esta amostra apresentou o menor valor de riqueza de espécies e o maior valor de dominância (94,7%), este último representado pela espécie *M. fusca*. O maior valor de diversidade foi registrado para a amostra 17, coletada na franja do manguezal à margem do Rio Tia Maria. Esta amostra apresentou um  $H'$  de 2,31 e também registrou um dos maiores valores de riqueza de espécies. As 14 espécies encontradas na amostra 17 apresentaram baixos valores de frequência relativa, que variaram de 1% a 25%, justificando um dos maiores valores de equitatividade registrados na área de estudo.

Os valores de equitatividade acompanharam o mesmo comportamento do índice de diversidade, ou seja, apresentam um crescimento diretamente proporcional à diversidade e à riqueza de espécies, sendo, por outro lado, inversamente proporcional à dominância. A amostra 16, com um dos maiores valores de diversidade de espécies, apresentou o maior valor de equitatividade. O valor de  $J$  foi de 0,92. A maior proximidade destes valores de 1 indica que naquela amostra a abundância das espécies está distribuída de forma mais homogênea, comparativamente à amostra 5, que apresentou o menor valor de diversidade de espécies e o menor valor registrado de equitatividade (0,16).

O manguezal do Rio Iriri - Tia Maria apresentou baixos valores de riqueza de espécies de foraminíferos. Estes valores variam entre 5 (amostra 1) e 15 (nas amostras 8 e 23). Os valores de riqueza de espécies para as amostras analisadas no manguezal do Rio Iriri - Tia Maria são mostrados na Figura 15.

No interior do manguezal, onde estão os menores valores de riqueza de espécies, também foram observados os maiores valores de dominância, sendo *M. fusca* a espécie dominante. Os valores de dominância de *M. fusca* variaram entre 28,3% e 94,7%. Já nas amostras coletadas na franja, estes valores de frequência relativa de *M. fusca* foram bem inferiores, variando entre 1% e 37%. Os valores de dominância encontrados nas amostras da franja do manguezal variaram entre 14% e 58%. As espécies dominantes foram *Ammoastuta inepta*, *Ammotium cassis*, *Arenoparrella mexicana*, "*Haplophragmoides*" *wilberti*, *Siphotrochammina lobata*, *Trochammina inflata* e *M. fusca*.

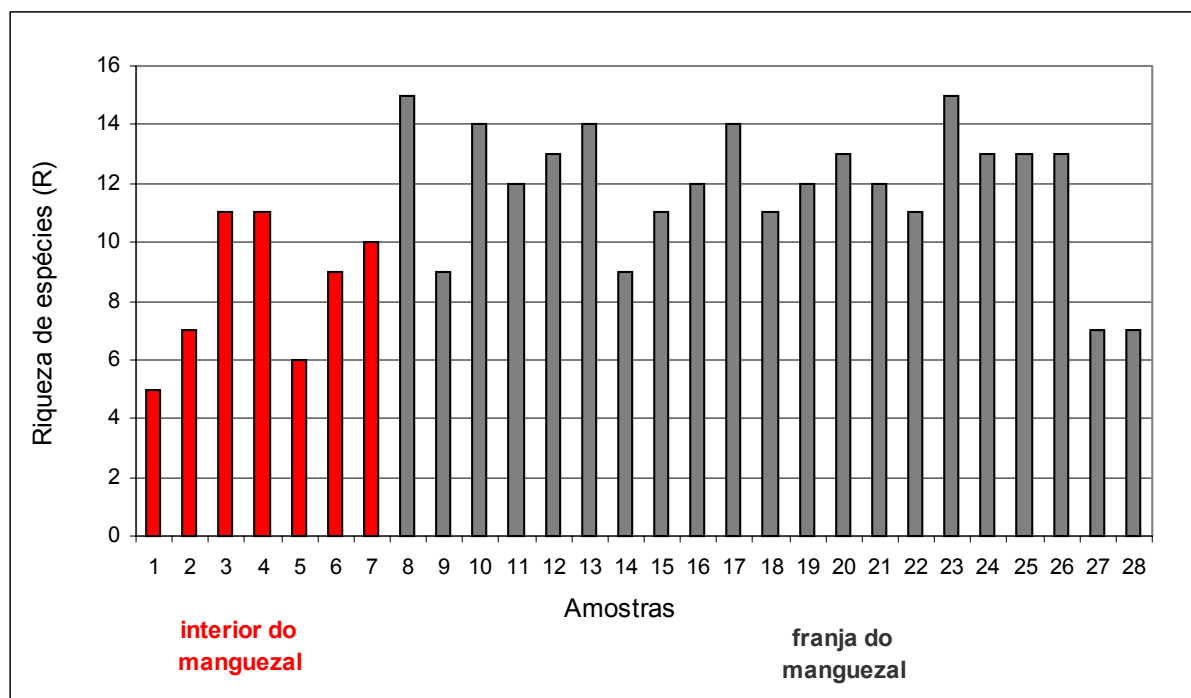


Figura 15 - Distribuição dos valores de riqueza de espécies de foraminíferos, nas lamias de franja e do interior do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria.

Na franja do manguezal a espécie mais abundante foi *A. mexicana*, que representou 21% dos indivíduos encontrados. Como espécies acessórias mais abundantes, em ordem de importância, têm-se *A. inepta*, "*H. wilberti*", *T. inflata*, *A. cassis* e *M. fusca*. Esta última espécie representou apenas 9,1% dos indivíduos triados.

Dentre as 22 espécies encontradas na área de estudo, apenas uma, *Trochaminita irregularis*, foi encontrada no interior do manguezal e não foi encontrada nas amostras da franja. Esta espécie, como já mencionado, foi representada por um único indivíduo, na amostra 2. Nas amostras do interior do manguezal não foi registrada a presença de 5 espécies encontradas em amostras coletadas na franja. São elas: *Acupeina triperforata*, *Ammotium pseudocassis*, *Blymasphaera brasiliensis*, "*Glomospira*" cf. *gordialis*, *Polysaccamina ipohalina*. As demais 16 espécies são comuns aos dois compartimentos ambientais. Uma melhor comparação qualitativa e quantitativa da microfauna encontrada na franja do manguezal e no interior deste ecossistema pode ser observada na Figura 16.

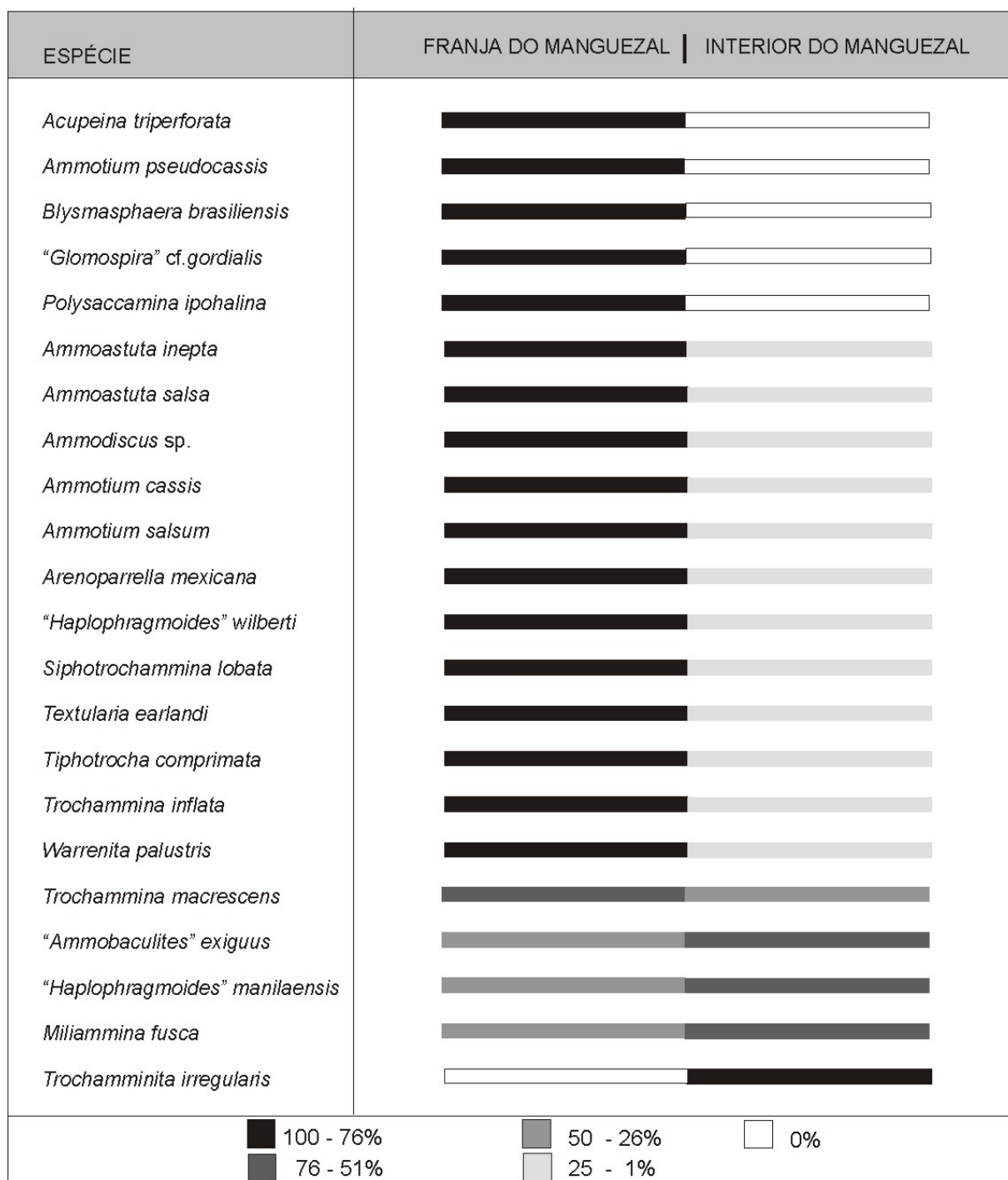


Figura 16 - Percentual de ocorrência de indivíduos de foraminíferos das diferentes espécies no manguezal do Rio Iriri - Tia Maria.

Dados de densidade de foraminíferos foram levantados para as amostras do interior do manguezal (pontos 4, 5 e 6). Buscou-se conhecer a relação "densidade x distanciamento de canal de maré no interior do manguezal" (Tabela 8). Da amostra 4 para a 6 afastou-se do canal.

Tabela 8 - Valores de densidade (indivíduos por 100ml de sedimento) e riqueza de espécies para as amostras coletadas no interior do manguezal do Rio Iriri – Tia Maria.

Amostra	Densidade ind/100ml	Riqueza de espécies
4	554	11
5	150	6
6	138	9

A abundância de espécies foi reduzida em 73% da amostra 4 para a amostra 5. Entre as amostras 5 e 6 esta mudança não foi muito brusca, sendo de aproximadamente 8%. Como já informado, nas três amostras a espécie dominante é *M. fusca*, representando 81%, 95% e 51% dos indivíduos nelas presentes. Semelhante padrão também foi registrado por Barbosa (1991) para áreas de manguezais em Guaratuba, PR.

Medições do comprimento das tecas de *M. fusca* para todas as amostras do interior do manguezal foram realizadas. Objetivou-se detectar eventual “desvio” em pontos sob impacto de hidrocarbonetos residuais. Os valores das medidas obtidas estão disponíveis na tabela abaixo (Tabela 9).

Tabela 9 - Dados de biometria para os indivíduos de *M. fusca* encontrados nas amostras do interior do manguezal do Rio Iriri. A unidade de medida para o comprimento das tecas está expresso em  $\mu\text{m}$ .

amostra	comprimento máximo	comprimento mínimo	média	desvio padrão
1	371,78	203,63	283,22	72,19
2	499,84	183,99	323,63	66,65
3	388,52	142,21	249,1	50,59
6	316,95	106,67	198,21	54,4
4	353,99	97,72	181,65	53,97
5	443,46	144,72	277,04	66,08

A partir da Figura 17 pode-se constatar que não há tendência ou diferenciação explícitas das amostras segundo o tamanho das tecas de *M. fusca*.

Ainda visando obter alguma indicação de possíveis impactos de petróleo sobre os foraminíferos, foi recolhido um testemunho de 25 cm na área do bosque de *L. racemosa* com troncos de diâmetro reduzido (mencionado no item 2.3). Na Tabela 10 estão os dados de frequência relativa das espécies encontradas em cada uma destas amostras.

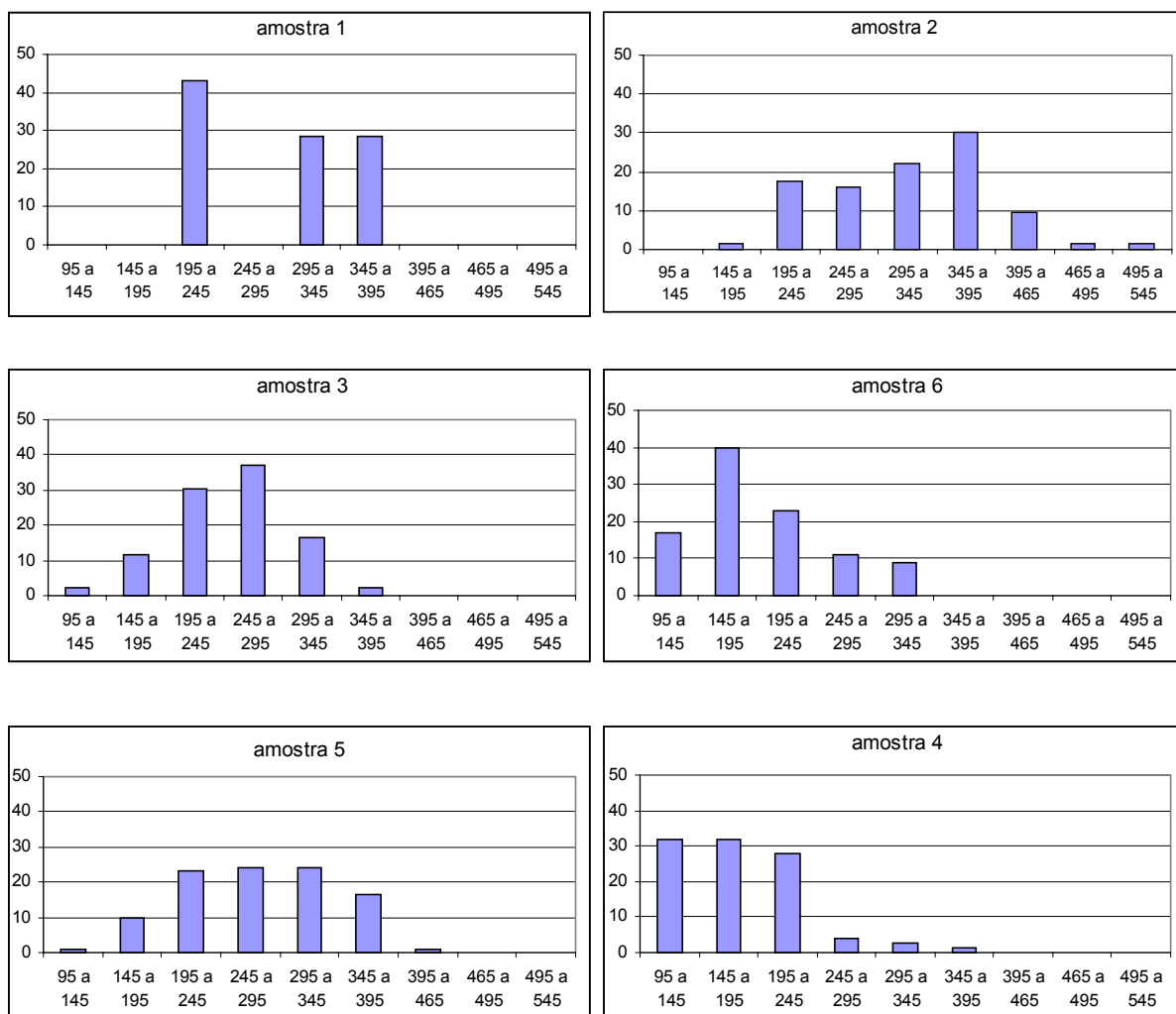


Figura 17 - Gráficos de frequência relativa das classes de comprimento de *M.fusca* para as amostras (sedimentos superficiais) coletadas no interior do manguezal do Rio Iriri sobrepostas a níveis contaminados por petróleo (amostras 1, 2, 3 e 6) e em áreas livres de hidrocarbonetos (amostras 4 e 5).

Tabela 10 - Frequência relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas encontradas no testemunho coletado no interior do manguezal do Rio Iriri. As amostras correspondem a 5 cm de sedimento, sendo a amostra 1 correspondente ao sedimento superficial e as amostras 1a, 1b, 1c e 1d correspondentes a sedimentos de sub superfície.

Espécies	amostra	1	1a	1b	1c	1d
<i>Miliammina fusca</i>		69	96	92	96	0
<i>Arenoparrella mexicana</i>		0	2	0	0	0
<i>Ammotium cassis</i>		0	0	8	4	0
" <i>Haplophragmoides</i> " <i>wilberti</i>		7,7	0	0	0	0
<i>Siphotrochammina lobata</i>		7,7	0	0	0	0
<i>Tiphotrocha comprimata</i>		7,7	0	0	0	0
<i>Curcubitela tricuspis</i> (tecameba)		7,7	0	0	0	0



Com exceção das amostras 1 e 1d, nas demais foram triados e identificados 50 indivíduos. A amostra 1 apesar de apresentar apenas 13 indivíduos sendo 12 foraminíferos e 1 tecameba, foi a amostra com maior riqueza de espécies. A amostra 1d revelou-se estéril. O padrão microbiótico das amostras 1a, 1b e 1c revelou-se, portanto, similar ao da superfície do interior do manguezal. Nenhuma anomalia foi verificada neste ponto.

### 5.2.3 Biofácies

A partir da análise de agrupamento das amostras, baseada na análise quantitativa e qualitativa das espécies presentes em cada amostra, foi possível reconhecer 3 biofácies distintas, ao nível de corte de 1,2: **Biofácies 1** (Biofácies *Miliammina fusca*), **Biofácies 2** (Biofácies *Trochammina inflata* - *Arenoparrella mexicana* - *Miliammina fusca*) e **Biofácies 3** (Biofácies *Arenoparrella mexicana* - "*Haplophragmoides*" *wilberti*) (Fig. 18). As biofácies representam espaços caracterizados por associações microfaunísticas distintas, cuja distribuição pode ser visualizada na Figura 19.

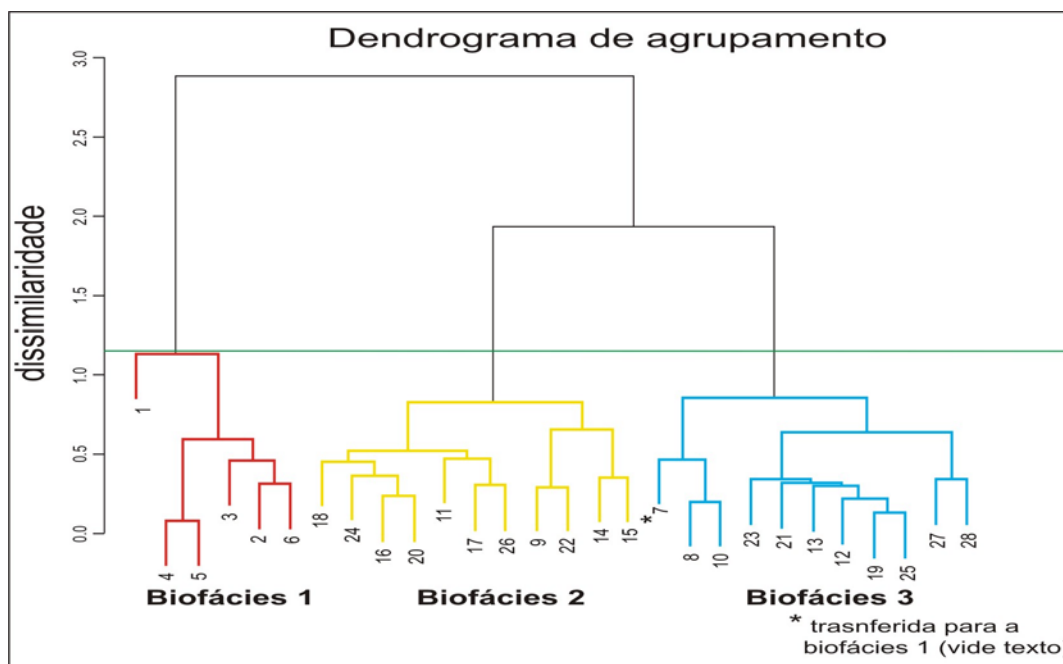


Figura 18 - Análise de agrupamento das amostras baseada na distribuição das espécies por amostras. A *Biofácies 1* está representada em vermelho; A *Biofácies 2* em amarelo e a *Biofácies 3* em azul.

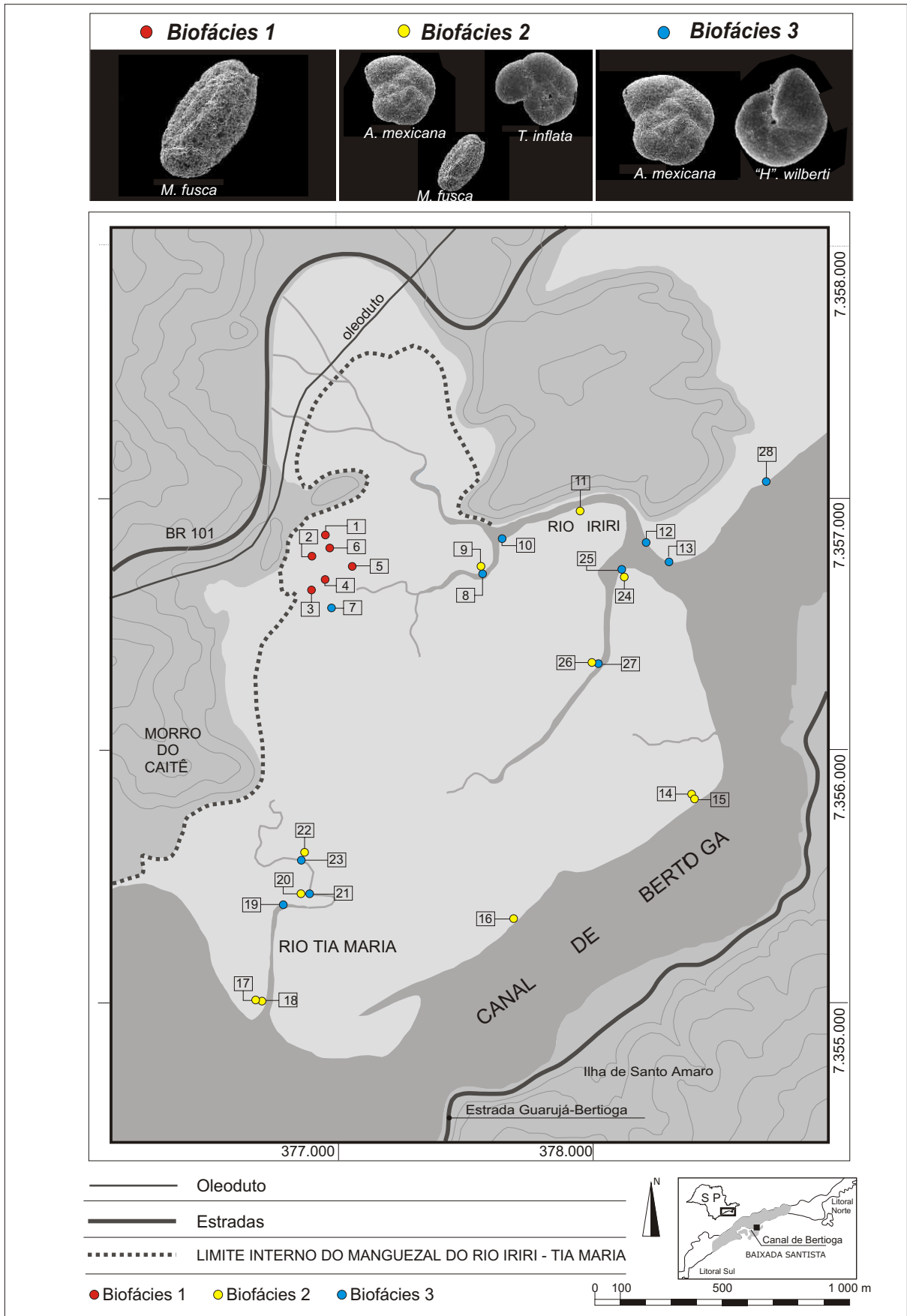


Figura 19 - Distribuição das biofácies no manguezal do Rio Iriri - Tia Maria.

A Biofácies 1 reúne as estações 1-7, tendo suas características quali-quantitativas apresentadas nas Tabelas 11a e 11b. Embora a amostra 7 tenha sido reunida na Biofácies 3 pela análise de agrupamento, uma verificação mais detida desse dado conduziu a uma transferência da amostra para o grupo da Biofácies 1.

Tabela 11a - Frequência relativa média das espécies de foraminíferos e tecamebas nas amostras da Biofácies 1.

Biofácies 1 - interior do manguezal	
Freq. Rel.(%)	espécies
64	<i>Miliammina fusca</i>
7,9	" <i>Haplophragmoides</i> " <i>wilberti</i>
5,7	<i>Siphotrochammina lobata</i>
4,08	<i>Trochammina inflata</i>
3,65	<i>Arenoparrella mexicana</i>
3,50	<i>Ammodiscus</i> sp.
3,21	<i>Tiphotrocha comprimata</i>
1,90	<i>Ammoastuta inepta</i>
1,60	" <i>Ammobaculites</i> " <i>exiguus</i>
1,45	<i>Ammotium cassis</i>
0,73	<i>Ammotium salsum</i>
0,73	<i>Textularia earlandi</i>
0,58	<i>Warrenita palustris</i>
0,20	" <i>Haplophragmoides</i> " <i>manilaensis</i>
0,14	<i>Ammoastuta salsa</i>
0,14	<i>Trochammina macrescens</i>
0,14	<i>Trochamminita irregularis</i>
0,14	<i>Curcubitella tricuspis</i>

Tabela 11b - Valores dos índices de diversidade de Shannon (H'); equitatividade (J); riqueza de espécies (R); dominância (Dom.) e espécie dominante (sp. Dom.) nos sedimentos superficiais da Biofácies 1.

Biofácies 1 - interior do manguezal					
Amostras	H'	J	R	Dom.	sp. dom.
1			5	69%	<i>Miliammina fusca</i>
2	1,03	0,53	7	73%	<i>Miliammina fusca</i>
3	1,69	0,70	11	48%	<i>Miliammina fusca</i>
4	0,88	0,37	11	81%	<i>Miliammina fusca</i>
5	0,29	0,16	6	95%	<i>Miliammina fusca</i>
6	1,46	0,67	9	51%	<i>Miliammina fusca</i>
7	1,88	0,81	10	28%	<i>Miliammina fusca</i>

Largamente dominada por *M. fusca*, a Biofácies 1, comparativamente com as demais, revela os mais baixos valores de diversidade, eqüitatividade e riqueza de espécies e os mais altos valores de dominância. A área do interior do manguezal do Rio Iriri mostra-se, assim, mais estressante que as correspondentes às biofácies 2 e 3. Seus sedimentos têm águas intersticiais sub-óxicas (quase anóxicas), algo ácidas e hipohalinas, fortemente salobras a levemente mixohalinas, ocorrendo em áreas topográficas generalizadamente mais elevadas que as das biofácies 2 e 3.

A Biofácies 2 congrega as estações 9,11, 14-18, 20, 22, 24 e 26. Suas características quali-quantitativas são apresentadas nas Tabelas 12a e 12b.

Tabela 12a - Freqüência relativa média das espécies de foraminíferos e tecamebas nas amostras da Biofácies 2.

<b>Biofácies 2 - Franja sub-externa do manguezal</b>	
<b>Freq.rel. (%)</b>	<b>espécies</b>
12,84	<i>Trochammina inflata</i>
11,55	<i>Miliammina fusca</i>
11,00	<i>Ammotium cassis</i>
10,36	<i>Textularia earlandi</i>
9,35	<i>Ammoastuta inepta</i>
8,89	<i>Arenoparrella mexicana</i>
8,16	<i>Siphotrochammina lobata</i>
8,16	<i>Tiphotrocha comprimata</i>
8,07	<i>Ammodiscus</i> sp.
3,39	<i>Ammotium salsum</i>
3,3	<i>Warrenita palustris</i>
3,1	" <i>Haplophragmoides</i> " <i>wilberti</i>
0,55	" <i>Ammobaculites</i> " <i>exiguus</i>
0,46	" <i>Glomospira</i> " cf. <i>gordialis</i>
0,27	<i>Ammotium pseudocassis</i>
0,18	<i>Acupeina triperforata</i>
0,18	<i>Ammoastuta salsa</i>
0,09	<i>Blysmasphaera brasiliensis</i>

Tabela 12b - Valores dos índices de diversidade de Shannon (H'); equitatividade (J); riqueza de espécies (R); dominância (Dom.) e espécie dominante (sp. Dom.) nos sedimentos superficiais da Biofácies 2.

Biofácies 2 - franja sub-externa do manguezal					
Amostras	H'	J	R	Dom.	sp. dom.
9	2,25	0,90	9	24%	<i>Miliammina fusca</i>
11	2,00	0,81	12	41%	<i>Trochammina inflata</i>
14	1,77	0,81	9	37%	<i>Miliammina fusca</i>
15	2,27	0,88	13	18%	<i>Miliammina fusca</i>
16	2,29	0,92	12	14%	<i>Trochammina inflata/Ammoastuta inepta</i>
17	2,31	0,88	14	25%	<i>Siphotrochammina lobata</i>
18	2,05	0,86	11	27%	<i>Ammoastuta inepta</i>
20	2,28	0,89	13	17%	<i>Arenoparrella mexicana/Ammotium cassis</i>
22	2,08	0,87	11	26%	<i>Miliammina fusca</i>
24	2,05	0,80	13	24%	<i>Arenoparrella mexicana</i>
26	2,23	0,87	13	23%	<i>Ammotium cassis</i>

Os dados colocam a Biofácies 2 mais próxima da Biofácies 3 que da Biofácies 1. De maneira geral, a Biofácies 2 é aquela que mostra os mais baixos valores de dominância e os mais altos níveis de equitatividade. Aqui denominada de franja sub-externa do manguezal, a Biofácies 2 reúne os pontos de amostragem distanciados de 30 a 40 m a partir das margens dos canais. É, assim, uma faixa mais elevada que a da Biofácies 3, em que o meio, como indicado pelos dados bióticos, é menos estressante que o daquela biofácies. Seus sedimentos têm águas intersticiais sub-óxicas (quase anóxicas), algo ácidas e hipohalinas fortemente salobras a levemente mixohalinas (os valores físicos e químicos referentes aos pontos 24 e 26, obtidos a partir de águas de fundo, vide tabela 3, não foram considerados). O nome da Biofácies 2, Biofácies *Trochammina inflata* - *Arenoparrella mexicana* - *Miliammina fusca*, está ligada ao fato de que tais táxons foram considerados os mais expressivos na biofácies, levando-se em consideração a expressão quantitativa e/ou presencial.

