

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

**O SISTEMA ESTUARINO DO DELTA DO SÃO FRANCISCO-SE:
ANÁLISE AMBIENTAL COM BASE NO ESTUDO DE
FORAMINÍFEROS E TECAMEBAS**

Décio Luis Semensatto Junior

Orientador: Prof. Dr. Dimas Dias Brito

Tese de Doutorado elaborada junto ao
Programa de Pós-Graduação em Geociências
– Área de Concentração em Meio Ambiente
para obtenção do Título de Doutor em
Geociências e Meio Ambiente.

Rio Claro (SP)
2006

574.5263 Semensatto-Jr., Décio Luis
S471s O sistema estuarino do delta do Rio São Francisco (SE):
análise ambiental com base no estudo de foraminíferos e
tecamebas . – Rio Claro : [s.n.], 2006
223 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Ins-
tituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Dimas Dias-Brito

1. Ecologia aquática. 2. Oceanografia biológica. 3. Sis-
tema estuarino tropical. 4. Manguezais – Brasil. I. Título.

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

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Dimas Dias Brito

Prof. Dr. Eduardo Apostolos Machado Koutsoukos

Profa. Dra. Beatriz Beck Eichler

Profa. Dra. Carla van der Haagen Custodio Bonetti

Prof. Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo

Décio Luis Semensatto Junior

Rio Claro, 05 de Maio de 2006

Resultado: Aprovado “com distinção e louvor”.

DEDICATÓRIA

Dedico à Gezinha e meus pais,
Décio e Dalva (*in memoriam*)

A VIDA

A vida são deveres que nós trouxemos pra fazer em casa.

Quando se vê, já são seis horas!
Quando se vê, já é sexta-feira...
Quando se vê, já terminou o ano...
Quando se vê, passaram-se 50 anos!

Agora, é tarde demais para ser reprovado...

Se me fosse dado, um dia, outra oportunidade,
eu nem olhava o relógio.
Seguiria sempre em frente
e iria jogando, pelo caminho,
a casca dourada inútil das horas...

Dessa forma eu digo:
não deixe de fazer algo que gosta
devido à falta de tempo.

A única falta que terá, será desse tempo
que infelizmente... não voltará mais.

Mario Quintana

AGRADECIMENTOS

Como dizia meu querido poetinha Vinícius, “a vida é a arte do encontro, embora haja tantos desencontros”... é saber encontrar pessoas e fazer com que elas tenham um motivo de sorrir quando se lembrar desse evento... causar e levar as melhores lembranças possíveis... contribuir para que todos tenham um dia melhor. Nesse caminho que trilhei até hoje, constatei a veracidade e o valor dessas máximas. Peço a Deus que continue abençoando meu caminho, promovendo em minha vida tantos encontros prazerosos quanto aqueles que tive com as pessoas que aqui menciono, a quem expresso meu profundo agradecimento. Algumas contribuíram de modo direto para que essa tese fosse feita do melhor modo possível, e outras estiveram ao meu lado indiretamente, sempre na torcida. Que todos possam ter guardado as mesmas impressões marcantes e construtivas que retive, e que nosso encontro sempre seja motivo de alegria, assim como o é para mim.

Ao Prof. Dr. Dimas Dias Brito, orientador dessa tese, pela confiança depositada em meu trabalho, pela constante motivação e pelos ensinamentos repassados ao longo desses anos de convívio; mas sobretudo pela grande amizade, dessas raras que encontramos poucas vezes em nossas vidas.

Ao Programa de Formação de Recursos Humanos para o Setor de Petróleo e Gás – PRH-05 (Convênio ANP/MCT/UNESP), pela concessão da bolsa em nível de doutorado e pela oportunidade em concretizar minha formação acadêmica.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela bolsa em nível de mestrado, concedida no início da execução deste projeto.

Ao Projeto Tartarugas Marinhas (TAMAR) e ao IBAMA de Pirambu (SE), especialmente César e Jaqueline, dispostos a facilitar e prestar todo o apoio logístico para execução da etapa de campo, sem o qual a concretização desse projeto seria quase impossível.

À Profa. Dra. Yara Schaeffer-Novelli (IO/USP), pela amizade e por repassar com humildade, paixão e generosidade seu enorme conhecimento e vivência com os manguezais.

Ao Prof. Dr. Antonio Camargo (IB/UNESP), por seu espírito colaborador e crítico, sempre disposto a compartilhar seu conhecimento e experiência.

Ao Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim (IGCE/UNESP), por suas contribuições no exame de qualificação.

Ao Prof. Dr. René Rodrigues (UERJ), pelo espírito de colaboração e apoio valioso nas análises químicas do sedimento.

Aos professores que tive em minha vida, desde a “Tia Beth”, que me ensinou a escrever minhas primeiras letras, até os professores do ensino superior, pela dedicação ao sacerdócio da docência, que me inspira a seguir o mesmo caminho.

Aos funcionários do Departamento de Geologia Aplicada, pelo apoio durante a condução do trabalho.

Ao meu amor, Geórgia (Gezinha), por todos os momentos de alegrias e de dificuldades que passamos juntos, firmes lado a lado, por ser companheira leal e amorosa, pelo espírito crítico e constante contribuição em minha vida acadêmica; enfim, pela felicidade em ter aceitado dar as mãos e trilhar comigo esse caminho que chamamos de vida... Por aquele dia na praia, durante o pôr-do-sol...

Aos meus pais, Décio e Dalva (*in memoriam*), pelo amor, exemplos de caráter, honra, dedicação e muitas vezes de superação, a quem devo minha formação como ser humano, e a quem devoto amor incondicional.

À Cleide e sua família, Seu Zé, Dona Cida, Priscila, Adriano, Juninho, Mariana e Ieié, pelas novas alegrias que trouxeram na minha vida e de meu pai, pelo carinho e consideração.

À toda minha família e amigos: meus irmãos, Claudia e Paulo, sobrinhas, cunhados, tios, primos, minha sogrinha Lourdes, pela torcida pra que tudo sempre desse certo!

À Lua e ao Fred, pelo carinho especial que só eles sabem dar e pela alegria que trouxe em nossas vidas.

Aos companheiros que passaram e aos que hoje estão no Laboratório de Análises Micropaleontológicas, Microbióticas e de Ambientes (LAMBdA), pela amizade, convívio fraterno e constante apoio: Prof. Dr. Eduardo Musacchio, Rogério Funo, Joana Santa Cruz, Ricardo Blaquez (*in memoriam*), Renata Dalmora, Monica Marquezin, Carolina Pedrotti, Marina Portolano, Paula Honda e Michel Metran da Silva.

Ao José Maria Cazonatto, incansável e eficiente secretário do PRH-05, pela amizade, disposição e apoio, sempre pronto a facilitar nossas vidas.

À Heloísa Partezani, primeira secretária do PRH-05, pelo carinho e apoio, importantes no início deste trabalho.

Ao Clemente Coelho Junior, *brother* de coração, pela amizade sincera, exemplo de generosidade e pelas altas discussões sobre o *mangrove* (*trees that grow up in the soft mud...*).

À Ana Marina Escobar Castro (Anita), pela amizade generosa que nos trouxe momentos memoráveis.

Ao Robson Louiz Capretz, amigo e irmãozinho, pela profunda amizade, contribuição com seu espírito crítico ao meu trabalho e por abrir as portas de sua casa à minha família.

À Alessandra Fontana, amiga e irmãzinha de coração, pelos bons momentos que nossa amizade nos proporcionou.

Ao Carlos, Wonder e Marcelo, pela amizade e convívio fraterno nos tempos de república.

Aos pescadores do Povoado de Ponta dos Mangues e da Costinha, no delta do Rio São Francisco, em especial ao Tôca, Gilvan e Ninho, pelo auxílio em campo e pela generosidade em dividir seu valioso conhecimento.

Aos irmãos Silvio e Paraguassú, pela amizade e por acompanhar minha família, sempre nos intuindo para o bem e estimulando a sermos pessoas melhores.

E, finalmente, a Deus, Inteligência Suprema e Amor Absoluto, que me permitiu cumprir mais essa etapa e me dá força para iniciar outras novas em sua direção.

SUMÁRIO

Índice	7
Índice de Tabelas	9
Índice de Figuras	12
Índice de Estampas	17
Resumo	19
Abstract	20
1. Introdução	21
2. Material e Métodos	35
3. Resultados e Discussão	49
4. Sistemática	178
5. Conclusões	201
6. Referências	204

ÍNDICE

1. Introdução	21
1.1. Deltas, estuários e manguezais	21
1.2. Foraminíferos e tecamebas	23
1.3. Área de estudo	27
1.4. Objetivos	33
2. Material e Métodos	35
2.1. Etapa de coleta em campo	36
2.2. Etapa de processamento das amostras e preparação para triagem	37
2.3. Etapa de triagem	41
2.4. Etapa de análise dos dados	42
3. Resultados e Discussão	49
3.1. Campanha de 1996	50
3.1.1. Dados abióticos	50
3.1.2. Dados bióticos	53
3.1.3. Ecofácies	67
3.1.4. Comparação das ecofácies com outras áreas do Brasil e do mundo ..	80
3.1.5. Análise biométrica de <i>Miliammina fusca</i>	84
3.1.6. Aplicação do Índice AE	88
3.1.7. Mapas de circulação hidrodinâmica	88
3.2. Campanha de 2004	92
3.2.1. Dados abióticos	92
3.2.2. Dados bióticos	106
3.2.3. Ecofácies	124
3.2.4. Comparação das ecofácies com outras áreas do Brasil e do mundo ..	137
3.2.5. Análise biométrica de <i>Miliammina fusca</i>	140
3.2.6. Aplicação do Índice AE	143
3.2.7. Mapas de circulação hidrodinâmica	144
3.3. Comparação entre as campanhas de 1996 e 2004	148
3.3.1. Salinidade	148
3.3.2. Teor de lama	149
3.3.3. Microfauna de foraminíferos e tecamebas em cada ambiente	151
3.3.3.1. Canal do Parapuça	151
3.3.3.2. Riacho do Cabaço	154
3.3.3.3. Canal do Carapitanga	156
3.3.3.4. Riacho do Aracaré e Riacho do Mosquito	159
3.3.3.5. Laguna (Canal do Poço, incluindo o Riacho do Funil)	161
3.3.3.6. Síntese	163
3.3.4. Ecofácies	163
3.3.5. Biometria de <i>Miliammina fusca</i>	168
3.3.5. Circulação hidrodinâmica	170
3.4. Aplicações potenciais dos resultados	172

4. Sistemática	178
4.1. Identificação de espécimens de <i>Blymasphaera brasiliensis</i>	187
4.2. Espécimens não identificados de tecamebas	189
5. Conclusões	201
6. Referências	204

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Classificação das águas baseada nos valores de salinidade de acordo com o Simpósio de Veneza de 1959	37
Tabela 2.2. Classificação do sedimento de acordo com o teor de lama (FLEMMING, 2000)	39
Tabela 3.1. Coordenadas UTM das amostras coletadas no delta do Rio São Francisco	49
Tabela 3.2. Valores de salinidade para a campanha de 1996. Condição da amostra no ato da coleta: emersa (em); submersa (s). Classificação das águas segundo o Simpósio de Veneza de 1995 (Closs, 1962); O: oligohalina; M: mesohalina; P: polihalina; E: euhalina. Zona: entre-marés (EM); inframaré (I) .	50
Tabela 3.3. Granulometria das amostras da campanha de 1996, expressas em %	52
Tabela 3.4. Número de espécies de cada grupo taxonômico representado nas amostras da campanha de 1996	53
Tabela 3.5. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Canal do Parapuça da campanha de 1996. São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0	54
Tabela 3.6. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Riacho do Cabaço da campanha de 1996. São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Os índices de diversidade e equitatividade não foram calculados para a amostra 15, com menos de 100 indivíduos. Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0	55
Tabela 3.7. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Canal do Carapitanga da campanha de 1996. São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Os índices de diversidade e equitatividade não foram calculados para a amostra 1, com menos de 100 indivíduos. Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0	56
Tabela 3.8. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Riacho do Aracaré e do Mosquito (amostra 35) da campanha de 1996. São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Os índices de diversidade e equitatividade não foram calculados para as amostras 30 e 35, com menos de 100 indivíduos. Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0	59
Tabela 3.9. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Canal do Poço e Riacho do Funil (amostras 47 e 48) da campanha de 1996. As amostras 43, 44 e 45 não estão listadas por não apresentar indivíduos. São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Os índices de diversidade e equitatividade não foram calculados para as amostras 37, 38, 39, 47 e 48, com menos de 100 indivíduos. Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0	61
Tabela 3.10. Riqueza de espécies por setor para a campanha de 1996	64
Tabela 3.11. Resumo das variáveis para cada ecofácies na campanha de 1996. Média ± desvio padrão, com valor máximo e mínimo entre parênteses. CM: <i>Centropyxis-Miliammina fusca</i> ; MA: <i>Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana</i> ; AATMA: <i>Ammotium-Arenoparrella mexicana-Trochammina-Miliammina fusca-Ammonia</i> ; AQE: <i>Ammonia-Quinqueloculina-Elphidium</i> ; D: diversidade de McIntosh; E: equitatividade; Tec: proporção de tecamebas; H': diversidade de Shannon; J': equitatividade; S: riqueza de espécies; F: foraminíferos; T: tecamebas. H' e J' são apresentados para efeito de comparação com trabalhos de outros autores	71
Tabela 3.12. Dados bióticos e abióticos para a Ecofácies <i>Centropyxis-Miliammina fusca</i> . São apresentados o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de	

tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Os índices de diversidade e equitatividade não foram calculados para a amostra 15, com menos de 100 indivíduos. Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0	72
Tabela 3.13. Dados bióticos e abióticos para a Ecofácies <i>Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana</i> . São apresentados o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Os índices de diversidade e equitatividade não foram calculados para a amostra 48, com menos de 100 indivíduos. Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0	73
Tabela 3.14. Dados bióticos e abióticos para a Ecofácies <i>Ammotium-Arenoparrella mexicana-Trochammina-Miliammina fusca Ammonia</i> . São apresentados o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Os índices de diversidade e equitatividade não foram calculados para a amostra 48, com menos de 100 indivíduos. Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0	75
Tabela 3.15. Dados bióticos e abióticos para a Ecofácies <i>Ammonia-Quinqueloculina-Elphidium</i> . São apresentados o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Os índices de diversidade e equitatividade não foram calculados para a amostra 48, com menos de 100 indivíduos. Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0	77
Tabela 3.16. Lista das espécies presentes em cada ecofácies para a campanha de 1996	78
Tabela 3.17. Comparação, por meio do índice de Sorensen, da similaridade das ecofácies da campanha de 1996 com outras áreas do Brasil e do mundo. Em negrito, as maiores similaridades	81
Tabela 3.18. Dados biométricos de <i>Miliammina fusca</i> ao longo do Canal do Carapitanga, Riacho do Cabaço e Canal do Parapuca da campanha de 1996. A unidade de medida é μm	85
Tabela 3.19. Valores do índice AE para a campanha de 1996	88
Tabela 3.20. Valores de salinidade horário e data de coleta das amostras para a campanha de 2004. F: fundo (valor referente ao contato do sedimento com a coluna d'água); S: superfície (valor referente à superfície da coluna d'água). Condição da amostra no ato da coleta: emersa (em); submersa (s). Classificação das águas segundo o Simpósio de Veneza (Closs, 1962): doce (D); oligohalina (O); mesohalina (M); polihalina (P) e euhalina (E). Zona: entre-marés (EM); inframaré (I)	93
Tabela 3.21. Granulometria das amostras na campanha de 2004, expressa em %	96
Tabela 3.22. Valores de pH nas amostras da campanha de 2004	97
Tabela 3.23. Concentração de nutrientes e matéria orgânica (MO) nos sedimentos coletados na campanha de 2004. Concentrações de N, P e K expressas em ppm (partes por milhão); concentrações de S e MO expressas em %	99
Tabela 3.24. Médias, desvios padrão, mínimos, máximos (entre parêntesis) das concentrações de nutrientes e matéria orgânica (MO) nos canais e na laguna. Concentrações de N, P e K expressas em ppm (partes por milhão); concentrações de MO expressas em %	99
Tabela 3.25. Médias, desvios padrão, mínimos, máximos (entre parêntesis) das concentrações de C_{org} , S e razão C/S nos sedimentos coletados nos canais na campanha de 2004. Concentrações de C e S expressas em %	99
Tabela 3.26. Concentração de metais nos sedimentos coletados na campanha de 2004. Concentrações de Ca, Cu, Mg, Mn e Zn expressas em ppm (partes por milhão); concentrações de Fe expressas em %	104
Tabela 3.27. Médias, desvios padrão, mínimos, máximos (entre parêntesis) das concentrações de metais nas bordas dos canais e na laguna. Concentrações de Ca, Cu, Mg, Mn e Zn expressas em ppm (partes por milhão); concentrações de Fe expressas em %	104
Tabela 3.28. Concentrações de Cu e Zn (ppm) e Fator de Poluição registrados no delta do Rio São Francisco e em outros ambientes estuarinos	105