A Biofácies 3 agrega as amostras 8, 10, 12, 13, 19, 21, 23, 25, 27 e 28. Suas características quali-quantitativas são mostradas nas Tabelas 13a e 13b.

Tabela 13a - Frequência relativa média das espécies de foraminíferos e tecamebas nas amostras da Biofácies 3.

<b>Biofácies 3 - Franja externa do manguezal</b>	
<b>Freq.rel. (%)</b>	<b>espécies</b>
35,60	<i>Arenoparrella mexicana</i>
16,70	" <i>Haplophragmoides</i> " <i>wilberti</i>
11,00	<i>Ammoastuta inepta</i>
4,33	<i>Miliammina fusca</i>
6,00	<i>Ammotium cassis</i>
5,00	<i>Trochammina inflata</i>
3,40	<i>Siphotrochammina lobata</i>
4,33	<i>Ammodiscus</i> sp.
3,40	<i>Textularia earlandi</i>
2,80	<i>Tiphotrocha comprimata</i>
2,48	<i>Warrenita palustris</i>
1,65	<i>Ammotium salsum</i>
0,82	<i>Blymasphaera brasiliensis</i>
0,62	<i>Ammoastuta salsa</i>
0,41	<i>Ammotium pseudocassis</i>
0,20	<i>Acupeina triperforata</i>
0,20	<i>Trochammina macrescens</i>
0,20	" <i>Ammobaculites</i> " <i>exiguus</i>
0,1	<i>Polysaccammina ipohalina</i>
0,1	" <i>Haplophragmoides</i> " <i>manilaensis</i>
0,1	<i>Curcubitela tricuspis</i>

Tabela 13b - Valores dos índices de diversidade de Shannon (H'); equitatividade (J); riqueza de espécies (R); dominância (Dom.) e espécie dominante (sp. Dom.) nos sedimentos superficiais da Biofácies 3.

<b>Biofácies 3 - franja externa do manguezal</b>					
<b>Amostras</b>	<b>H'</b>	<b>J</b>	<b>R</b>	<b>Dom.</b>	<b>sp. dom.</b>
8	2,30	0,85	15	25%	" <i>Haplophragmoides</i> " <i>wilberti</i>
10	2,06	0,78	14	28%	" <i>Haplophragmoides</i> " <i>wilberti</i>
12	2,19	0,85	13	32%	<i>Arenoparrella mexicana</i>
13	1,90	0,72	14	47%	<i>Arenoparrella mexicana</i>
19	1,97	0,79	12	35%	<i>Arenoparrella mexicana</i>
21	2,00	0,80	12	35%	<i>Arenoparrella mexicana</i>
23	2,24	0,83	15	22%	<i>Arenoparrella mexicana</i>
25	2,09	0,81	13	35%	<i>Arenoparrella mexicana</i>
27	1,07	0,55	7	55%	<i>Arenoparrella mexicana</i>
28	1,37	0,70	7	58%	<i>Arenoparrella mexicana</i>

A Biofácies 3 corresponde à franja externa do manguezal, reunindo as amostras coletadas nos bancos de lama contíguos aos bosques de mangue. Sua condição de meio ligeiramente mais estressante que o prevalente na Biofácies 2, como já comentado, revela que as bordas dos canais se apresentam como um ambiente mais instável para a microbiota que aquele situado no interior da franja. Tal fato pode ser decorrência de um maior hidrodinamismo nas bordas do canal. Os sedimentos da biofácies 3 têm águas intersticiais com as mesmas características daquelas recolhidas nas biofácies 1 e 2 (os valores físicos e químicos referentes aos pontos 25, 27 e 28, obtidos a partir de águas de fundo, vide Tabela 4, não foram considerados). O nome da Biofácies 3, Biofácies *Arenoparrella mexicana* - "*Haplophragmoides*" *wilberti*, vincula-se ao fato de que tais espécies são qualitativamente e quantitativamente representativas desse espaço.

### **5.3 Petróleo residual nos sedimentos do manguezal do Rio Iri e imediações**

Durante as investigações de campo aqui reportadas, foi observada a presença de traços de óleo (iridescência) em águas da superfície da planície lamosa (interior do manguezal, área da Biofácies 1) e em riacho próximo ao manguezal, na antiga rota do derrame. Testemunhos pontuais nestes locais comprovaram, mais uma vez, a existência de manchas de óleo armadilhadas nos sedimentos sub-superficiais. Elas situam-se cerca de 12 cm de profundidade e, quando da testemunhagem, o óleo sobe à superfície (Figs. 20 e 21). Tal óleo ficou retido no interior do manguezal, à época do derrame, em razão da pequena circulação das marés nessa faixa de transição entre a zona de entre-marés e o continente. Já nas áreas mais externas do manguezal não foi constatada a presença de petróleo, uma vez que, por serem inundáveis com maior frequência, tais porções foram efetivamente lavadas pelas marés após o derrame.

As lamas com petróleo do riacho do morro Caeté, em ponto com as coordenadas S 23° 53' 46.6" e W 46° 12' 39.9", e do interior do manguezal, com coordenadas S 23° 53' 76.2" e W 46° 12' 56.9" foram enviadas ao Centro de Pesquisas da Petrobras, para análises geoquímicas. Os resultados confirmam tratar-



se do óleo derramado em 1983, em diferentes estágios de biodegradação. Até o fechamento dessa dissertação os documentos relativos às análises geoquímicas não haviam chegado às mãos da autora ou do seu orientador.



Figura 20 - Óleo presente em um riacho localizado no sopé do morro Caeté, fora da zona de mangue (S 23°53'46.6" e W 46°12'39.9").



Figura 21 - Óleo presente no interior do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria (S 23°53'76.2" e W 46°12'53.9"). O processo de testemunhagem facilitou a emersão do óleo que está preso em sub-superfície.



## 6. CONCLUSÕES

1. Os sedimentos superficiais dos primeiros 3 cm do manguezal do Rio Iriri - Tia Maria, Canal de Bertiooga - SP, coletadas no verão de 2003, contiveram uma abundante microfauna de foraminíferos, representada por 22 espécies, pertencentes às sub-ordens Trochamminina, Textulariina e Allogromiina. Análises qualitativas e quantitativas revelam que tal fauna, representada por indivíduos vivos e mortos, tem baixa diversidade de espécies, baixa equitatividade e elevada dominância, à semelhança do encontrado em outros manguezais. Tal quadro responde à instabilidade permanente que marca o ecossistema, e que altera continuamente as variáveis físicas e químicas da água intersticial dos sedimentos superficiais, em função das variações diárias das marés e das sensíveis flutuações no volume de água doce que atinge a zona estuarina ao longo das estações;
2. Três biofácies distintas, que expressam faixas ambientais com características físicas e microbióticas particulares, foram reconhecidas com base em análise de agrupamento. As águas intersticiais dos sedimentos nessas três unidades mostraram-se hipohalinas (salinidade variando entre 10,3 - 22,1), levemente ácidas (pH variando de 6,24 - 7,35) e sub-óxicas (quase anóxicas: < 0.05 - 0.12 ml l<sup>-1</sup>). É provável que os valores de O<sub>2</sub> dissolvido estejam subestimados;
3. A Biofácies *Miliammina fusca* (Biofácies 1), interna ao manguezal, entre todas é a que apresenta os mais baixos valores de diversidade e equitatividade e os mais elevados valores de dominância. Aparece, assim, como a mais estressante das áreas estudadas; As biofácies *Trochammina inflata* - *Arenoparrella mexicana* - *Miliammina fusca* (Biofácies 2) e *Arenoparrella mexicana* - "*Haplophragmoides*" *wilberti* (Biofácies 3), inseridas respectivamente nas franjas sub-externa e

externa do manguezal, mostram valores de diversidade e eqüitatividade mais altos que a Biofácies 1. Revelam-se, portanto, como áreas relativamente menos estressantes, sendo a Biofácies 2 a mais biodiversificada e mais eqüitativa. A Biofácies 3, por corresponder às bordas dos canais, sofre um maior estresse hidrodinâmico;

4. *Acupeina triperforata*, *Ammotium pseudocassis*, *Blysmasphaera brasiliensis*, “*Glomospira*” cf. *gordialis* e *Polysaccammina ipohalina* não foram registradas nas amostras da Biofácies 1, enquanto que, entre todas as espécies identificadas, apenas *Trochammina irregularis* ficou restrita àquela biofácies. Assim, as cinco primeiras espécies revelam-se menos tolerantes que as demais 16 espécies que se distribuem por todo o manguezal;
5. As pontuais testemunhagens realizadas no manguezal do Rio Iriri e imediações, em área continental, revelaram a presença de manchas descontínuas de petróleo armadilhadas em sub-superfície, cerca de 12 cm de profundidade;
6. O petróleo recuperado teve origem no derrame ocorrido vinte anos atrás, estando hoje em diferentes estágios de biodegradação, conforme informam as análises geoquímicas realizadas;
7. As análises morfológicas das tecas dos foraminíferos, os estudos biométricos em *Miliammina fusca* e as características das diferentes associações (padrões de diversidade, riqueza de espécie, dominância e abundância, tendo-se como referência associações de foraminíferos de manguezais saudáveis), evidenciam que os sedimentos superficiais do manguezal do Rio Iriri (3 cm) não oferecem restrições ao desenvolvimento da microbiota. Considerando-se uma taxa de sedimentação média de aproximadamente 0,6 cm/ano para o interior do manguezal (uma vez que o petróleo derramado há vinte anos acha-se cerca de 12 centímetros de profundidade), conclui-se que os 3 primeiros centímetros representam, no máximo, os últimos 5 anos. Assim, pelo menos nesses últimos

anos a contaminação pelo óleo de 20 anos atrás já não mais impacta a comunidade de foraminíferos. Todavia, as plantas de mangue (*L. racemosa*), que estão re-colonizando a área com o petróleo residual armadilhado, ainda estão sentindo, sensivelmente, os efeitos dos hidrocarbonetos, uma vez que suas raízes penetram o substrato e fazem contato com o nível contaminado. Dessa forma, têm-se evidências que, no nível microbiótico, a superfície da planície lamosa já experimenta a normalidade, onde uma numerosa fauna de foraminíferos se alimenta de abundante matéria orgânica particulada lábil e/ou quebrada por bactérias;

8. As investigações no interior do manguezal do Rio Iriri, nas áreas com o petróleo residual, devem prosseguir. Um representativo programa de testemunhagens deve ser levado a efeito para que se estude, em detalhe, a sucessão de foraminíferos ao longo de uma coluna que cubra os intervalos da fase pré-derrame, do derrame e pós-derrame. Os dados levantados nesta dissertação serão de grande valia para o futuro estudo;
9. As informações colhidas neste trabalho enriquecem as discussões sobre os manguezais brasileiros e oferecem subsídios a estudos de impactos ambientais. Oferecem, outrossim, informações para a identificação de ecossistemas antigos similares que porventura acham-se preservados no registro sedimentar das bacias cretáceo-terciárias.

**REFERÊNCIAS**

ALVE, E. Benthic foraminifera in sediment cores reflecting heavy metal pollution in Sorfjord, Western Norway. **Journal of Foraminiferal Research**, Washington, v. 21, n. 1, p. 1-19, 1991.

ALVE, E. Benthic foraminiferal responses to estuarine pollution: a review. **Journal of Foraminiferal Research**, Washington, v. 25, n. 3, p.190-203, 1995.

ANDERSEN, H.V. Two new species of Haplophragmoides from the Louisiana coast. **Contribution From Cushman Foundation For Foraminiferal Research**, Washington, US, v. 4, p. 21-22, 1953.

AUSSEIL-BADIE, J. Distribution écologique des Foraminifères de l'estuaire et de la mangrove du fleuve Sénégal. **Archives des Sciences Genève**, Genebra, v. 36, n. 3, p. 437-450, 1983.

BARBOSA, C.F. **Caracterização biossedimentológica do sistema estuarino – manguezal da baía de Guaratiba, PR**. 1991. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

BERNHARD, J.M. Postmortem vital staining in benthic foraminifera: duration and importance in population and distributional studies. **Journal of Foraminiferal Research**, Washington, v.18, n. 2 p. 143-146, 1988.

BEURLEN, H.; HILTERMANN, H. Biocenosis de Guaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Boletim Técnico da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 26, p. 259-267, 1983.

BIGNOT, G. Foraminifera. In: BIGNOT, G. **Elements of micropaleontology**. London: Graham & Trotman , 1985. cap. 3, p. 19-41.

BOLTOVSKOY, E. **Los Foraminiferos Recientes**. Argentina: EUDEBA - Universidade de Buenos Aires, 1965.

BOLTOVSKOY, E. Foraminífera of mangrove swamps. **Physis (Buenos Aires)**, Buenos Aires, v. 42, n. 102, p.1-9, 1984.

BOLTOVSKOY, E.; VIDARTE, L.M. Foraminíferos de la zona de manglar de Guayaquil (Equador). **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"**, Buenos Aires, v. 5, n. 3, p. 31-49, 1977.

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

BOLTOVSKOY, E.; MARTÍNEZ, S.H. Foraminíferos del manglar de Tesca, Cartagena, Colombia. **Revista Española de Micropaleontología**, Madrid, v. 15, n. 2, p. 205-220, 1983.

BONETTI, C.H.C. **Associação de foraminíferos e tecamebas indicadoras de sub-ambientes na zona estuarina do Rio Itapitangui-Cananéia/SP**. 1995. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

BONETTI, C.H.C. **Foraminíferos como indicadores do gradiente de estresse ecológico em ambientes costeiros poluídos. Estudo aplicado ao sistema estuarino de Santos-São Vicente (SP, Brasil)**. 2000. Dissertação (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

BONETTI, C.; GERAQUE, E.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Avaliação das conseqüências de um aterro sobre manguezal através do estudo de foraminíferos. In: SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, 1997, Itajaí, SC. **Anais...** Itajaí, SC: UNIVALI, 1997. p. 307-309.

BRÖNNIMANN, P. On morphology and taxonomy of *Ammoastuta* Cushman and Brönnimann 1948 (Protista: Foraminiferida). **Paläont. Z.**, v. 60, p. 29-44, 1986.

BRÖNNIMANN, P. Two new recent allogromiine and textulariine genera (Protozoa: Foraminiferida) from the Brazilian shelf. **Revue de Paléobiologie**, Geneve, v. 7, n. 1, p. 33-42, 1988.

BRÖNNIMANN, P.; TODD, R. Recent foraminífera and thecamoebina from the eastern gulf of Paria. **Cushman foundation For foraminiferal Research**, Washington, US, n. 3, p. 1-41, 1957.

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 DE PALEONTOLOGIA, 2., 1981, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1981. p.877-891.

BRÖNNIMANN, P.; WITTAKER J.E. On agglutinated wall structure and the new foraminiferal suborder Trochamminina (Protozoa: Foraminiferida). **Revue de Paléobiologie**, Genebra, v. 7, n. 1, p. 109-119,1988.

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

CHÂTELET, E.A. Evaluation des possibilité d'utilisation des foraminifères comme bio-indicateurs de pollution dans environnements paraliques, Université d'Angers, Angers, 342 p., 2003.

CHÂTELET, E.A.; DEBENAY, J-P.; SOULARD, R. Foraminiferae proxies for pollution monitoring in moderately polluted harbors. **Environmental Pollution**, Barking, v. 127, n. 1, p. 27- 40, 2004.

CLOSS, D. Foraminíferos e tecamebas da Lagoa dos Patos (R.G.S.). **Boletim da escola de Geologia de Porto Alegre**, Porto Alegre, v. 11, p. 1-130, 1962.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Relatório Técnico**. São Paulo, 1984.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Relatório Técnico**. São Paulo, 1989.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Curso "derrames de óleo no mar e nos ecossistemas costeiros"**. São Paulo, 2002.

CULVER, S.J. Benthic Foraminifera of puerto rican mangrove-lagoon systems: potential for paleoenvironmental interpretations. **Palaos**, Tulsa, v. 5, p. 34- 51, 1990.

CULVER, S.J. Foraminifera. In: LIPPS, H. J. **Fossil prokaryotes and protists**. Oxford:Blackwell scientific publications, 1993. cap. 12, p. 203-247.

CURY, J.C. **Atividade microbiana e diversidade metabólica e genética em solo de mangue contaminado por petróleo**. 2002. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas) - Departamento de Solos e Nutrição de plantas, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

CUSHMAN, J.A.; BRÖNNIMANN, P. Some new genera and species of foraminifera from brackish water of Trinidad. **Contribution from Cushman Foundation For Foraminiferal Research**, Washington, p. 15-21, 1948a.

CUSHMAN, J.A.; BRÖNNIMANN, P. Additional new species of arenaceous foraminifera from shallow water of Trinidad. **Contribution From Cushman Foundation For Foraminiferal Research**, Washington, p. 37-41, 1948b.

DEBENAY, J-P.; EICHLER, B.B.; DULEBA, W.; BONETTI, C.; EICHLER-COELHO, P. Water stratification in coastal lagoons: its influence on foraminiferal assemblages in two brazilian lagoons. **Marine Micropaleontology**, Amsterdam: Elsevier Science Publishers, v. 35, p. 67-89, 1998

DEBENAY, J-P.; TSAKIRIDIS E.; SOULARD R.; GROSSEL H. Factors determining the distribution of foraminiferal assemblages in Port Joinville Harbor (Ile d'Yeu, France): the influence of pollution. **Marine Micropaleontology**, Amsterdã, v. 43, p. 75-118, 2001.

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. Distribuição de plantas em zona de supra-maré, manguezal de ponta dos mangues, Sergipe. Brasil. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: CONSERVAÇÃO, 5., 2000, Vitória, ES. **Anais...** Vitória, ES, 2000. p. 264-265.

DIAS-BRITO, D.; ZANINETTI, L. Etude géobotanique comparative de trois mangroves du litoral brésilien: Acupe (Bahia), Guaratiba (Rio de Janeiro) et Iguape (São Paulo). **Notes du laboratoire paléontologie de l' Univ. de Genève**, Genebra, v. 4, n. 6, p. 57-65, 1979.

DIAS-BRITO, D.; MOURA, J.A.; WÜRDIG, N. Relationships between ecological models based on Ostracods and Foraminifers from Sepetiba Bay (Rio de Janeiro-Brazil). **Journal Biology of Ostracoda**, Elsevier, p. 467-484, 1988.

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

DIAS-BRITO, D.; RODRIGUES, J.F. Manguezal do Canal Parapuça, Delta do Rio São Francisco, Sergipe, Brasil: reflexões com base no estudo de plantas e microorganismos. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: CONSERVAÇÃO, 5., 2000, Vitória, ES. **Anais...Vitória, ES, 2000. p. 23-24.**

DISARÓ, S.T.; KOUTSOUKOS, E.A.M.; SERAFINI, L.Z. Foraminífera from mangrove ecosystems of Paranaguá Bay (SE, Brazil). In: CONGRESSO DA ABEQUA. **Anais...Porto Seguro, 7., 1999. 1 CD-ROM.**

EICHLER, B.B.; BONETTI, C. Distribuição de Foraminíferos e Tecamebas ocorrentes no manguezal do Rio Baguaçu, Cananéia, São Paulo – Relações com parâmetros ambientais. **Pesquisas**, Porto Alegre, v. 22, p. 32-37. 1995.

EICHLER, B.B.; EICHLER, P.P.B.; KFOURI, P.P.B.; OLINDO-JR, R.G. Influência dos lançamentos do TEBAR (Petrobrás) na qualidade do Canal de São Sebastião através dos Foraminíferos. In: CONGRESSO DA ABEQUA. **Anais..., Recife, 9., 2003. 1 CD-ROM.**

EICHLER, B.B.; EICHLER, P.B.; MIRANDA, L.B.; PIMENTA, F.M.; PEREIRA, E.M. R.; KFOURI, P.B.P. Avaliação dos efeitos ambientais e ecológicos referente ao acidente ocorrido em janeiro/2000 no oleoduto PE-II da refinaria Duque de Caxias (REDUC-PETROBRAS) na Baía de Guanabara – RJ. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 9., 2003. **Anais... Recife, 2003. 1 CD-ROM.**

EICHLER, P.P.B. **Avaliação e diagnóstico do Canal de Bertioga (São Paulo, Brasil) através da utilização de foraminíferos como indicadores ambientais.** 2001. Dissertação (Doutorado em oceanografia biológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

ELLISON, R.L.; BROOME, R.; OGILVIE, R. Foraminiferal response to trace metal contamination in the Patapsco River and Baltimore Harbour, Maryland. **Marine Pollution Bulletin**, Oxford, v. 17, n. 9, p. 419-423, 1986.

FERREIRA, E. [Sem Título]. 1 fotografia, color. Disponível em: <<http://www.photosintese.com.br>>. Acesso em: mai. 2003.



FULFARO, V.J.; PONÇANO, W.L. Sedimentação atual do estuário e baía de Santos: um modelo geológico aplicado a projetos de expansão da zona portuária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 1., 1976. **Anais...**1976. p. 67-90.

GAMERO, R.M. **Mineralogia, físico-química e classificação dos solos de mangue do rio Iriri no Canal de Bertioga (Santos, SP)**. 2001. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas) - Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

GUNDLACH, E.R.; HAYES, M.O. Vulnerability of Coastal Environments to Oil Spill Impacts. **Marine Tecnology Society Journal**. v.12 p.18-27. 1978.

HASLETT, S.K. The paleoenvironmental implications of the distribution of intertidal Foraminifera in a Tropical Australian Estuary: a reconnaissance study. **Australian Geographical Studies**. v. 39, n. 1, p.67-74, 2001.

HAYWARD, B.W.; HOLLIS, C.J. Brackish Foraminifera in New Zealand: a taxonomic and ecologic review. **Micropaleontology**, v. 40, n. 3, p. 185-222, 1994.

HERZ, R. **Manguezais do Brasil**. São Paulo: Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo. 1991.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO DE SÃO PAULO (IGC-SP). **Plano Cartográfico do Estado de São Paulo: Carta Morro Caitê**. São Paulo, 1988. 1 mapa Escala 1:10 000.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO DE SÃO PAULO (IGG-SP). **Carta topográfica: Folha de Bertioga**, São Paulo, 1971. 1 mapa Escala de 1:50.000.

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.

KJERFVE, B.; LACERDA, L.D. Manglares de Brasil. In: LACERDA, L. D. **Conservacion y aprovechamiento sostenible de bosque de manglar en las regions America Latina y Africa**. Japão: ISME, 1993. p. 231-256.

KREBS, C.J. **Ecological methodology**. New York : Harper & Row, 1989

LABORATÓRIO DE ANÁLISES MICROPALÉONTOLÓGICAS MICROBIÓTICAS E DE AMBIENTES - LAMBdA a. **Coleção Sergipe**. 1996. 2 fotografias.

LABORATÓRIO DE ANÁLISES MICROPALÉONTOLÓGICAS MICROBIÓTICAS E DE AMBIENTES - LAMBdA b. **Coleção Itanhaém**. 1996. 1 fotografia.

LACERDA, L.D.; CONDE, J.E.; ALARCÓN, C.; ALVAREZ-LEÓN, R.; BACON, P.R.; KJERFVE, B.; POLANÍA, J.Y.; VANNUCCI, M. Ecosistema de manglar de América Latina y el Caribe: Sinopsis. In: LACERDA, L.D. **Conservacion y aprovechamiento sostenible de bosque de manglar en las regions America Latina y Africa**. Japão: ISME, 1993. p. 1-38.

LAMPARELI, C.C. et al. **Mapeamento dos ecossistemas costeiros do estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente; CETESB, 1999.

LANDIM, P.M.B. **Análise estatística de dados geológicos multivariados**. DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Laboratório de Geomatématica, texto didático 3, 96p., 2000. Disponível em <<http://www.rc.unesp.br/igce/textodi.html>>. Acesso em ago. 2002.

LANDSAT 7. Canal de Bertioga, Santos (SP), 2000. 1 imagem de satélite. 1 CD-ROM.

LAUT, L.L.M.; BARBOSA, C.F. Recent mangrove Foraminiferal zonation from the of Jaboatão River Estuary, Recife, PE. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 7., 1999. **Anais...**Porto Seguro, 1999. 1 CD-ROM.

LINTERN, D.G. **Ecological effects of shoreline reclamation in riparian ecosystems**. Vietnã: 1997.

LOEBLICH-Jr., A.R.; TAPPAN, H. **Foraminiferal genera and Their Classification**. Nova Iorque: Van Nostrand Reinhold, 1988. 969p.

MACHADO, A.L. **Análise da cobertura vegetal de um manguezal impactado por óleo, Canal da Bertioga, estado de São Paulo**. São Paulo, 1992 Dissertação (Mestrado em geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

MAGURRAN, A.E. **Diversidad ecológica y su medición**. Barcelona: Vedar, 1989. 169p.

MARTIN, L.; SUGUIO, K. Excursion route along the Brazilian coast between Santos (state of São Paulo) and Campos (northern state of Rio de Janeiro) In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON GLOBAL CHANGES IN SOUTH AMERICA DURING THE QUATERNARY: PAST-PRESENT-FUTURE. **Anais...**São Paulo. 1989. p. 59-136.

McMILLAN, R.A. **Monitoring bioremediation after oil spills, old and new, using marsh foraminifera as indicators**. Monografia (trabalho de conclusão de curso em Ciências) - Faculdade de Ciências: Departamento de Ciências da Terra, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, 2002.

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

MORVAN, J.; ERNEST, S.; LE-CADRE, V. L.; GESLIN, E.; JORISSEN F.; DEBENAY, J-P. Foraminifera as bio-indicators of pollution in the intertidal zone: the case of the Erika oil spill in the Bay of Bourgneuf. Disponível em: <[http://www.nhm.ac.uk/hosted\\_sites/tms/tms-fg-poster-abstract.doc](http://www.nhm.ac.uk/hosted_sites/tms/tms-fg-poster-abstract.doc)>. Acesso em dez. 2003.

NAGY, J.; ALVE, E. Temporal changes in foraminiferal faunas and impact of pollution in Sandebukta, Oslo Fjord. **Marine Micropaleontology**, Amsterdam, v. 12, p. 109-128, 1987.

OLIVEIRA, D. de. **Análise ambiental dos canais da bacia hidrográfica do Rio Itanhaém – SP, Brasil, com base em tecamebas e foraminíferos**. 1999. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

OLIVEIRA, V. [Sem Título]. 1 fotografia, color. Disponível em: <[www.jbrj.gov.br](http://www.jbrj.gov.br)>. Acesso em: mai. 2003.

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

PONTE, A.C.E.; FONSECA, I.A.Z.; MARQUES, M.; CLARO, S.M.C.A. **Impacto causado por petróleo nos manguezais do canal da Bertioga**: Parte I – Estrutura do manguezal. Santos, 1986. 17f. Sociedade Visconde de São Leopoldo, Faculdades católicas de Santos.

QUEIROZ-NETO, J.P.; KÜPPER, A. Os solos. In: AZEVEDO, A. **A Baixada Santista: aspectos geográficos**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Edusp, 1965. p.67-92.

RADFORD, S.S. Recent Foraminifera from Tobago Island, West Indies. **Revista Española de Micropaleontología**, Madrid, v. 8, n. 2, p. 193-218, 1976.

RIBEIRO-NETO, F.B.; OLIVEIRA M.F. de. **Estratégias de sobrevivência de comunidades litorâneas em regiões ecologicamente degradadas: o caso da baixada santista**. Programa de Pesquisa e Conservação de Áreas Úmidas No Brasil. Serie : Estudos de Caso, 1. São Paulo: IO - USP, 1989. 132 p.

ROCHA, A.A.; RODRIGUES, F.O.; MALAGRINO, W. Contribuição ao conhecimento do estado ecológico-sanitário dos manguezais da costa brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1983, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Balneário Camboriú, SC: CETESB, 1983.

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. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Instituto de Oceanografia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

RODRIGUES, F.O. **Derramamentos de óleo no ecossistema manguezal: limpeza do ambiente, efeitos e metodologia de estudo**. 1997. Dissertação (Mestrado em Saúde ambiental) - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

RODRIGUES, J.F. **Distribuição de foraminíferos e tecamedas no Canal Parapuça, Delta do São Francisco, Sergipe**. 1999. Monografia (Trabalho de conclusão de curso) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

ROYOL, A.C. [Sem Título]. 1 fotografia, color. Disponível em: <[www.jbrj.gov.br](http://www.jbrj.gov.br)>. Acesso em: mai. 2003.

SABEAN, J.A. **Monitoring oil spill bioremediation using marsh foraminífera as indicators**. 2001. Monografia (trabalho de conclusão de curso em Ciências) – Faculdade de Ciências: Departamento de ciências da terra, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, 2001.

SAENGER, P.; HERGEL, E.J.; DAVIE, J.D.S. Global Status Of Mangrove Ecosystems. **Environmentalist suplement**, Hampshire: Chapman & Hall, v. 3, n. 3, 1-88 p. 1983.

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

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

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. "**Vistoria ad Perpetuam Rei Memoriam**": Impacto causado por petróleo nos manguezais do canal de Bertioga. São Paulo. 1986. Relatório Técnico.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com ênfase sobre o ecossistema manguezal**. São Paulo: Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 1989. (Publicação Especial, 7).

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezais Brasileiros**. 1991. Dissertação (Parte do concurso para habilitação de livre docência. Departamento de Oceanografia Biológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar**. Caribbean Ecological Reserch. São Paulo, SP, 1995. 64p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; SOARES, M.L.G. ; DE-ROSA, T. Brazilian mangroves. **Aquatic ecosystem health and management**, v. 3, p. 561-570. 2000.

SCHAFER, C.T. Sampling and spatial distribution of benthonic foraminífera. **Limnology and Oceanography**, Baltimore, v. 16, n. 6, p. 944-951, 1991.

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

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

SCOTT, D.B.; MEDIOLI, F.S. Living vs. total foraminiferal populations: their relative usefulness in paleoecology. **Journal of Paleontology**, Ithaca: Paleontological Society, v. 54, n. 4, 1980a.

SCOTT, D.B.; MEDIOLI, F.S. Quantitative studies of marsh foraminiferal distribution in Nova Scotia: implications for sea level studies. **Cushman Foundation for Foraminiferal Research**, Washington, p. 57, 1980b (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 Taxonomy of Agglutinated Foraminifera**, Netherlands, p. 717-737, 1990.

SCOTT, D.B.; HERMELIN, J.O.R.A device for precision splitting of micropaleontological samples in liquid suspension. **Journal of Paleontology**, Ithaca, v. 67, n. 1, 1993.

SEIGLIE, G.A.A preliminary note on the relationships between foraminifera and pollution in two Puerto Rican bays. **Caribbean Journal Science**, Caribe, v. 11, n. 1-2, p. 93- 98, 1971.

SEMENSATTO-Jr, D.L.; DIAS-BRITO, D.. Análise ambiental de uma área parálisa no Delta do Rio São Francisco, Sergipe-Brasil, com base na sinecologia de Foraminíferos e Tecamebas (protista). **Revista Brasileira de Paleontologia**, São Leopoldo, 2004.

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

SETTY, M.G.A.P. Pollution effects monitoring with foraminifera as indices in the Thana Creek, Bombay area. **International Journal of Environmental Studies**, Reino Unido, v. 18, p. 205 – 209, 1982.

STEVENSON, M.R.; DIAS-BRITO, D.; STECH, J.L.; KAMPEL, M. How cold water biota arrive in a tropical bay near Rio de Janeiro, Brazil ? **Continental Shelf Research**, Oxford, v. 18, p. 1595-1612, 1998.