Tabela 3.29. Número de espécies de cada grupo taxonômico nas amostras na campanha de 2004	106
Tabela 3.30. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Canal do Parapuça na campanha de 2004. São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E)	107
Tabela 3.31. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Riacho do Cabaço na campanha de 2004. São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E)	110
Tabela 3.32. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Canal do Carapitanga e do canal que liga as imediações da entrada do Carapitanga ao Riacho do Funil (amostras 55 e 56) na campanha de 2004. São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E)	113
Tabela 3.33. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Riacho do Aracaré (28 a 32) e Riacho do Mosquito (35 e 53). São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E)	115
Tabela 3.34. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Canal do Poço e Riacho do Funil (48 e 64) na campanha de 2004. As amostras estão ordenadas na tabela de acordo com sua distribuição geográfica (amostra 63 – extremo sudoeste; amostra 64 – extremo nordeste). As amostras 50, 58 e 59 não estão listadas por não apresentar tecas. São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0	117
Tabela 3.35. Riqueza de espécies por setor para a campanha de 2004	122
Tabela 3.36. Resumo das variáveis para cada ecofácies na campanha de 2004. Média ± desvio padrão, com valor máximo e mínimo entre parêntesis. CDM: <i>Centropyxis-Difflugia-Miliammina fusca</i> ; MA: <i>Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana</i> ; AA: <i>Ammotium-Ammobaculites exiguus</i> ; QE: <i>Quinqueloculina-Elphidium-Ammonia</i> ; D: diversidade de McIntosh; E: equitatividade; H': diversidade de Shannon; J': equitatividade; Tec: proporção de tecamebas; S: riqueza de espécies; F: foraminíferos; T: tecamebas. H' e J' são apresentados para efeito de comparação com outros trabalhos. Os teores de MO são apresentados apenas para as ecofácies onde foi possível determinar seu valor	127
Tabela 3.37. Lista das espécies presentes em cada ecofácies na campanha de 2004	129
Tabela 3.38. Dados bióticos e abióticos para a Ecofácies <i>Centropyxis-Difflugia-Miliammina fusca</i> . São apresentados o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E)	131
Tabela 3.39. Dados bióticos e abióticos para a Ecofácies <i>Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana</i> . São apresentados o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E)	132
Tabela 3.40. Dados bióticos e abióticos para a Ecofácies <i>Ammotium-Ammobaculites exiguus</i> . São apresentados o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E)	134
Tabela 3.41. Dados bióticos e abióticos para a Ecofácies <i>Quinqueloculina-Elphidium-Ammonia</i> . São apresentados o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E)	135
Tabela 3.42. Comparação, por meio do índice de Sorensen, da similaridade das ecofácies da campanha de 2004 com outras áreas no Brasil e no mundo. Em destaque, as similaridades maiores	138
Tabela 3.43. Dados biométricos de <i>Miliammina fusca</i> ao longo do Canal do Carapitanga, Riacho do Cabaço, Canal do Parapuça e ligação do Riacho do Funil às imediações do Canal do Carapitanga, na	

campanha de 2004. A unidade de medida é μm	142
Tabela 3.44. Valores do índice AE para a campanha de 2004	143
Tabela 3.45. Valor do índice de Bray-Curtis (B) e resultado do teste t para os valores de H' entre as campanhas de 1996 e 2004	153
Tabela 3.46. Lista de espécies exclusivas em cada campanha	154
Tabela 3.47. Valor do índice de Bray-Curtis (B) e resultado do teste t para os valores de H' entre as campanhas de 1996 e 2004	156
Tabela 3.48. Lista de espécies exclusivas em cada campanha	156
Tabela 3.49. Valor do índice de Bray-Curtis (B) e resultado do teste t para os valores de H' entre as campanhas de 1996 e 2004	158
Tabela 3.50. Lista de espécies exclusivas em cada campanha	159
Tabela 3.51. Valor do índice de Bray-Curtis (B) e resultado do teste t para os valores de H' entre as campanhas de 1996 e 2004	161
Tabela 3.52. Lista de espécies exclusivas em cada campanha no Riacho do Aracaré e do Mosquito	161
Tabela 3.53. Valor do índice de Bray-Curtis (B) e resultado do teste t para os valores de H' entre as campanhas de 1996 e 2004	162
Tabela 3.54. Médias e desvios padrão das variáveis utilizadas no agrupamento e definição das ecofácies. Os valores foram comparados a um nível de significância $\alpha = 5\%$	164
Tabela 3.55. Comparação entre os tamanhos médios de <i>Miliammina fusca</i> nas campanhas de 1996 e 2004	168
Tabela 3.56. Sumário da classificação proposta por Gundlach & Hayes (1978), com a ordem crescente de vulnerabilidade a danos causados por derramamento de petróleo e derivados	174

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Foz do Rio São Francisco vista do oceano para o continente, de leste para oeste. Fonte: Google Earth, 2005	28
Figura 1.2. Localização da área de estudo, com os respectivos canais e ilhas. Mapa construído com base em fotos aéreas relativas a dezembro de 2003 (BASE AEROFOTOGRAMETRIA E PROJETOS S/A, 2003)	29
Figura 1.3. Vista panorâmica da Boca do Poço (<i>inlet</i>) de leste para oeste	31
Figura 1.4. Ação de ondas sobre manguezal bem desenvolvido nas imediações da foz do São Francisco, entre o Povoado da Costinha e o Riacho do Diqum	31
Figura 1.5. Tanque de camarão seco para limpeza, junto ao Riacho do Aracaré	32
Figura 2.1. Localização dos pontos de coleta nas campanhas de 1996 e 2004	35
Figura 2.2. Coleta na zona entre-marés, com representação esquemática da área amostrada	37
Figura 3.1. Distribuição da salinidade na campanha de 1996	51
Figura 3.2. Teor de lama nas amostras da campanha de 1996	52
Figura 3.3. Zona ocupada por <i>Salvinia</i> , <i>Crenea</i> e <i>Juncus</i> defronte ao bosque de mangue, na área de coleta da amostra 19	55
Figura 3.4. Banco de <i>Crenea</i> e <i>Juncus</i> ocupando a zona de progradação defronte o bosque de mangue do Canal do Carapitanga. Foto tirada em maré alta	58
Figura 3.5. Distribuição de foraminíferos nas diferentes faixas halínicas para a campanha de 1996	63
Figura 3.6. Distribuição da riqueza de espécies na campanha de 1996	64
Figura 3.7. Distribuição dos valores do índice de Shannon (H') para a campanha de 1996	65
Figura 3.8. Distribuição dos valores do índice de McIntosh (D) para a campanha de 1996	65
Figura 3.9. Distribuição dos valores de equitatividade J' para a campanha de 1996	66
Figura 3.10. Distribuição dos valores de equitatividade de McIntosh (E) para a campanha de 1996	66
Figura 3.11. Distribuição dos grupos taxonômicos dominantes em cada amostra para a campanha de 1996	67
Figura 3.12. Dendrograma das ecofácies obtido com os dados da campanha de 1996. CM: <i>Centropyxis-Miliammina fusca</i> ; AQE: <i>Ammonia-Quinqueloculina-Elphidium</i> ; AATMA: <i>Ammotium-Arenoparrella mexicana-Trochammina-Miliammina fusca-Ammonia</i> ; MA: <i>Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana</i> . As amostras destacadas em vermelho indicam aquelas que foram realocadas <i>a posteriori</i> (nesta figura estão na posição original)	69
Figura 3.13. Distribuição das ecofácies na campanha de 1996. CM: <i>Centropyxis-Miliammina fusca</i> ; MA: <i>Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana</i> ; AATMA: <i>Ammotium-Arenoparrella mexicana-Trochammina-Miliammina fusca-Ammonia</i> ; AQE: <i>Ammonia-Quinqueloculina-Elphidium</i>	70
Figura 3.14. Localização das amostras em que houve medição do tamanho das tecas de <i>Miliammina fusca</i> para a campanha de 1996	85
Figura 3.15. Distribuição do tamanho médio de <i>Miliammina fusca</i> ao longo do Canal do Carapitanga, Riacho do Cabaço e Canal do Parapuça, na campanha de 1996. As setas apontam tendências discutidas no texto	86
Figura 3.16. Modelo esquemático de circulação hidrodinâmica na preamar baseado em dados da flora e da microfauna de foraminíferos e tecamebas da campanha de 1996. A espessura das setas representa a influência proporcional relativa de cada massa d'água	90
Figura 3.17. Modelo esquemático de circulação hidrodinâmica na preamar baseado em dados da flora e da microfauna de foraminíferos e tecamebas da campanha de 1996. A espessura das setas representa a influência proporcional relativa de cada massa d'água	91

Figura 3.18. Distribuição da salinidade na campanha de 2004	92
Figura 3.19. Esquema do ciclo das marés (16 a 24 março de 2004) com a posição das amostras coletadas na campanha de 2004	94
Figura 3.20. Teor de lama das amostras na campanha de 2004	96
Figura 3.21. Distribuição do pH na campanha de 2004	97
Figura 3.22. Distribuição da concentração de nitrogênio na campanha de 2004	100
Figura 3.23. Distribuição da concentração de fósforo na campanha de 2004	100
Figura 3.24. Distribuição da concentração de potássio na campanha de 2004	100
Figura 3.25. Distribuição do teor de matéria orgânica na campanha de 2004	101
Figura 3.26. Distribuição do carbono orgânico na campanha de 2004	101
Figura 3.27. Distribuição da concentração de enxofre na campanha de 2004	101
Figura 3.28. Distribuição da razão C/S na campanha de 2004	102
Figura 3.29. Distribuição da concentração de cobre na campanha de 2004	103
Figura 3.30. Distribuição da concentração de zinco na campanha de 2004	103
Figura 3.31. Análise de Componentes Principais (ACP) para os metais e nutrientes analisados na campanha de 2004. Em azul, as amostras da laguna e canais meso-polihalinos, e em vermelho, amostras dos canais oligohalinos	105
Figura 3.32. Margem do Canal do Parapuça, no ponto de coleta da amostra 22	109
Figura 3.33. Margem do Riacho do Cabaço, nas imediações do ponto de coleta da amostra 17	111
Figura 3.34. Zona de “marisma” nas imediações do ponto de coleta da amostra 8	112
Figura 3.35. Riacho do Aracaré, nas imediações do ponto 30	114
Figura 3.36. Zona de colonização do manguezal na ilha entre os pontos de coleta das amostras 33 e 34. Ao fundo, o lado oposto da ilha onde a amostra 34 foi coletada. Foto tirada no sentido nordeste-sudoeste .	119
Figura 3.37. Margem sob erosão junto à ilha barreira, no setor sudoeste da laguna, com colonização recente de jovens de <i>Laguncularia racemosa</i> . Foto tirada próxima à Boca do Poço, de leste para oeste	120
Figura 3.38. Distribuição de foraminíferos nas diferentes faixas halínicas na campanha de 2004	121
Figura 3.39. Distribuição da riqueza de espécies na campanha de 2004.	122
Figura 3.40. Distribuição dos valores do índice de diversidade de McIntosh (D) para a campanha de 2004.	123
Figura 3.41. Distribuição dos valores do índice de diversidade de Shannon (H') para a campanha de 2004.	123
Figura 3.42. Distribuição dos valores de equitatividade de McIntosh (E) para a campanha de 2004.	124
Figura 3.43. Distribuição dos valores de equitatividade de Shannon (J') para a campanha de 2004.	124
Figura 3.44. Comportamento dos valores de D conforme o avanço da contagem de tecas (curvas de rarefação)	125
Figura 3.45. Comportamento dos valores de E conforme o avanço da contagem de tecas (curvas de rarefação)	125
Figura 3.46. Dendrograma das ecofácies obtido com os dados da campanha de 2004. CDM: <i>Centropyxis-Difflugia-Miliammina fusca</i> ; MA: <i>Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana</i> ; AA: <i>Ammotium-Ammobaculites exiguus</i> ; QEA: <i>Quinqueloculina-Elphidium-Ammonia</i> . As amostras destacadas foram realocadas para a ecofácies com a cor correspondente (nesta figura estão na posição original)	126
Figura 3.47. Distribuição das ecofácies da campanha de 2004. CDM: <i>Centropyxis-Difflugia-Miliammina fusca</i> ; MA: <i>Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana</i> ; AA: <i>Ammotium-Ammobaculites exiguus</i> ; QEA: <i>Quinqueloculina-Elphidium-Ammonia</i>	128

Figura 3.48. Distribuição das amostras em que o tamanho das tecas de <i>Miliammina fusca</i> foi analisado ...	141
Figura 3.49. Distribuição do tamanho médio de <i>Miliammina fusca</i> ao longo do Canal do Carapitanga, Riacho do Cabaço, Canal do Parapuça e ligação do Riacho do Funil ao Carpitanga na campanha 2004. As setas apontam tendências discutidas no texto	143
Figura 3.50. Distribuição dos valores do índice AE na campanha de 2004	144
Figura 3.51. Modelo esquemático de circulação hidrodinâmica na preamar baseado em dados da flora e da microfauna de foraminíferos e tecamebas da campanha de 2004. A espessura das setas representa a influência proporcional relativa de cada massa d'água	146
Figura 3.52. Modelo esquemático de circulação hidrodinâmica na baixamar baseado em dados da flora e da microfauna de foraminíferos e tecamebas da campanha de 2004. A espessura das setas representa a influência proporcional relativa de cada massa d'água	147
Figura 3.53. Valores de salinidade registrados no momento da coleta nas campanhas de 1996 e 2004. Os gráficos estão ordenados de acordo com a distribuição geográfica dos pontos. As diferentes cores representam as faixas de classificação da salinidade, da maior para a menor: euhalina, polihalina, mesohalina e oligohalina	148
Figura 3.54. Valores de teor de lama nas campanhas de 1996 e 2004. Os gráficos estão ordenados de acordo com a distribuição geográfica dos pontos. As diferentes cores representam as faixas de classificação da granulometria, do maior para o menor teor de lama: lama, lama levemente arenosa, lama arenosa, areia lamosa, areia levemente lamosa, areia	150
Figura 3.55. a. abundância relativa das principais espécies presentes no Canal do Parapuça na campanha de 1996; b. abundância relativa das principais espécies presentes no Canal do Parapuça na campanha de 2004; c. proporção de tecamebas (Tec) e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 1996; d. proporção de tecamebas e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 2004	153
Figura 3.56. a. abundância relativa das principais espécies presentes no Riacho do Cabaço na campanha de 1996; b. abundância relativa das principais espécies presentes no Riacho do Cabaço na campanha de 2004; c. proporção de tecamebas (Tec) e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 1996; d. proporção de tecamebas e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 2004	155
Figura 3.57. a. abundância relativa das principais espécies presentes no Riacho do Cabaço na campanha de 1996; b. abundância relativa das principais espécies presentes no Riacho do Cabaço na campanha de 2004; c. proporção de tecamebas (Tec) e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 1996; d. proporção de tecamebas e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 2004	158
Figura 3.58. a. abundância relativa das principais espécies presentes no Riacho do Aracaré e do Mosquito na campanha de 1996; b. abundância relativa das principais espécies presentes no Riacho do Aracaré e do Mosquito na campanha de 2004; c. proporção de tecamebas (Tec) e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 1996; d. proporção de tecamebas e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 2004	160
Figura 3.59. a. abundância relativa das principais espécies presentes no Canal do Poço e Riacho do Funil na campanha de 1996; b. abundância relativa das principais espécies presentes no Canal do Poço e Riacho do Funil na campanha de 2004; c. proporção de tecamebas (Tec) e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 1996; d. proporção de tecamebas e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 2004	162
Figura 3.60. Médias e desvios padrão dos valores de salinidade em cada ecofácies para as campanhas de 1996 e 2004. As diferentes cores de fundo do gráfico representam as faixas de salinidade, da inferior para a superior: oligohalina, mesohalina, polihalina e euhalina	165
Figura 3.61. Médias e desvios padrão do teor de lama (%) em cada ecofácies para as campanhas de 1996 e 2004. As diferentes cores de fundo do gráfico representam as faixas de proporção lama/areia, da inferior para a superior: areia, areia levemente lamosa, areia lamosa, lama arenosa, lama levemente arenosa e lama	165
Figura 3.62. Médias e desvios padrão do índice de diversidade de McIntosh em cada ecofácies para as campanhas de 1996 e 2004	166
Figura 3.63. Médias e desvios padrão do índice de equitatividade de McIntosh em cada ecofácies para as campanhas de 1996 e 2004	166

Figura 3.64. Médias e desvios padrão da proporção de tecamebas em cada ecofácies para as campanhas de 1996 e 2004	167
Figura 3.65. Modelo teórico simples da relação da abundância relativa e tamanho médio das tecas de <i>Miliammina fusca</i> com a abundância relativa de seus competidores	169
Figura 3.66. Esquema de circulação das águas na preamar	171
Figura 3.67. Esquema de circulação das águas na baixamar	172

ÍNDICE DE ESTAMPAS

- Estampa I.** Espécimens do gênero *Blymasphaera*. 1. Indivíduo coletado no Canal Parapuça (amostra 27/96, março de 1996), delta do rio São Francisco (SE); 2. Indivíduo coletado no rio Aguapeú (amostra 1B, fevereiro de 1996), em Itanhaém (SP); 3. Indivíduo com “rendas” coletado no rio Aguapeú (amostra 4C, fevereiro de 1996), em Itanhaém (SP); 4. Indivíduo com “rendas” coletado no rio Aguapeú (amostra 4C, fevereiro de 1996), em Itanhaém (SP); 5. Vista do interior da teca (observar vacúolos da parede intermediária e cavidade central), de indivíduo coletado no Canal da Parapuça (amostra 27/96, março de 1996), delta do rio São Francisco (SE); 6. Vista do interior da teca de indivíduo coletado no Riacho do Cabaço (amostra 16/96, março de 1996), delta do Rio São Francisco; 7. Detalhe da parede do indivíduo da fig. 6 com setas indicando a camada mais externa (mesma que forma as “rendas”.); 8. Detalhe da parede com seta indicando a camada mais externa, que forma as “rendas” (indivíduo coletado no Rio Aguapeú, amostra 3, em fevereiro de 1996); 9. Detalhe da parede da fig. 5 (a: abertura; v: vacúolo); 10. Detalhe da parede externa de indivíduo coletado no Rio Preto (Itanhaém, SP), amostra 16, em fevereiro de 1996 (a: abertura); 11. Detalhe das “rendas” da fig. 2; 12. Detalhe das “rendas” da fig. 4 (as setas indicam o contato entre a camada que forma a “renda” e uma camada subsuperficial da teca); 13. Detalhe das “rendas” da fig. 2. Barra de referência das fotos 1, 3, 4, 5 e 6: 100µm; fotos 2 e 9: 50 µm; fotos 7, 8 e 10 a 13: 10 µm
- 191
- Estampa II.** Tecameba não identificada coletada no Riacho do Parapuça (amostra 21/04, março de 2004). 1. Vista lateral; 2. Vista da abertura; 3. Vista lateral; 4. Detalhe do interior da abertura e do pescoço orgânico; 5. Detalhe do pescoço orgânico 192
- Estampa III.** 1 a 3. *Diffugia protaeiformis* (Riacho do Cabaço, amostra 13/04, março de 2004); 4 e 5. *Bullinularia* cf. *indica* (Riacho do Cabaço, amostra 15/04, março de 2004); 6. *Trygonopyxis arcuata* (Riacho do Carapitanga, amostra 02/04, março de 2004); 7. *Cyclopyxis* sp. 1 (Riacho do Parapuça, amostra 20/04, março de 2004); 8. *Cyclopyxis* sp. (Riacho do Parapuça, amostra 27/96, março de 1996); 9. *Cyclopyxis kahli* (Riacho do Parapuça, amostra 20/04, março de 2004). Barras de referência de 1 a 3 equivalentes a 20 µm, e de 4 a 9 equivalentes a 50 µm 193
- Estampa IV.** 1 e 2. *Diffugia oblonga* (Riacho do Parapuça, amostra 19/04, março de 2004); 3. *Diffugia gramen* (Riacho do Parapuça, amostra 20/04, março de 2004); 4 e 5. *Diffugia acuminata* (Riacho do Parapuça, amostra 22/04, março de 2004); 6. *Diffugia bacilliarum* (Riacho do Parapuça, amostra 22/04, março de 2004); 7. *Lagenodiffugia vas* (Riacho do Parapuça, amostra 26/96, março de 1996); 8 e 9. *Centropyxis platystoma* (Riacho do Cabaço, amostra 17/04, março de 2004); 10. *Cucurbitella tricuspis* (Riacho do Parapuça, amostra 24/96, março de 1996). Barras de referência equivalentes a 20 µm 194
- Estampa V.** 1 e 2. *Miliammina fusca* (Riacho do Carapitanga, amostra 07/96, março de 1996); 3 e 4. *Reophax* sp. 1. (Riacho do Carapitanga, amostra 02/04, março de 2004); 5 e 6. *Reophax scottii* (Canal do Poço, amostra 41/04, março de 2004); 7. *Ammotium cassis* (Riacho do Aracaré, amostra 31/96, março de 1996); 8. *Ammotium directum* (Riacho do Carapitanga, amostra 04/96, março de 1996); 9. *Ammotium pseudocassis* (Riacho do Aracaré, amostra 32/96, março de 1996); 10. *Arenoparrella mexicana* (Riacho do Carapitanga, amostra 09/96, março de 1996); 11. *Haplophragmoides wilberti* (Riacho do Parapuça, amostra 22/96, março de 1996); 12. *Trochammina inflata* (Riacho do Aracaré, amostra 28/96, março de 1996). Barras de referência de equivalentes a 100 µm 195
- Estampa VI.** 1. *Ammobaculites exiguus* (Riacho do Carapitanga, amostra 02/96, março de 1996); 2. *Ammonoastuta inepta* (Riacho do Carapitanga, amostra 02/96, março de 1996); 3. Detalhe da abertura de *A. inepta*; 4. *Ammodiscus* sp. (Riacho do Aracaré, amostra 30/96, março de 1996); 5. *Acostata mariae* (Riacho do Aracaré, amostra 31/96, março de 1996); 6. *Monotalea salsa* (Riacho do Carapitanga, amostra 04/96, março de 1996); 7. *Textularia earlandi* (Canal do Poço, amostra 42/96, março de 1996); 8. *Polysaccammina hyperhalina* (Riacho do Carapitanga, amostra 09/96, março de 1996); 9 e 10. *Ammotium morenoi* (Riacho do Aracaré, amostra 30/04, março de 2004). Barras de referência de equivalentes a 100 µm 196
- Estampa VII.** 1. *Ammonia tepida* (Canal do Poço, amostra 46/96, março de 1996); 2. *Ammonia tepida* (Canal do Poço, amostra 41/04, março de 2004) 3. *Ammonia tepida* (Canal do Poço, amostra 46/96, março de 1996); 4. *Ammonia parkinsoniana* (Canal do Poço, amostra 52/04, março de 2004); 5. *Brizalina striatula* (Canal do Poço, amostra 42/96, março de 1996); 6. *Bolivina laevigata* (Canal do Poço, amostra 41/96, março de 1996); 7. *Bolivina pseudopunctata* (Canal do Poço, amostra 36/04, março de 2004); 8. *Bolivina translucens* (Canal do Poço, amostra 37/04, março de 2004); 9. *Hopkinsina pacifica* (Canal do Poço, amostra 36/04, março de 2004);