SUGUIO, K. **Geologia do quaternário e mudanças ambientais: Passado+Presente=Futuro?**. São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas], 1999.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Classificação de costa e evolução geológica das planícies litorâneas quaternárias do sudeste e sul do Brasil. In SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, 1.,1987, Cananéia, SP. **Anais...**Cananéia, SP, 1987. p. 1-27.

TÁBUA DE MARÉS. Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN. Disponível em: <<http://www.dnh.mar.mil.br>> Acesso em: mar. 2003.

THURMAN, H.V.; TRUJILLO, A.P. **Essentials of oceanography**. New Jersey: Prentice Hall, 2002.

TWILLEY, R.R.; SNEDAKER, S.C.; YÁÑEZ-ARANCIBIA, A.;MEDINA, E. Mangrove systems. In: HEYWOOD, V. H. **Global biodiversity assessment. Biodiversity and ecosystem function: Ecosystem analyses**. England: Cambridge University, 1995. p. 387-393.

VÉNEC-PEYRÉ. M-T. Les foraminifères et la pollution: étude de la microfaune de la cale du Dourduff (embouchure de la Rivière de Morlaix). **Cahiers de Biologie Marine**, v. 22, p. 25-33, 1981.

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

WARREN, A.D. Foraminifera of the Buras-Scofield Bayou Region, Southeast Louisiana. **Contribution from Cushman Foundation For Foraminiferal Research**, Washington, v.8, n. 1 p. 29-40, 1957.

ZANINETTI, L. L'étude des Foraminifères des mangroves actualles: réflexion sur les objectifs et sur l'état des connaissances. **Archives des Sciences Genève**, Genebra: Librairie Poyot, v. 32. p. 151-161, 1979.

ZANINETTI, L.; BRONNIMANN, P.; DIAS-BRITO, D.; ARAI, M.; CASALETTI, 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'Universite de Geneve**, Genebra, p.1-24, 1979.

ZUCON, M. H. **Distribuição de foraminíferos e tecamebas do estuário do Rio Piauí-Sergipe**. 1989. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas): Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1989.



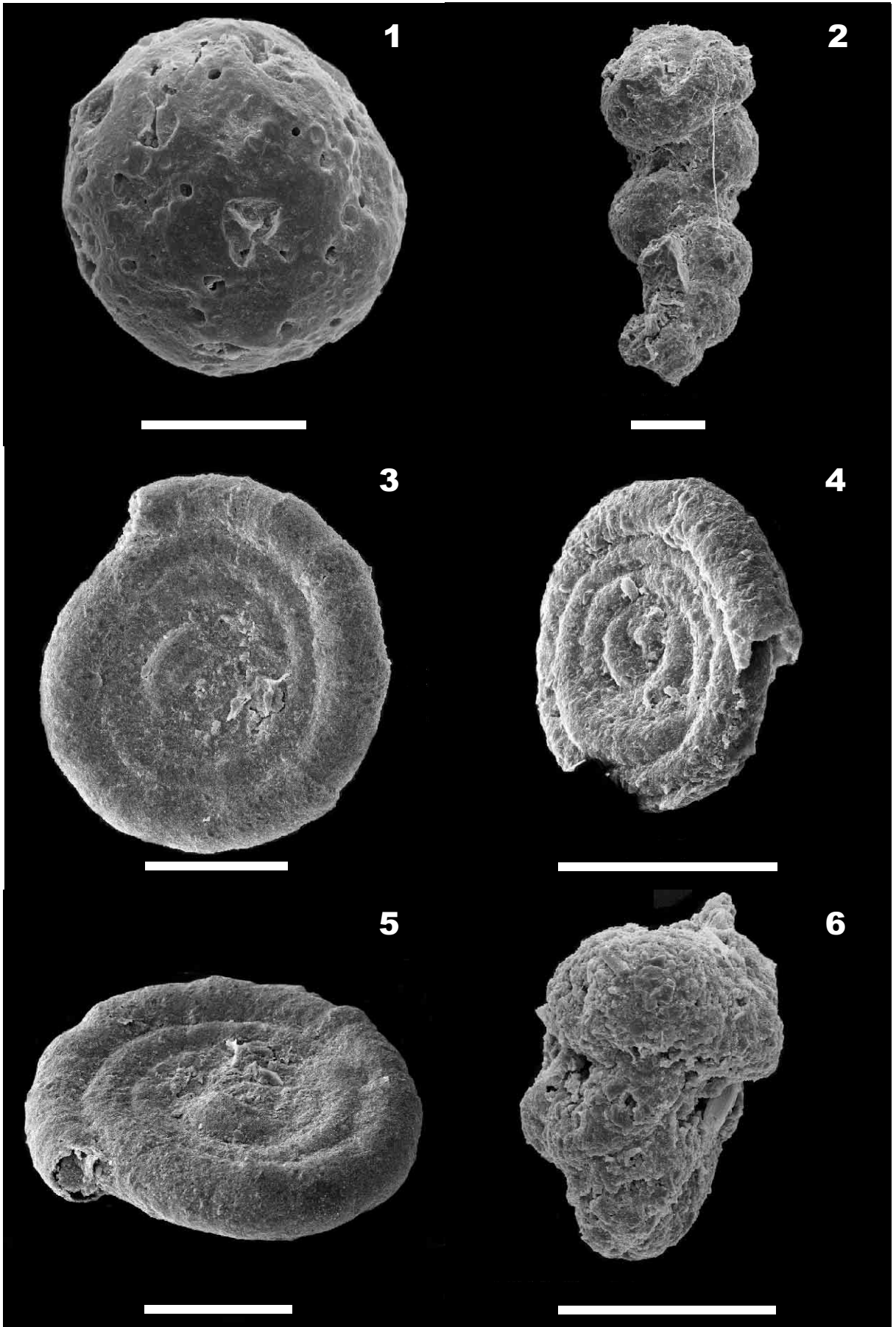
## **ESTAMPAS**

## ESTAMPA I

- FOTO 1 - *Blysmasphaera brasiliensis*  
(amostra 13)
- FOTO 2 - *Polysaccamina ipohalina* - vista lateral  
(amostra 23)
- FOTO 3 - *Ammodiscus* sp. - vista lateral  
(amostra 8)
- FOTO 4 - *Ammodiscus* sp. - vista latero-marginal  
(amostra 3)
- FOTO 5 - *Ammodiscus* sp. - vista latero-marginal, mostrando abertura  
(amostra 8)
- FOTO 6 - "*Glomospira*" cf. *gordialis*  
(amostra 26)

As barras de referência equivalem a 100µm

ESTAMPA I

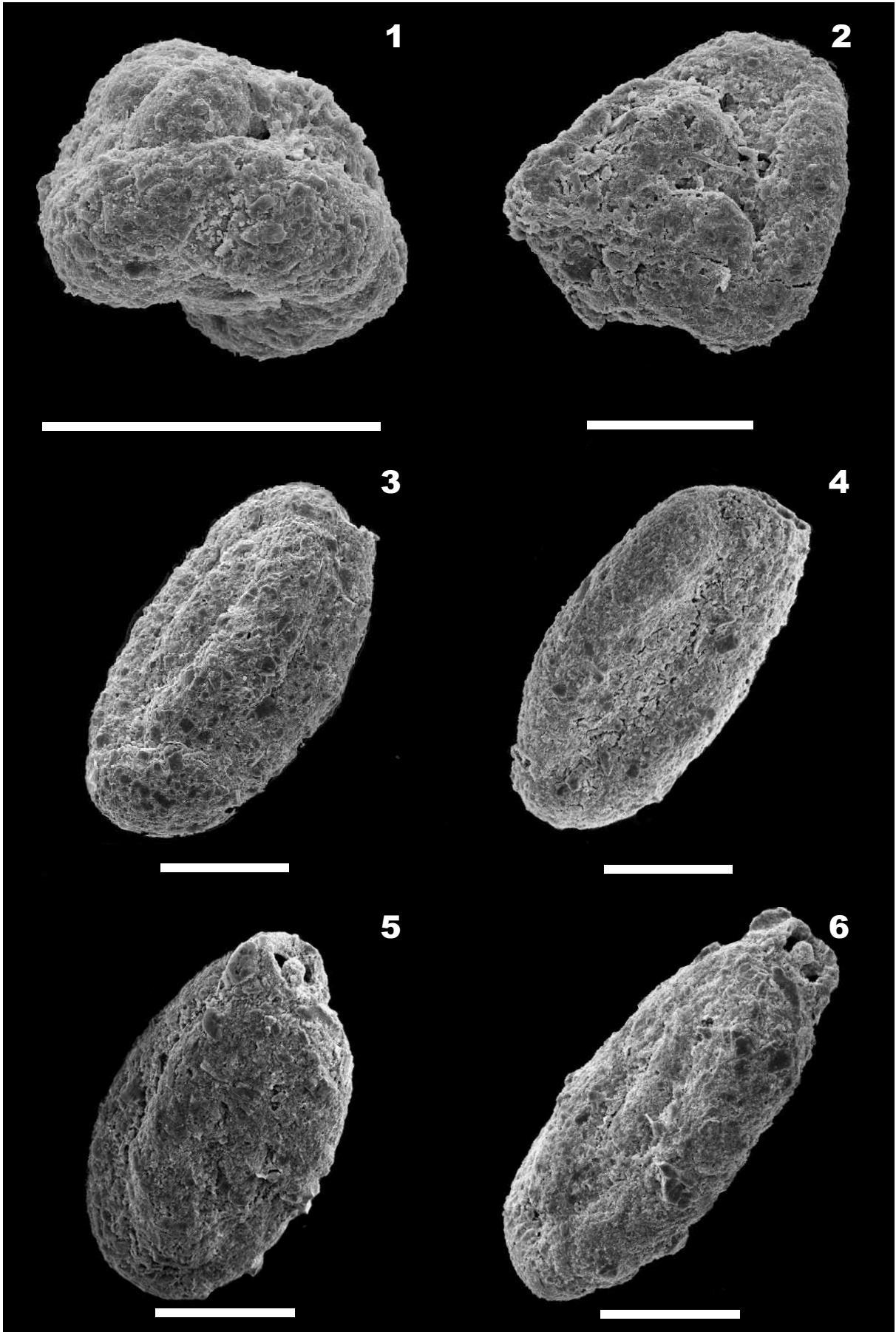


## ESTAMPA II

- FOTO 1 - "**Glomospira**" cf. **gordialis**  
(amostra 17)
  
- FOTO 2 - "**Glomospira**" cf. **gordialis**  
(amostra 17)
  
- FOTO 3 - **Miliammina fusca** - vista lateral  
(amostra 2)
  
- FOTO 4 - **Miliammina fusca** - vista lateral  
(amostra 21)
  
- FOTO 5 - **Miliammina fusca** - vista lateral mostrando um dente na abertura  
(amostra 2)
  
- FOTO 6 - **Miliammina fusca** - vista lateral mostrando um dente na abertura  
(amostra 2)

As barras de referência equivalem a 100µm

ESTAMPA II



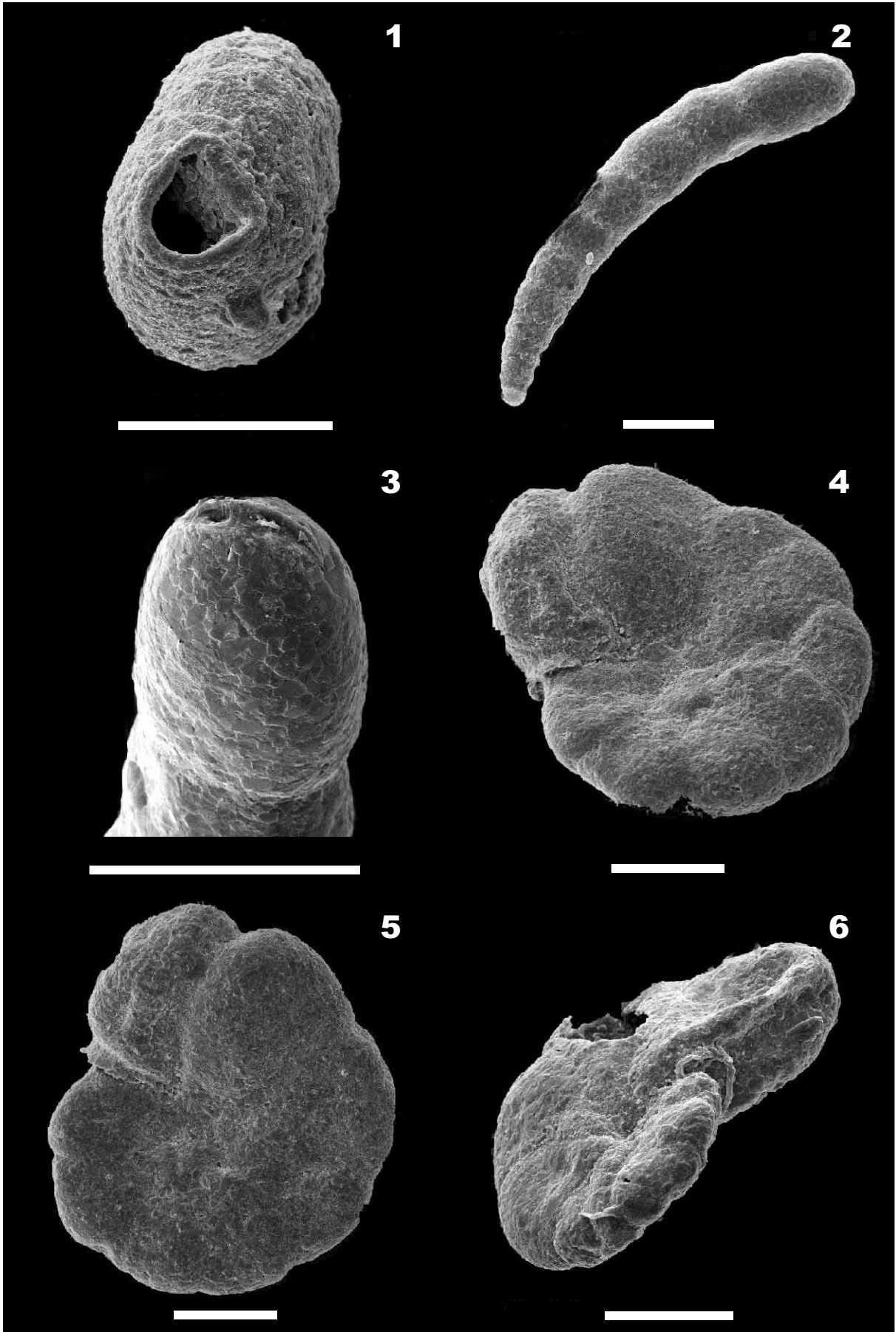
## ESTAMPA III

- FOTO 1 - *Miliammina fusca* - vista da abertura, com ausência de um dente junto à abertura  
(amostra 22)
- FOTO 2 - *Warrenita palustris* - vista lateral  
(amostra 8)
- FOTO 3 - *Warrenita palustris* - detalhe da região da abertura  
(amostra 8)
- FOTO 4 - "*Haplophragmoides*" *manilaensis* - vista umbilical  
(amostra 2)
- FOTO 5 - "*Haplophragmoides*" *manilaensis* - vista umbilical mostrando um proeminente lábio junto da abertura  
(amostra 2)
- FOTO 6 - "*Haplophragmoides*" *manilaensis* - vista fronto-umbilical (teca um pouco murcha)  
(amostra 2)

As barras de referência equivalem a 100µm



ESTAMPA III



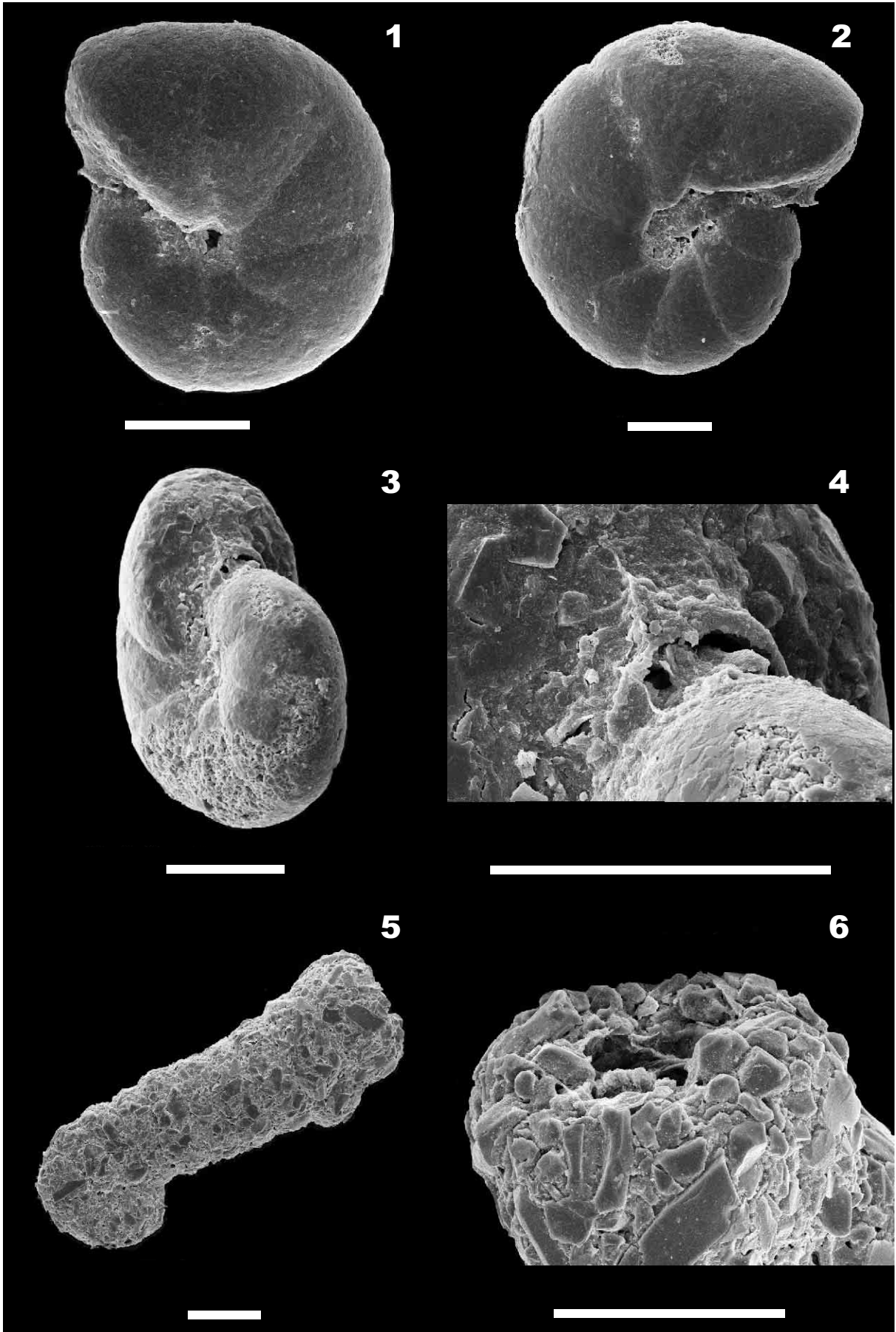
## ESTAMPA IV

- FOTO 1 - "***Haplophragmoides***" ***wilberti*** - vista umbilical  
(amostra 13)
  
- FOTO 2 - "***Haplophragmoides***" ***wilberti*** - vista umbilical  
(amostra 23)
  
- FOTO 3 - "***Haplophragmoides***" ***wilberti*** - vista umbilico-frontal  
(amostra 8)
  
- FOTO 4 - "***Haplophragmoides***" ***wilberti*** - detalhe da abertura  
(amostra 8)
  
- FOTO 5 - "***Ammobaculites***" ***exiguus*** - vista lateral  
(amostra 3)
  
- FOTO 6 - "***Ammobaculites***" ***exiguus*** - detalhe da região da abertura  
(amostra 3)

As barras de referência equivalem a 100µm



ESTAMPA IV

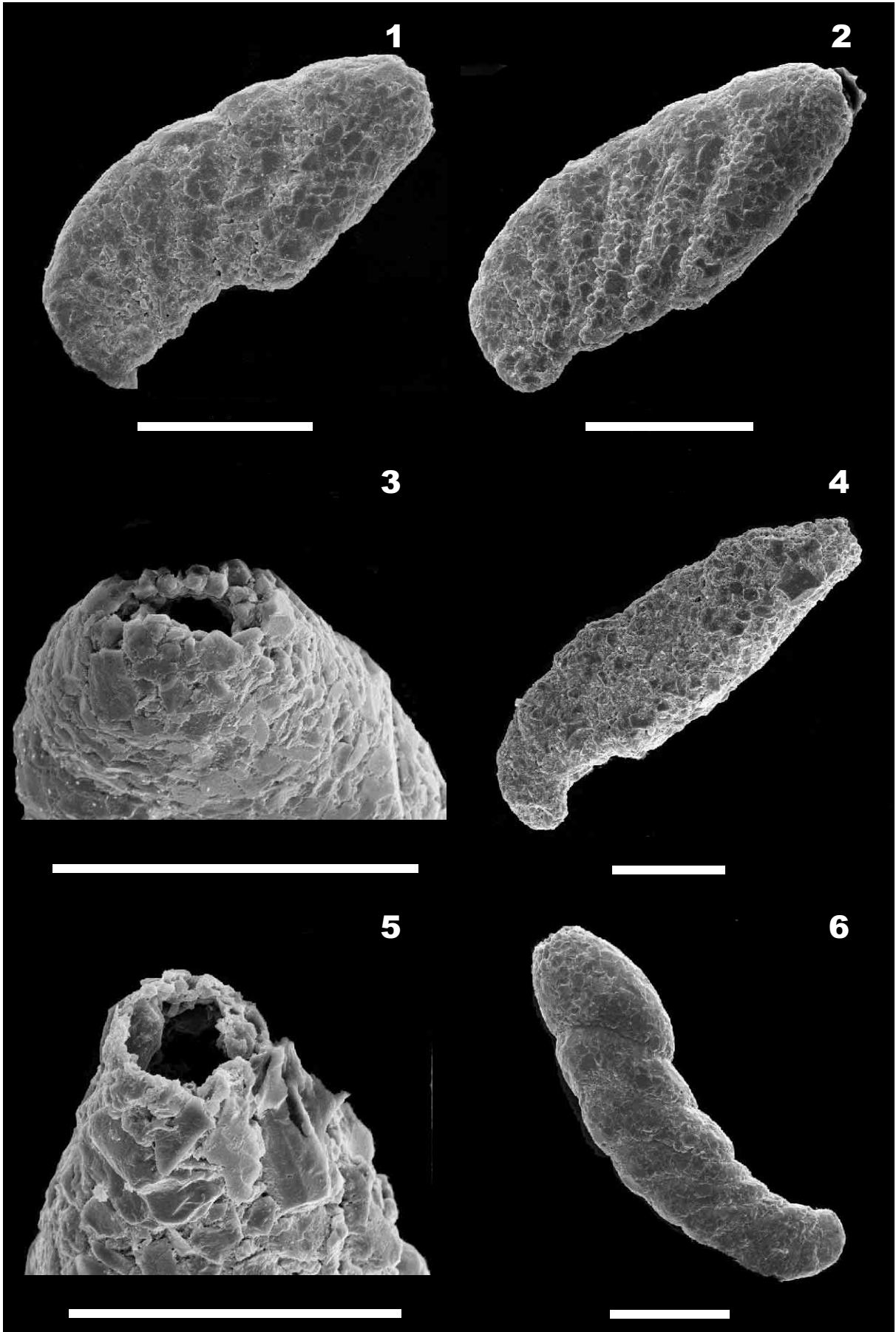


## ESTAMPA V

- FOTO 1 - ***Ammotium cassis*** - vista lateral  
(amostra 17)
  
- FOTO 2 - ***Ammotium cassis*** - vista lateral  
(amostra 19)
  
- FOTO 3 - ***Ammotium cassis*** - detalhe da região da abertura  
(amostra 19)
  
- FOTO 4 - ***Ammotium pseudocassis*** - vista lateral  
(amostra 9)
  
- FOTO 5 - ***Ammotium pseudocassis*** - detalhe da região da abertura  
(amostra 23)
  
- FOTO 6 – ***Ammotium salsum*** - vista lateral  
(amostra 8)

As barras de referência equivalem a 100µm

ESTAMPA V

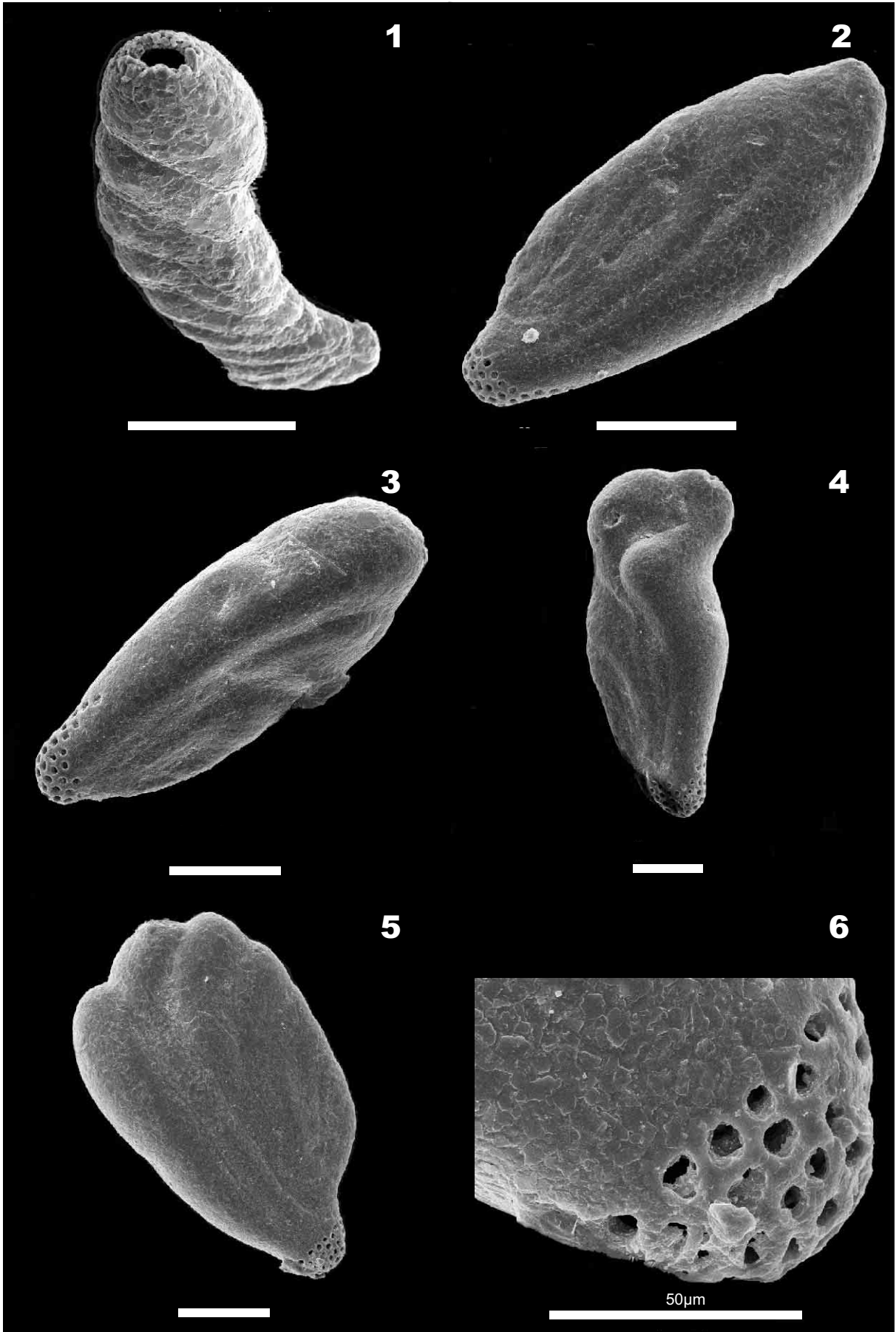


## ESTAMPA VI

- FOTO 1 - ***Ammotium salsum*** - vista lateral, mostrando a região da abertura (amostra 8)
  
- FOTO 2 - ***Ammoastuta inepta*** - vista lateral (amostra 18)
  
- FOTO 3 - ***Ammoastuta inepta*** - vista fronto-lateral (amostra 3)
  
- FOTO 4 - ***Ammoastuta inepta*** - vista latero-frontal de espécime deformado (amostra 26)
  
- FOTO 5 - ***Ammoastuta salsa*** - vista lateral (amostra 3)
  
- FOTO 6 - ***Ammoastuta salsa*** - detalhe da região da abertura (amostra 3)

As barras de referência equivalem a 100µm

ESTAMPA VI



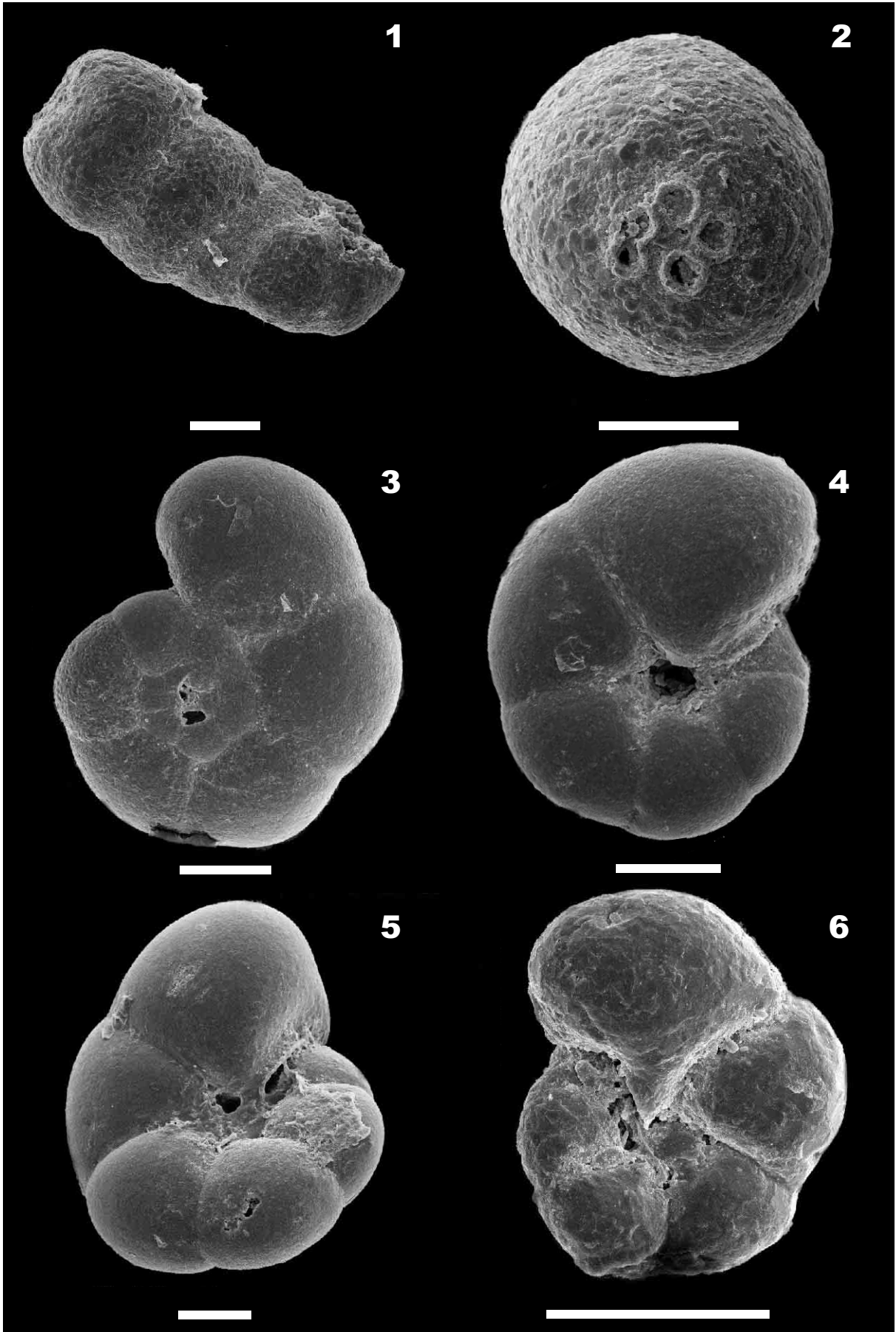


## ESTAMPA VII

- FOTO 1 - ***Acupeina triperforata*** - vista lateral  
(amostra 13)
  
- FOTO 2 - ***Acupeina triperforata*** - detalhe da região da abertura  
(amostra 10)
  
- FOTO 3 - ***Trochammina inflata*** - vista espiral  
(amostra 18)
  
- FOTO 4 - ***Trochammina inflata*** - vista umbilical  
(amostra 25)
  
- FOTO 5 - ***Trochammina inflata*** - vista umbilical  
(amostra 10)
  
- FOTO 6 - ***Siphotrochammina lobata*** - vista umbilical  
(amostra 2)

As barras de referência equivalem a 100µm

ESTAMPA VII



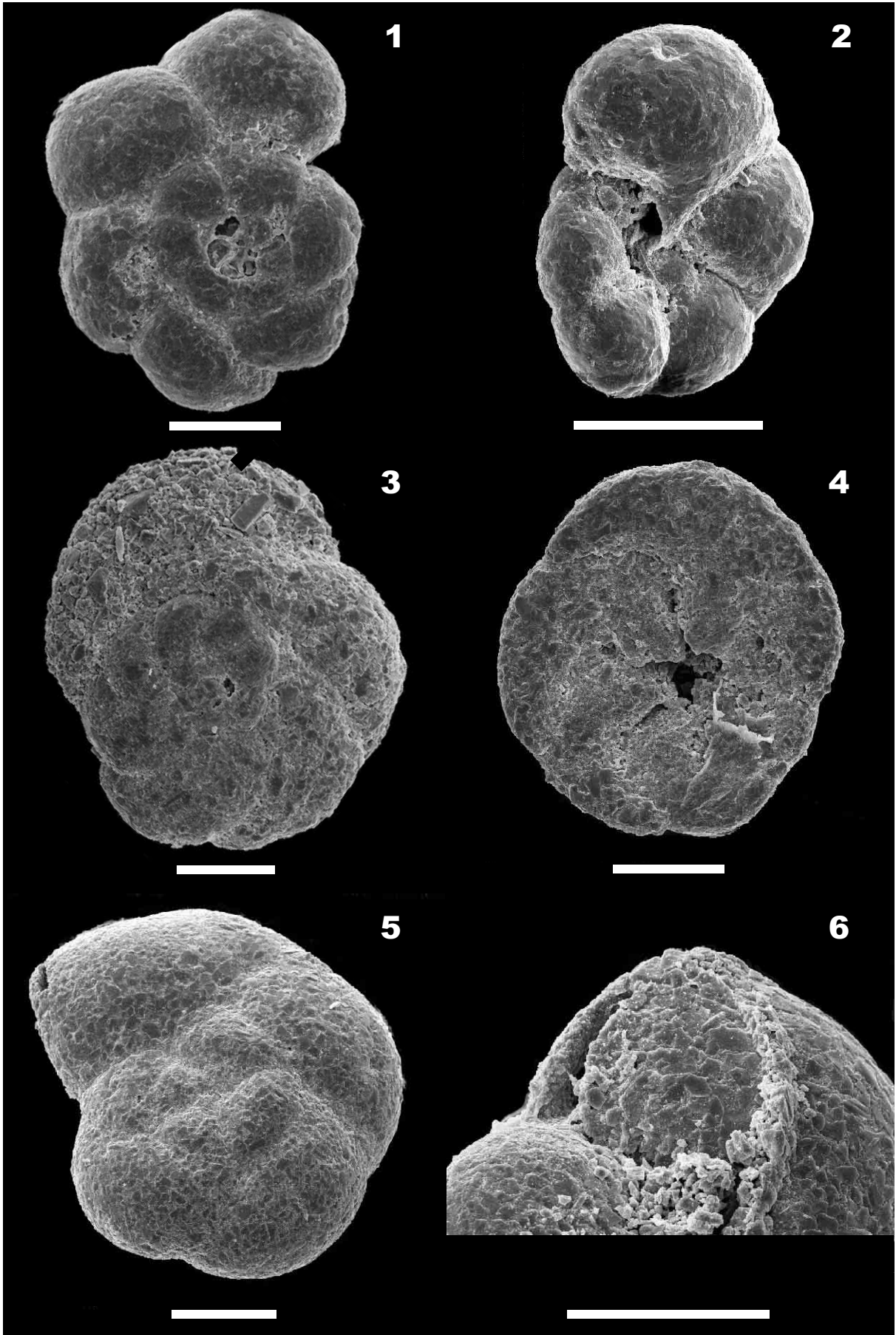
## ESTAMPA VIII

- FOTO 1 - ***Siphotrochammina lobata*** - vista espiral  
(amostra 19)
  
- FOTO 2 - ***Siphotrochammina lobata*** - vista umbilical  
(amostra 2)
  
- FOTO 3 - ***Tiphotrocha comprimata*** - vista espiral  
(amostra 26)
  
- FOTO 4 - ***Tiphotrocha comprimata*** - vista umbilical  
(amostra 26)
  
- FOTO 5 - ***Arenoparrella mexicana*** - vista espiral  
(amostra 7)
  
- FOTO 6 - ***Arenoparrella mexicana*** - detalhe da região da abertura e com câmara inicial quebrada  
(amostra 12)

As barras de referência equivalem a 100µm



ESTAMPA VIII

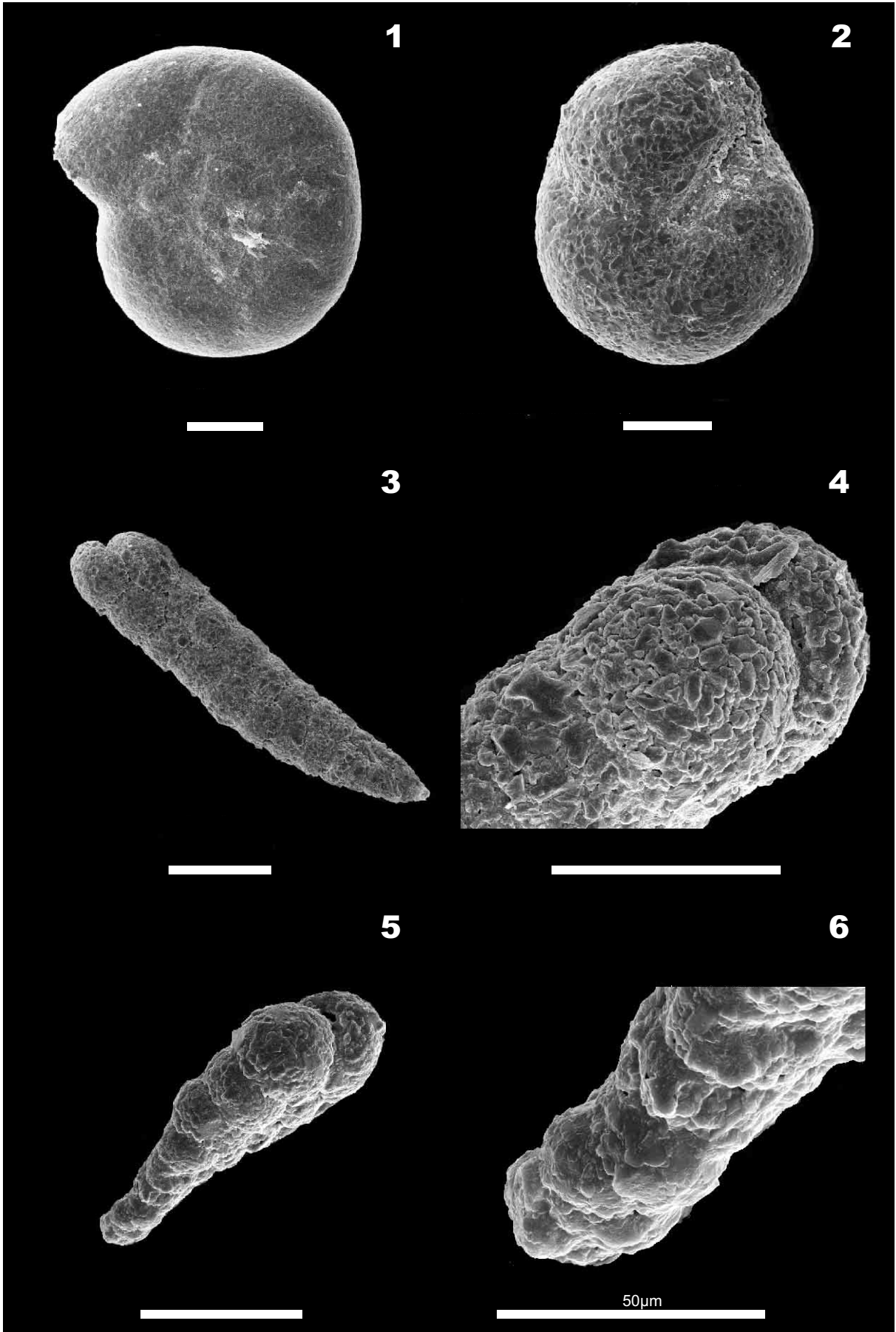


## ESTAMPA IX

- FOTO 1 - ***Arenoparrella mexicana*** - vista espiral  
(amostra 8)
- FOTO 2 - ***Arenoparrella mexicana*** - vista umbilical  
(amostra 8)
- FOTO 3 - ***Textularia earlandi*** - vista lateral  
(amostra 27)
- FOTO 4 - ***Textularia earlandi*** - detalhe da região da abertura  
(amostra 14)
- FOTO 5 - ***Textularia earlandi*** - vista marginal mostrando a abertura  
(amostra 3)
- FOTO 6 - ***Textularia earlandi*** - detalhe da porção inicial da teca (não identificação de um estágio inicial trisserial).  
(amostra 3)

As barras de referência equivalem a 100µm

ESTAMPA IX

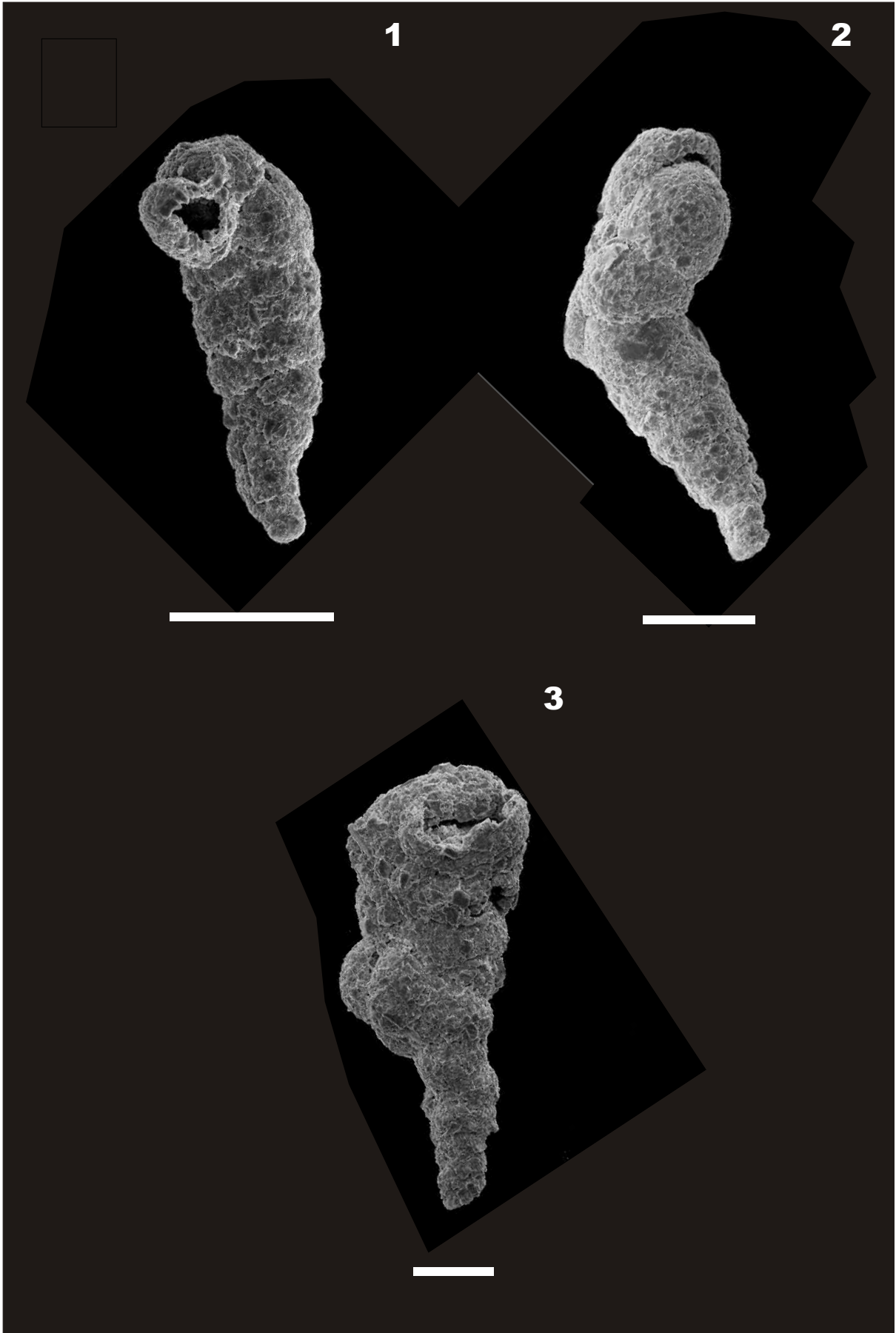


## ESTAMPA X

- FOTO 1 - ***Textularia earlandi*** - vista lateral - espécime deformado (amostra 18)
  
- FOTO 2 - ***Textularia earlandi*** - espécime deformado (amostra 15)
  
- FOTO 3 - ***Textularia earlandi*** - espécime deformado (amostra 12)

As barras de referência equivalem a 100µm

ESTAMPA X



## **ANEXO 1**

## ANEXO 1

Tabela 6 - Frequência relativa (%) das espécies de foraminíferos e tecamebas (fauna viva e fauna total) encontradas nos sedimentos superficiais coletados no manguezal do Rio Iriri - Tia Maria (amostra 1 a 6)

espécies triadas	1		2		3		4		5		6	
	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T
<i>Acupeina triperforata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ammoastuta inepta</i>	0	0	0	0	0	4,04	0	0,75	0	0	0	4,7
<i>Ammoastuta salsa</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
" <i>Ammobaculites</i> " <i>exiguus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0,75	0	0,87	0	6,3
<i>Ammodiscus</i> sp.	0	0	0	0	14,3	19,2	0	0,75	0	0,87	0	0
<i>Ammotium cassis</i>	0	0	0	0	0	6,06	0	2,2	0	0	0	0
<i>Ammotium pseudocassis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ammotium salsum</i>	0	0	0	0	0	0	0	3,8	0	0	0	0
<i>Arenoparrella mexicana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0,87	0	8,7
<i>Blysmasphaera brasiliensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
" <i>Glomospira</i> " cf. <i>gordialis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
" <i>Haplophragmoides</i> " <i>wilberti</i>	0	7,7	0	6	0	0	0	0	0	0	0	22,8
" <i>Haplophragmoides</i> " <i>manilaensis</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Miliammina fusca</i>	0	69,2	0	73	85,7	48,5	0	81,2	0	94,7	0	51,2
<i>Polysaccamina ipohalina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Siphotrochammina lobata</i>	0	7,7	0	6	0	4,04	0	1,5	0	1,75	0	2,4
<i>Textularia earlandi</i>	0	0	0	0	0	2	0	1,5	0	0,88	0	0
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	0	7,7	0	6	0	6,06	0	3	0	0	0	0,78
<i>Trochammina inflata</i>	0	0	0	6	0	5,05	0	3,8	0	0	0	2,4
<i>Trochammina macrescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,78
<i>Trochammina irregularis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Warrenita palustris</i>	0	0	0	0	0	3,03	0	0	0	0	0	0
<i>Curcubitela tricuspis</i> (tecameba)	0	7,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>total</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>



# ANEXO 1

Tabela 6 (continuação) - Frequência relativa (%) das espécies de foraminíferos e tecamebas (fauna viva e fauna total) encontradas nos sedimentos superficiais coletados no manguezal do Rio Iriri - Tia Maria

(amostra 7 a 12)

espécies triadas	7		8		9		10		11		12	
	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T
<i>Acupeina triperforata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1,04	0	0	0	0
<i>Ammonoastuta inepta</i>	0	2,02	0	10	0	7	0	7,15	0	4	0	9
<i>Ammonoastuta salsa</i>	0	0	0	2	0	0	0	3,06	0	1	0	0
" <i>Ammobaculites</i> " <i>exiguus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ammodiscus</i> sp.	0	3,03	0	3	0	8	0	4,04	0	7	0	6
<i>Ammotium cassis</i>	0	1	0	5	20	17	0	3,06	0	7	0	6
<i>Ammotium pseudocassis</i>	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Ammotium salsum</i>	0	0	0	2	0	7	0	1	0	0	0	2
<i>Arenoparrella mexicana</i>	0	12,1	0	17	0	10	0	26,5	0	9	0	32
<i>Blymasphaera brasiliensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
" <i>Glomospira</i> " cf. <i>gordialis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
" <i>Haplophragmoides</i> " <i>wilberti</i>	0	18,2	0	25	0	8	0	28,6	0	7	0	14
" <i>Haplophragmoides</i> " <i>manilaensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Miliammina fusca</i>	100	28,3	0	10	80	24	100	7,14	0	4	0	1
<i>Polysaccamina ipohalina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Siphotrochammina lobata</i>	0	21,2	0	4	0	0	0	0	0	8	0	6
<i>Textularia earlandi</i>	0	0	0	1	0	1	0	1,04	0	4	0	6
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	0	4,04	0	3	0	5	0	5,1	0	7	0	2
<i>Trochammina inflata</i>	0	9,1	0	11	0	4	0	9,2	0	41	0	3
<i>Trochammina macrescens</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trochamminita irregularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Warrenita palustris</i>	0	1	0	3	0	6	0	2,04	0	1	0	7
<i>Curcubitela tricuspis</i> (tecameba)	0	0	0	0	0	0	0	1,04	0	0	0	0
<b>total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>



# ANEXO 1

Tabela 6 (continuação) - Frequência relativa (%) das espécies de foraminíferos e tecamebas (fauna viva e fauna total) encontradas nos sedimentos superficiais coletados no manguezal do Rio Iri - Tia Maria

(amostra 13 a 18)

espécies triadas	13		14		15		16		17		18	
	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T
<i>Acupeina triperforata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ammoastuta inepta</i>	0	9,1	0	0	0	1,02	0	14,2	0	9	0	27
<i>Ammoastuta salsa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
" <i>Ammobaculites</i> " <i>exiguus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
<i>Ammodiscus</i> sp.	0	3,03	0	3	0	3,06	0	8,06	0	11	0	22
<i>Ammotium cassis</i>	0	7,1	0	0	0	6,12	0	7,07	0	5	0	7
<i>Ammotium pseudocassis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ammotium salsum</i>	0	2,02	0	7	0	11,2	0	9,1	0	0	0	0
<i>Arenoparrella mexicana</i>	0	47,5	0	1	0	2,04	0	11,1	0	4	0	2
<i>Blysmasphaera brasiliensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
" <i>Glomospira</i> " cf. <i>gordialis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
" <i>Haplophragmoides</i> " <i>wilberti</i>	0	7,1	0	0	0	0	0	1	0	3	0	6
" <i>Haplophragmoides</i> " <i>manilaensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Miliammina fusca</i>	0	3,03	0	37	0	18,4	0	1	0	4	0	5
<i>Polysaccamina ipohalina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Siphotrochammina lobata</i>	0	0	0	8	0	13,2	0	4,05	0	25	0	3
<i>Textularia earlandi</i>	0	9,1	0	7	0	14,3	0	13,1	0	6	0	11
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	0	2	0	14	0	9,2	0	13,1	0	11	0	3
<i>Trochammina inflata</i>	0	5,05	0	21	0	10,2	0	14,2	0	13	0	12
<i>Trochammina macrescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trochamminita irregularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Warrenita palustris</i>	0	2	0	2	0	11,3	0	4,05	0	1	0	2
<i>Curcubitela tricuspis</i> (tecameba)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>total</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>

# ANEXO 1

Tabela 6 (continuação) - Frequência relativa (%) das espécies de foraminíferos e tecamebas (fauna viva e fauna total) encontradas nos sedimentos superficiais coletados no manguezal do Rio Iri - Tia Maria

(amostra 19 a 24)

espécies triadas	19		20		21		22		23		24	
	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T
<i>Acupeina triperforata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1,03
<i>Ammoastuta inepta</i>	0	14	0	14	0	20	0	16	0	18	0	4,12
<i>Ammoastuta salsa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
" <i>Ammobaculites</i> " <i>exiguus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Ammodiscus</i> sp.	0	1	0	7	0	5	50	6	0	12	0	7,21
<i>Ammotium cassis</i>	0	8	0	17	0	11	0	14	0	9	0	17,5
<i>Ammotium pseudocassis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Ammotium salsum</i>	0	1	0	2	0	7	0	0	0	1	0	0
<i>Arenoparrella mexicana</i>	0	35	0	17	100	35	0	13	0	22	0	24,7
<i>Blysmasphaera brasiliensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,03
" <i>Glomospira</i> " cf. <i>gordialis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
" <i>Haplophragmoides</i> " <i>wilberti</i>	0	18	0	3	0	2	0	0	0	11	0	5,16
" <i>Haplophragmoides</i> " <i>manilaensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Miliammina fusca</i>	0	7	0	3	0	2	50	26	0	9	0	3,1
<i>Polysaccamina ipohalina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Siphotrochammina lobata</i>	0	4	0	6	0	2	0	4	0	4	0	2,06
<i>Textularia earlandi</i>	0	4	0	12	0	1	0	10	0	7	0	22,7
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	0	3	0	7	0	5	0	6	0	1	0	3,1
<i>Trochammina inflata</i>	0	4	0	10	0	4	0	2	0	1	0	7,21
<i>Trochammina macrescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trochammina irregularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Warrenita palustris</i>	0	1	0	1	0	6	0	2	0	2	0	1,03
<i>Curcubitela tricuspis</i> (tecameba)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>total</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>

## ANEXO 1

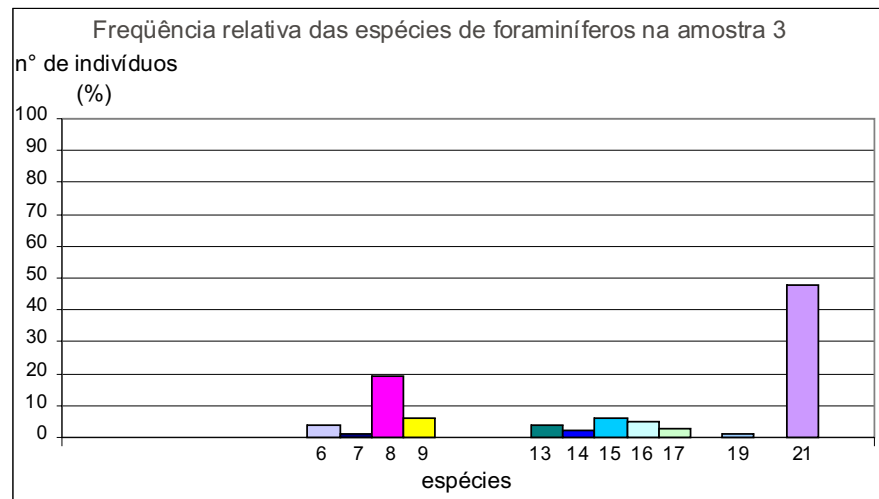
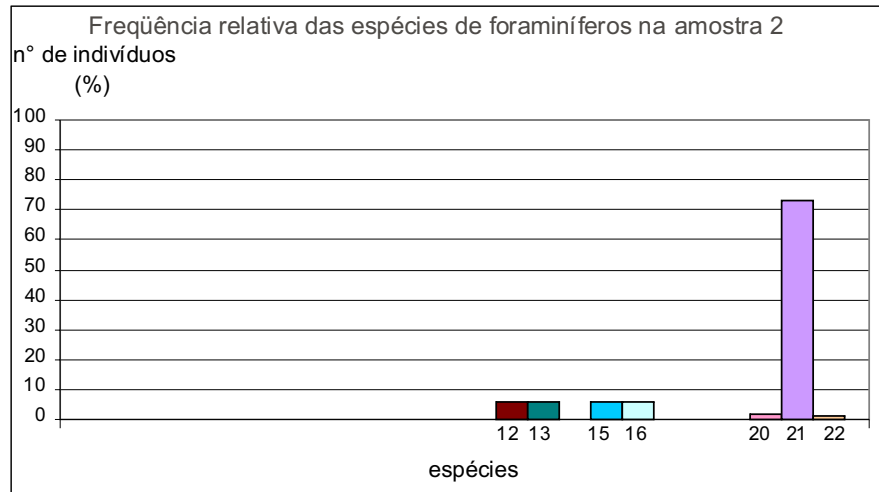
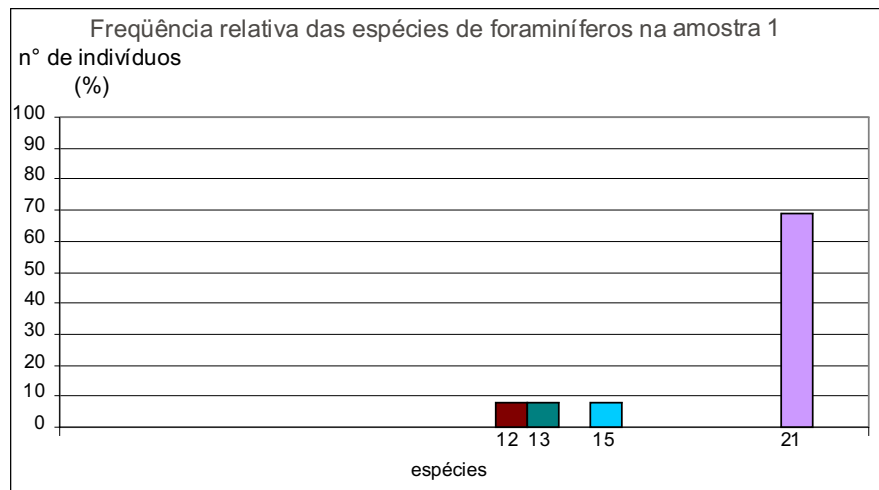
Tabela 6 (continuação) - Frequência relativa (%) das espécies de foraminíferos e tecamebas (fauna viva e fauna total) encontradas nos sedimentos superficiais coletados no manguezal do Rio Iri - Tia Maria

(amostra 25 a 28)

espécies triadas	25		26		27		28	
	V	T	V	T	V	T	V	T
<i>Acupeina triperforata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ammoastuta inepta</i>	0	12	0	6	0	4	0	5,6
<i>Ammoastuta salsa</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
" <i>Ammobaculites</i> " <i>exiguus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ammodiscus</i> sp.	0	6	0	6	0	2	0	0
<i>Ammotium cassis</i>	0	9	0	23	0	0	0	0
<i>Ammotium pseudocassis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ammotium salsum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Arenoparrella mexicana</i>	0	35	0	4	0	55	0	57,7
<i>Blymasphaera brasiliensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
" <i>Glomospira</i> " cf. <i>gordialis</i>	0	0	0	3	0	0	0	0
" <i>Haplophragmoides</i> " <i>wilberti</i>	0	13	0	1	0	35	0	12,7
" <i>Haplophragmoides</i> " <i>manilaensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Miliammina fusca</i>	0	3	0	1	0	0	0	0
<i>Polysaccamina ipohalina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Siphotrochammina lobata</i>	0	6	0	16	0	0	0	9,9
<i>Textularia earlandi</i>	0	6	0	13	0	1	0	0
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	0	3	0	11	0	0	0	4,2
<i>Trochammina inflata</i>	0	4	0	10	0	2	0	8,5
<i>Trochammina macrescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trochamminita irregularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Warrenita palustris</i>	0	0	0	5	0	0	0	1,4
<i>Curcubitela tricuspis</i> (tecameba)	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>total</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>