10. *Bolivina pulchella* (Canal do Poço, amostra 41/04, março de 2004); 11. *Bolivina pulchella* (Canal do Poço, amostra 41/96, março de 1996). Barras de referência de equivalentes a 100 µm 197

Estampa VIII. 1. *Bulimina marginata* (Canal do Poço, amostra 42/96, março de 1996); 2. *Fursenkoina* sp. (Canal do Poço, amostra 41/96, março de 1996); 3. *Cyclogyra* sp. (Canal do Poço, amostra 40/96, março de 1996); 4. *Nonion depressulus* (Canal do Poço, amostra 36/04, março de 2004); 5 e 6. *Discorbis* sp. 1. (Canal do Poço, amostra 45/04, março de 2004); 7 e 8. *Nonionella atlantica* (Canal do Poço, amostra 36/04, março de 2004); 9 e 10. *Nonionella* cf. *turgida* (Canal do Poço, amostra 37/04, março de 2004). Barras de referência de equivalentes a 100 µm 198

Estampa IX. 1. *Nonionella atlantica* (Canal do Poço, amostra 41/96, março de 1996); 2. *Nonionella chiliensis* (Canal do Poço, amostra 36/04, março de 2004); 3. *Hanzawaia* sp. (Canal do Poço, amostra 41/04, março de 2004); 4 e 5. *Elphidium excavatum* (Canal do Poço, amostras 34/04 e 45/04, respectivamente, março de 2004); 6 a 8. *Elphidium gunteri* (Canal do Poço, amostras 38/04, 43/04 e 45/04, respectivamente, março de 2004); 9. *Elphidium* sp. (Canal do Poço, amostra 41/96, março de 1996). Barras de referência de equivalentes a 100 µm 199

Estampa X. 1 a 3. *Quinqueloculina milletti* (Canal do Poço, amostras 36/04, 37/04 e 34/04, respectivamente, março de 2004); 4 e 5. *Quinqueloculina poeyana* (Canal do Poço, amostra 46/96, março de 1996, e amostra 41/04, março de 2004, respectivamente); 6. *Quinqueloculina venusta* (Canal do Poço, amostra 36/04, março de 2004); 7. *Quinqueloculina* sp. (Canal do Poço, amostra 36/04, março de 2004); 8. *Quinqueloculina polygona* (Canal do Poço, amostra 45/04, março de 2004); 9. *Quinqueloculina seminulum* (Canal do Poço, amostra 46/96, março de 1996). Barras de referência de equivalentes a 100 µm 200

RESUMO

O sistema estuarino do delta do Rio São Francisco, em Sergipe, sob intensas alterações nos últimos anos, consiste de manguezais, canais fluviais e de marés, uma estreita laguna e uma ilha-barreira segmentada por um *inlet*. Foraminíferos e tecamebas deste sistema foram estudados a partir de um total de 104 amostras coletadas em março de 1996 e março de 2004. A composição e estrutura da microfauna dos dois anos foram comparadas entre si e com os respectivos dados abióticos. Foi revelado um mosaico ecofaciológico, no qual as ecofácies se diferenciaram entre os anos e moveram seus limites como resposta às mudanças hidrodinâmicas e hidrohalínicas processadas no sistema: a) ecofácies *Centropyxis-Miliammina fusca* (1996) e *Centropyxis-Difflugia-Miliammina fusca* (2004), tipicamente sob influência de águas oligohalinas fortemente afetadas por descargas fluviais; b) ecofácies *Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana* (1996 e 2004), ocupando domínios oligohalinos com menor influência fluvial; c) ecofácies *Ammotium-Arenoparrella mexicana-Trochammina-Miliammina fusca-Ammonia* (1996) e *Ammotium-Ammobaculites* (2004), típicas de ambientes mesopolihalinos; e d) ecofácies *Quinqueloculina-Ammonia-Elphidium*, associada ao canal lagunar predominantemente poli-euhalino. O reconhecimento do padrão de distribuição microfaunística permitiu delinear o modelo hidrodinâmico operante no sistema, estratégico para o planejamento de ações de contingência em eventuais derramamentos de óleo na região. Tais ecofácies indicam que o sistema se tornou mais doce em 2004. Adicionalmente, representam modelos de estruturação e distribuição microfaunística em estuário não poluído, conforme evidenciam os dados geoquímicos levantados; eles podem, assim, ser utilizados como referência para diagnosticar o nível de impacto já sofrido por um ecossistema similar sob pressão antrópica. Podem também servir ao diagnóstico e monitoramento da área caso esta seja atingida por derramamento de óleo no futuro. São também aplicáveis em análises paleoecológicas que visam à investigação de antigos sistemas deposicionais e em estudos de flutuações relativas do nível do mar.

Palavras-chave: foraminíferos, tecamebas, sistema estuarino tropical, laguna, manguezais, Brasil.

ABSTRACT

The São Francisco river delta estuarine system, in Sergipe State, northeastern Brazil, under intense changes in the last years, consists of mangroves, fluvial and tidal channels, a narrow lagoon and a barrier island segmented by an inlet. Foraminifera and thecamoebians of this system were studied from a total of 104 samples collected in March 1996 and March 2004. The composition and the structure of communities of the two years were compared among themselves and with the respective abiotic data. An ecofaciological mosaic was revealed, in which ecofacies had changed along the years and had shifted its boundaries as a response to hydrodynamic and hydrohalinic changes processed at the system: a) *Centropyxis-Miliammina fusca* ecofacies (1996) and *Centropyxis-Difflugia-Miliammina fusca* ecofacies (2004), typically under influence of oligohaline waters strongly affected by fluvial discharges; b) *Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana* ecofacies (1996 and 2004), occupying oligohaline domains under lower fluvial influence; c) *Ammotium-Arenoparrella mexicana-Trochammina-Miliammina fusca-Ammonia* ecofacies (1996) and *Ammotium-Ammobaculites* ecofacies (2004), typical from meso-polihaline environments; and d) *Quinqueloculina-Ammonia-Elphidium* ecofacies, associated to the poli-euhaline lagoonal channel. Recognizing microfaunistic distribution pattern allowed us to delineate the hydrodynamic model operating in the system, which is strategic to plan contingency actions in the case of eventual oil spills in the region. These ecofacies indicate that the system became fresher in 2004. Additionally, they represent structuring and distribution microfaunistic models in a non-polluted estuary, as evidenced by geochemical data; thus, they can be used as a reference to diagnose the impact level of a similar ecosystem under anthropogenic pressure. They can also assist in diagnosis and monitoring in the case of an oil spill reach this area in the future. They are also applicable in paleoecological analyses that aim to investigate ancient depositional systems and to study relative sea level fluctuations.

Keywords: foraminifera, thecamoebians, tropical estuarine system, lagoon, mangrove, Brazil.

1. Introdução

1.1. Deltas, estuários e manguezais

Delta pode ser definido como um “depósito sedimentar aluvial formado por um curso fluvial desembocando em um corpo de água mais ou menos calmo (lago, laguna, mar, oceano ou outro rio), cuja porção subaérea apresenta-se em forma triangular, lobada, digitada etc.” (SUGUIO, 1992). Em definição similar, para Guerra (1975) delta é um depósito aluvial formado na foz de certos rios, que avança em direção ao mar na forma de um leque. Tal autor afirma ainda que a palavra *delta* incorpora não só um conceito geomorfológico, mas também genético. Quanto à posição, os deltas podem ser continentais ou marítimos. Para a National Aeronautics and Space Administration – NASA (2002), delta é uma área em forma de leque localizada na desembocadura de um rio, formado por material erodido que foi carregado em direção à jusante e que se deposita em quantidades superiores à capacidade de transporte pelas correntes ou marés.

Estuário é definido como um “corpo aquoso litorâneo de circulação mais ou menos restrita, porém ainda ligado ao oceano aberto (...) que sofre uma diluição significativa de salinidade em virtude do afluxo de água doce” (SUGUIO, 1992). De forma parecida, na definição de Thurman e Trujillo (2002), estuário é “um corpo aquático parcialmente abrigado, onde o escoamento da água doce dilui a salinidade das águas oceânicas”. Para estes autores, os estuários podem ter a forma de fiordes, vales afogados, baías separadas do oceano por ilhas-barreira, sendo às vezes de origem tectônica. Davies (1977) classifica os estuários como uma feição litorânea intermediária entre a influência marinha e a fluvial, ou seja, num gradiente que parte desde lagunas com absoluta influência marinha até deltas (construídos essencialmente por rios), os estuários representam a feição onde há o maior equilíbrio entre estas duas influências. Ferren et al. (1995) afirmam que em um relatório feito para o governo americano em 1979, Cowardin, Carter, Golet e LaRoe organizaram um esquema de classificação das áreas úmidas dos Estados Unidos, e definiram o sistema estuarino não só por suas propriedades físicas, mas também bióticas: “um sistema estuarino consiste de habitats de inframaré, de entre-marés e de áreas úmidas adjacentes sujeitas à influência das marés, usualmente semi-abrigados, mas que possuem comunicação com o mar aberto por via uma direta, parcialmente obstruída ou esporádica, nos quais as águas marinhas são diluídas, pelo menos ocasionalmente, pelo escoamento da água doce

do continente. Devido à evaporação, a salinidade pode atingir níveis maiores que a encontrada em mar aberto. Áreas com plantas e animais típicos, como os manguezais... também estão incluídos no sistema estuarino”. Devido à baixa energia, os estuários apresentam grande potencial para abrigarem portos, sendo ocupados para este fim desde tempos remotos; grandes cidades no mundo estão a eles associadas ou muito próximas. Uma das conseqüências mais importantes deste fato é que diversos estuários têm recebido grandes cargas de poluentes dos mais variados tipos e fontes. Assim, estuários pouco impactados pela ação antrópica podem servir, a um certo ponto, como referência de condições pré-impacto.

Nas regiões tropicais e subtropicais um ecossistema típico, denominado manguezal, pode associar-se a estuários e deltas. Segundo Schaeffer-Novelli (1995), as primeiras referências sobre o manguezal datam do ano de 325 a.C., quando o General Nearco, acompanhando Alexandre Magno em suas campanhas do delta do Rio Indo ao Golfo Pérsico, registrou a ocorrência de árvores de 14 metros de altura com flores brancas que cresciam no mar e troncos suportados por raízes com aspecto de candelabro; no Brasil, atribui-se ao historiador português Gabriel Soares de Souza uma das referências mais antigas sobre os manguezais brasileiros, datada de 1587. A mesma autora define manguezal como ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés. Ocorre em regiões costeiras abrigadas e apresenta condições propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies animais, sendo considerado importante transformador de matéria orgânica em nutrientes e gerador de bens e serviços.

Considerando as funções ecológicas, Costanza et al. (1997) atribuíram valores monetários relativos aos custos dos serviços prestados pelos ecossistemas da Terra durante o ano de 1994, sendo que, em conjunto, os estuários e manguezais são reconhecidos como os ambientes que prestam a maior soma financeira em serviços para a humanidade. Dentre as funções exercidas por estes ambientes, são citados o controle de distúrbios ambientais (ou amortização), a importante contribuição para a produtividade trófica e o valor cultural. Na mesma linha, embora enfocando a diversidade de espécies, Chapin et al. (2000) comentam sobre as perdas de biodiversidade e as graves conseqüências para a humanidade, citando, inclusive, os efeitos negativos das alterações dos processos ecológicos e dos níveis de resiliência dos ecossistemas em relação aos seus serviços prestados.

1.2. Foraminíferos e tecamebas

Foraminíferos e tecamebas são protozoários sarcodinos dotados de teca (concha ou carapaça) passível de fossilização, pertencentes às ordens Foraminiferida Eichwald, 1830, e Arcellinida Kent, 1880, respectivamente. A teca é a estrutura principal para a classificação taxonômica, variando quanto à composição, formatos, arranjos de câmaras etc.. Os foraminíferos podem ter a teca calcária (e. g. subordens Miliolina, Rotaliina e Globigerina, entre outras), aglutinada com partículas do meio (Subordem Textulariina) ou orgânica (Subordem Alogromiina). No caso das tecamebas, as tecas podem ser aglutinadas ou protéicas. Ambos os grupos são predominantemente microscópicos, com tamanhos variando entre 50 e 800 μm para a grande maioria das espécies. Nos últimos anos, análises de DNA e RNA também têm sido aplicadas para identificação de algumas espécies e subespécies de foraminíferos quando o exame exclusivo das tecas não é suficientemente preciso para diferenciá-las (PAWLOWSKI et al., 1995; HAYWARD et al., 2003).

Os foraminíferos são essencialmente marinhos, sendo que há poucas espécies de água doce, pertencentes à Subordem Alogromiina. Há tendência de aumento da riqueza de espécies e de formas de tecas partindo-se dos ambientes parálicos para os oceânicos. As espécies planctônicas ocorrem principalmente nos primeiros metros da coluna d'água em mar aberto e são ausentes nos ambientes parálicos (tecas encontradas nesses ambientes estão associadas ao transporte), enquanto que as espécies bentônicas são muito mais diversificadas e abundantes, e ocorrem desde os estuários até as planícies abissais (CULVER, 1993).

Os estudos científicos dos foraminíferos decorrem, historicamente, de sua aplicação para datação de rochas e reconstruções paleoambientais na indústria do petróleo. Hoje há amplo conhecimento taxonômico sobre estes organismos, que nas últimas décadas têm sido utilizados, de modo crescente, dentre outros enfoques, como bons indicadores de impactos antrópicos (e. g. ALVE, 1991; SHARIFI et al., 1991; YANKO et al., 1994; ALVE, 1995; SCHAFER et al., 1995; YANKO et al., 1998; ALVE e OLSGARD, 1999; PASSOS, 2000; SABEAN, 2001; BURONE, 2002; GESLIN et al., 2002; McMILLAN, 2002; CHÂTELET et al., 2004; RUIZ et al., 2004; SANTA-CRUZ, 2004), de paleoambientes (e. g. BISWAS, 1976; SCOTT et al., 1976; SCOTT e MEDIOLI, 1978, 1980a, 1986; MEDIOLI e SCOTT, 1988; CULVER, 1990; SEN-GUPTA & MACHAIN-CASTILLO, 1993; RIJK e TROELSTRA, 1999; MENDES et al. 2004; VILELA et

al., 2004) e para a compreensão da hidrodinâmica e hidroquímica estuarina (e. g. BARBOSA, 1995; OLIVEIRA, 1999; EICHLER, 2001; BURONE, 2002; DEBENAY et al. 2002; DULEBA e DEBENAY, 2003; SEMENSATTO-Jr. e DIAS-BRITO, 2004; DALMORA, 2005). Loeblich-Jr. e Tappan (1988) afirmam que devido ao tamanho reduzido, grande abundância em pequenas alíquotas de amostra, bom estado de preservação das tecas e relativa facilidade de classificação, os foraminíferos são uma das melhores ferramentas para a Estratigrafia e Paleoecologia, fornecendo dados ecológicos e climáticos pretéritos relativamente precisos. As vantagens destes atributos podem ser estendidas para aplicação em outras áreas do conhecimento envolvendo o Recente, como a Ecologia e a Oceanografia.

Do ponto de vista dos impactos antrópicos, vários autores estudaram as relações entre os foraminíferos e diversas fontes de poluição. Yanko et al. (1994) afirmam que o uso de foraminíferos como indicadores de poluição se respalda nas seguintes vantagens: (1) estão presentes praticamente em todos os ambientes marinhos; (2) habitam a superfície ou o interior do sedimento, o qual recebe e armazena a maior parte dos poluentes; conseqüentemente, os foraminíferos estão potencialmente mais expostos que o plâncton ou o nécton; (3) possuem grande diversidade taxonômica; (4) suas tecas majoritariamente robustas podem ser preservadas e registrar evidências de estresse ambiental *a priori*, quando não há outra referência de poluição; (5) são pequenos e numerosos o suficiente para se obter populações estatisticamente significativas a partir de pequenas amostras facilmente coletáveis; e (6) seus ciclos de vida são relativamente curtos e a limitação de algumas espécies a determinadas amplitudes das variáveis ecológicas os tornam sensíveis a rápidas mudanças ambientais. Os efeitos da poluição sobre os foraminíferos podem ser positivos ou negativos. Frequentemente, amostras coletadas próximas a áreas de despejo de esgoto doméstico apresentam altas densidades de tecas, dominadas essencialmente por aglutinantes, se comparadas a áreas sem poluição (YANKO et al. 1994; ALVE, 1995). No caso de áreas submetidas a derrames de petróleo e altas concentrações de metais, os impactos podem ser observados em vários níveis hierárquicos. Nos indivíduos, deformidades e piritização das tecas estão relacionadas a altas concentrações de metais, registradas principalmente nas espécies dominantes (YANKO, et al. 1994; ALVE, 1995; YANKO et al., 1998; SAMIR, 2000; GESLIN, et al. 2002; CHÂTELET et al., 2004; VILELA et al., 2004). Entretanto, Alve e Olsgard (1999) relatam que altas concentrações de Cu no sedimento (superiores a 2000 ppm) parecem não causar deformidades ou alterar a capacidade de

colonização do ambiente. Geslin et al. (2002) atentam para o fato de que muitas deformidades podem ser provocadas por estresse natural, como grandes variações na salinidade, acidificação do meio e forte hidrodinâmica, não se relacionando necessariamente a impactos antrópicos, e enfatizam a necessidade de se observar mais profundamente as características da área de estudo para que os efeitos naturais e antrópicos possam ser melhor diferenciados. No nível das populações e comunidades, a densidade de indivíduos e a riqueza de espécies quase sempre decrescem com derrames de petróleo ou aumento da concentração de metais, inclusive podendo chegar a uma extinção temporária (YANKO et al., 1994; SAMIR, 2000; SABEAN, 2001; MCMILLAN, 2002; CHÂTELET et al., 2004).

As reconstruções paleoambientais baseadas na distribuição dos foraminíferos freqüentemente apresentam resultados consistentes. Scott et al. (1976) demonstraram que a laguna Los Penasquitos, na Califórnia (EUA), era um ambiente mais raso e relativamente instável há 6400 anos. Sen-Gupta e Machain-Castillo (1993) demonstraram que a razão entre as abundâncias de espécies de *Ammonia* e *Elphidium*, dois gêneros calcários comuns em ambientes marinhos marginais, refletiu com boa precisão o aumento paulatino do nível de hipoxia nos sedimentos marinhos da costa da Louisiana (EUA), partindo-se de cerca de 300 anos atrás. Scott e Medioli (1980) e Horton et al. (1999) demonstraram que estudos da distribuição de foraminíferos em perfis ao longo da zona entre-marés refletem, em alguns casos com precisão até centimétrica, associações bastante distintas de foraminíferos, que servem como referência para o diagnóstico e monitoramento das alterações do nível relativo do mar.

A Lagoa de Sepetiba, no Rio de Janeiro, foi dividida em setores hidroquímicos distintos, principalmente do ponto de vista da salinidade, além do delineamento hidrodinâmico detalhado a partir da ocorrência de espécies-chave de foraminíferos (BRÖNNIMANN et al., 1981a). Duleba e Debenay (2003) esquematizaram a hidrodinâmica da preamar e baixamar em estuários da Estação Ecológica de Juréia-Itatins, litoral sul de São Paulo, com base na distribuição das espécies de foraminíferos e de algumas tecamebas associadas. Na região do Canal da Bertioga, na Baixada Santista (SP), Eichler (2001) compartimentalizou a área e classificou os ambientes em relação à influência marinha baseada nas proporções de espécies indicadoras, podendo reconhecer pontos de maior e de menor hidrodinâmica estuarina.

As tecamebas distribuem-se essencialmente em ambientes de água doce, como rios, lagos e represas, podendo também estar associadas a solos úmidos e musgos e, eventualmente, ocorrem em águas salobras (CLOSS, 1962; CHARDEZ, 1968; DEBENAY e PAGÈS, 1987; MEDIOLLI e SCOTT, 1988; ZUCON, 1989; SCOTT et al., 1991; BARBOSA, 1995; BONETTI, 1995; HAYWARD et al. 1996; PATTERSON et al. 1996; KLIZA e SCHRÖDER-ADAMS, 1999; OLIVEIRA, 1999; DALBY et al., 2000; BURONE, 2002; DULEBA e DEBENAY, 2003; SEMENSATTO-Jr. e DIAS-BRITO, 2004; BARBOSA et al., 2005; TOBIN et al.; 2005). Estes organismos possuem teca simples, menos complexas que as dos foraminíferos, geralmente globóides com abertura única (LOEBLICH-Jr. e TAPPAN, 1978). Ocorrem abundantemente nos sedimentos lacustres do Holoceno, sendo usados com bastante sucesso na reconstrução dos paleoambientes (SCOTT e MEDIOLI, 1983; PATTERSON et al., 1985; MEDIOLI e SCOTT, 1988; WARNER e CHARMAN, 1994; WIGHTMAN et al., 1994; McCARTHY et al., 1995; ASIOLI et al., 1996; LAIDLER e SCOTT, 1996; PATTERSON e KUMAR, 2002) e como bioindicadores de interferências antrópicas (WALKER, 1982; SCHAFER et al. 1991; PATTERSON et al., 1996; REINHARDT et al., 1998; PATTERSON e KUMAR, 2000, 2002).

Devido ao fato de apresentarem teca resistente à dissolução por baixos níveis de pH, as tecamebas apresentam uma vantagem em estudos paleoambientais em relação a organismos que apresentam conchas calcárias (SCOTT e MEDIOLI, 1983; MEDIOLI e SCOTT, 1988). Patterson et al. (1985), Wightman et al. (1994) e Laidler e Scott (1996) observaram períodos de isolamento de lagos costeiros canadenses em relação ao oceano a partir de picos de ocorrência de tecamebas, servindo ao reconhecimento de mudanças do nível relativo do mar no local.

Do ponto de vista da poluição, as tecamebas respondem às altas concentrações de metais pesados praticamente da mesma forma que os foraminíferos. Patterson et al. (1996) encontraram associações típicas, controladas pelos níveis de contaminação do sedimento por As e Hg, sendo que os ambientes com maior poluição foram dominados por indivíduos da Família Centropyxiidae, reconhecidamente oportunistas e tolerantes ao estresse ambiental. Os autores sugerem que o estudo mais aprofundado da distribuição das tecamebas pode contribuir, inclusive, com o diagnóstico da eficiência da remediação de substratos contaminados. Patterson e Kumar (2000) afirmam que a dominância da espécie *Diffflugia protaeiformis* “claviformis” é o indicador ideal para a determinação da contaminação por efluentes industriais em ambientes com baixo pH. Por outro lado, as espécies *Diffflugia protaeiformis* “amphoralis” e *Diffflugia protaeiformis*

“acuminata” estão mais relacionadas a sedimentos lamosos com baixa contaminação, caracterizados por alta densidade de diatomáceas, que devem servir como fonte de alimento.

As associações de foraminíferos e tecamebas em ambientes parálisos brasileiros não são profundamente conhecidas, mas alguns autores já demonstraram que tais estudos têm grande potencial de aplicação nas áreas de Oceanografia, Ecologia, Paleoecologia, Geologia, Hidrologia, entre outras (CLOSS, 1962; CLOSS e BARBERENA, 1962; ZUCON e LOYOLA E SILVA, 1992; BARBOSA, 1995; BONETTI, 1995; EICHLER e BONETTI, 1995; EICHLER-COELHO et al., 1996; BONETTI e EICHLER, 1997; OLIVEIRA, 1999; RODRIGUES, 1999; DIAS-BRITO e RODRIGUES, 2000; SEMENSATTO-Jr., 2001; EICHLER, 2001; BURONE, 2002; JAWORSKI, 2002; DULEBA e DEBENAY, 2003; SEMENSATTO-Jr. e DIAS-BRITO, 2004; BARBOSA et al., 2005, JAWORSKI e EICHLER, 2005, entre outros).

A maior parte dos trabalhos está concentrada nos litorais sul e sudeste do Brasil, sendo que Boltovskoy (1965) atentou para o fato de que há uma lacuna sobre estudos das associações de foraminíferos e tecamebas no litoral nordestino brasileiro, o que ocorre até hoje.

1.3. Área de estudo

De acordo com Segundo (2001), o delta do Rio São Francisco (Figura 1.1), em forma de cúspide, foi originado em local com forte atuação de ondas e correntes litorâneas, sendo constituído essencialmente por sedimentos holocênicos arenosos de origem marinha, lacustre e eólica, que formam cristas praias, podendo ser considerado como um delta dominado por ondas. Tal autor afirma que devido ao clima de ondas no sentido NE na linha de costa sergipana, os sedimentos fluviais são depositados principalmente na margem sul da foz.

A área de estudo posiciona-se no setor sul do delta do Rio São Francisco, no extremo leste de Sergipe (Figura 1.2), vinculando-se aos municípios de Brejo Grande e de Pacatuba. Segundo Medeiros (2003), o clima na região é do tipo tropical semi-úmido, caracterizado por temperatura média de 25°C, com amplitude inferior a 4°C entre as médias, regime de ventos predominantemente vindos de NE e ESE, e pluviosidade com duas estações marcadas: uma mais chuvosa, entre os meses de abril e agosto, e outra seca, entre setembro e março, com médias

mensais máximas históricas de 60 mm em junho, e mínimas de 5 mm em outubro. A área é sujeita a um regime de mesomarés, com marés semidiurnas (duas baixamares e duas preamares).



Figura 1.1. Foz do Rio São Francisco vista do oceano para o continente, de leste para oeste. Fonte: Google Earth, 2005.

Com aproximadamente 50 Km², o setor estudado abarca, a sudoeste, uma pequena parte da área de entorno da Reserva Biológica de Santa Isabel, cujo limite está próximo ao Riacho do Aracaré (Figura 1.2, item 9). Possui uma intrincada rede de canais influenciados diferentemente por águas marinhas e fluviais, além de um estreito canal lagunar (Canal do Poço), que se comunica com o oceano através de um *inlet* (Boca do Poço), que segmenta um cordão arenoso ocupado por dunas. Tal cordão, também entendido como uma espécie de ilha-barreira, é uma área de proteção integral devido à presença de tartarugas marinhas que ali desovam; a área é monitorada pelo Projeto Tartarugas Marinhas (TAMAR), que possui uma base avançada em Ponta dos Mangues (Figura 1.2 – item 33).

A região de estudo é ocupada esparsamente por pequenos povoados, onde se destaca o Povoado de Ponta dos Mangues, pertencente ao município de Pacatuba. As atividades econômicas da área estão relacionadas à pesca próxima à costa e no estuário, aquicultura (peixes e camarão) e agricultura (cultivo de coco). Os produtos ali gerados destinam-se, em sua grande parte, à região de Aracaju.

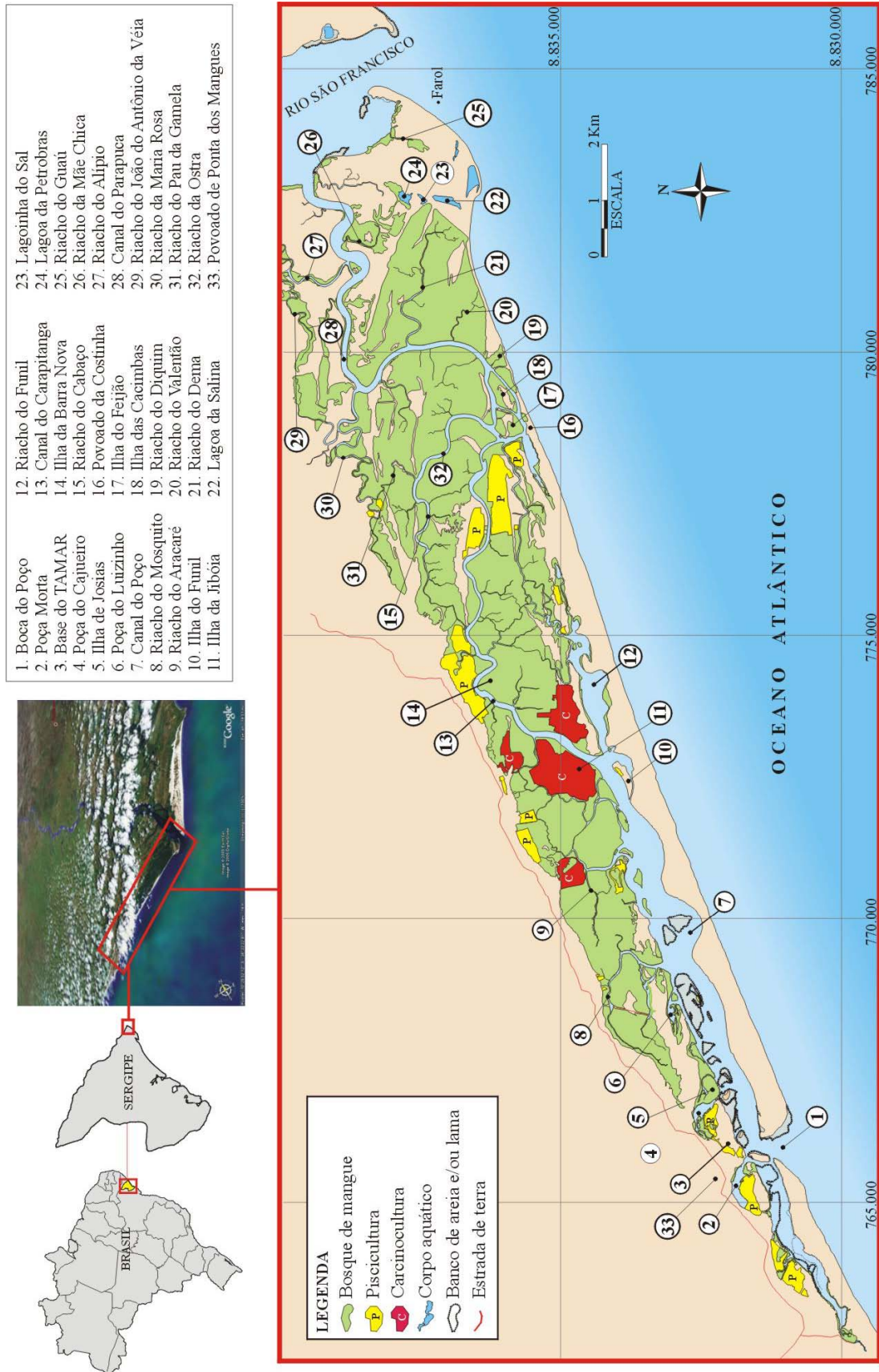


Figura 1.2. Localização da área de estudo, com os respectivos canais e ilhas. Mapa construído com base em fotos aéreas relativas a dezembro de 2003 (BASE AEROFOTOGRAMETRIA E PROJETOS S/A, 2003).

Com relação aos impactos antrópicos, Dias Brito (1999, 2000) relatou que, em 1996, a área ainda apresentava pontos pouco afetados, sendo que os processos naturais erosivos próximos à Boca do Poço (Figura 1.3) eram os maiores responsáveis pelas profundas transformações no cenário ambiental da Ponta dos Mangues, visíveis, sobretudo, na estrutura do manguezal. Entretanto, novos impactos surgiram ou se intensificaram na área nos últimos anos.

No contexto regional, barragens para construção de hidrelétricas à montante do Rio São Francisco representam o agente mais importante no desencadeamento da desestabilização da costa sergipana próxima à foz. Oliveira et al. (2003) relatam que após a construção das barragens, o volume de sedimento transportado pelas águas do rio caiu 90%, cessando o processo de construção do delta. Assim, iniciou-se uma reestruturação da foz, agora conduzida principalmente por processos oceanográficos, o que resulta em uma intensa erosão na costa sergipana adjacente à foz, que já destruiu os povoados do Cabeço e da Costinha. O manguezal está sendo exposto à ação direta das ondas e a planície lamosa vigorosamente assoreada, o que tem causado a morte das plantas de bosques bem desenvolvidos, como mostrado na Figura 1.4.

Os impactos locais são representados pelo desmatamento para agricultura e aquicultura.

O desmatamento é observado no canal da Parapuca em sua parte mais próxima ao São Francisco, nas áreas topograficamente mais altas, para a instalação do cultivo de coco. Além do Parapuca, pequenos pontos de desmatamento para construção de viveiros de peixe são observados próximos ao Povoado de Ponta dos Mangues.

A aquicultura é um tensor importante neste setor, envolvendo as atividades de piscicultura e carcinocultura. A piscicultura é praticada há cerca de cinquenta anos, e hoje se encontra em relativa harmonia com a paisagem. Os viveiros são de propriedade dos pescadores locais, servindo como alternativa para geração de renda e subsistência. As técnicas de manutenção são rudimentares e não há aplicação de insumos. A carcinocultura foi iniciada em 2001 por iniciativa de empresas privadas e tem causado impacto ambiental significativo (Figura 1.5). Os tanques encontram-se instalados em áreas onde o manguezal adjacente possui maior desenvolvimento (Ilha da Jibóia, Riacho do Aracaré e Ilha da Barra Nova). Os pescadores e ostreicultores relatam que poucas pessoas foram empregadas pelas fazendas de camarão e, após a instalação dos tanques, o estoque pesqueiro tem caído paulatinamente, assim como sua renda.



Figura 1.3. Vista panorâmica da Boca do Poço (*inlet*) de leste para oeste.



Figura 1.4. Ação de ondas sobre manguezal bem desenvolvido nas imediações da foz do São Francisco, entre o Povoado da Costinha e o Riacho do Diquim.



Figura 1.5. Tanque de camarão seco para limpeza, junto ao Riacho do Aracaré.

A distribuição das espécies florísticas nas margens dos canais é variável. De um modo geral, os bosques encontram melhores condições para o desenvolvimento na área entre o Riacho do Mosquito e o Canal Parapuca, onde apresentam maior estatura e densidade. Dias-Brito (2000) relata que nas imediações de Ponta dos Mangues *Rhizophora mangle* é dominante, numa associação com *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa* (o autor destaca ainda a notória resistência desta última espécie aos processos de assoreamento do local). Dias-Brito e Rodrigues (2000) descreveram o outro extremo da área, em direção ao Rio São Francisco, que também é dominado por *R. mangle*, seguida de *A. schaueriana*, *L. racemosa* e *A. germinans*. Entretanto, neste ponto aparecem também associados ao mangue indivíduos de *Crenea* sp., *Acrostichum aureum*, *Hibiscus* sp., *Tipha dominguensis* e raramente *Crinum salsum* e *Montrichardia arborescens*. Os autores atentam ainda para a presença de *A. germinans* exclusiva no Canal Parapuca, evidenciando que esta espécie pode ser beneficiada pelos aportes de água doce do São Francisco. A presença de *Crenea* nas barras de maré do Canal Parapuca é outro indicativo da forte influência das águas fluviais, sendo que a referida espécie supostamente desempenha função similar à *Spartina*, típica de maiores latitudes e menores níveis topográficos.

1.4. Objetivos

Considerando as aplicações potenciais dos estudos de associações de foraminíferos e tecamebas e da importância social, econômica e ecológica dos manguezais e estuários sergipanos, esta tese tem por objetivo:

1. Executar levantamento taxonômico de foraminíferos e tecamebas recentes do sistema estuarino do delta do Rio São Francisco;
2. Investigar e mapear a distribuição da microfauna e de seus condicionantes em 1996 e 2004;
3. Analisar as variações ocorridas de 1996 para 2004;
4. Auxiliar no processo de compreensão do funcionamento do ecossistema, oferecendo subsídios para confecção de cartas SAO;
5. Gerar modelos ecofaciológicos com aplicação em estudos de bacias sedimentares.

investigar a distribuição dos foraminíferos e tecamebas recentes em um sistema estuarino inserido no delta do Rio São Francisco e suas variações num período entre oito anos (1996 e 2004). Visa avaliar as respostas destes organismos, tanto no nível de espécies como de populações e comunidades, às alterações ambientais que ocorreram ao longo deste tempo, bem como contribuir para a compreensão do processo ativo de alteração pelo qual passa a paisagem costeira.