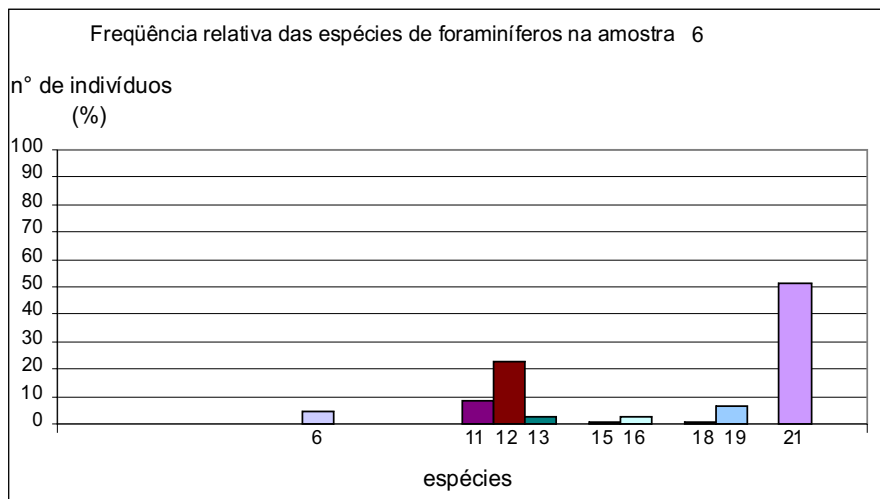
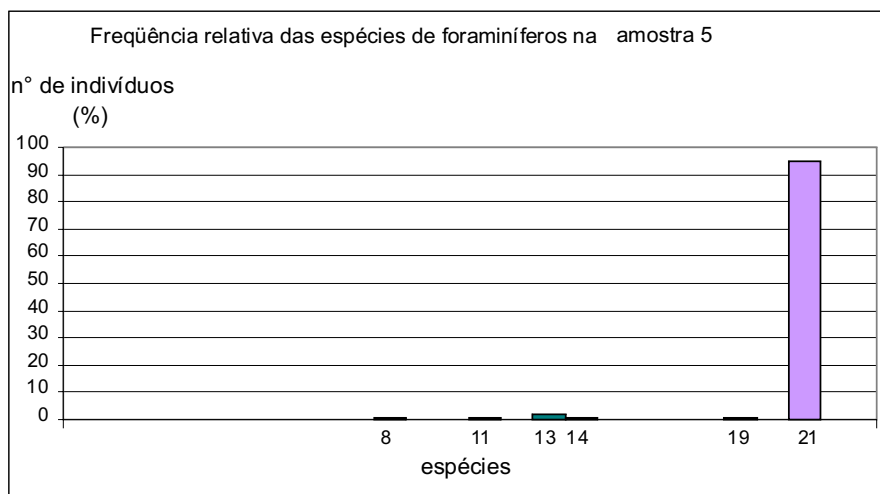
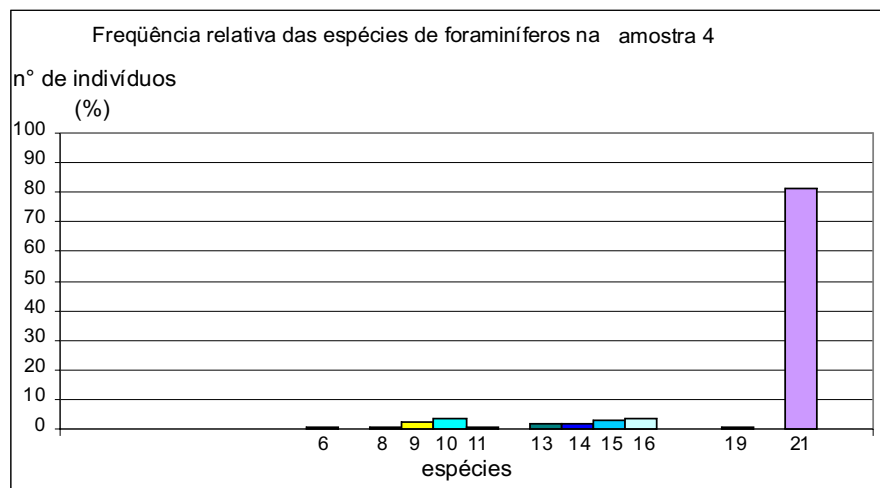
## **ANEXO 2**

## ANEXO 2



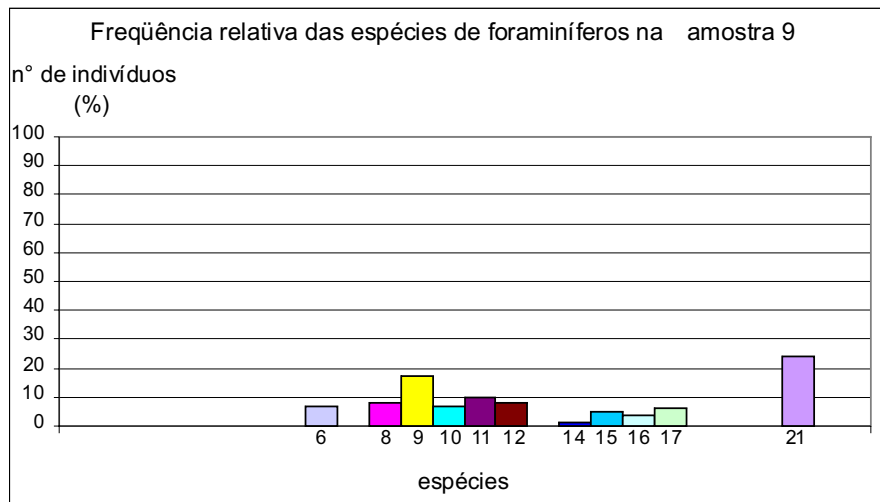
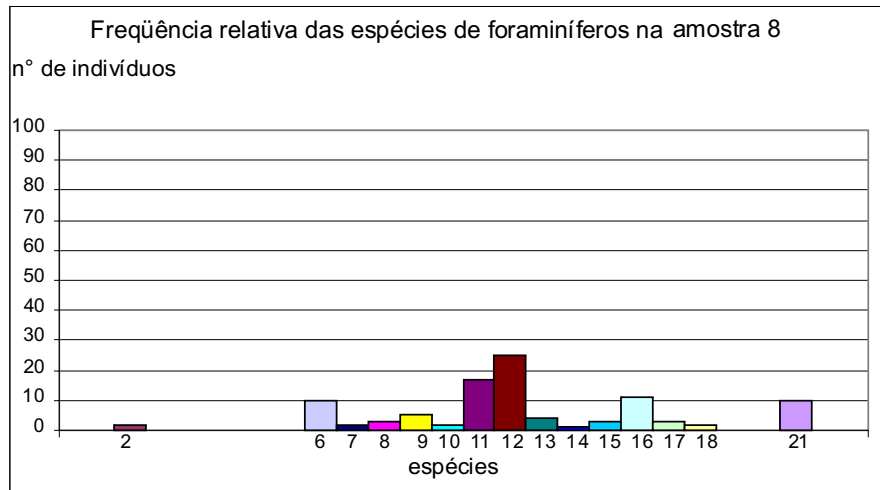
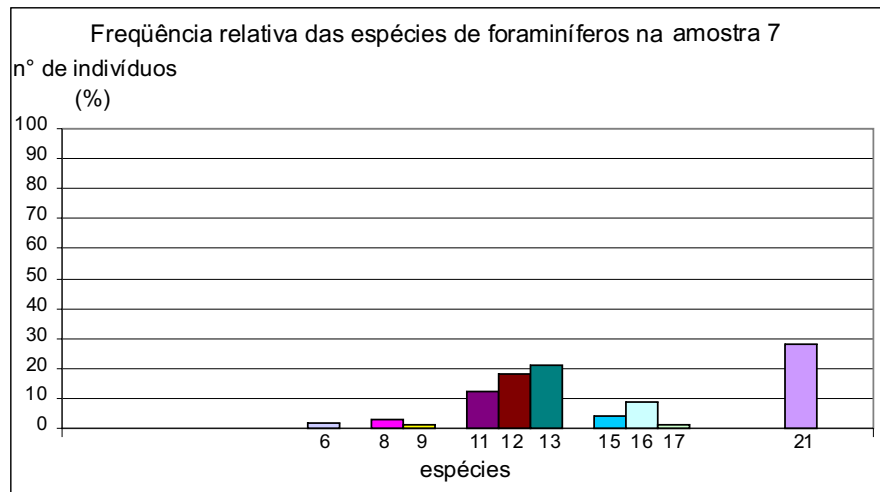
1 - *Acupeina triperforata*; 2 - *Ammotium pseudocassis*; 3 - *Blymasphaera brasiliensis*; 4 - "*Glomospira*" cf. *gordialis*; 5 - *Polysaccamina ipohalina*; 6 - *Ammoastuta inepta*; 7 - *Ammoastuta salsa*; 8 - *Ammodiscus* sp.; 9 - *Ammotium cassis*; 10 - *Ammotium salsum*; 11 - *Arenoparrella mexicana*; 12 - "*Haplophragmoides*" *wilberti*; 13 - *Siphotrochammina lobata*; 14 - *Textularia earlandi*; 15 - *Tiphotrocha comprimata*; 16 - *Trochammina inflata*; 17 - *Warrenita palustris*; 18 - *Trochammina macrescens*; 19 - "*Ammobaculites*" *exiguus*; 20 - "*Haplophragmoides*" *manilaensis*; 21 - *Miliammina fusca*; 22 - *Trochamminita irregularis*.

## ANEXO 2



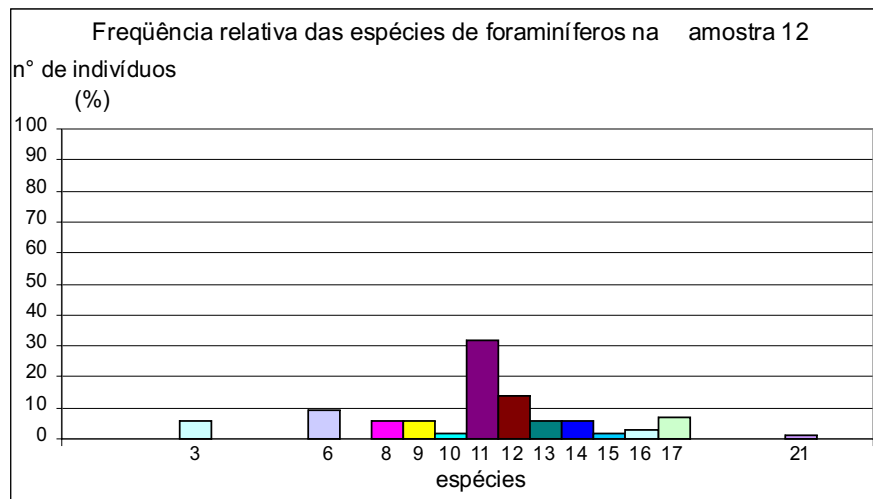
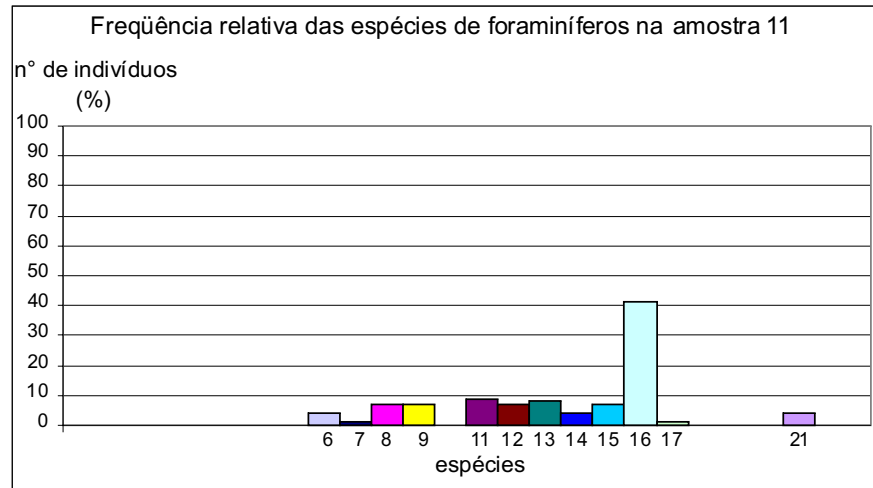
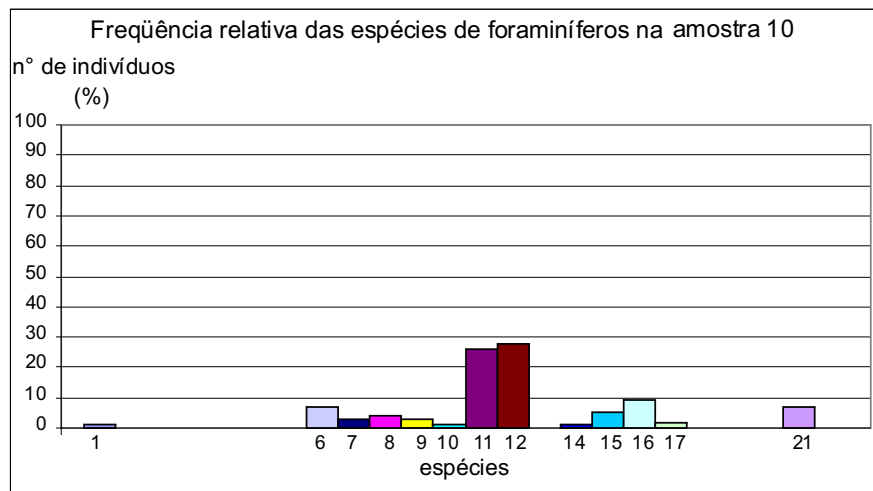
1 - *Acupeina triperforata*; 2 - *Ammotium pseudocassis*; 3 - *Blymasphaera brasiliensis*; 4 - "*Glomospira*" cf. *gordialis*; 5 - *Polysaccamina ipohalina*; 6 - *Ammoastuta inepta*; 7 - *Ammoastuta salsa*; 8 - *Ammodiscus* sp.; 9 - *Ammotium cassis*; 10 - *Ammotium salsum*; 11 - *Arenoparrella mexicana*; 12 - "*Haplophragmoides*" *wilberti*; 13 - *Siphotrochammina lobata*; 14 - *Textularia earlandi*; 15 - *Tiphotrocha comprimata*; 16 - *Trochammina inflata*; 17 - *Warrenita palustris*; 18 - *Trochammina macrescens*; 19 - "*Ammobaculites*" *exiguus*; 20 - "*Haplophragmoides*" *manilaensis*; 21 - *Miliammina fusca*; 22 - *Trochamminita irregularis*.

## ANEXO 2



1 - *Acupeina triperforata*; 2 - *Ammotium pseudocassisi*; 3 - *Blymasphaera brasiliensis*; 4 - "*Glomospira*" cf. *gordialis*; 5 - *Polysaccamina ipohalina*; 6 - *Ammoastuta inepta*; 7 - *Ammoastuta salsa*; 8 - *Ammodiscus* sp.; 9 - *Ammotium cassisi*; 10 - *Ammotium salsum*; 11 - *Arenoparrella mexicana*; 12 - "*Haplophragmoides*" *wilberti*; 13 - *Siphotrochammina lobata*; 14 - *Textularia earlandi*; 15 - *Tiphotrocha comprimata*; 16 - *Trochammina inflata*; 17 - *Warrenita palustris*; 18 - *Trochammina macrescens*; 19 - "*Ammobaculites*" *exiguus*; 20 - "*Haplophragmoides*" *manilaensis*; 21 - *Miliammina fusca*; 22 - *Trochammina irregularis*.

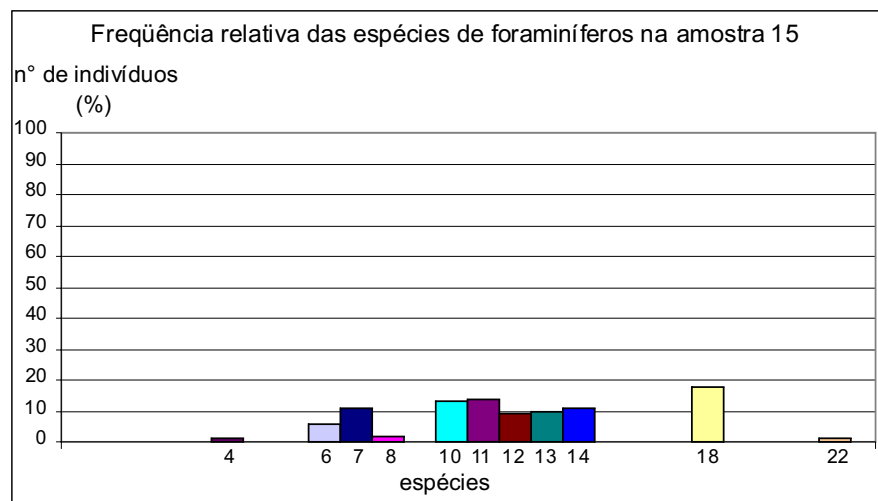
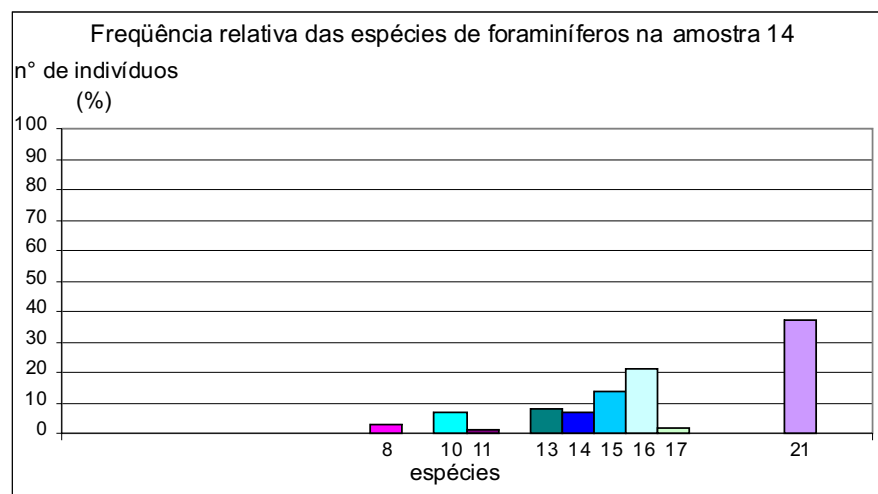
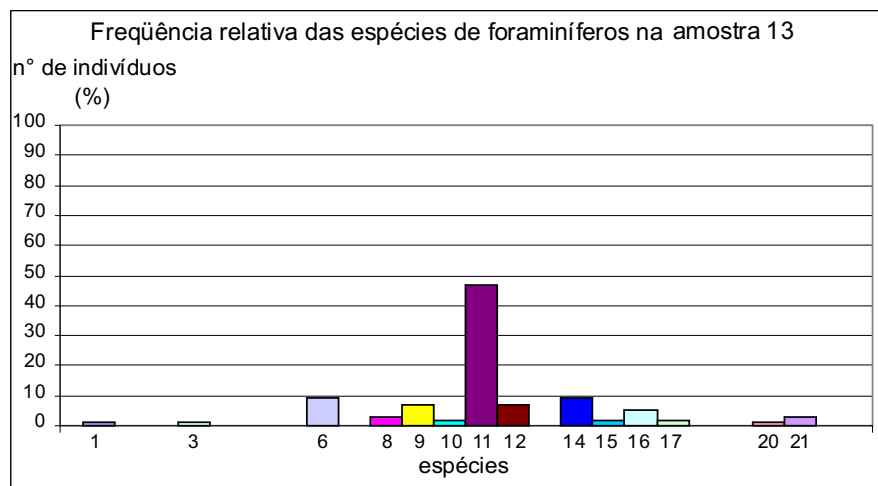
## ANEXO 2



1 - *Acupeina triperforata*; 2 - *Ammotium pseudocassis*; 3 - *Blymasphaera brasiliensis*; 4 - "*Glomospira*" cf. *gordialis*; 5 - *Polysaccamina ipohalina*; 6 - *Ammoastuta inepta*; 7 - *Ammoastuta salsa*; 8 - *Ammodiscus* sp.; 9 - *Ammotium cassis*; 10 - *Ammotium salsum*; 11 - *Arenoparrella mexicana*; 12 - "*Haplophragmoides*" *wilberti*; 13 - *Siphotrochammina lobata*; 14 - *Textularia earlandi*; 15 - *Tiphotrocha comprimata*; 16 - *Trochammina inflata*; 17 - *Warrenita palustris*; 18 - *Trochammina macrescens*; 19 - "*Ammobaculites*" *exiguus*; 20 - "*Haplophragmoides*" *manilaensis*; 21 - *Miliammina fusca*; 22 - *Trochamminita irregularis*.

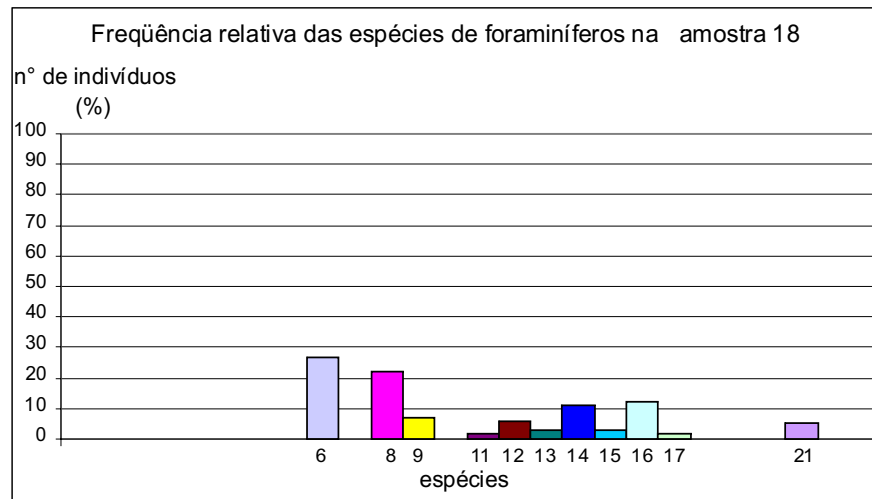
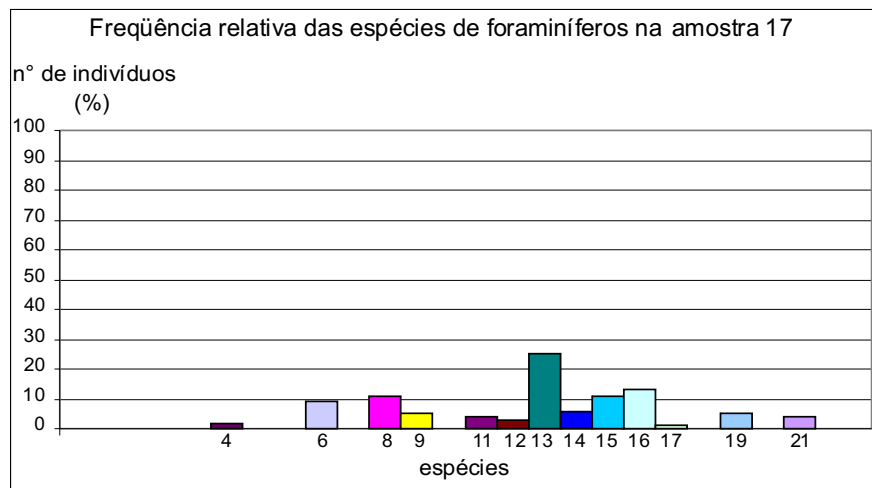
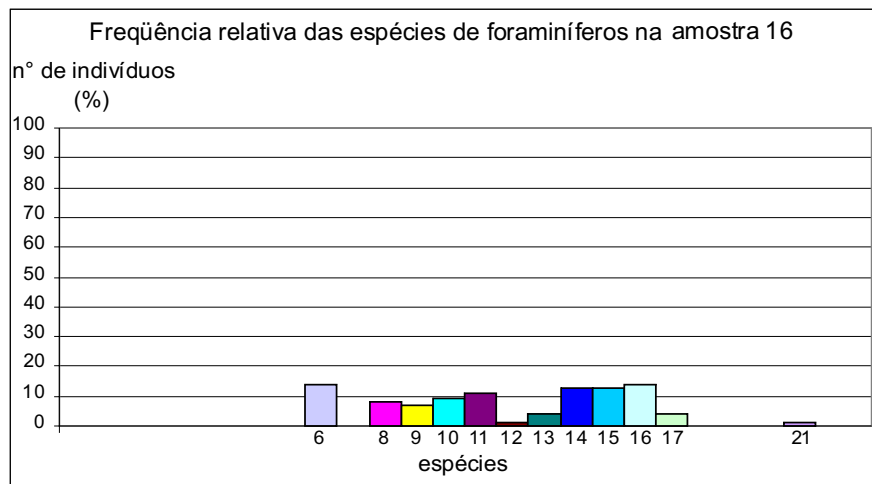


## ANEXO 2



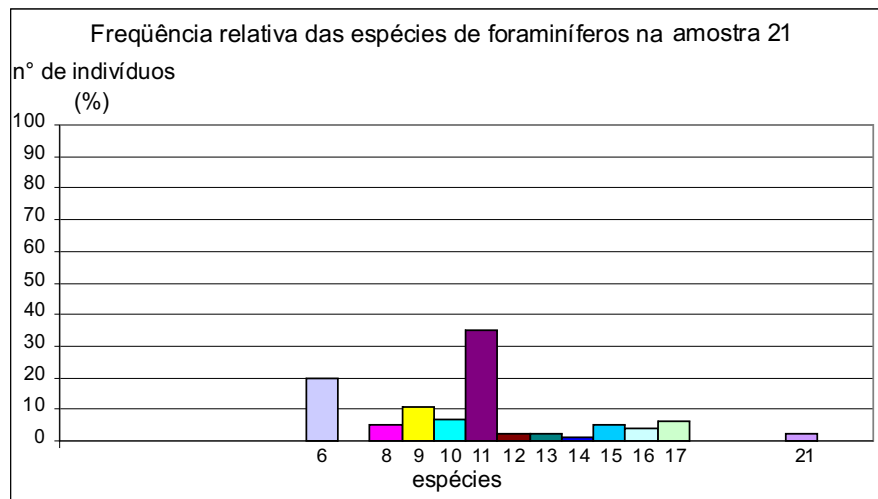
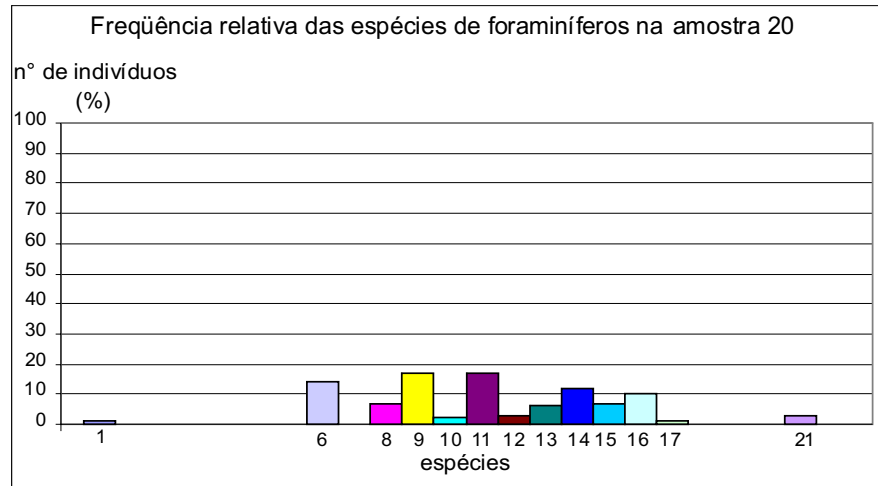
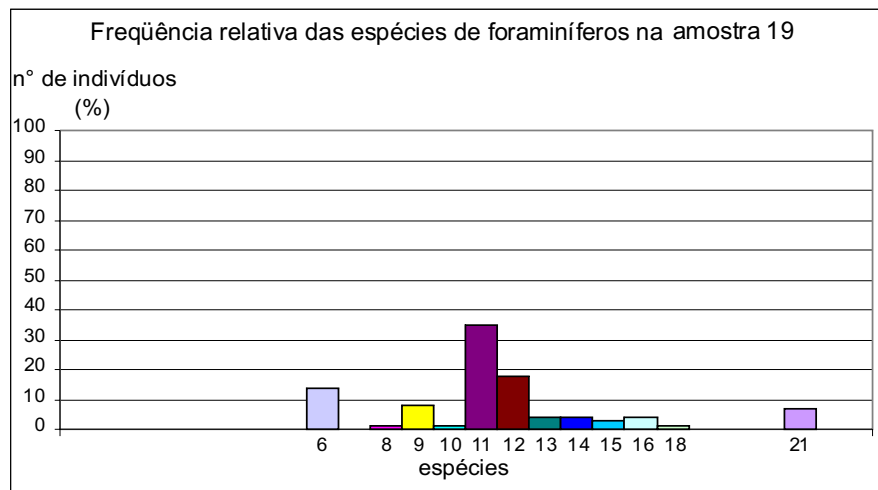
1 - *Acupeina triperforata*; 2 - *Ammotium pseudocassisi*; 3 - *Blymasphaera brasiliensis*; 4 - "*Glomospira*" cf. *gordialis*; 5 - *Polysaccamina ipohalina*; 6 - *Ammoastuta inepta*; 7 - *Ammoastuta salsa*; 8 - *Ammodiscus* sp.; 9 - *Ammotium cassisi*; 10 - *Ammotium salsum*; 11 - *Arenoparrella mexicana*; 12 - "*Haplophragmoides*" *wilberti*; 13 - *Siphotrochammina lobata*; 14 - *Textularia earlandi*; 15 - *Tiphotrocha comprimata*; 16 - *Trochammina inflata*; 17 - *Warrenita palustris*; 18 - *Trochammina macrescens*; 19 - "*Ammobaculites*" *exiguus*; 20 - "*Haplophragmoides*" *manilaensis*; 21 - *Miliammina fusca*; 22 - *Trochamminita irregularis*.

## ANEXO 2



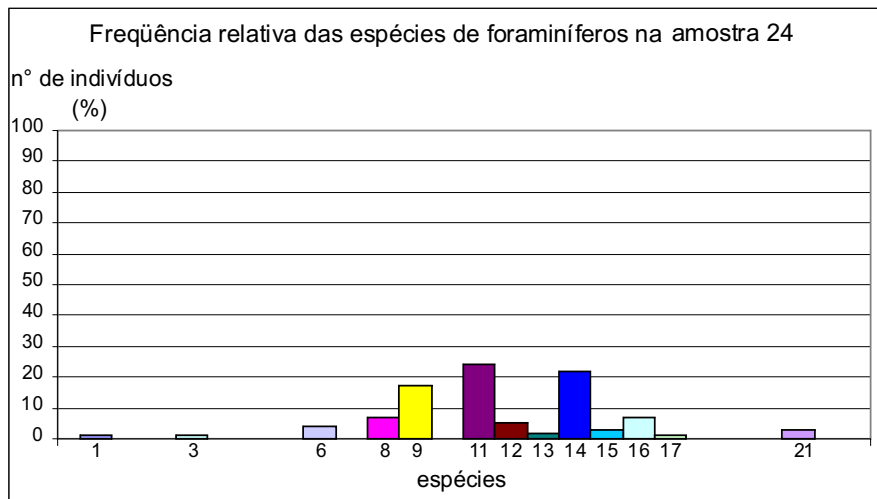
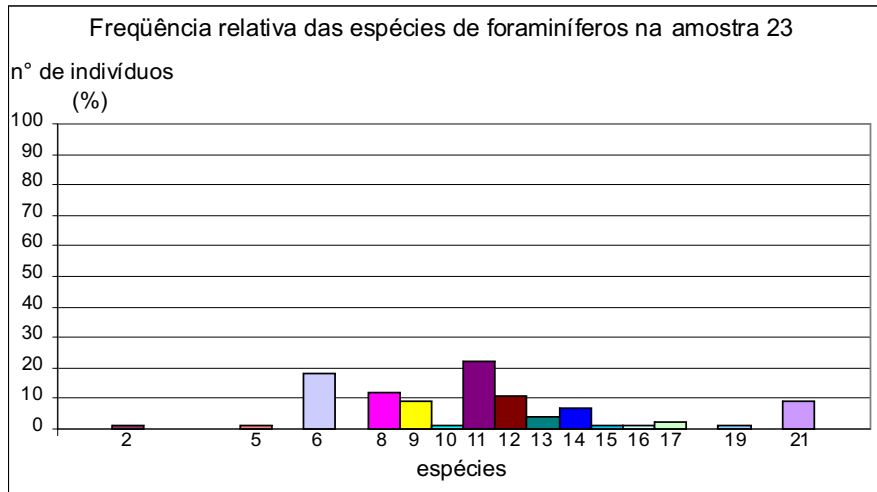
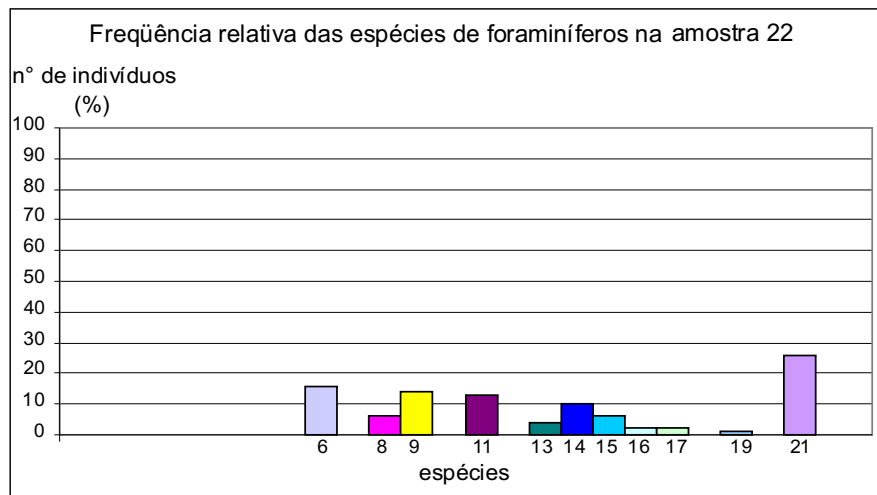
1 - *Acupeina triperforata*; 2 - *Ammotium pseudocassis*; 3 - *Blymasphaera brasiliensis*; 4 - "*Glomospira*" cf. *gordialis*; 5 - *Polysaccamina ipohalina*; 6 - *Ammoastuta inepta*; 7 - *Ammoastuta salsa*; 8 - *Ammodiscus* sp.; 9 - *Ammotium cassis*; 10 - *Ammotium salsum*; 11 - *Arenoparrella mexicana*; 12 - "*Haplophragmoides*" *wilberti*; 13 - *Siphotrochammina lobata*; 14 - *Textularia earlandi*; 15 - *Tiphotrocha comprimata*; 16 - *Trochammina inflata*; 17 - *Warrenita palustris*; 18 - *Trochammina macrescens*; 19 - "*Ammobaculites*" *exiguus*; 20 - "*Haplophragmoides*" *manilaensis*; 21 - *Miliammina fusca*; 22 - *Trochamminita irregularis*.