Como a área de estudo apresenta alguns ambientes sem impactos antrópicos significativos, os resultados servirão como referência para comparação com áreas impactadas; também fomentarão o desenvolvimento e estabelecimento de ferramentas e modelos ecológicos aplicáveis à realização de diagnósticos ambientais de interesse a estudos de sensibilidade ambiental de ecossistemas costeiros a derramamentos de óleo (cartas SAO). Além disso, os

modelos de distribuição de espécies e suas associações terão aplicação nas reconstruções paleoambientais, que tanto interessam à Geologia do Petróleo.

Para atingir esses objetivos, foram também definidas as seguintes metas:

- (a) realizar um inventário de espécies da área;
- (b) estudar a estrutura das comunidades e a diversidade da microfauna de foraminíferos e tecamebas, relacionando-as às variáveis abióticas;
- (c) comparar a similaridade da microfauna da área de estudo com a de outros ambientes parálicos;
- (d) avaliar as concentrações de matéria orgânica, carbono orgânico, metais e nutrientes nos sedimentos e suas relações com a microfauna;
- (e) avaliar o potencial da aplicação de análises biométricas na interpretação de informações ecológicas através da relação entre o tamanho das tecas de uma espécie indicadora e as demais variáveis do ambiente;
- (f) propor modelos baseados na microfauna para diagnóstico de áreas parálicas recentes e passadas;
- (g) construir mapas temáticos que ilustrem a distribuição das variáveis abióticas e da microfauna, a servir como referência para avaliação de eventuais futuros impactos; e
- (h) formar um banco de imagens de foraminíferos e tecamebas e uma coleção de tecas para servir como referência para estudos taxonômicos.

2. Material e Métodos

Foram realizadas duas campanhas de coleta: a primeira em março de 1996 e a segunda em março de 2004. As coletas foram feitas no período de maré de sizígia, caracterizadas por maior amplitude. Cada campanha compreendeu quatro etapas: coleta em campo, processamento das amostras e preparação para triagem, triagem de tecas e análise de dados. Foram consideradas 104 amostras, sendo 48 relativas à campanha de 1996 e 56 relativas à campanha de 2004 (Figura 2.1.).

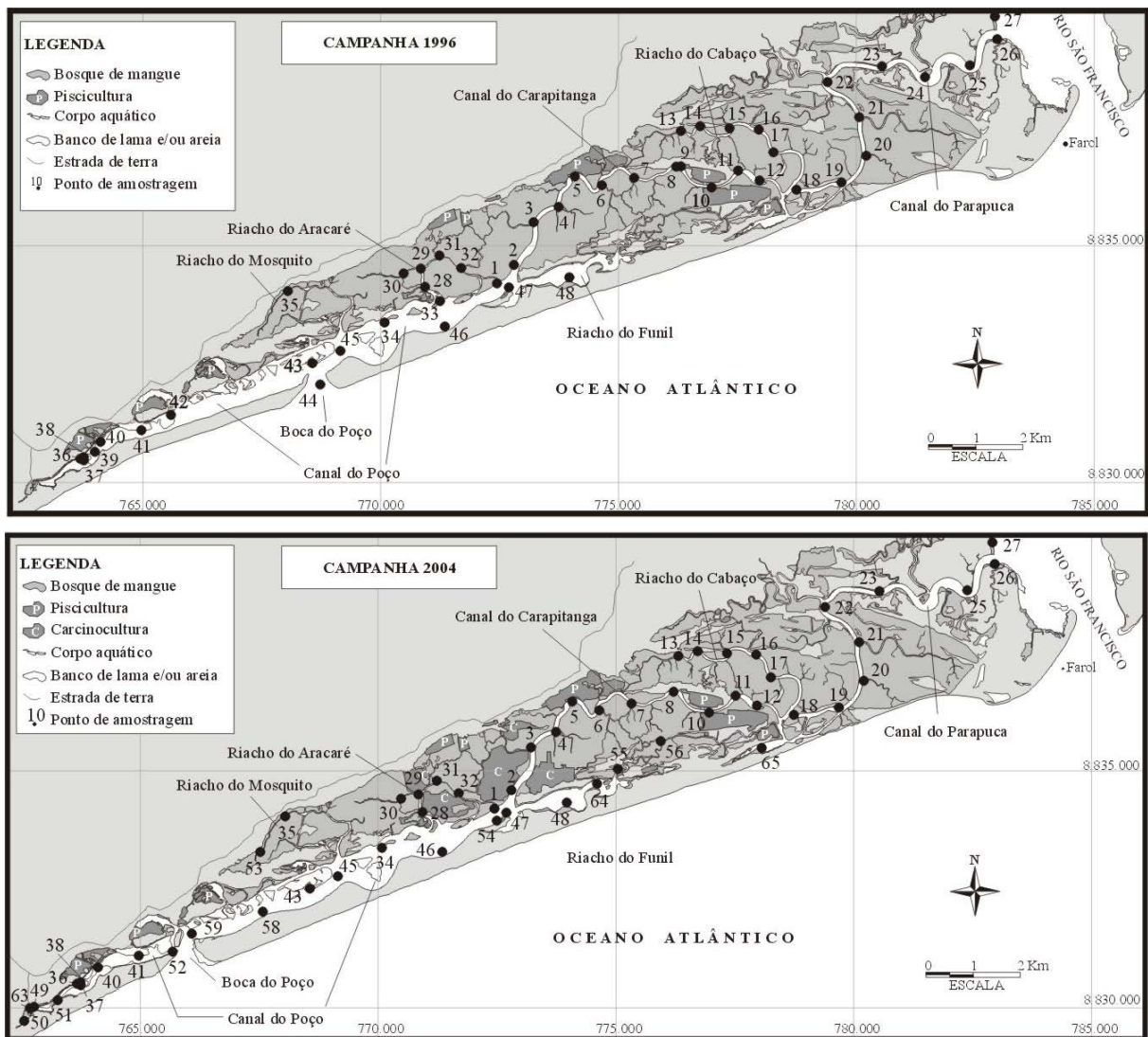


Figura 2.1. Localização dos pontos de coleta nas campanhas de 1996 e 2004.

2.1. Etapa de coleta em campo

Em cada ponto de amostragem registrou-se a coordenada plana (UTM) com um GPS 12 Garmin, utilizando como referência o *datum* SAD 69. Na campanha de 1996, uma carta topográfica elaborada pela Petrobras serviu como base cartográfica, na escala de 1:25.000. Na campanha de 2004 buscou-se coletar as amostras exatamente nos mesmos pontos da campanha anterior, tendo-se como base as coordenadas obtidas em campo em 1996, as descrições da caderneta de campo e fotos aéreas coloridas, na escala 1:25.000, realizadas em dezembro de 2003 (BASE AEROFOTOGRAMETRIA E PROJETOS S/A, 2003).

Cada amostra, com volume entre 100 e 300 mL, referiu-se a no máximo aos 3 primeiros centímetros superficiais do sedimento (na maior parte apenas ao primeiro centímetro superficial), uma vez que a fauna contemporânea se concentra principalmente nesse nível (BUZAS, 1974, 1977; ALVE e MURRAY, 2001; DUCHEMIN et al., 2005a, entre outros). A coleta foi realizada dentro de uma área de aproximadamente 1 m² para minimizar um potencial erro amostral provocado por uma distribuição em manchas da microfauna (SCOTT e MEDIOLI, 1980b), como mostra a Figura 2.2. Em pontos de inframaré e de entre-marés submersos (profundidade superior a aproximadamente 1,20 m) utilizou-se uma draga do tipo “van Veen” para coleta do sedimento e uma garrafa do tipo “van Dorn” de 5 litros para coleta de água do fundo. Em 2004, paralelamente à obtenção de material para análise da microfauna de foraminíferos e tecamebas, coletou-se sedimento para análise de metais e nutrientes, teor de matéria orgânica e granulometria. As amostras para estudo da microfauna foram acondicionadas em frascos plásticos com álcool 70%, e as amostras para estudo das variáveis abióticas foram acondicionadas em bolsas plásticas.

Na campanha de 1996, amostras de água foram trazidas ao Laboratório de Ecologia Aquática (LEA), do Departamento de Ecologia da UNESP (Rio Claro – SP), para medição da salinidade com equipamento PS18 Corning. Já em 2004, os valores de salinidade e pH foram obtidos *in situ*. A salinidade foi medida com condutivímetro Twin Cond Horiba com compensação de temperatura. As águas foram classificadas de acordo com a salinidade seguindo-se a proposta do Simpósio de Veneza, realizado em 1959, cujas classes e intervalos podem ser encontrados em Closs (1962), sumariadas na Tabela 2.1. O pH foi medido com eletrodo pHTestr 2 Oakton. Em pontos localizados na zona entre-marés expostos na maré baixa, os valores das variáveis foram obtidos a partir da água intersticial do sedimento (extraída com um espremedor em amostras com baixa percolação no sedimento) ou da água

superficial presente em pequenas poças. No caso de pontos da zona entre-marés submersos e de inframaré, os valores foram obtidos no contato da coluna d'água com o sedimento.



Figura 2.2. Coleta na zona entre-marés, com representação esquemática da área amostrada.

Tabela 2.1. Classificação das águas baseada nos valores de salinidade de acordo com o Simpósio de Veneza de 1959.

Classificação	Salinidade
Hiperhalina	> 40
Euhalina	30 a 40
Mixohalina	0,5 a 30
a - (Mixo-) polihalina	18 a 30
b - (Mixo-) mesohalina	5 a 18
c - (Mixo-) oligohalina	0,5 a 5
Doce	< 0,5

Fonte: Closs (1962, p. 80)

2.2. Etapa de processamento das amostras e preparação para triagem

No momento em que chegaram no Laboratório de Sedimentologia, do Departamento de Geologia Aplicada (DGA), da UNESP (Rio Claro-SP), as amostras destinadas à determinação de teor de lama, metais, nutrientes, matéria orgânica, carbono orgânico e enxofre foram secas em estufa a 60°C, e permaneceram guardadas secas até a análise.

A fração biodisponível dos metais (Mg, Ca, Fe, Mn, Cu e Zn), nutrientes (N, P e K) e o teor de matéria orgânica foram analisados nos laboratórios da EMBRAPA Pecuária Sudeste, em São Carlos (SP).

As concentrações de metais biodisponíveis, de P e de K foram determinadas a partir de 1 g de sedimento previamente homogeneizado e seco, submetido à extração com água-régia (HCl e HNO₃ concentrados, na proporção de 3:1) por 1 h a 70°C. Após a extração, o excesso de solução foi evaporado e os resíduos redissolvidos em HCl 0,1 mol L⁻¹ foram filtrados. O volume final das soluções dos filtrados foi elevado para 25 mL; finalmente, os elementos foram determinados por um espectrômetro de emissão óptica, ICP OES com visão radial. Todo o procedimento foi realizado em duplicata. Tal método extrai a fração dos metais associados à matéria orgânica, carbonatos e hidróxidos de Fe e Mn, consideradas potencialmente biodisponível (PREDA e COX, 2002; TEÓDULO et al., 2003). Esta fração também reflete a contribuição antropogênica, eventualmente repassada para o meio aquático por processos de dessorção, solubilização e destruição de complexos (JESUS et al., 2004). A análise de N orgânico total foi feita a partir de 100 mg de sedimento através do método de Kjeldahl (SKOOG et al., 1996).

Para determinação do teor de matéria orgânica, 1 g de sedimento previamente homogeneizado e seco foi calcinado em mufla a 300°C por 30 minutos e, em seguida, a 600°C por 3 horas. Após essa etapa, aguardou-se que a mufla atingisse aproximadamente 100°C para que a amostra fosse retirada e encaminhada ao dessecador até atingir a temperatura ambiente, para finalmente ser pesada. O teor de matéria orgânica foi dado pela razão entre a massa final e a massa inicial da amostra.

As concentrações de carbono orgânico e enxofre foram determinadas no Laboratório de Geoquímica Orgânica e Inorgânica da Faculdade de Geologia da UERJ (Universidade Estadual do Rio de Janeiro). Cerca de 250 mg de sedimento previamente homogeneizado e seco foram submetidos a acidificação com HCl 50% *overnight*, sendo posteriormente lavados para eliminação de cloretos e ácidos. A seguir a amostra foi finalmente submetida à determinação elementar, empregando-se o analisador LECO SC 444.

Para a análise granulométrica cerca de 100 g de sedimento seco foram pesados a temperatura ambiente em uma balança semi-analítica. O passo seguinte foi o peneiramento a úmido em malha de 63 µm, já que o interesse foi apenas obter a proporção entre lama (silte + argila) e areia. A fração retida na peneira foi então seca em estufa a 60°C e pesada sob

temperatura ambiente. O peso da fração retida (que representou somente areia) foi subtraído do peso inicial (pré-peneiramento) e a proporção de lama, ou teor de lama, foi determinada. As amostras foram divididas em classes que levam em conta o teor de lama (FLEMMING, 2000), relacionadas na Tabela 2.2:

Tabela 2.2. Classificação do sedimento de acordo com o teor de lama (Flemming, 2000).

classe	teor de lama (%)
lama	> 95
lama levemente arenosa	75 a 95
lama arenosa	50 a 75
areia lamosa	25 a 50
areia levemente lamosa	5 a 25
areia	< 5

A preparação das amostras para triagem de tecas também foi realizada no Laboratório de Sedimentologia da UNESP.

O primeiro passo foi o peneiramento de cada amostra, utilizando-se malhas conjugadas de 500 e 63 μm , sendo que a fração retida na segunda malha foi armazenada para estudo. Este procedimento facilita a triagem, uma vez que silte e argila são eliminados sem acarretar perda significativa de tecas (SCHRÖDER et al., 1987). Para efeito de controle, observou-se também em algumas amostras o material retido na malha de 500 μm a fim de se registrar a eventual presença de tecas. Embora nos últimos anos a questão da necessidade da diferenciação entre fauna viva e fauna total (vivos e mortos) venha sendo assunto para discussões controversas, com trabalhos apresentando opiniões às vezes discordantes (SCOTT e MEDIOLI, 1980B; MURRAY, 2000; MURRAY e BOWSER, 2000; DEBENAY et al. 2002; DEBENAY et al. 2004), optou-se por apresentar os resultados com a fauna total. Esta escolha está baseada no fato de que as técnicas de coloração de tecas podem ser mascaradas pelo protoplasma de decompositores ou bactérias endosimbiontes (JORISSEN et al., 1995), e pelo fato de que a fauna total representa uma confiável integração generalizada das condições ambientais (SCOTT e MEDIOLI, 1980b), que é o foco de análise desta tese.

Após o peneiramento e coloração, as amostras foram secas em estufa com temperatura máxima de 60°C. Uma vez seco, o material foi cuidadosamente polvilhado sobre um líquido de alta densidade, a fim de separar, por flotação, os elementos menos densos (entre eles as tecas). Com auxílio de um papel-filtro acondicionado em um funil de Büchner com vácuo

formado por bomba de sucção, recuperou-se o sobrenadante (onde as tecas permanecem em sua maioria), sendo este armazenado em frascos de acrílico com álcool 70% até o momento da triagem. O processo de flotação serve para concentrar as tecas na amostra e reduzir o tempo gasto na triagem (GIBSON e WALKER, 1967); contudo, algumas considerações devem ser feitas. Para as amostras de 1996, o líquido de alta densidade utilizado foi o tetracloreto de carbono (CCl_4), altamente tóxico e insalubre (ORME e KEGLEY, 2004), sendo que sua venda foi proibida no Brasil e em outros países há poucos anos. Como alternativa, alguns pesquisadores passaram a utilizar o tricloroetileno – C_2HCl_3 (ALVE e MURRAY, 2001; MURRAY, 2003; SANTA-CRUZ, 2004; DUCHEMIN et al., 2005b), um solvente orgânico com densidade próxima ao CCl_4 , embora sua toxicidade também seja alta (ORME e KEGLEY, 2004). O manuseio do C_2HCl_3 , assim como do CCl_4 , exige alguns cuidados: deve-se trabalhar numa capela, utilizando-se óculos de proteção, máscara e luvas. Um dos inconvenientes do C_2HCl_3 é que esta substância é imissível com a água, sendo que toda a vidraria utilizada no processo de flotação deve estar absolutamente seca; caso contrário, a amostra irá formar um conglomerado com a água, que a inviabiliza. Após a flotação, o sobrenadante retido no papel-filtro deve ser levado para a estufa, a fim de que o C_2HCl_3 seja volatilizado. Já seco, o sobrenadante deve ser lavado com água abundante em uma peneira antes de ser armazenado, pois o C_2HCl_3 adsorvido no material reage com o acrílico do frasco de armazenamento, destruindo-o.

Alguns pesquisadores têm utilizado o politungstato de sódio, ou SPT, $3\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 9\text{WO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (BUZAS et al, 2002; HAYWARD et al. 2004; BUZAS-STEPHENS e BUZAS, 2005), com maior densidade que o C_2HCl_3 , além das vantagens de menor toxicidade e fácil reciclagem (MUNSTERMAN e KERSTHOLT, 1996). Apesar de seus benefícios, seu custo no Brasil é significativamente alto, sendo que 50 g deste sal na forma de pó equivale a mais de 400 vezes o preço de 1 litro de C_2HCl_3 (cotação realizada em novembro de 2005).

Como alternativa, testou-se uma solução salina de nitrato de sódio (NaNO_3) e tiosulfato de sódio pentahidratado ($\text{Na}_2\text{O}_3\text{S}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), que possui a mesma densidade do C_2HCl_3 , e já foi utilizada para flotar ovos de vermes parasitas (CRINGOLI et al., 2004). Esta solução apresentou eficiência significativamente maior que o C_2HCl_3 (SEMENSATTO-Jr. e DIAS-BRITO, 2005) e foi utilizada no processo de flotação das amostras da campanha de 2004. Para preparar aproximadamente 200 mL de solução são necessários 70,67 g de NaNO_3 e 120,56 g de $\text{Na}_2\text{O}_3\text{S}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dissolvidos em 100 mL de água destilada (recomenda-se o uso de banho ultrassônico para acelerar o processo). Antes de passar a amostra pelo papel-filtro,

deve-se umedecê-lo para que retenha o mínimo de sal. É possível flotar cerca de 15 a 20 amostras sem que a solução tenha a densidade alterada. Caso isto ocorra, basta adicionar mais sal até que densidade original seja recuperada. Ao armazená-la, deve-se evitar a exposição à luz para que ela não se turve. Esta solução apresenta as seguintes vantagens: (i) dispensa o uso de capela e máscara; (ii) apresenta toxicidade bem menor, se comparada ao C_2HCl_3 ; (iii) seu custo é menor que o do C_2HCl_3 ; (iv) é uma solução inerte, portanto não reage com as tecas, vidraria e acrílico do frasco de armazenamento; e (v) gera um resíduo com recuperação mais simples.

2.3. Etapa de triagem

O processo de triagem, ou seja, o recolhimento das tecas a partir da fração amostral flotada, foi realizado no LAMBdA (Laboratório de Análise Micropaleontológicas, Microbióticas e de Ambientes), do DGA. As tecas foram triadas a úmido com auxílio de pincel de pêlo de marta nº 000 sob estereomicroscópio MZ-12 Leica, com aumentos variando de 40 a 100x. Todas as tecas triadas foram acondicionadas em *plummer slides* (slides para microfósseis) previamente preparadas com bálsamo do Canadá sintético. Algumas tecas foram selecionadas para obtenção de imagens em microscópio eletrônico de varredura (MEV) stereoscan 400 Leica, disponível no Centro de Caracterização de Desenvolvimento de Materiais – CCDM, no Departamento de Engenharia de Materiais (UFSCar/São Carlos – SP).

Para as amostras de 1996, buscou-se separar pelo menos 300 indivíduos em cada amostra, independente de serem foraminíferos ou tecamebas. Segundo Patterson e Fishbein (1989), este número garante que espécies que participam na amostra total com no mínimo 10% em abundância estejam significativamente bem representadas, podendo ser utilizadas com segurança para fins de cálculos estatísticos. Em casos em que não é possível atingir este número, o mínimo aceito para validação da amostra em análises estatísticas foi de 100 indivíduos, em que espécies com pelo menos 25% em abundância estarão significativamente representadas.

Fatela e Tabora (2002), em consonância com Patterson e Fishbein (1989), demonstraram que ao triar 100 indivíduos, espécies que participam da amostra total com pelo menos 5% ou mais em abundância relativa terão uma probabilidade mínima teórica de não serem encontradas (0,7%), embora isso não signifique que estejam significativamente bem

representadas (deve-se calcular e analisar seu erro amostral). Quando 300 indivíduos são triados, apenas espécies com menos de 2% em proporção na amostra terão alguma chance de não estarem representadas. Estas estimativas são muito próximas às encontradas por Phleger (1960, p. 34). Como a análise ora proposta focou essencialmente espécies dominantes, geralmente com mais de 25% de abundância relativa, optou-se por triar 100 indivíduos para as amostras de 2004, a fim que o tempo gasto com a triagem fosse reduzido. Para avaliar se a contagem de 100 tecas foi suficiente para as amostras de 2004, elaborou-se um gráfico de rarefação, onde se plotou os valores de diversidade e equitatividade a cada teca triada para visualizar a variação e estabilização dos dados conforme o avanço da triagem.

As tecas foram identificadas com base na literatura (CLOSS, 1962; BOLTOVSKOY et al., 1980; OGDEN e HEDLEY, 1980; SCOTT e MEDIOLI, 1980; MEDIOLI e SCOTT, 1983, 1990; LOEBLICH-JR. e TAPPAN, 1978, 1988; BRÖNNIMANN, 1988; BRÖNNIMANN et al., 1992a, b; HAYWARD e HOLLIS, 1994; PATTERSON et al., 1996; VELHO e LANSAC-TÔHA, 1996; VELHO et al. 1996; REINHARDT et al. 1998; OLIVEIRA, 1999; PATTERSON e KUMAR, 2002; ELLIS e MESSINA, 2005), na coleção de fotos do álbum e tecas de referência do LAMBdA, além de uma chave dicotômica para foraminíferos textulariinos de manguezais brasileiros, elaborada no LAMBdA.

2.4. Etapa de análise dos dados

Elaborou-se um mapa com base em fotos aéreas coloridas de dezembro de 2003 (BASE AEROFOTOGRAMETRIA E PROJETOS S/A, 2003), em escala 1:25.000, onde se plotou os pontos de coleta de acordo com as coordenadas obtidas com GPS. Os mapas temáticos decorrentes das análises das associações de foraminíferos e tecamebas foram confeccionados a partir deste mapa base, em Corel Draw! 9.0, e serão posteriormente georreferenciados em ArcGIS.

Berner e Raiswell (1984) propuseram a análise da razão entre carbono e enxofre como um meio de se determinar a origem continental ou marinha de um sedimento, inclusive servindo à inferência da paleosalinidade, onde a razão média igual a 2,8 é típica de sedimentos formados sob condição de salinidade marinha normal. Os mesmos autores sugeriram que novos estudos em ambientes salobros fossem realizados para avaliar o efeito da salinidade sobre a razão C/S. Posteriormente, Raiswell e Berner (1985) aplicaram essa razão a

ambientes anóxicos no Mar Negro, percebendo que nesses ambientes a razão entre C e S tende a ser mais equilibrada que em ambientes oxigenados. Burone (2002) encontrou razões menores que 3 em rios que desembocam na enseada de Ubatuba e as relacionou a condições anóxicas. Aller et al. (2004) descrevem uma razão entre 4 e 6 para sedimentos marinhos sub-óxicos e menor que 3 para ambientes anóxicos, encontradas num complexo deltaico de Papua Nova Guiné.

A tendência de distribuição dos metais e nutrientes foi verificada por meio de uma Análise de Componentes Principais (ACP), com os dados centrados e reduzidos, na qual não se considerou a MO, o C_{org} e S, porque essas variáveis não foram avaliadas para todas as amostras. Essa análise foi feita com o *software* XLStat 5.0.

Um esquema com o ciclo das marés foi construído para a campanha de 2004, onde se plotou as amostras na curva da maré de acordo com o horário de coleta. Deste modo, pôde-se verificar sob que condições de maré cada amostra foi coletada, auxiliando na compreensão e discussão da distribuição das variáveis na área de estudo. Para construção do esquema, utilizou-se a tábua de previsão de marés do Terminal Portuário de Sergipe (BRASIL, 2004), localizado em Aracaju, onde se acresceu 45 minutos ao horário dos extremos de preamar e baixamar. Segundo pescadores moradores na área de estudo, este é o tempo médio aproximado de atraso da maré no delta do Rio São Francisco em relação ao horário do terminal. Como controle, consultou-se na caderneta de campo o momento da coleta de cada amostra para verificar se a plotagem na curva da maré coincidiu com as condições observadas em campo. Esse mesmo esquema não pôde ser confeccionado para a campanha de 1996 devido à indisponibilidade da tábua de marés para aquele ano.

Para as amostras com mínimo de 100 indivíduos triados calculou-se os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e de diversidade de McIntosh modificado por Pielou (D), calculados pelas seguintes fórmulas, respectivamente:

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

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

$$D = \frac{N - \sqrt{\sum n_i^2}}{N - \sqrt{N}} \quad (2)$$

em que N é a abundância absoluta da amostra (total de indivíduos amostrados) e n_i é a abundância absoluta da i -ésima espécie. McIntosh (1967) assumiu que uma comunidade pode ser representada por um ponto num hipervolume dimensional S , onde S é a riqueza de espécies. A distância euclidiana U (dada na equação 2 pela $\sqrt{\sum n_i^2}$) representa a distância da comunidade no hipervolume em relação à origem, ou nulidade, podendo ser considerada como uma medida de diversidade. Devido ao fato da medida ser fortemente influenciada pelo tamanho amostral, Pielou (1969) propôs a equação 2, a fim de eliminar esse efeito.

Para ambos os índices é possível calcular uma medida de homogeneidade na distribuição das abundâncias, ou equitatividade. As formulações para o cálculo de equitatividade de H' e D são, respectivamente (MAGURRAN, 1988):

$$J' = \frac{H'}{H'_{MÁX}} = \frac{H'}{\ln S} \quad (3)$$

$$E = \frac{N - \sqrt{\sum n_i^2}}{N - \frac{N}{\sqrt{S}}} \quad (4)$$

Nas duas equações, S é a riqueza de espécies. Na equação 3, H' é dado pela equação 1 e \ln é o logaritmo natural (base e). Para a equação 4, n_i e N são os mesmos que para a equação 2.

Os valores de H' foram comparados entre as duas campanhas através de um teste t . Para tanto, procedeu-se ao cálculo da variância de H' para cada amostra e em seguida o valor de t para cada par de amostras (MAGURRAN, 1988):

$$\text{var } H' = \frac{\sum p_i [\ln(p_i)]^2 - H'^2}{N} - \frac{S-1}{2N^2} \quad (5)$$

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{\sqrt{\text{var } H'_1 + \text{var } H'_2}} \quad (6)$$

Na equação 5, p_i é a abundância relativa da i -ésima espécie na amostra, N é o número total de indivíduos na amostra e S é a riqueza de espécies. Na equação 6, H'_1 e H'_2 são, respectivamente, os valores do índice de Shannon para as amostras que se quer comparar. O valor de t calculado foi então comparado ao valor de t crítico (tabelado), segundo os relativos graus de liberdade de cada caso, sempre com nível de significância α igual a 5%. Neste teste, a hipótese nula rejeita que há diferença significativa entre as duas amostras e a hipótese alternativa aceita que há diferença significativa.

Um espectro foi elaborado para cada espécie em relação às classes de salinidade, com o fim de se identificar as faixas de salinidade preferenciais de cada espécie. Para tal, somou-se as abundâncias da i -ésima espécie nas amostras pertencentes a cada classe de salinidade, dividindo-se pelo total de tecas daquela espécie encontradas em todo o estudo. Como exemplo, segue o caso de *Ammonia tepida*:

Ambientes	Oligohalinos	Mesohalinos	Polihalinos	Euhalinos	Total
Abundância absoluta	1	10	504	360	875
Abundância relativa (%)	0,1	1,1	57,6	41,1	100,0

O espectro foi apresentado na forma de barras, que são proporcionais às abundâncias relativas de cada classe de salinidade.

A proporção de tecamebas em relação à amostra total também foi calculada a fim de se obter um parâmetro biótico mais refinado para refletir a influência da água doce no sistema, sendo que seu cálculo se segue:

$$Tec = \frac{N_{Tec}}{N} \quad (7)$$

em que N_{Tec} é a soma das abundâncias absolutas de todas as tecamebas na amostra e N é o número total de indivíduos na amostra, considerando-se também os foraminíferos.

O tamanho das tecas de *Miliammina fusca* também foi mensurado. Um microscópio Axioplan 2 Imaging Zeiss, com uma câmera digital acoplada Powershot G5 Canon foram utilizados para medição das tecas. As imagens foram capturadas com alta resolução (5 Mp) e analisadas no *software* Zeiss AxioVision, versão 3.1. Foi realizada uma análise de correlação entre o tamanho médio das tecas e as demais variáveis levantadas (salinidade, teor de lama, abundância relativa de *M. fusca*, Tec, D, E, H', J', metais, nutrientes, teor de matéria orgânica, carbono orgânico e enxofre) no *software* Statistica 7.0.

Sen-Gupta et al. (1996) reconheceram na costa da Louisiana (EUA) uma relação consistente entre a razão das abundâncias absolutas de *Ammonia parkinsoniana* e *Elphidium excavatum* e o nível de hipoxia do ambiente ($[O_2] < 2 \text{ mg l}^{-1}$) em testemunhos que cobriram até cerca de 300 anos. A escolha dessas espécies baseou-se nos seguintes fatos: (i) Seiglie (1975), em um trabalho conduzido na Baía de Guayanilla (Porto Rico), constatou que “*Ammonia catesbyana* forma *tepida*” era típica e abundante em sedimentos poluídos, com granulometria fina e ricos em matéria orgânica; e (ii) em amostras coletadas na época de máxima hipoxia na costa da Louisiana, encontrou-se alta abundância de indivíduos vivos de *Ammonia parkinsoniana*, porém apenas tecas vazias de *Elphidium excavatum*. Assim, considerando *Ammonia. catesbyana* forma *tepida* como uma forma variante de *Ammonia parkinsoniana*, Sen-Gupta et al. (1996) passaram a sustentar que as populações de *Ammonia. parkinsoniana* seriam menos afetadas pela hipoxia do que as populações de *Elphidium excavatum*, embora ambas provavelmente sejam anaeróbias facultativas. O índice *Ammonia-Elphidium* (AE) foi então proposto como uma medida para se avaliar o nível de hipoxia no ambiente. Tal índice, que varia de 0 a 100 e é diretamente proporcional à hipoxia, é dado por:

$$AE = \frac{n_A}{n_A + n_E} \times 100 \quad (8)$$

em que n_A representa a abundância absoluta de *Ammonia parkinsoniana* na amostra e n_E representa a abundância absoluta de *Elphidium excavatum* na amostra.

Os autores ainda relatam que há uma correlação numérica entre a concentração de carbono orgânico total (COT) e o índice *AE*. Entretanto, reconhecem que essa é uma relação indireta, ou seja, o índice *AE* é afetado pela hipoxia sazonal causada pelos *blooms* do fitoplâncton, que por sua vez também afetam a concentração do COT.

Vale ainda ressaltar que o gênero *Ammonia* como um todo não pode ser considerado indicador de poluição ou hipoxia, uma vez que Seiglie (1975) faz esta observação ao constatar a presença de outras espécies de *Ammonia* em ambientes não-poluídos e bem oxigenados. Assim, seguindo a proposta do índice *AE* neste trabalho apenas *Ammonia parkinsoniana* e *Elphidium excavatum* foram levados em conta para o cálculo.

Com o objetivo de se reconhecer as ecofácies, entendendo-se estas como compartimentos de um ambiente definidos por um conjunto particular de caracteres bióticos e abióticos [conceito derivado de *fácies*, a partir de Guerra (1975), Suguio (1992) e Art (2001)], congregou-se a salinidade, teor de lama, proporção de tecamebas (*Tec*), diversidade e equitatividade numa Análise de Agrupamento (AHC) em modo Q (agrupamentos de objetos ou amostras). Os dados brutos foram transformados por centro-redução e analisados no *software* Statistica, versão 7.0, utilizando-se como estratégia de agrupamento o Método Aritmético de Agrupamento Ponderado (em inglês, *WPGMA*) e a distância euclidiana como medida de similaridade entre as amostras. Apenas amostras com mais de 100 indivíduos (em que foi possível calcular a diversidade e equitatividade) foram consideradas na análise. As amostras com menos de 100 indivíduos foram incorporadas nas ecofácies *a posteriori* com base na similaridade entre a estrutura de sua comunidade e as dos grupos formados pela AHC. A similaridade das estruturas das comunidades foi calculada através do índice de Bray-Curtis com auxílio do *software* Ecological Methodology (KENNEY e KREBS, 1998). A escolha deste índice baseia-se no fato de que ele é mais influenciado pelas espécies dominantes (PINTO-COELHO, 2000), que no caso deste trabalho estão mais significativamente representadas, e para seu cálculo aplica-se a seguinte fórmula:

$$B = \frac{\sum (x_{ij} - x_{ik})}{\sum (x_{ij} + x_{ik})} \quad (9),$$

em que x_{ij} e x_{ik} é a abundância da i -ésima espécie nas amostras j e k . Este índice varia de 0 (similar) a 1 (dissimilar), sendo que os resultados apresentados são expressos por $I-B$.

Para determinar se as alterações nas ecofácies ocorridas entre 1996 e 2004 foram estatisticamente significativas, aplicou-se o teste t (quando os dados se ajustaram à curva normal) e o teste de Mann-Whitney (quando os dados não se ajustaram à curva normal), sempre com nível de significância α igual a 5%. A verificação do ajuste dos dados à curva normal foi feita por meio do teste de Kolmogorov-Smirnoff empregando o *software* Statistica 7.0 e os testes t e Mann-Whitney foram realizados no *software* XLStat, versão 5.0.

As ecofácies também foram confrontadas com os agrupamentos de outros trabalhos aplicando-se o índice de similaridade de Sorensen, I_s (KREBS, 1994). Embora este índice seja original da Ecologia Vegetal, pode-se aplicá-lo a quaisquer comunidades que se queira comparar, dada sua formulação simples, com caráter semi-quantitativo. Como o tamanho amostral é muito variável entre trabalhos e às vezes os dados quantitativos não estão disponíveis, utiliza-se apenas as listas de espécies para entrada de dados no índice. Sua formulação é a seguinte:

$$I_s = \frac{2z}{x + y} \quad (10),$$

em que z representa o número de espécies em comum entre as duas amostras em comparação, e x e y representam, respectivamente, a riqueza de espécies da primeira e da segunda amostra. Seu valor varia de 0 (nenhuma similaridade) a 1 (total similaridade). Green (1975) aplicou-o para comparar os resultados obtidos com tecamebas no Mato Grosso com outros trabalhos, chegando a resultados satisfatórios.

3. Resultados e Discussão

Os dados relativos à campanha de 1996 já foram publicados de modo preliminar (SEMENSATTO-JR. e DIAS-BRITO, 2004). Primeiramente serão apresentados os resultados e a discussão da campanha de 1996, em seguida a campanha de 2004 e, finalmente, a comparação entre as duas campanhas. Os espécimens dos táxons selecionados para fotomicrografias em MEV são ilustrados no capítulo 4 (Sistemática).

A localização das amostras é referenciada pelas coordenadas UTM apresentadas na Tabela 3.1, sendo que suas posições são as mesmas em 1996 e 2004.

Tabela 3.1. Coordenadas UTM das amostras coletadas no delta do Rio São Francisco.

Amostra	Coordenada		Amostra	Coordenada		Amostra	Coordenada	
	x	y		x	y		x	y
1	772339	8834159	21	780238	8837656	41	764965	8831069
2	772727	8834538	22	779456	8838390	43	768312	8832407
3	773170	8835498	23	780630	8838703	45	768928	8832646
4	773731	8835863	24	781386	8838549	46	770894	8833194
5	774120	8836490	25	782444	7738682	47	772596	8834114
6	774674	8836314	26	782943	8839238	48	773898	8834269
7	775285	8836480	27	782931	8839771	49	763002	8830069
8	776233	8836666	28	770932	8834130	50	762384	8829708
9	776309	8836690	29	770633	8834479	51	763622	8830326
10	776998	8836233	30	770307	8834410	52	765506	8831147
11	777505	8836553	31	771089	8834764	53	767333	8833199
12	778047	8836388	32	771534	8834496	54	772495	8833945
13	776369	8837426	33	771248	8833835	55	775053	8835044
14	776878	8837517	34	769834	8833309	56	775977	8835659
15	777337	8837479	35	767907	8834025	58	767242	8831908
16	778042	8837435	36	763850	8830753	59	765984	8831466
17	778282	8837014	37	763921	8830772	63	762566	8830002
18	778743	8836179	38	764170	8831055	64	774625	8834703
19	779752	8836344	39	764261	8831012	65	778045	8835525
20	780238	8836877	40	764352	8830969			

3.1. Campanha de 1996

3.1.1. Dados abióticos

A profundidade média do Canal do Poço oscilou entre 1,5 e 2,0 m. A partir dos valores de salinidade foi possível dividir a área em quatro compartimentos (Tabela 3.2 e Figura 3.1): oligohalino, formado pelo Canal do Parapuça, Canal do Carapitanga e Riacho do Cabaço, com salinidades variando entre 0,53 e 4,5; mesohalino, localizado no Riacho do Funil e na desembocadura do Canal do Carapitanga no Canal do Poço, com salinidades variando entre 7,5 e 17,5; polihalino, formado pelo Riacho do Aracaré e do Mosquito, além da porção adjacente do Canal do Poço, com salinidades variando entre 20,5 e 29; e euhalino, que abarca a região central e oeste do Canal do Poço, com salinidades variando entre 33 e 36,5.