## ANEXO 2



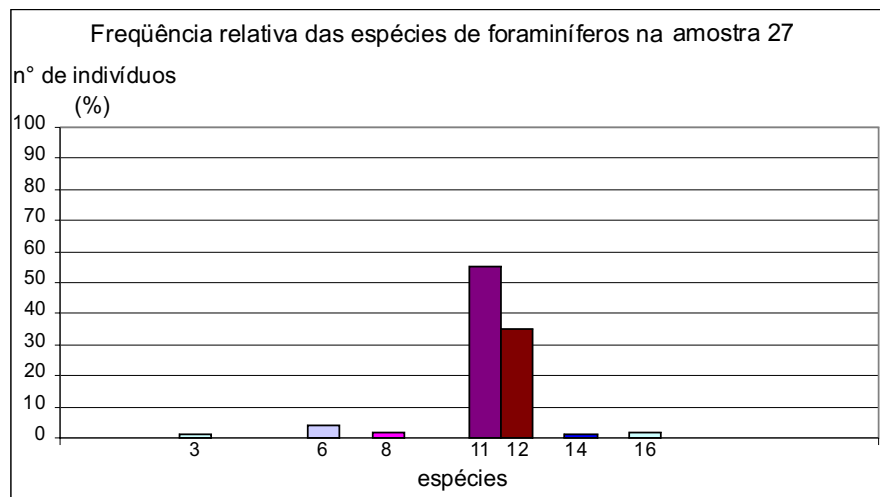
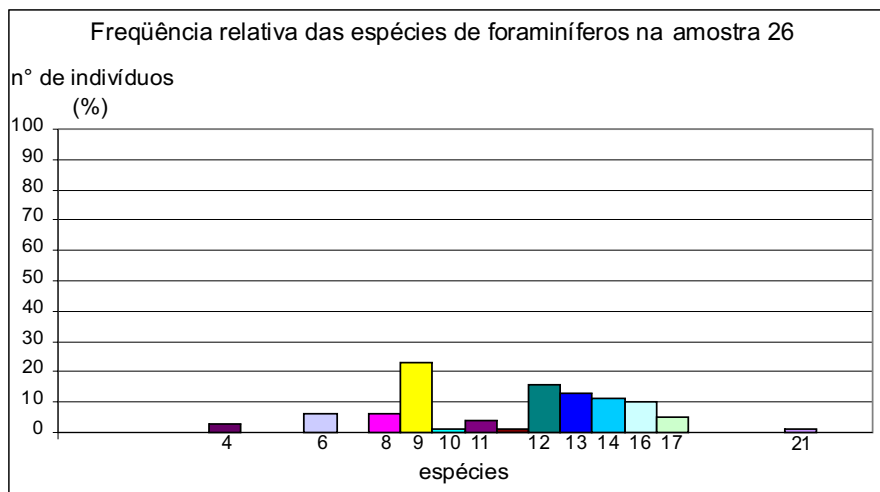
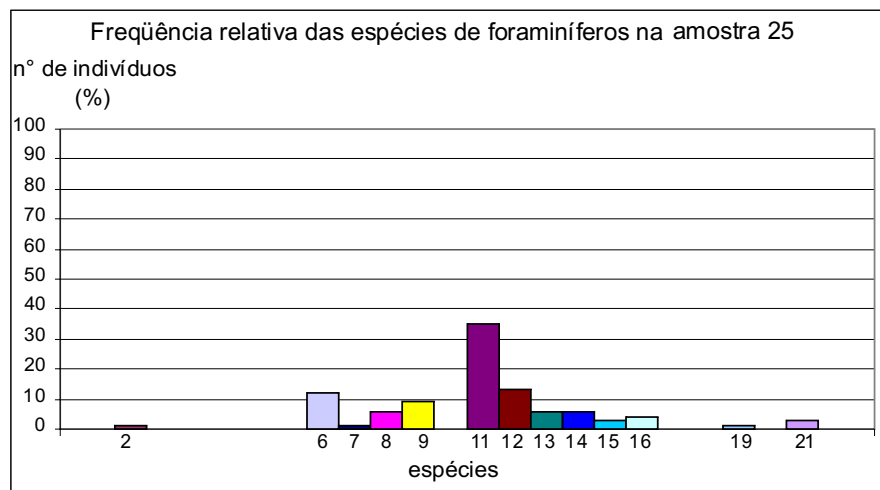
1 - *Acupeina triperforata*; 2 - *Ammotium pseudocassis*; 3 - *Blymasphaera brasiliensis*; 4 - "*Glomospira*" cf. *gordialis*; 5 - *Polysaccamina ipohalina*; 6 - *Ammoastuta inepta*; 7 - *Ammoastuta salsa*; 8 - *Ammodiscus* sp.; 9 - *Ammotium cassis*; 10 - *Ammotium salsum*; 11 - *Arenoparrella mexicana*; 12 - "*Haplophragmoides*" *wilberti*; 13 - *Siphotrochammina lobata*; 14 - *Textularia earlandi*; 15 - *Tiphotrocha comprimata*; 16 - *Trochammina inflata*; 17 - *Warrenita palustris*; 18 - *Trochammina macrescens*; 19 - "*Ammobaculites*" *exiguus*; 20 - "*Haplophragmoides*" *manilaensis*; 21 - *Miliammina fusca*; 22 - *Trochamminita irregularis*.

## ANEXO 2



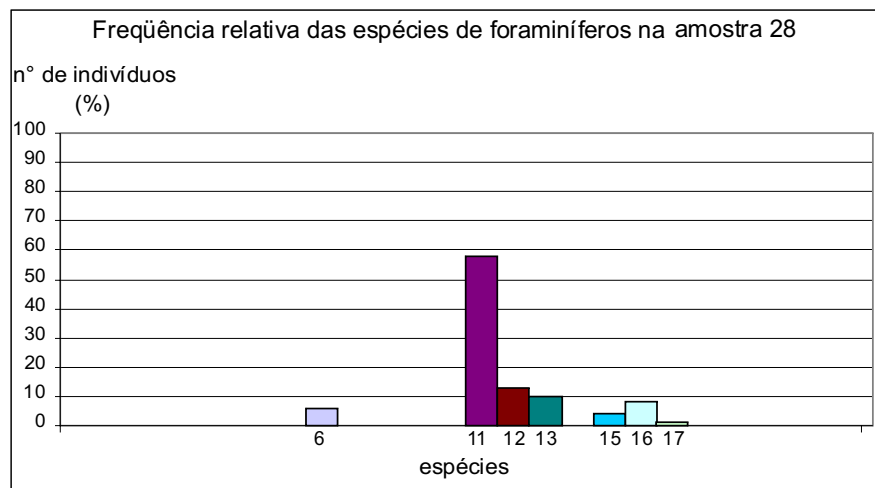
1 - *Acupeina triperforata*; 2 - *Ammotium pseudocassisi*; 3 - *Blymasphaera brasiliensis*; 4 - "*Glomospira*" cf. *gordialis*; 5 - *Polysaccamina ipohalina*; 6 - *Ammoastuta inepta*; 7 - *Ammoastuta salsa*; 8 - *Ammodiscus* sp.; 9 - *Ammotium cassisi*; 10 - *Ammotium salsum*; 11 - *Arenoparrella mexicana*; 12 - "*Haplophragmoides*" *wilberti*; 13 - *Siphotrochammina lobata*; 14 - *Textularia earlandi*; 15 - *Tiphotrocha comprimata*; 16 - *Trochammina inflata*; 17 - *Warrenita palustris*; 18 - *Trochammina macrescens*; 19 - "*Ammobaculites*" *exiguus*; 20 - "*Haplophragmoides*" *manilaensis*; 21 - *Miliammina fusca*; 22 - *Trochamminita irregularis*.

## ANEXO 2



1 - *Acupeina triperforata*; 2 - *Ammotium pseudocassisi*; 3 - *Blymasphaera brasiliensis*; 4 - "*Glomospira*" cf. *gordialis*; 5 - *Polysaccamina ipohalina*; 6 - *Ammoastuta inepta*; 7 - *Ammoastuta salsa*; 8 - *Ammodiscus* sp.; 9 - *Ammotium cassisi*; 10 - *Ammotium salsum*; 11 - *Arenoparrella mexicana*; 12 - "*Haplophragmoides*" *wilberti*; 13 - *Siphotrochammina lobata*; 14 - *Textularia earlandi*; 15 - *Tiphotrocha comprimata*; 16 - *Trochammina inflata*; 17 - *Warrenita palustris*; 18 - *Trochammina macrescens*; 19 - "*Ammobaculites*" *exiguus*; 20 - "*Haplophragmoides*" *manilaensis*; 21 - *Miliammina fusca*; 22 - *Trochamminita irregularis*.

## ANEXO 2



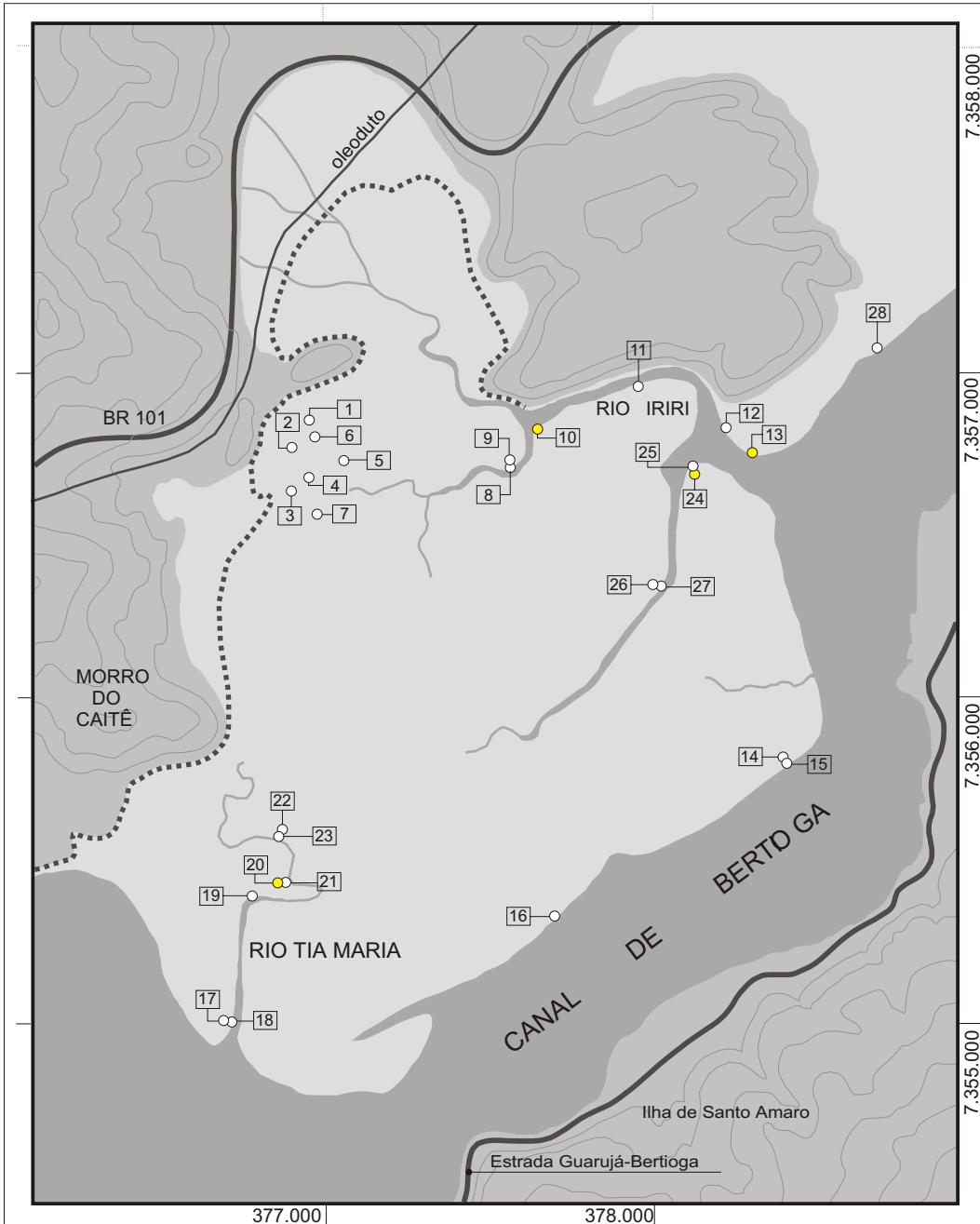
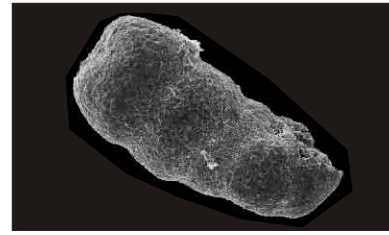
1 - *Acupeina triperforata*; 2 - *Ammotium pseudocassis*; 3 - *Blysmasphaera brasiliensis*; 4 - "*Glomospira*" cf. *gordialis*; 5 - *Polysaccammina ipohalina*; 6 - *Ammoastuta inepta*; 7 - *Ammoastuta salsa*; 8 - *Ammodiscus* sp.; 9 - *Ammotium cassis*; 10 - *Ammotium salsum*; 11 - *Arenoparrella mexicana*; 12 - "*Haplophragmoides*" *wilberti*; 13 - *Siphotrochammina lobata*; 14 - *Textularia earlandi*; 15 - *Tiphotrocha comprimata*; 16 - *Trochammina inflata*; 17 - *Warrenita palustris*; 18 - *Trochammina macrescens*; 19 - "*Ammobaculites*" *exiguus*; 20 - "*Haplophragmoides*" *manilaensis*; 21 - *Miliammina fusca*; 22 - *Trochamminita irregularis*.

## **ANEXO 3**

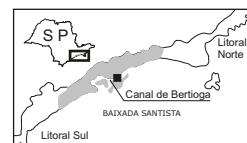
# ANEXO 3

Distribuição espacial de *A. triperforata* no manguezal do Rio Iriri-Tia Maria

<i>Acupeina triperforata</i>	
○	0%
●	< 5%
●	5 a < 15%
●	15 a < 30%
●	30 a < 50%
●	≥ 50%



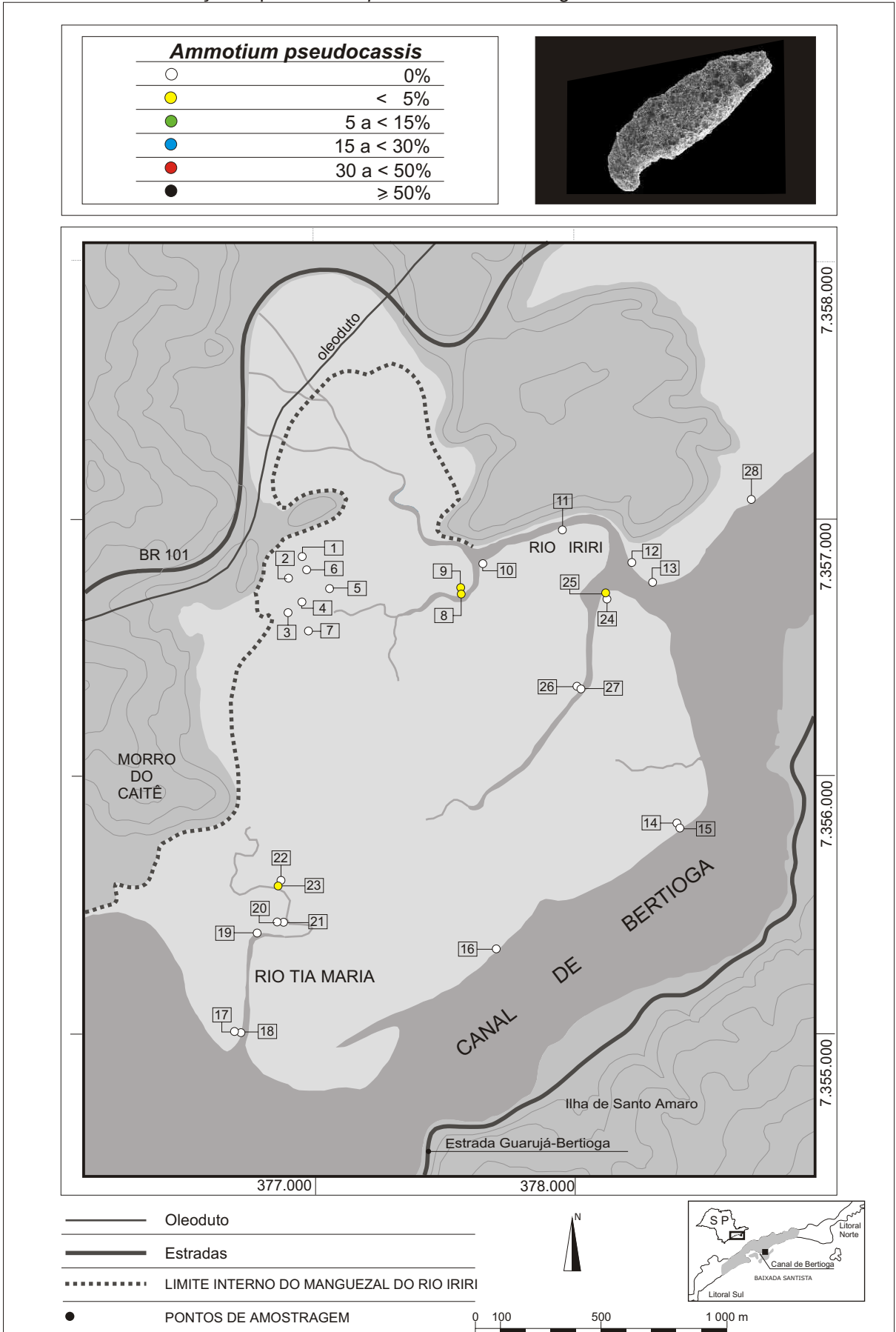
- Oleoduto
- Estradas
- ..... LIMITE INTERNO DO MANGUEZAL DO RIO IRIRI
- PONTOS DE AMOSTRAGEM





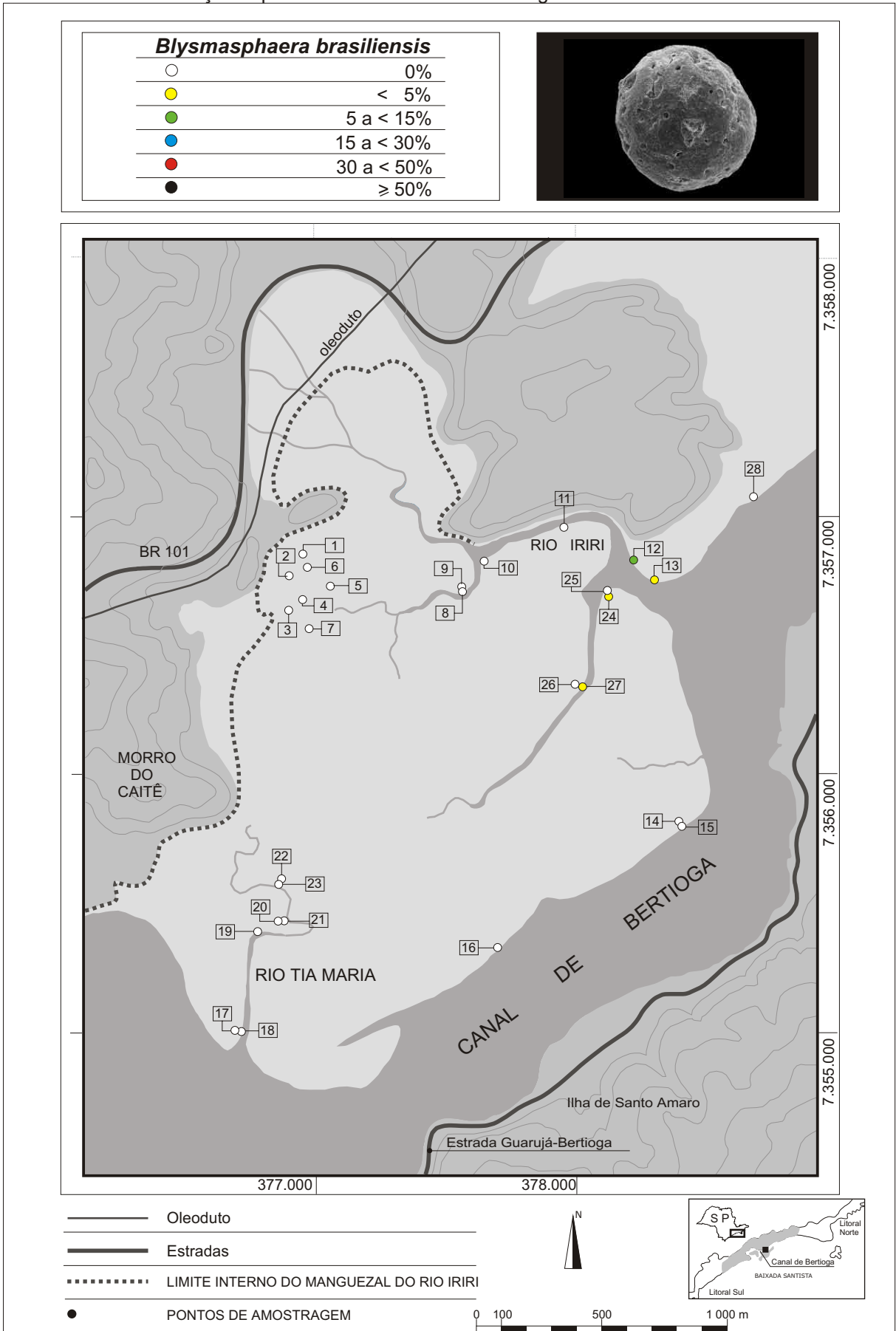
# ANEXO 3

Distribuição espacial de *A. pseudocassis* no manguezal do Rio Iriri-Tia Maria



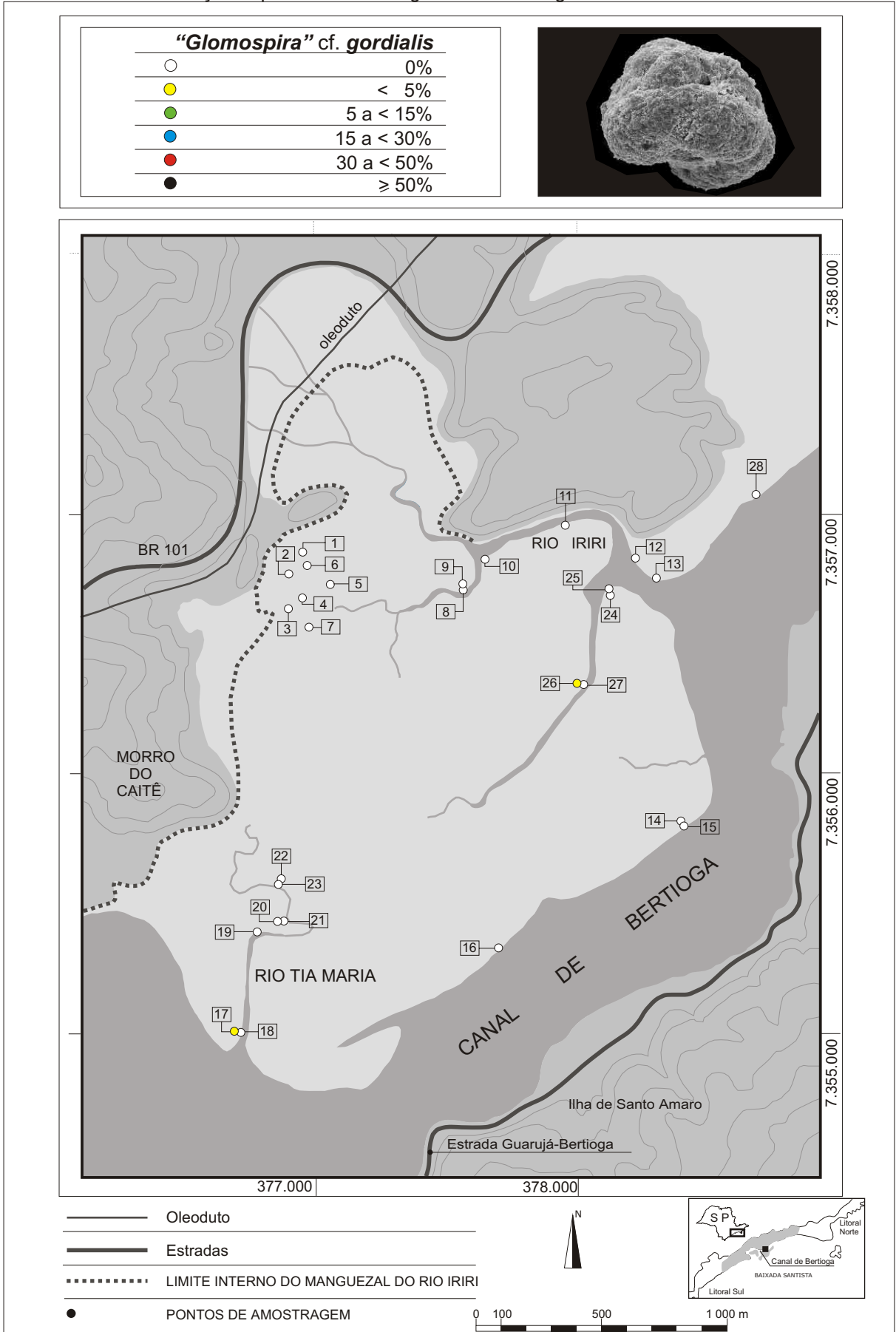
# ANEXO 3

Distribuição espacial de *B. brasiliensis* no manguezal do Rio Iriri-Tia Maria



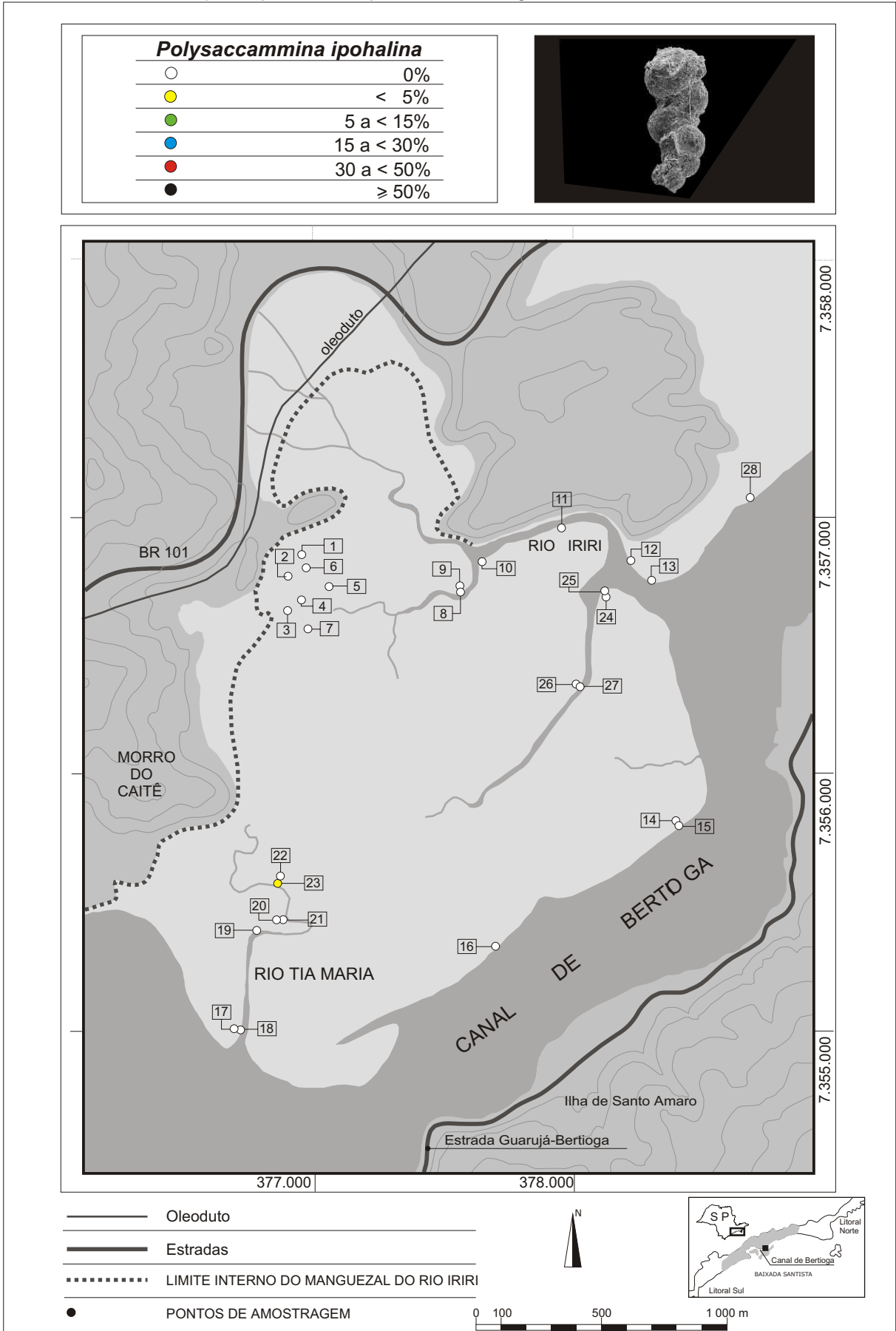
# ANEXO 3

Distribuição espacial de “G”. cf. *gordialis* no manguezal do Rio Iriri-Tia Maria



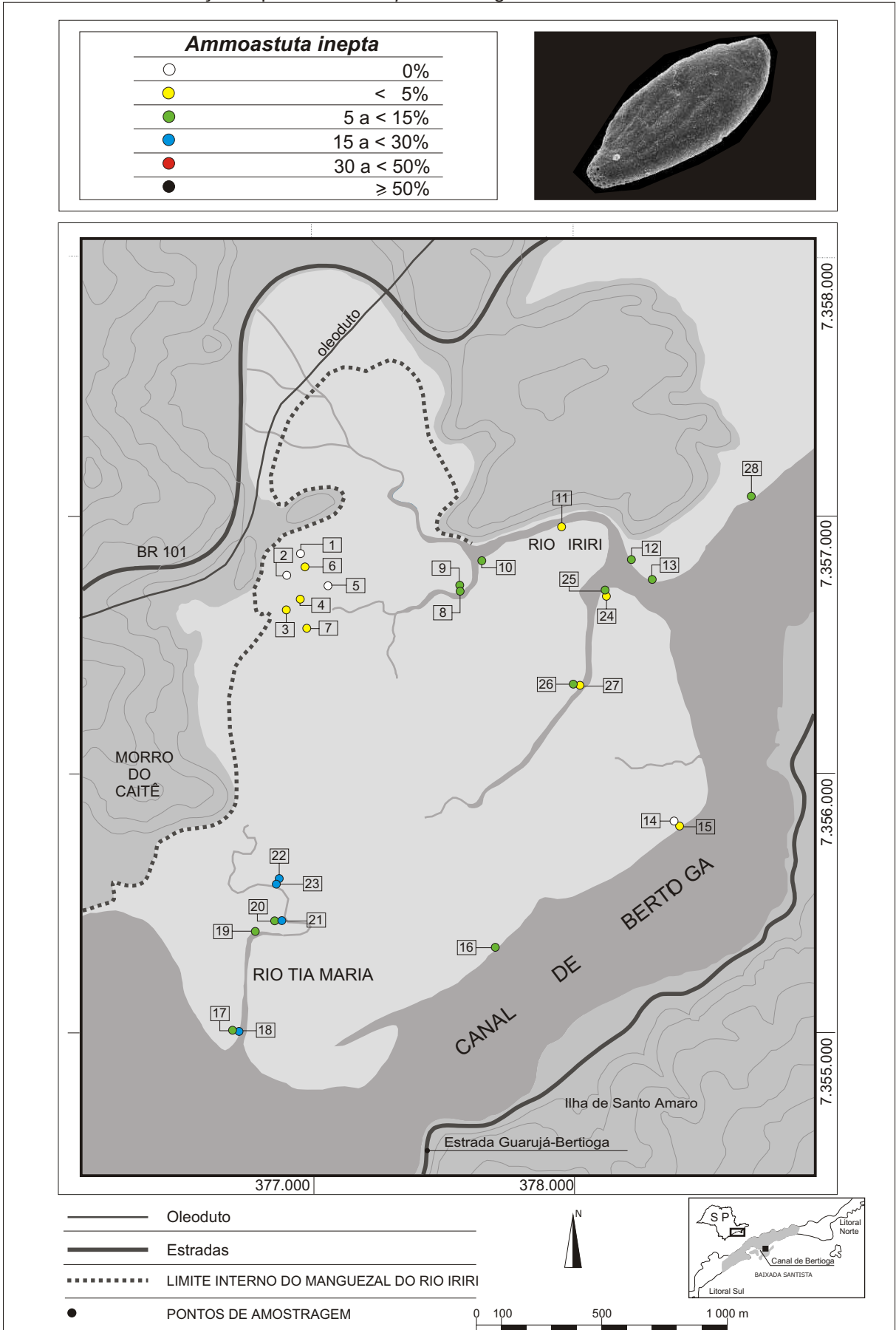
# ANEXO 3

Distribuição espacial de *P. ipohalina* no manguezal do Rio Iri-Tia Maria



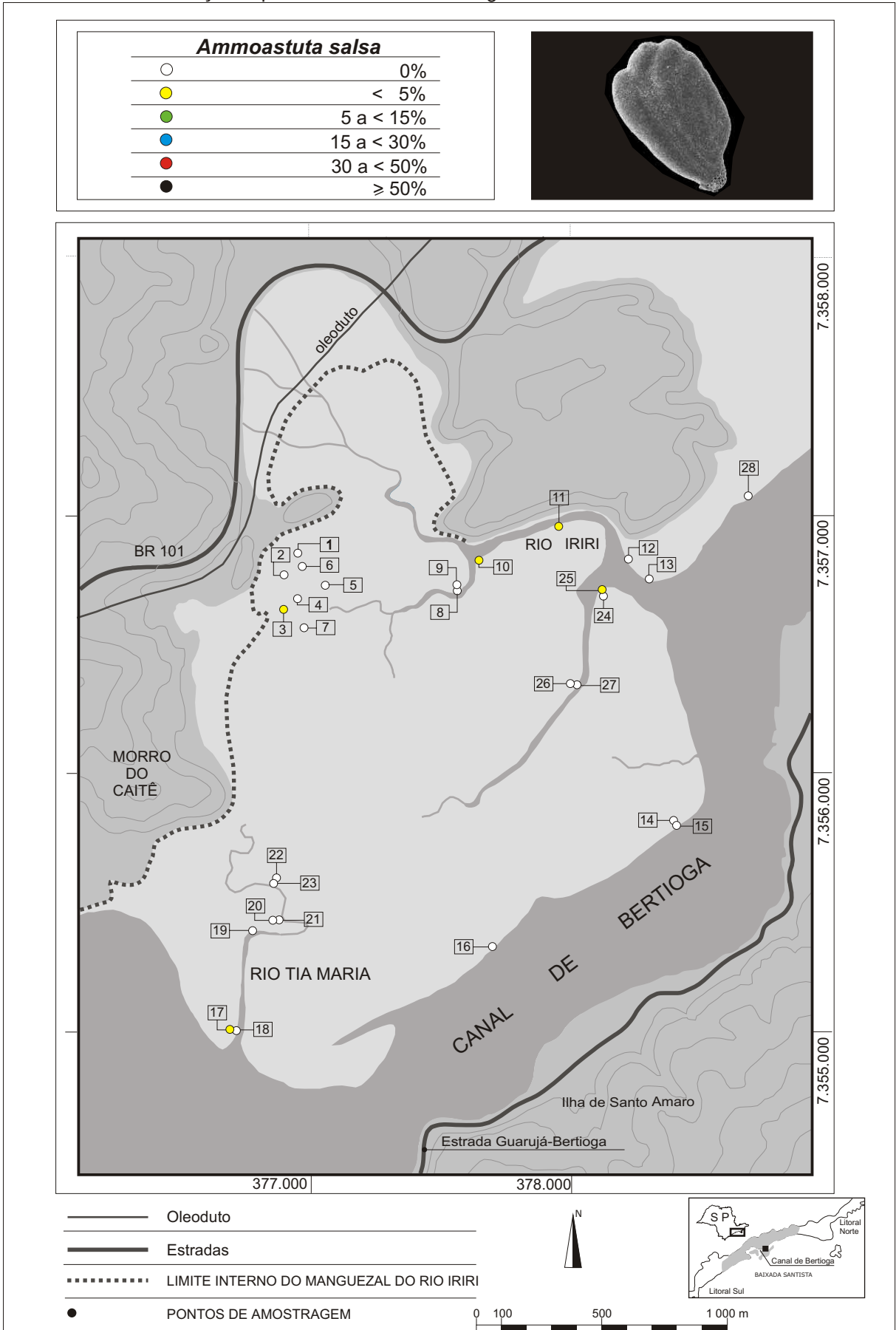
# ANEXO 3

Distribuição espacial de *A. inepta* no manguezal do Rio Iri-Tia Maria



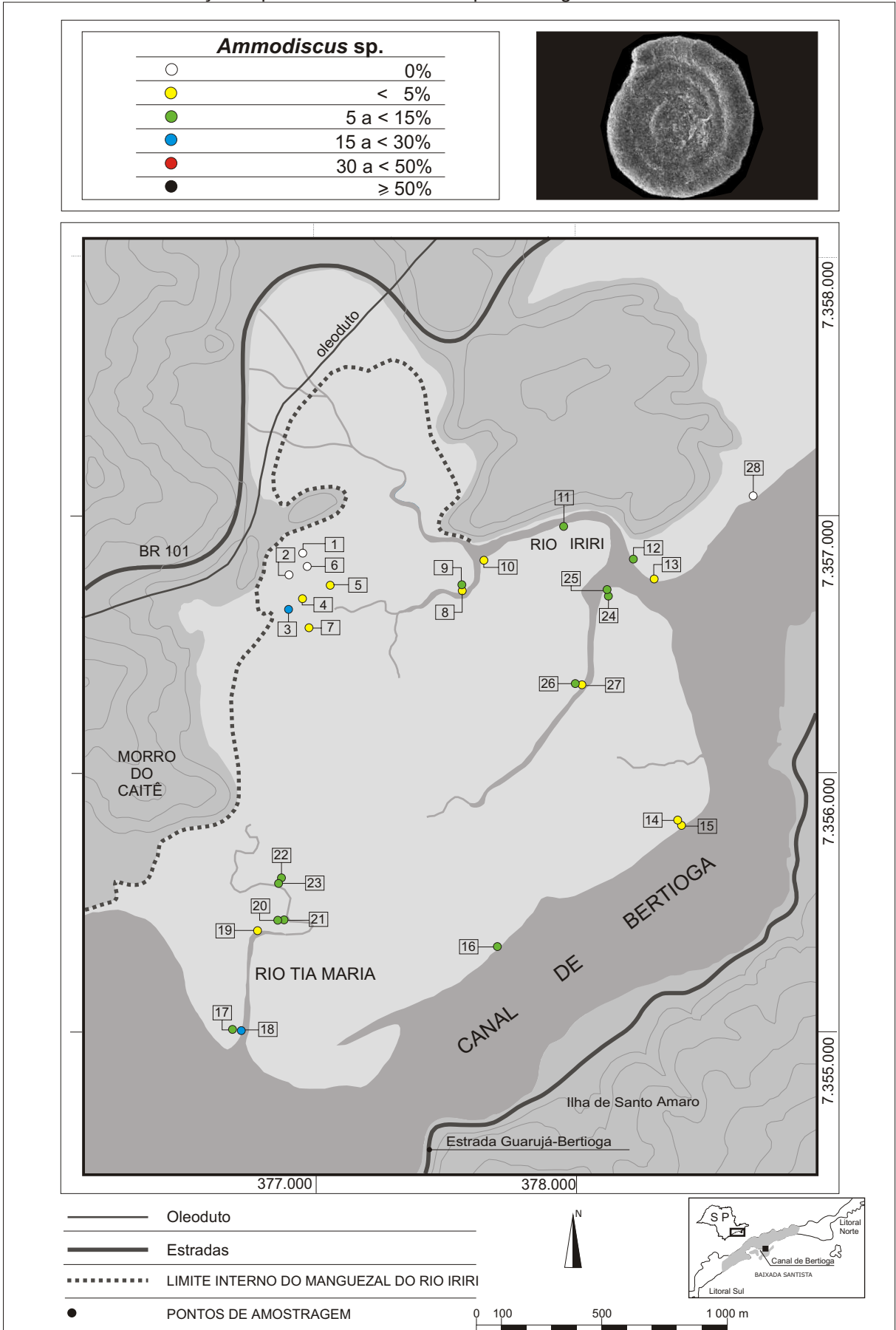
# ANEXO 3

Distribuição espacial de *A. salsa* no manguezal do Rio Iri- Tia Maria



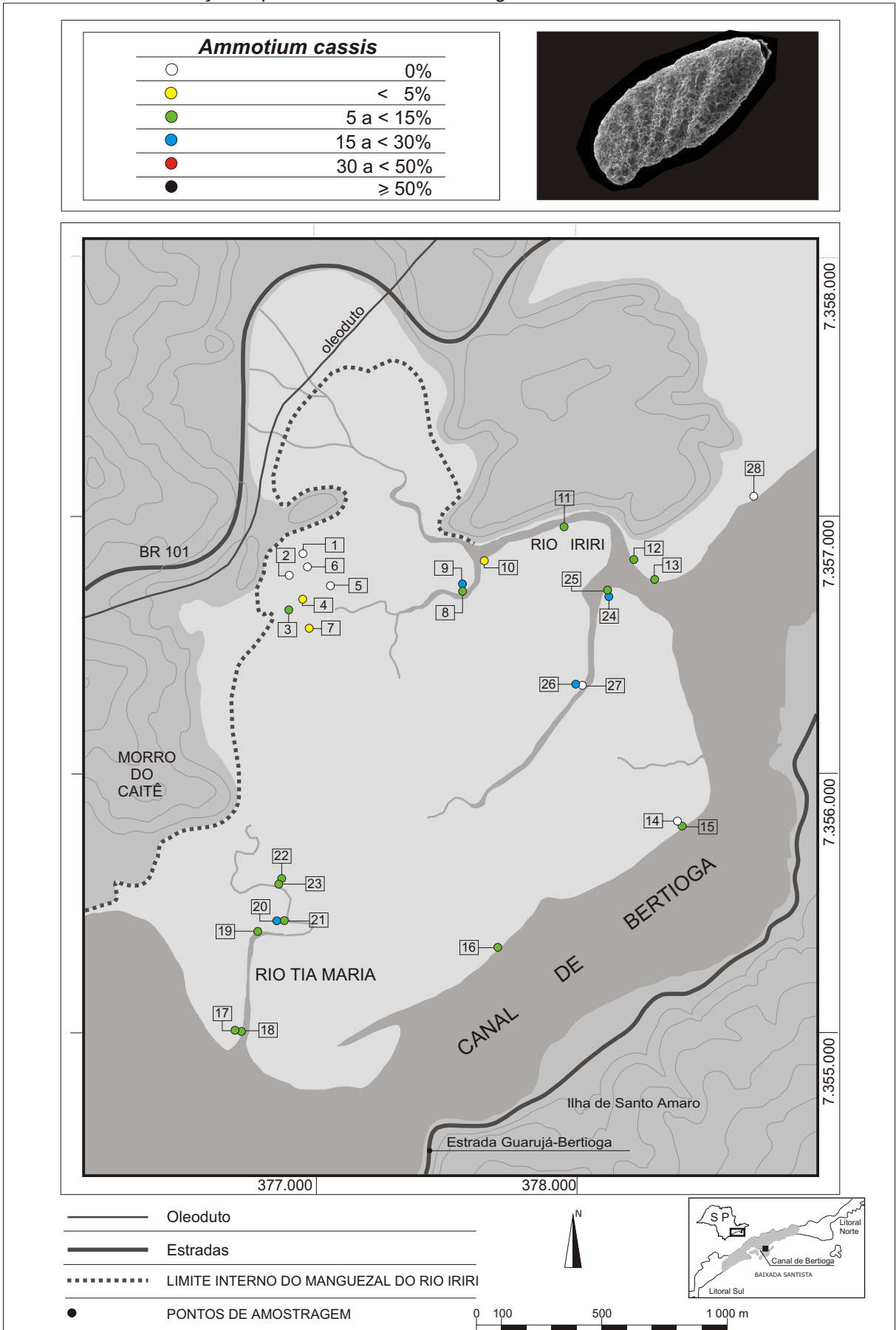
# ANEXO 3

Distribuição espacial de *Ammodiscus* sp. no manguezal do Rio Iriri-Tia Maria



# ANEXO 3

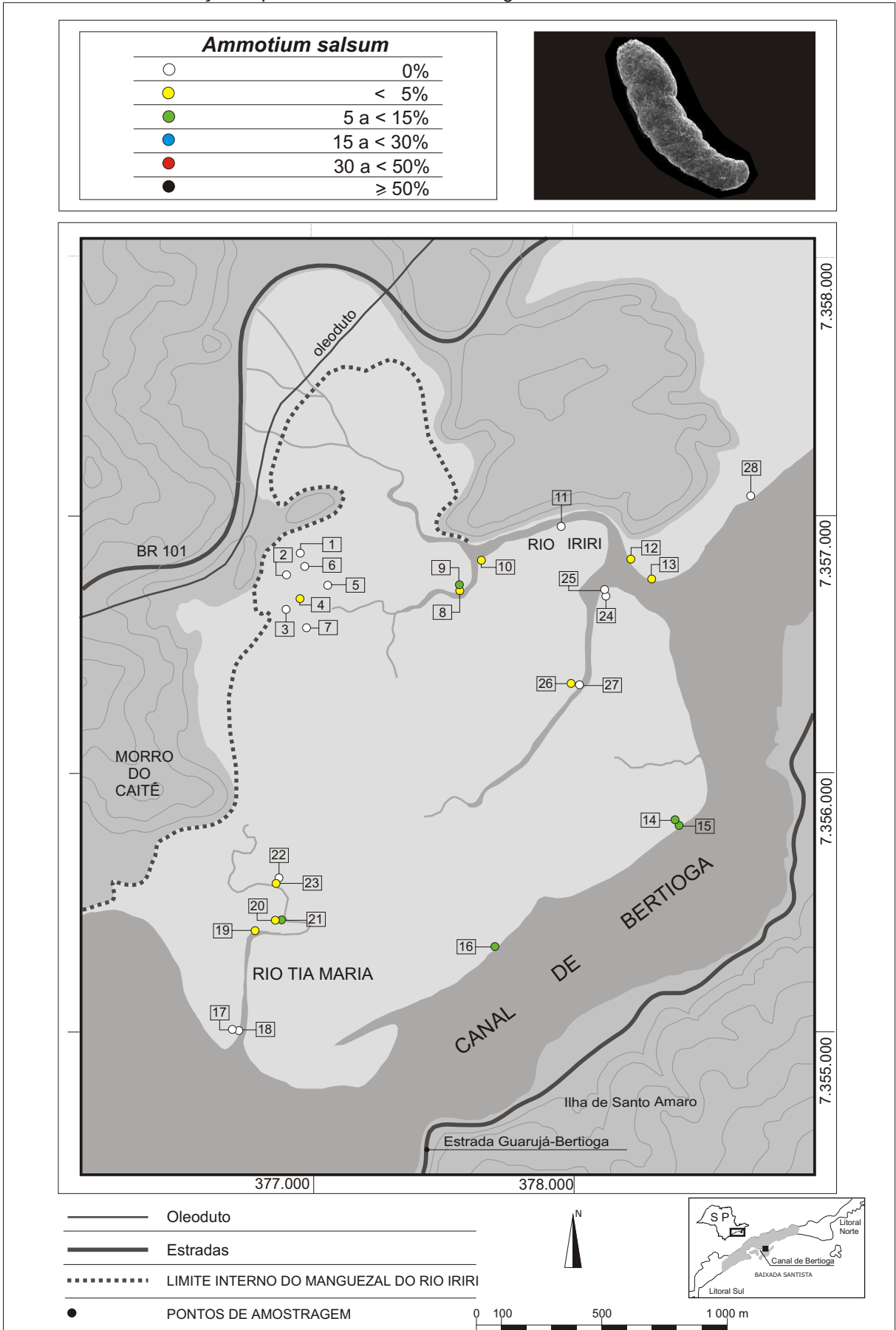
Distribuição espacial de *A. cassis* no manguezal do Rio Iri-Tia Maria