Tabela 3.2. Valores de salinidade para a campanha de 1996. Condição da amostra no ato da coleta: emersa (em); submersa (s). Classificação das águas segundo o Simpósio de Veneza de 1995 (Closs, 1962); O: oligohalina; M: mesohalina; P: polihalina; E: euhalina. Zona: entre-marés (EM); inframaré (I).

Amostra	Salinidade	Condição	Classificação	Zona	Amostra	Salinidade	Condição	Classificação	Zona
1	13,0	em	M	EM	25	1,1	s	O	EM
2	9,5	em	M	EM	26	1,73	s	O	EM
3	7,5	em	M	EM	27	0,53	s	O	EM
4	7,5	em	M	EM	28	26,5	em	P	EM
5	4,5	s	O	EM	29	24,5	em	P	EM
6	4,5	s	O	EM	30	27,0	em	P	EM
7	2,7	s	O	EM	31	23,0	em	P	EM
8	1,4	s	O	EM	32	22,0	em	P	EM
9	0,96	s	O	EM	33	28,0	em	P	EM
10	1,36	em	O	EM	34	25,2	em	P	EM
11	1,53	em	O	EM	35	29,0	em	P	EM
12	1,65	em	O	EM	36	33,5	s	E	I
13	1,42	s	O	EM	37	33,5	s	E	I
14	1,22	s	O	EM	38	33,5	s	E	I
15	1,03	s	O	EM	39	35,0	s	E	I
16	1,03	s	O	EM	40	35,0	em	E	EM
17	1,14	s	O	EM	41	36,5	s	E	I
18	1,77	em	O	EM	42	35,0	s	E	I
19	3,0	em	O	EM	43	35,0	s	E	I
20	2,6	em	O	EM	44	33,0	s	E	I
21	2,7	em	O	EM	45	27,0	s	P	I
22	2,6	em	O	EM	46	20,5	s	P	I
23	2,5	em	O	EM	47	17,5	s	M	I
24	2,8	s	O	EM	48	13,0	s	M	I

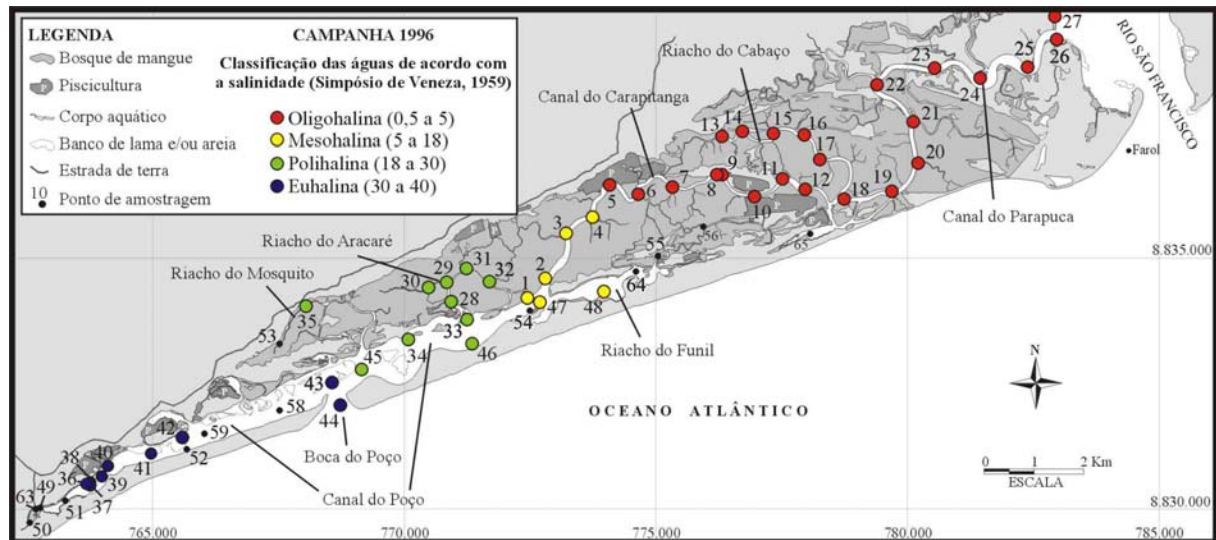


Figura 3.1. Distribuição da salinidade na campanha de 1996.

Na zona entre-marés, o valor da salinidade registrado em uma amostra pode variar de acordo com a condição da maré no ato da coleta, principalmente em áreas de maior influência marinha. Das 23 amostras do compartimento oligohalino, apenas 9 estavam emersas no momento da coleta. Entretanto, como nesse tipo de ambiente a massa d'água marinha é mais diluída, não se observaram diferenças significativas entre amostras submersas e emersas, já que as médias foram, respectivamente, $1,86 \pm 1,28$; $n = 14$ e $2,19 \pm 0,61$; $n = 9$ ($t = -0,714$; $\alpha = 1\%$). As amostras emersas tendem a um valor maior de salinidade devido à evaporação da água e conseqüente concentração de sais durante sua exposição. No caso do compartimento mesohalino, apenas duas amostras (47 e 48) foram coletadas na zona de inframaré, sob condição de maré alta. Portanto, seus valores estão provavelmente próximos à salinidade máxima, sendo que sob condições de maré baixa devem ser próximos aos registrados nos outros quatro pontos deste compartimento (entre 7,5 e 13,0). Em relação ao compartimento polihalino, todas as amostras da zona de entre-marés estavam emersas no Riacho do Aracaré no momento da coleta. Os dados da Tabela 3.1 mostram que, em maré baixa, não há grande variação da salinidade entre as amostras. O compartimento euhalino é formado por amostras coletadas na inframaré, com exceção da amostra 40. Seus valores tendem a ser mais homogêneos do que os observados na zona entre-marés, porque não há uma fonte de água doce significativa para diluição da cunha salina oriunda da Boca do Poço.

A granulometria foi analisada em termos do teor de lama, sendo que os maiores valores foram encontrados nos canais e no extremo oeste da laguna (Tabela 3.3 e Figura 3.2). A distribuição do teor de lama reflete a energia deposicional, que é maior na região lagunar próxima à Boca do Poço, onde há intensa dinâmica de erosão e assoreamento. Além disso, há

de se considerar que as amostras do interior da laguna foram coletadas na zona de inframaré, que possui maior energia que as margens da laguna.

Tabela 3.3. Granulometria das amostras da campanha de 1996, expressas em %.

Amostra	Lama	Areia	Classificação	Amostra	Lama	Areia	Classificação
1	53,9	46,1	lama arenosa	25	60,9	39,1	lama arenosa
2	95,9	4,1	lama	26	66,3	33,7	lama arenosa
3	58,2	41,8	lama arenosa	27	25,6	74,4	areia lamosa
4	70,8	29,2	lama arenosa	28	57,6	42,4	lama arenosa
5	94,4	5,6	lama levemente arenosa	29	70,7	29,3	lama arenosa
6	83,7	16,3	lama levemente arenosa	30	82,2	17,8	lama levemente arenosa
7	92,8	7,2	lama levemente arenosa	31	88,7	11,3	lama levemente arenosa
8	98,0	2,0	lama	32	91,4	8,6	lama levemente arenosa
9	88,6	11,4	lama levemente arenosa	33	43,2	56,8	areia lamosa
10	87,6	12,4	lama levemente arenosa	34	55,6	44,4	lama arenosa
11	93,3	6,7	lama levemente arenosa	35	70,8	29,2	lama arenosa
12	67,0	33,0	lama arenosa	36	93,9	6,1	lama levemente arenosa
13	94,1	5,9	lama levemente arenosa	37	65,0	35,0	lama arenosa
14	95,2	4,8	lama levemente arenosa	38	99,2	0,8	lama
15	95,8	4,2	lama	39	97,0	3,0	lama
16	95,8	4,2	lama	40	66,8	33,2	lama arenosa
17	93,8	6,2	lama levemente arenosa	41	39,5	60,5	areia lamosa
18	84,4	15,6	lama levemente arenosa	42	66,0	34,0	lama arenosa
19	79,7	20,3	lama levemente arenosa	43	4,4	95,6	areia
20	84,5	15,5	lama levemente arenosa	44	1,7	98,3	areia
21	53,4	46,6	lama arenosa	45	3,8	96,2	areia
22	25,3	74,7	areia levemente lamosa	46	6,1	93,9	areia levemente lamosa
23	85,8	14,2	lama levemente arenosa	47	24,9	75,1	areia lamosa
24	94,0	6,0	lama levemente arenosa	48	13,9	86,1	areia levemente lamosa

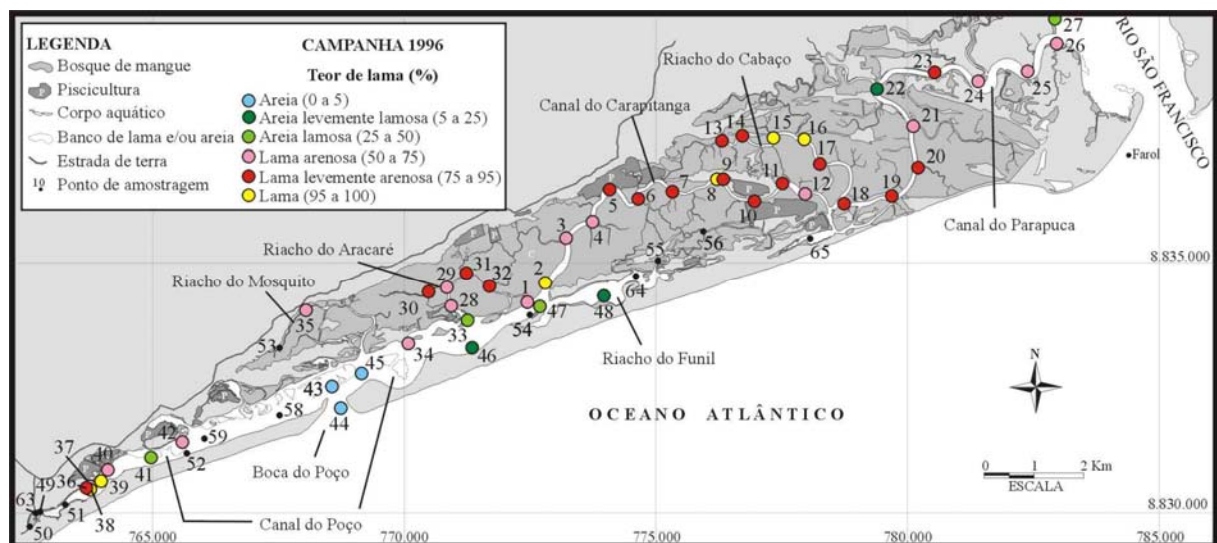


Figura 3.2. Teor de lama nas amostras da campanha de 1996.

3.1.2. Dados bióticos

No tocante à microfauna, apenas as amostras 21, 23, 43, 44 e 45 não apresentaram tecas. Os dados do Canal do Parapuça foram extraídos de Rodrigues (1999). No total foram encontradas 102 espécies, sendo 79 de foraminíferos e 23 de tecamebas, dentre 8396 tecas triadas. A Tabela 3.4 sumaria o número de espécies de cada grupo taxonômico representado nas amostras.

Tabela 3.4. Número de espécies de cada grupo taxonômico representado nas amostras da campanha de 1996.

Ordem FORAMINIFERIDA	Número de espécies	Ordem ARCELLINIDA	Número de espécies
Subordem		Família	
Alogromiina	1	Hyalospheniidae	1
Lagenina	1	Arcellidae	2
Miliolina	11	Plagiopyxidae	2
Rotaliina	28	Trigonopyxidae	2
Textulariina	38	Centropyxidae	6
		Diffugiidae	10

O Canal do Parapuça apresenta maior riqueza de tecamebas, devido à maior influência das águas do Rio São Francisco. As plantas seguem o mesmo padrão, com espécies típicas de ambientes de água doce, tais como *Montrichardia arborecens*, *Eichhornea* sp. e *Salvinia* sp., presentes em alguns pontos, além dos bancos de lama ocupados por indivíduos dos gêneros *Crenea* e *Juncus* (Figura 3.3). A Tabela 3.5 apresenta os dados microfaunísticos para o Canal do Parapuça.

Neste contexto, é notória a constância de *Centropyxis aculeata* ao longo do canal, que domina as amostras 19 e 27. No aspecto geral, *Miliammina fusca* mantém sua dominância, sempre associada a *Arenoparrella mexicana* e *Haplophragmoides wilberti*. As espécies *Polysaccamina ipohalina* e *Haplophragmoides manilaensis* apresentam seus maiores níveis de abundância de toda a área de estudo, beneficiadas pela baixa salinidade. Registraram-se poucos indivíduos de *Ammotium* spp. e *Ammobaculites exiguus*, que ocupam preferencialmente ambientes com salinidade na faixa meso-polihalina. A riqueza de espécies, diversidade e equitatividade aumentam em alguns pontos devido à contribuição das tecamebas, que encontram neste canal condições que permitem seu desenvolvimento.

Tabela 3.5. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Canal do Parapuça da campanha de 1996. São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0.

Espécies	18	19	20	22	24	25	26	27
FORAMINÍFEROS								
<i>Ammoastuta inepta</i>	.	.	0	1	.	0	.	0
<i>Ammobaculites exiguus</i>	.	.	.	.	.	0	.	.
<i>Ammoscalaria cf. pseudospiralis</i>	.	.	0	.	.	.	.	.
<i>Ammotium cassis</i>	.	0	1	.	.	.	0	1
<i>Ammotium morenoi</i>	.	0	1	7	0	.	.	.
<i>Arenoparrella mexicana</i>	2	2	3	10	2	3	1	5
<i>Blymasphaera brasiliensis</i>	1	1	0	0	1	1	0	3
<i>Glomospira gordialis</i>	.	.	.	.	.	0	.	.
<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	2	1	6	4	2	2	18	8
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	3	2	2	4	1	.	5	5
<i>Miliammina fusca</i>	89	43	68	69	90	88	52	5
<i>Polysaccamina hyperhalina</i>	0	2	1	0	.	.	.	.
<i>Polysaccamina ipohalina</i>	1	1	.	1	1	0	3	1
<i>Spiroplectammina cf. biformis</i>	0	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quinqueloculina sp.</i>	.	0	.	.	.	.	.	.
<i>Reophax cf. arctica</i>	.	0	.	.	.	.	.	.
<i>Textularia earlandi</i>	.	.	.	.	.	.	0	0
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	.	.	.	0	.	.	.	1
<i>Trochammina inflata</i>	0	1	1	2	.	.	.	7
<i>Trochammina macrescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Trochamminita salsa</i>	0	1	1	1	0	1	7	2
TECAMEBAS								
<i>Arcella sp.</i>	.	.	0	.	.	.	0	0
<i>Arcella discoides</i>	.	.	0	.	.	.	.	.
<i>Bullinularia cf. indica</i>	.	.	.	0	.	0	0	.
<i>Centropyxis aculeata</i>	1	46	6	1	2	1	3	38
<i>Centropyxis constricta</i>	.	.	1	.	.	.	4	10
<i>Cucurbitella corona</i>	.	.	.	.	.	.	0	.
<i>Cucurbitella tricuspis</i>	.	.	.	.	0	.	.	0
<i>Cyclopyxis sp.</i>	.	0	2	.	0	.	1	6
<i>Diffflugia oblonga</i>	.	1	0	.	.	1	1	0
<i>Diffflugia protaeiformis</i>	.	1	1	.	0	0	0	1
<i>Diffflugia viscidula</i>	.	0	.	.	.	.	1	1
<i>Lagenodiffflugia vas</i>	.	.	0	.	.	.	0	.
<i>Lesquereusia modesta</i>	.	0	.	.	.	.	.	.
<i>Oopyxis s.p</i>	.	.	.	.	.	0	.	.
<i>Plagiopyxis sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	0
<i>Pontigulasia compressa</i>	.	0	.	.	.	0	0	.
N	309	400	203	299	300	299	289	209
S	11	20	20	14	12	15	20	23
Tec	0,00	0,12	0,06	0,00	0,01	0,01	0,04	0,27
H'	0,56	1,28	1,43	1,23	0,55	0,63	1,71	2,29
J'	0,23	0,43	0,48	0,47	0,22	0,23	0,57	0,73
D	0,11	0,37	0,33	0,32	0,11	0,12	0,50	0,62
E	0,15	0,48	0,40	0,41	0,14	0,16	0,60	0,73

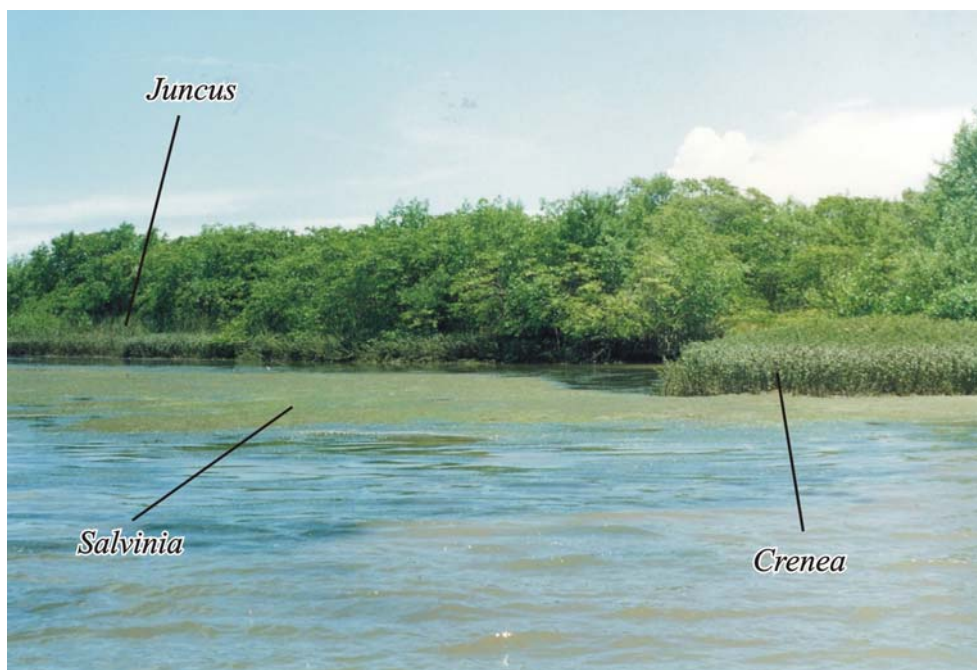


Figura 3.3. Zona ocupada por *Salvinia*, *Crenea* e *Juncus* defronte ao bosque de mangue, na área de coleta da amostra 19.

O Riacho do Cabaço apresenta uma estrutura muito similar ao Parapuca (Tabela 3.6), embora com menor riqueza de espécies.

O gênero *Centropyxis* domina algumas amostras, principalmente as mais próximas ao Canal do Parapuca. Este canal é bastante influenciado pelas águas salobras vindas do Parapuca, sendo que, dentre os foraminíferos, apenas *Miliammina fusca* encontra condições mais favoráveis. Os bancos de lama de progradação do manguezal são amplamente colonizados por *Crenea*.