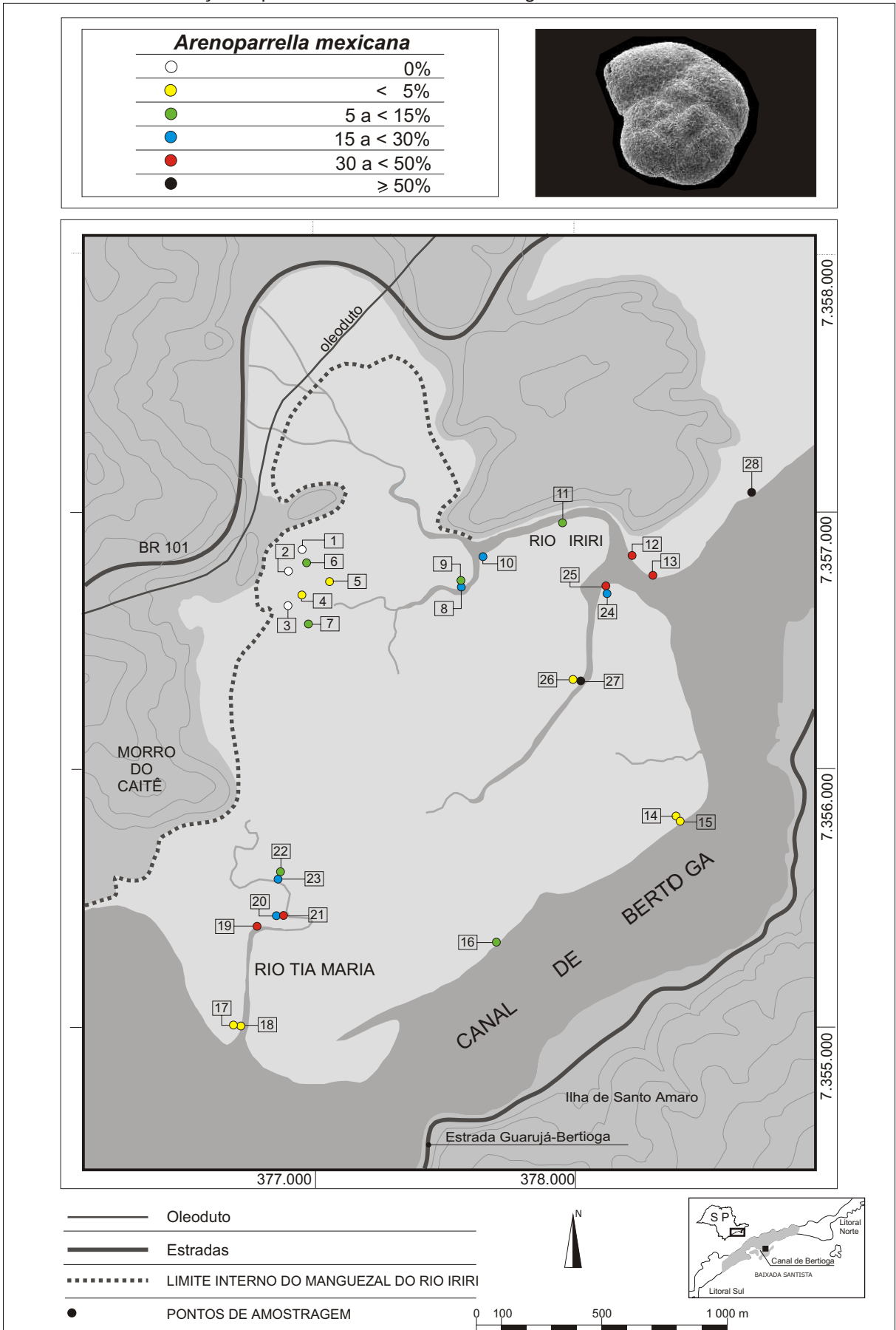
# ANEXO 3

Distribuição espacial de *A. salsum* no manguezal do Rio Iriri-Tia Maria



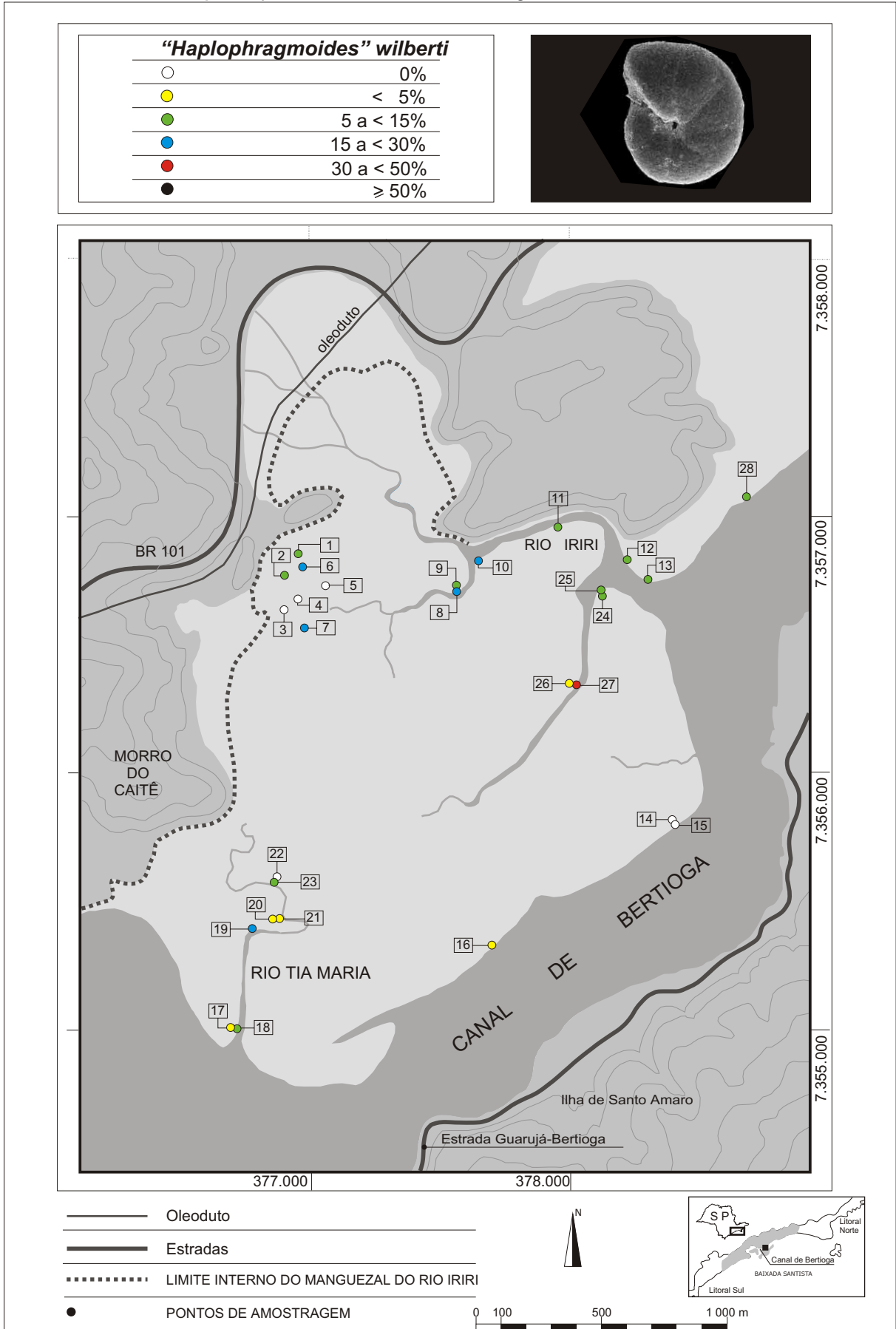
# ANEXO 3

Distribuição espacial de *A. mexicana* no manguezal do Rio Iriri-Tia Maria



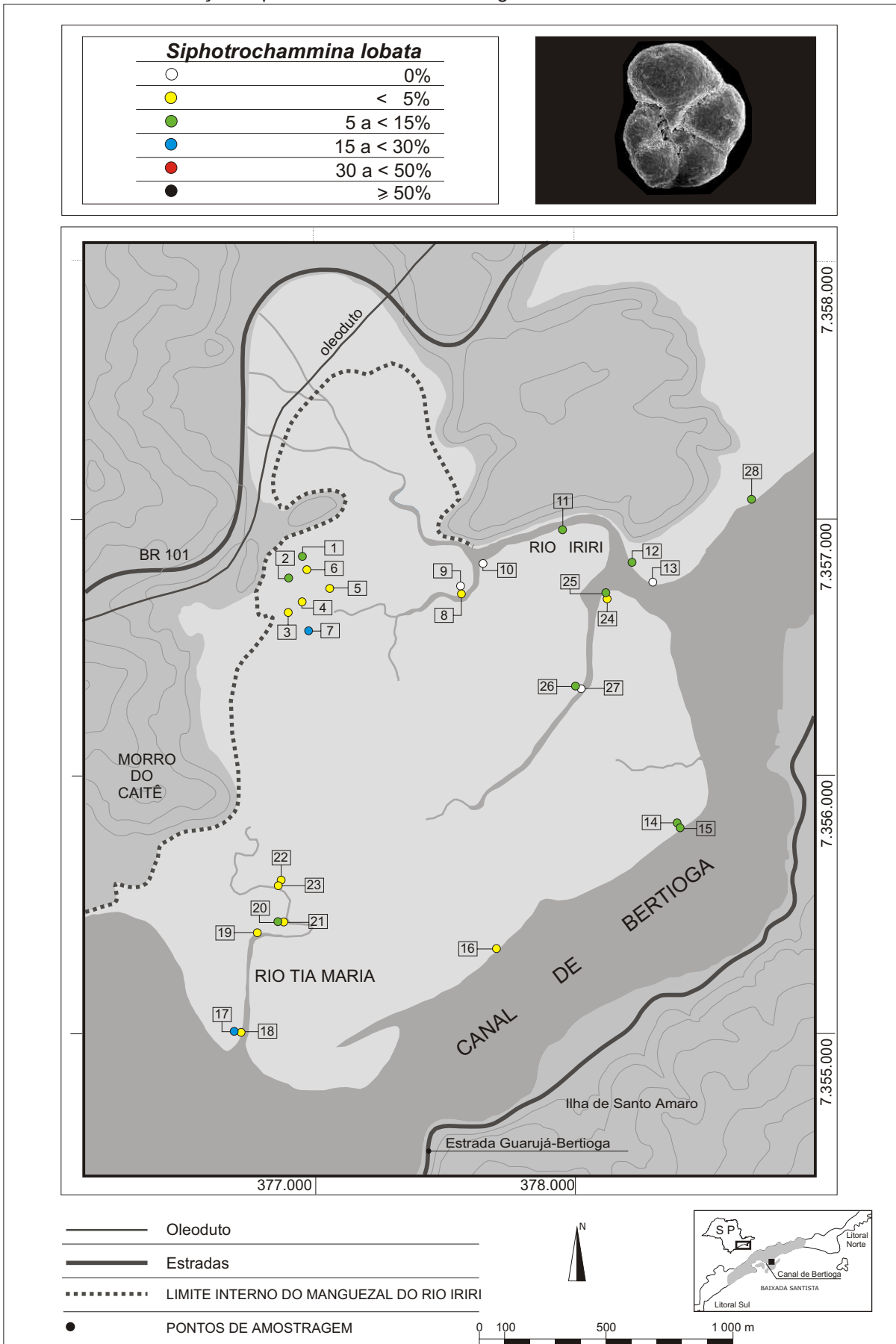
# ANEXO 3

Distribuição espacial de "*H.* wilberti no manguezal do Rio Iri-Tia Maria



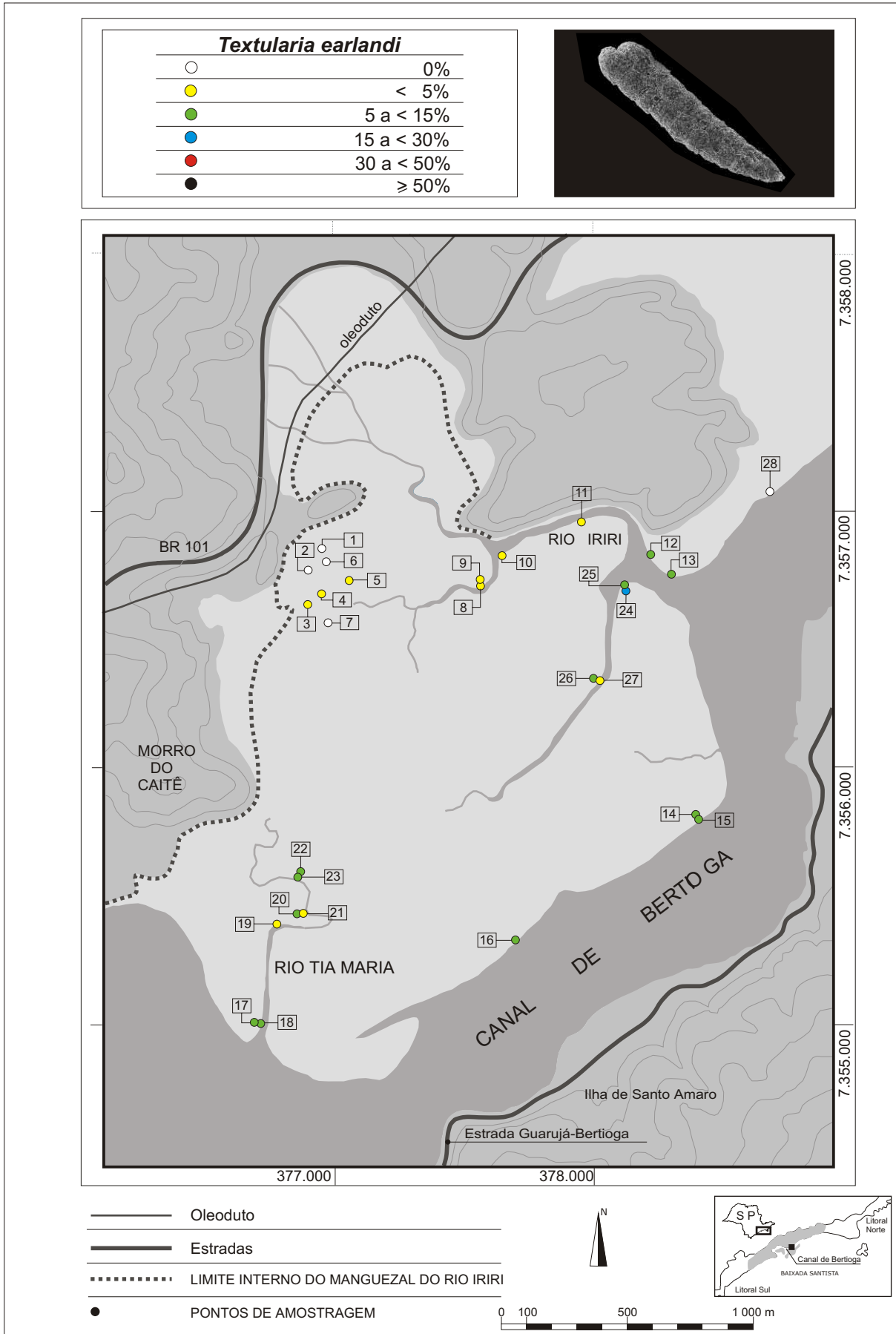
# ANEXO 3

Distribuição espacial de *S. lobata* no manguezal do Rio Iri-Tia Maria



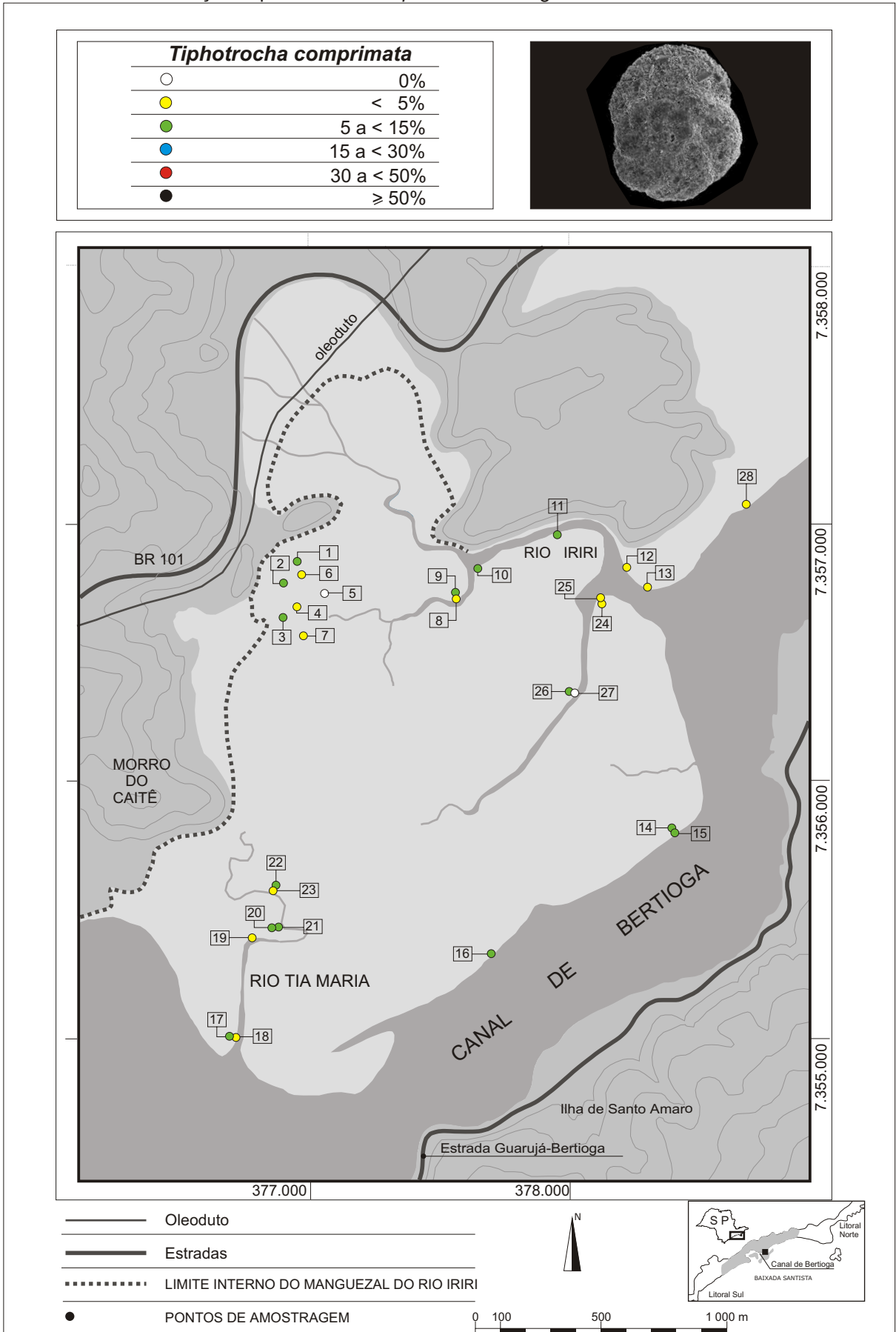
# ANEXO 3

Distribuição espacial de *T. earlandi* no manguezal do Rio Iri- Tia Maria



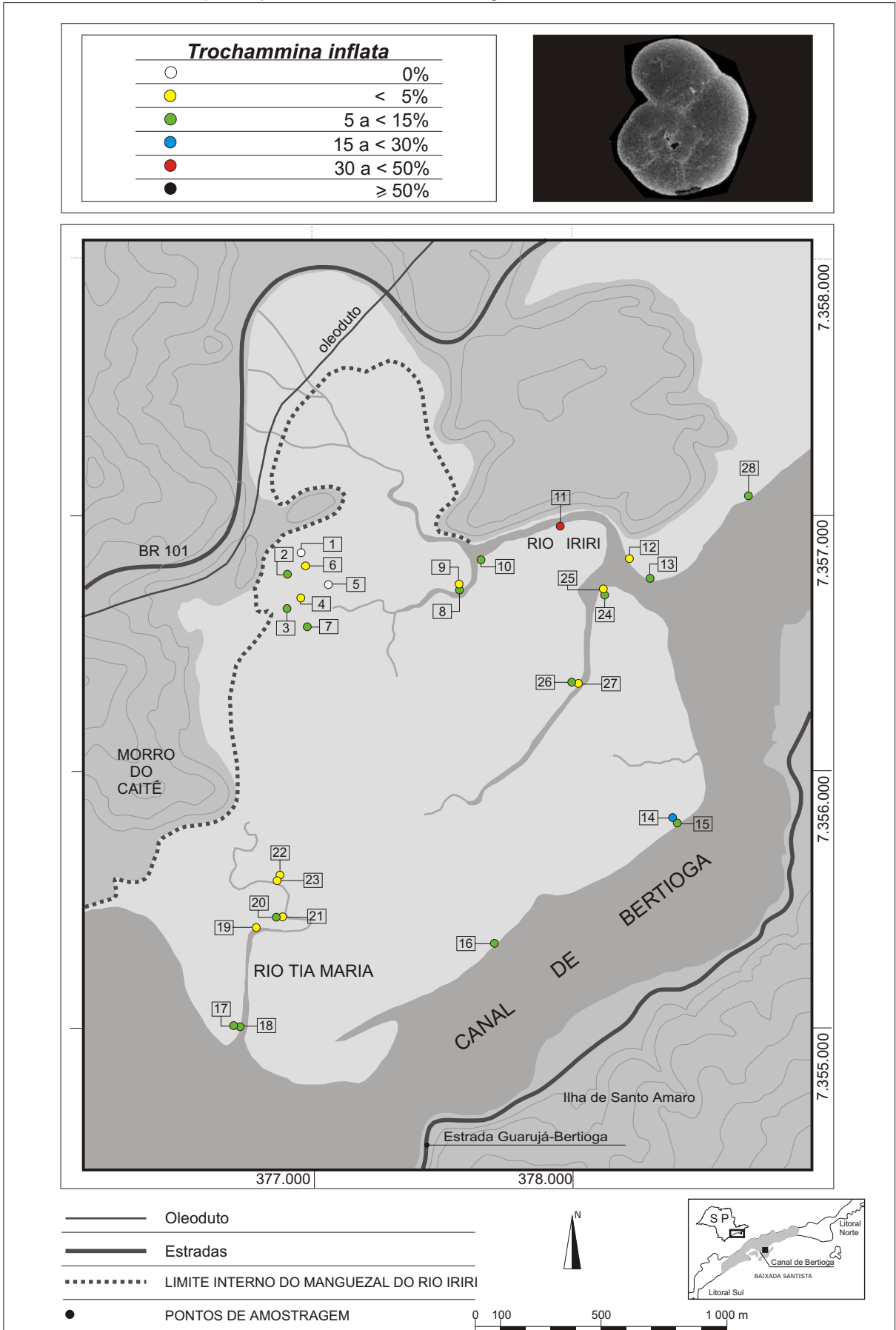
# ANEXO 3

Distribuição espacial de *T. comprimata* no manguezal do Rio Iri-Tia Maria



# ANEXO 3

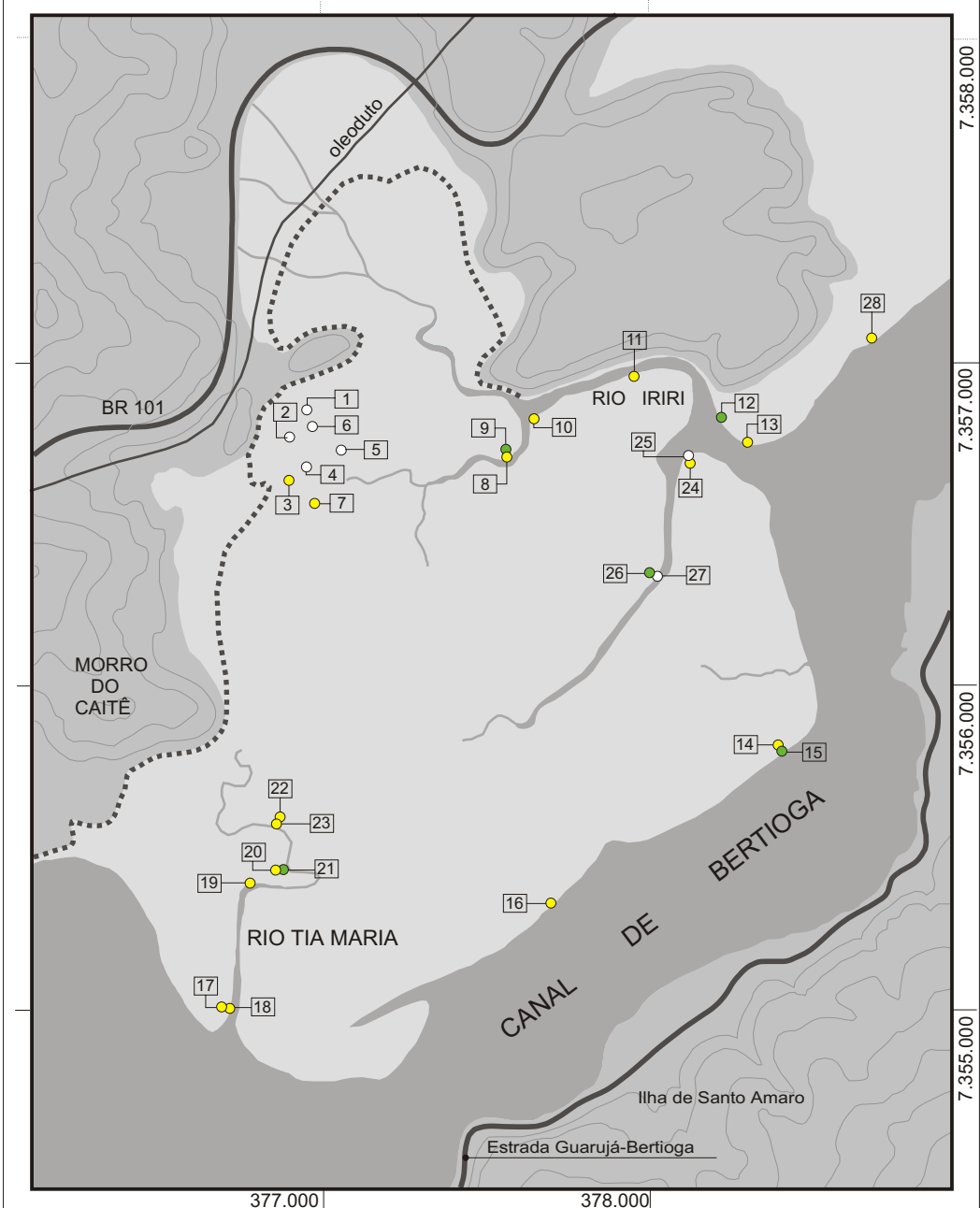
Distribuição espacial de *T. inflata* no manguezal do Rio Iriri-Tia Maria



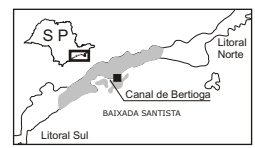
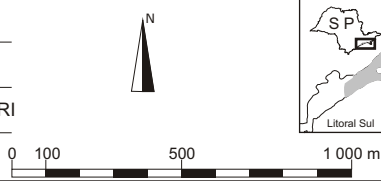
# ANEXO 3

Distribuição espacial de *W. palustris* no manguezal do Rio Iri-Tia Maria

<i>Warrenita palustris</i>	
○	0%
● (Yellow)	< 5%
● (Green)	5 a < 15%
● (Blue)	15 a < 30%
● (Red)	30 a < 50%
● (Black)	≥ 50%



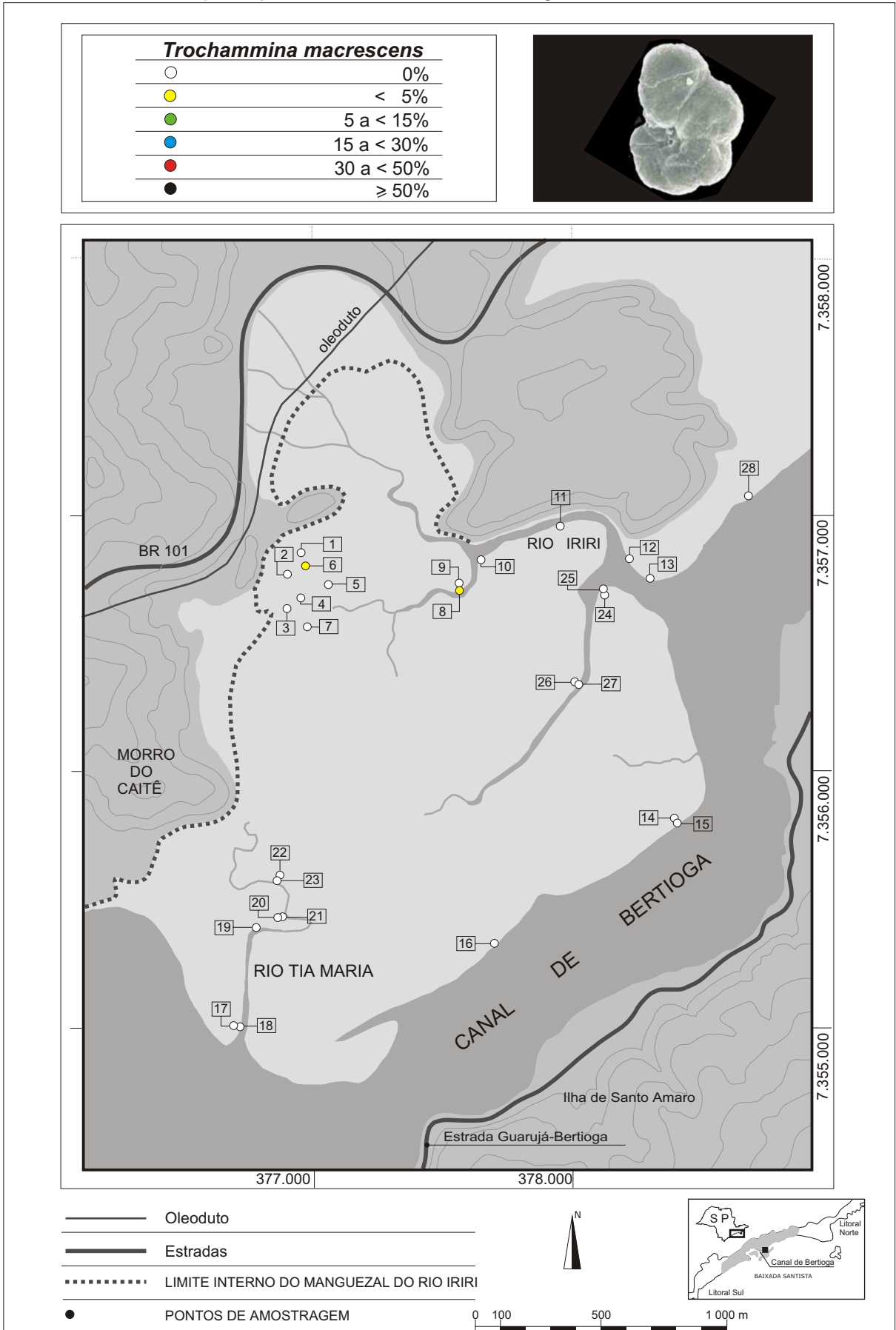
- Oleoduto
- Estradas
- - - - - LIMITE INTERNO DO MANGUEZAL DO RIO IRIRI
- PONTOS DE AMOSTRAGEM





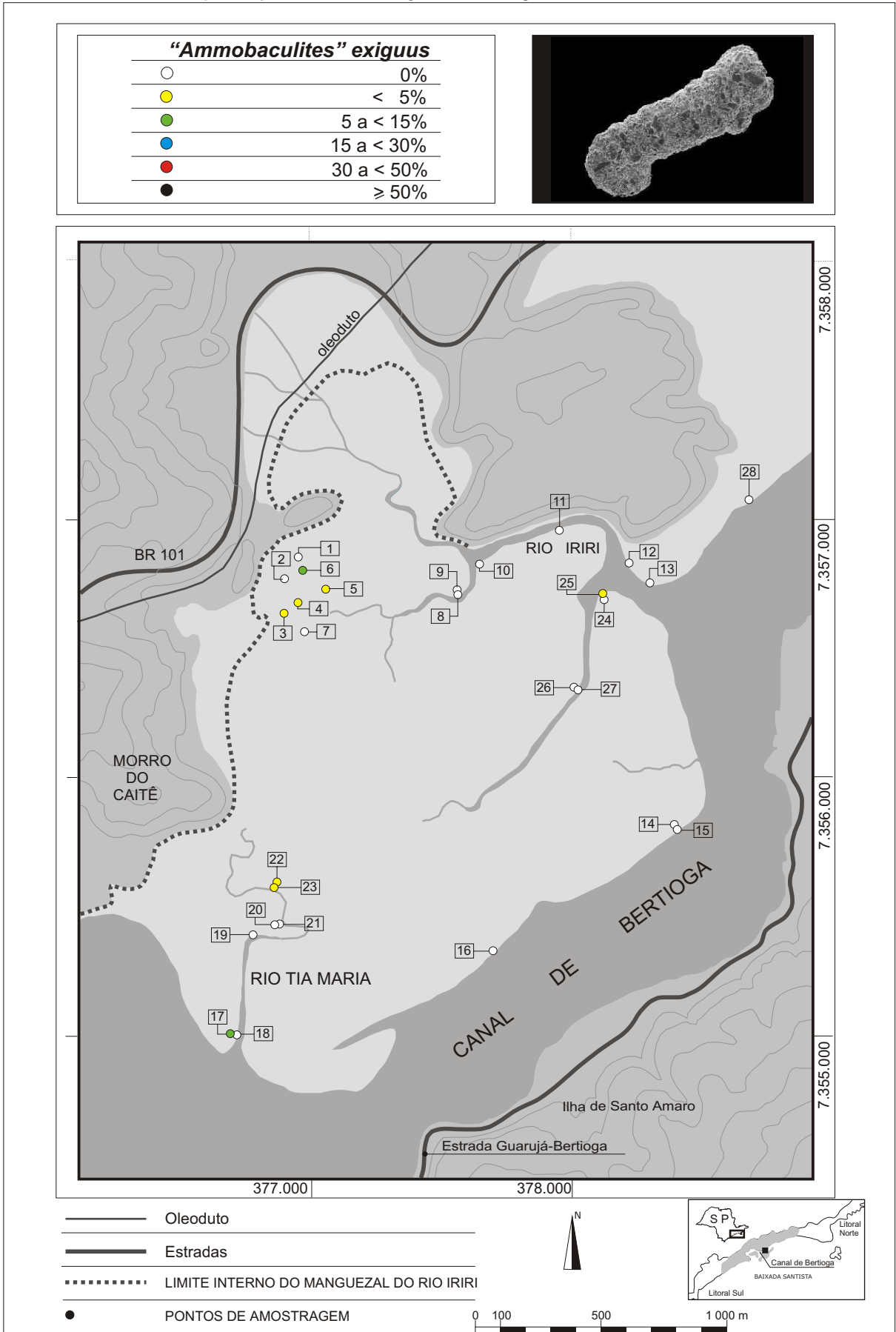
# ANEXO 3

Distribuição espacial de *T. macrescens* no manguezal do Rio Iriri-Tia Maria



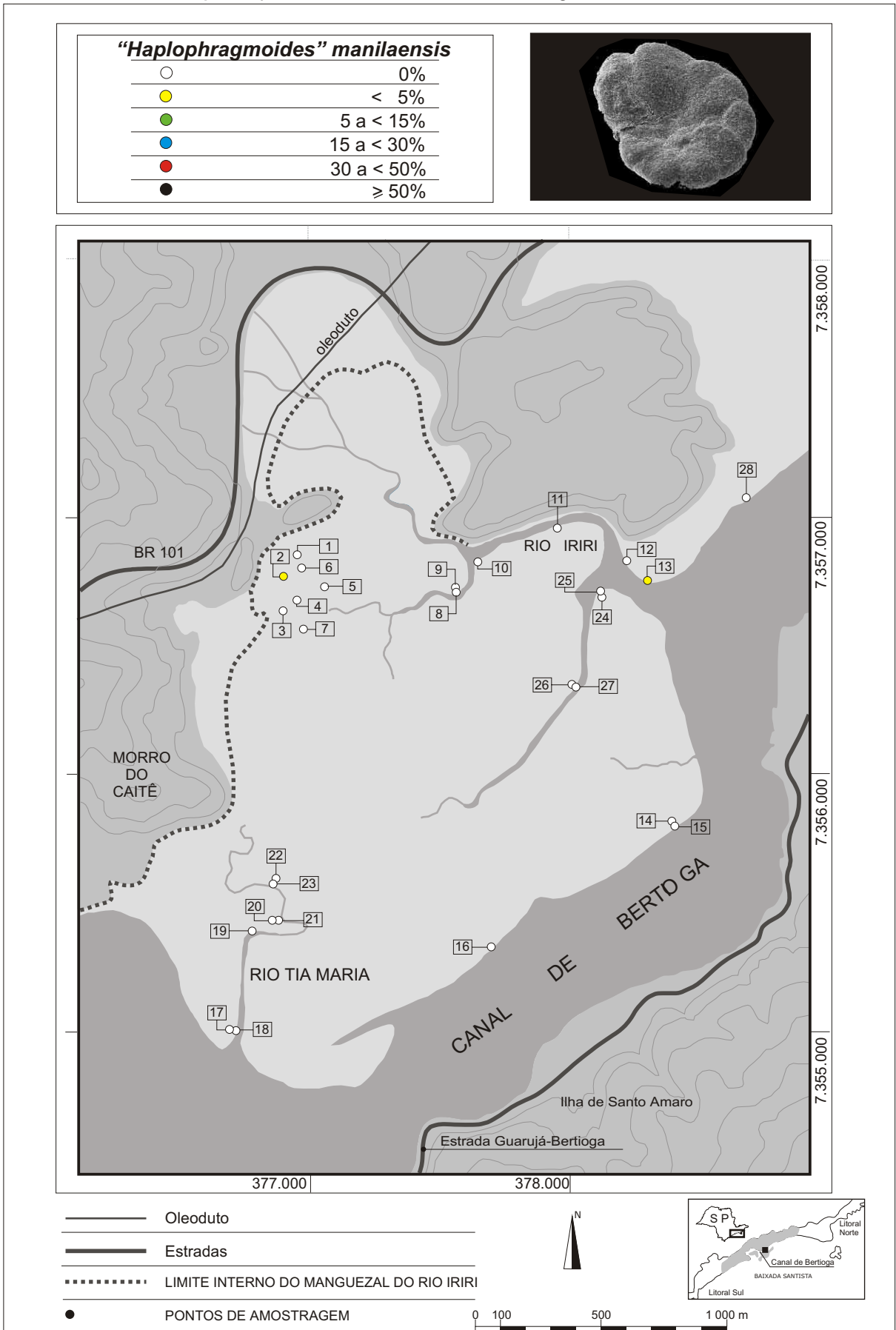
# ANEXO 3

Distribuição espacial de “A.” exiguus no manguezal do Rio Iri-Tia Maria



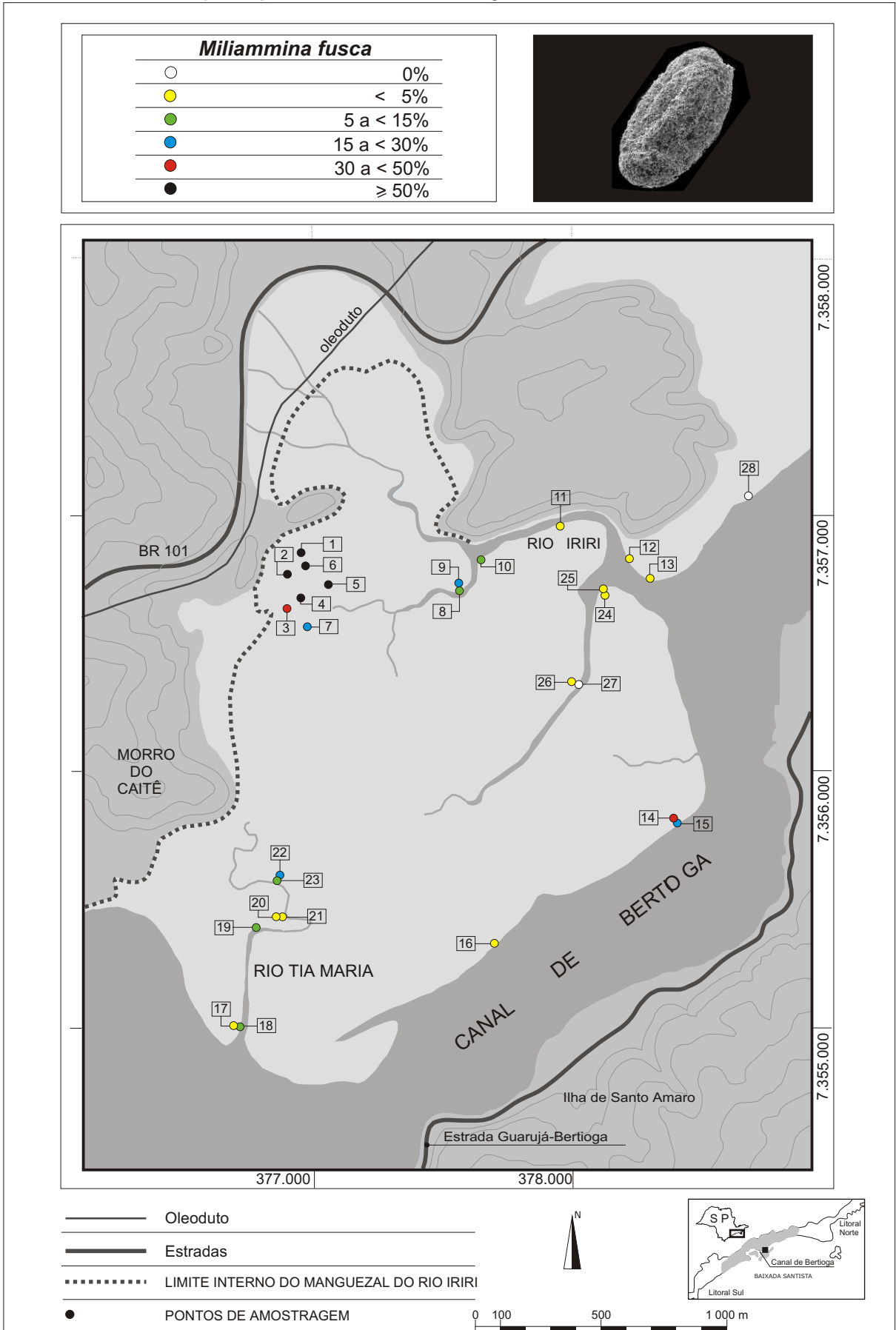
# ANEXO 3

Distribuição espacial de "*H.*" *manilaensis* no manguezal do Rio Iriri-Tia Maria



# ANEXO 3

Distribuição espacial de *M. fusca* no manguezal do Rio Iriri-Tia Maria



# ANEXO 3

Distribuição espacial de *T. irregularis* no manguezal do Rio Iri-Tia Maria