Tabela 3.6. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Riacho do Cabaço da campanha de 1996. São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Os índices de diversidade e equitatividade não foram calculados para a amostra 15, com menos de 100 indivíduos. Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0.

Espécies	13	14	15	16	17
FORAMINÍFEROS					
<i>Ammoastuta inepta</i>	.	.	.	.	1
<i>Ammobaculites exiguus</i>	.	1	7	.	.
<i>Ammotium cassis</i>	.	1	7	.	1
<i>Ammotium directum</i>	.	0	.	.	.
<i>Ammotium morenoi</i>	.	.	.	.	.
<i>Arenoparrella mexicana</i>	13	4	.	1	8
<i>Blysmasphaera brasiliensis</i>	0	2	.	.	.
<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	1	0	.	.	.

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.6

Espécies	13	14	15	16	17
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	1	2	7	1	4
<i>Miliammina fusca</i>	72	72	29	20	40
<i>Monotalea salsa</i>	3	.	.	.	.
<i>Polysaccammina hyperhalina</i>	2	11	14	.	.
<i>Polysaccammina ipohalina</i>	.	.	.	.	2
<i>Reophax</i> sp. 1	.	0	.	.	.
<i>Textularia earlandi</i>	.	0	.	.	1
<i>Trochammina inflata</i>	.	1	7	.	2
<i>Trochammina macrescens</i>	.	.	.	.	.
<i>Trochamminita salsa</i>	1	.	.	.	.
<i>Warrenita palustris</i>	.	0	.	.	.
TECAMEBAS					
<i>Centropyxis aculeata</i>	2	.	.	30	9
<i>Centropyxis constricta</i>	3	.	.	11	9
<i>Centropyxis discoides</i>	2	.	21	36	13
<i>Centropyxis ecornis</i>	1	.	.	.	3
<i>Centropyxis platystoma</i>	1	.	.	.	4
<i>Cyclopyxis</i> sp.	.	.	.	.	3
<i>Diffflugia oblonga</i>	.	.	.	1	.
<i>Diffflugia protaeiformis</i>	.	.	7	.	.
<i>Diffflugia</i> sp.	.	.	.	.	1
<i>Plagiopyxis</i> sp.	.	1	.	.	.
N	115	209	14	102	101
S	12	13	8	7	15
Tec	0,08	0,03	0,29	0,78	0,42
H'	1,11	1,17	.	1,43	2,07
J	0,45	0,43	.	0,73	0,76
D	0,29	0,29	.	0,53	0,61
E	0,37	0,36	.	0,77	0,74

A Tabela 3.7 apresenta as abundâncias e demais dados sinecológicos das amostras do Canal do Carapitanga.

Tabela 3.7. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Canal do Carapitanga da campanha de 1996. São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Os índices de diversidade e equitatividade não foram calculados para a amostra 1, com menos de 100 indivíduos. Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0.

Espécies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FORAMINÍFEROS												
<i>Acostata mariae</i>	.	3	.	0	.	.	.	.	.	2	.	.
<i>Ammonoastuta inepta</i>	.	1	.	1	0	.	.	.	0	.	.	.
<i>Ammonoastuta salsa</i>	.	1	1	.	.	0	.	.	.	1	.	.
<i>Ammobaculites exiguus</i>	.	8	4	5	4	1	.	.	.	.	.	1
<i>Ammobaculites foliaceus</i>	.	1	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammodiscoides turbinatus</i>	.	.	.	1	0	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammodiscus</i> sp.	7	.	0	.	.	.	0	.	.	.	.	.

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.7

Espécies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammonia tepida</i>	17	.	0	0	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Ammotium cassis</i>	.	2	0	3	2	.	.	.	1	.	1	1
<i>Ammotium directum</i>	7	11	9	10	8	6	0	.	.	.	.	.
<i>Ammotium pseudocassis</i>	.	1	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.
<i>Ammotium salsum</i>	.	3	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Arenoparrella mexicana</i>	2	3	6	10	1	3	3	1	52	24	4	15
<i>Blymasphaera brasiliensis</i>	.	5	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bolivina doniezi</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Elphidium advenum</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Elphidium excavatum</i>	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Elphidium gunteri</i>	.	.	.	0	0	.	.	.	.	.	.	.
<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	.	1	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	.	4	1	3	2	0	2	1	1	3	.	.
<i>Jadammina polystoma</i>	4	1	.	0	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Miliammina fusca</i>	.	41	72	59	51	86	94	96	43	59	94	77
<i>Monotalea salsa</i>	11	1	0	0	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Polysaccammina hyperhalina</i>	.	.	.	.	21	0	.	.	0	.	.	.
<i>Quinqueloculina milleti</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	7	3	0	.	.	.	.	.	0	.	.	.
<i>Reophax nana</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Textularia earlandi</i>	9	3	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trochammina inflata</i>	17	4	2	4	3	3	1	2	1	6	1	5
<i>Trochammina macrescens</i>	2	.	0	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Trochamminita salsa</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Warrenita palustris</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
TECAMEBAS												
<i>Centropyxis aculeata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Centropyxis constricta</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Diffflugia globulus</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plagiopyxis sp.</i>	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N	46	160	213	302	203	309	302	95	292	99	142	171
S	14	24	14	18	15	9	6	4	9	11	5	8
Tec	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,01
H'	.	2,45	1,15	1,58	1,64	0,60	0,32	0,22	0,94	1,29	0,28	0,78
J'	.	0,77	0,44	0,55	0,61	0,28	0,18	0,16	0,43	0,54	0,17	0,38
D	.	0,60	0,29	0,41	0,47	0,14	0,07	0,05	0,34	0,40	0,06	0,22
E	.	0,70	0,36	0,51	0,59	0,20	0,11	0,08	0,49	0,52	0,10	0,31

A transição entre os compartimentos oligohalino e mesohalino é refletida pela concentração de *Ammotium* spp. e *Ammobaculites exiguus* entre as amostras 1 e 5, além da presença de alguns indivíduos dos gêneros *Ammonia*, *Elphidium* e *Quinqueloculina*, indicando uma certa influência da cunha salina nos canais oligohalinos, que transporta tecas oriundas do Canal do Poço. A riqueza de espécies, diversidade e equitatividade aumentam em direção à laguna, devido principalmente à minimização paulatina do estresse halínico imposto pela influência das águas salobras. Entre as amostras 4 e 12 registrou-se a presença de bancos

de *Crenea* sp. sobre as zonas de progradação do manguezal, ocupando o habitat correspondente ao de *Spartina* (Figura 3.4). Além de *Miliammina fusca* e *Arenoparrella mexicana*, estão também presentes em praticamente todas as amostras *Haplophragmoides wilberti* e *Trochammina inflata*, mais abundantes nas amostras próximas ao Canal do Poço. A presença de tecamebas é insignificante, podendo-se afirmar que os indivíduos encontrados são alóctones.

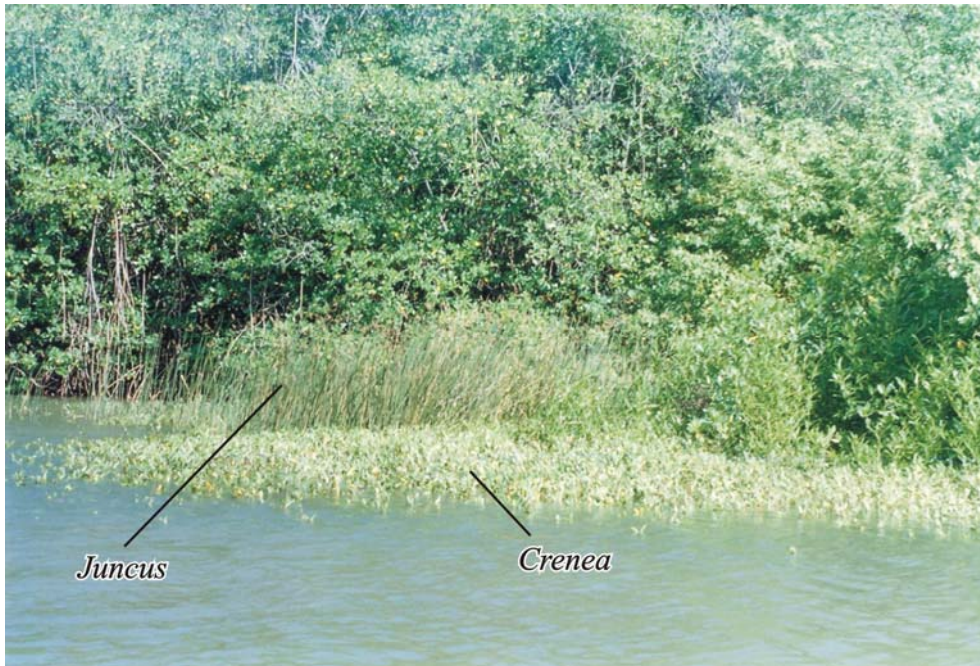


Figura 3.4. Banco de *Crenea* e *Juncus* ocupando a zona de progradação defronte o bosque de mangue do Canal do Carapitanga. Foto tirada em maré alta.

No Riacho do Aracaré a salinidade mantém-se na faixa polihalina, onde dominam *Ammotium* spp. nas amostras mais distantes da laguna e *Ammonia tepida* no trecho mais próximo à laguna (amostra 28), conforme se pode observar na Tabela 3.8. Também são apresentados os dados da amostra 35 (Riacho do Mosquito), por possuir maior similaridade com o Riacho do Aracaré.

Tabela 3.8. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Riacho do Aracaré e do Mosquito (amostra 35) da campanha de 1996. São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Os índices de diversidade e equitatividade não foram calculados para as amostras 30 e 35, com menos de 100 indivíduos. Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0.

Espécies	28	29	30	31	32	35
FORAMINÍFEROS						
<i>Acostata mariae</i>	.	0	.	2	.	2
<i>Ammoastuta inepta</i>	1	.	.	.	.	.
<i>Ammoastuta salsa</i>	.	.	.	.	0	.
<i>Ammobaculites exiguus</i>	2	4	2	3	6	2
<i>Ammobaculites foliaceus</i>	.	0	.	.	1	.
<i>Ammodiscus</i> sp.	2	9	12	4	6	2
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Ammonia tepida</i>	33	8	.	.	.	4
<i>Ammotium angulatum</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Ammotium cassis</i>	11	31	26	57	3	.
<i>Ammotium directum</i>	.	2	7	.	43	9
<i>Ammotium morenoi</i>	.	.	5	1	1	.
<i>Ammotium pseudocassis</i>	.	3	.	4	5	.
<i>Ammotium salsum</i>	.	.	.	10	.	.
<i>Arenoparrella mexicana</i>	19	12	5	2	3	13
<i>Blymasphaera brasiliensis</i>	.	.	.	.	0	.
<i>Caronia exilis</i>	.	1	.	.	0	.
<i>Disconiropsis aguayoi</i>	0	.	.	.	.	.
<i>Elphidium excavatum</i>	1	.	.	.	.	.
<i>Elphidium gunteri</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	0	0	.	.	.	.
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	6	3	2	0	1	.
<i>Miliammina fusca</i>	2	14	2	3	16	.
<i>Monotalea salsa</i>	.	.	2	4	1	.
<i>Polysaccammina hyperhalina</i>	.	.	.	.	3	.
<i>Reophax</i> sp. 2	.	.	.	.	.	.
<i>Siphotrochammina lobata</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Textularia earlandi</i>	3	4	7	6	4	11
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	2	1	.	.	.	.
<i>Trochammina inflata</i>	18	6	26	2	3	52
<i>Trochammina macrescens</i>	.	.	.	0	.	.
<i>Trochammina ochracea</i>	.	0	.	.	.	.
<i>Warrenita palustris</i>	0	1	2	2	1	.
TECAMEBAS						
<i>Cyclopyxis</i> sp.	.	.	.	.	1	.
<i>Diffflugia bacilliarum</i>	.	.	.	.	.	2
<i>Pontigulasia compressa</i>	.	.	.	.	.	2
<i>Trigonopyxis arcula</i>	.	.	.	.	0	.
Total	245	219	42	216	268	46
S	14	18	12	15	20	15
Tec	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03
H'	1,97	2,26	.	1,70	2,06	.
J'	0,73	0,78	.	0,63	0,69	.
D	0,60	0,65	.	0,44	0,56	.
E	0,76	0,80	.	0,56	0,67	.

Os gêneros *Ammotium* e *Trochammina* tipicamente dominam as margens dos manguezais e marismas onde a salinidade se encontra entre a faixa mesohalina a polihalina (PHLEGER e LANKFORD, 1978; DEBENAY et al. 1998; DULEBA e DEBENAY, 2003; SANTA-CRUZ, 2004; CULVER e HORTON, 2005; BUZAS-STEPHENS e BUZAS, 2005; WOODROFE et al. 2005). *Ammotium cassis* é a espécie mais abundante do seu gênero e encontra no Riacho do Aracaré as melhores condições para desenvolvimento. Esta espécie revela um caráter notadamente euritópico, pois é a única do seu gênero presente em todos os canais e na laguna. A mesma observação pode ser feita em relação a *Trochammina inflata*, dominante no Riacho do Mosquito. Além dessas espécies, *Ammodiscus* sp. e *Textularia earlandi* também encontram no Aracaré as condições mais favoráveis, pois suas abundâncias relativas são as maiores registradas na área de estudo.

Algumas espécies que ocorrem no Carapitanga e Parapuca também são encontradas no Aracaré, mantendo-se praticamente a mesma proporção. São os casos de *Arenoparrella mexicana* e *Haplophragmoides wilberti*. Comparado ao Carapitanga, o Aracaré tem um aporte de água salobra muito menor, onde a eventual ocorrência de tecamebas deve estar associada à aloctonia. Os valores de diversidade e equitatividade se mostram superiores aos vistos anteriormente porque há condições mais favoráveis ao desenvolvimento dos foraminíferos. O bosque de manguezal também encontra as condições mais favoráveis neste trecho (Aracaré), em que foram observados os indivíduos mais desenvolvidos de toda a área de estudo, notadamente de *Rhizophora mangle*.

O Canal do Poço representa o ambiente com maior influência marinha no setor analisado. Suas águas variam de euhalinas, a oeste, na região de Ponta dos Mangues, a polihalinas, a leste, na desembocadura do Carapitanga e no Riacho do Funil. A Tabela 3.9 apresenta os dados obtidos a partir da microfauna.

Praticamente em toda a laguna dominam espécies calcárias. A maior influência marinha no sentido Boca do Poço → Ponta dos Mangues (centro → oeste da laguna), onde domina o gênero *Quinqueloculina*, é devida à inexistência de fontes de água doce significativas para diluição da cunha salina. A ocorrência de espécies de origem plataformar nesta área (e. g. *Eponides* sp. 1, *Lagena caudata*, *Oolina globosa*, *Uvigerina* spp., *Virgulina rigii*) corroboram hipótese do sentido preferencial da cunha salina e de sua maior influência. *Nonionella atlantica* também se restringe praticamente a esse trecho. No outro sentido (centro → leste da laguna) há diluição da cunha salina pelas águas salobras vindas do Carapitanga,

que reduz paulatinamente a influência marinha, sendo que *Ammonia* spp. e *Elphidium* spp. passam a dominar.

Tabela 3.9. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Canal do Poço e Riacho do Funil (amostras 47 e 48) da campanha de 1996. As amostras 43, 44 e 45 não estão listadas por não apresentar indivíduos. São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Os índices de diversidade e equitatividade não foram calculados para as amostras 37, 38, 39, 47 e 48, com menos de 100 indivíduos. Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0.

Espécies	33	34	36	37	38	39	40	41	42	46	47	48
FORAMINÍFEROS												
<i>Ammoastuta inepta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.
<i>Ammobaculites exiguus</i>	0	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18
<i>Ammobaculites foliaceus</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammodiscus</i> sp.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	0	12	.
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	.	.	5	.	.	.	2	13	15	3	.	.
<i>Ammonia tepida</i>	45	76	12	.	13	0	10	49	53	33	.	.
<i>Ammotium cassis</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.
<i>Ammotium salsum</i>	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arenoparrella mexicana</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	8	18
<i>Bolivina doniezi</i>	.	.	1	.	3	.	4	10	9	.	.	.
<i>Bolivina laevigata</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Bolivina ordinaria</i>	.	.	.	.	.	.	0	1	0	.	.	.
<i>Bolivina pseudopunctata</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	0	.	.	.
<i>Bolivina pulchella</i>	.	.	.	.	.	.	0	1	.	.	.	.
<i>Bolivina</i> sp. 1	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.
<i>Brizalina striatula</i>	.	.	3	.	.	.	2	3	2	.	.	.
<i>Bulimina elongata</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Buliminella elegantissima</i>	.	.	6	.	10	.	1	2	1	.	.	.
<i>Cyclogyra</i> sp.	.	.	.	.	.	14	5	.	.	.	.	.
<i>Disconiroopsis agayoi</i>	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Discorbis</i> sp. 3	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Elphidium discoidale</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Elphidium excavatum</i>	32	5	7	.	.	.	6	4	7	37	.	.
<i>Elphidium gerthi</i>	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.
<i>Elphidium gunteri</i>	.	.	5	.	.	.	2	3	4	11	.	.
<i>Elphidium incertum</i>	.	.	.	.	.	.	0	1	.	.	.	.
<i>Elphidium</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.
<i>Eponides</i> sp. 1	.	.	.	.	.	.	.	0	0	.	.	.
<i>Fursenkoina</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.
<i>Haynesina germanica</i>	1	.	1	.	.	.	1	1	1	0	.	.
<i>Helenina anderseni</i>	0	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hemisphaerammina bradyi</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hopkinsina pacifica</i>	.	.	4	.	.	.	1	.	1	.	.	.
<i>Jadammina polystoma</i>	0	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lagena caudata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.
<i>Miliammina fusca</i>	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	29
<i>Monotalea salsa</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nonion depressulus</i>	.	.	1	.	.	.	2	2	.	.	.	.
<i>Nonion</i> sp.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.
<i>Nonionella atlantica</i>	.	.	10	93	10	.	3	5	3	0	.	.

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.9

Espécies	33	34	36	37	38	39	40	41	42	46	47	48
<i>Nonionella opima</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Oolina globosa</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.
<i>Paratrochammina clossi</i>	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polysaccammina hyperhalina</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quinqueloculina bosciiana</i>	.	.	1	.	.	.	0	.	.	.	.	.
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	0	.	.
<i>Quinqueloculina milleti</i>	.	.	4	.	.	.	13	.	.	.	.	.
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	6	.	4	7	7	71	10	.	.	2	.	.
<i>Quinqueloculina polygona</i>	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	11	.	33	.	57	14	30	.	.	11	.	.
<i>Quinqueloculina venusta</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Reophax cf. arctica</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Reophax sp. 2</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.
<i>Textularia earlandi</i>	0	2	.	.	.	.	.	0	1	.	8	18
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	0	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Triloculina laevigata</i>	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Triloculina sp. 1</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Trochammina inflata</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
<i>Trochammina macrescens</i>	0	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
TECAMEBAS												
<i>Arcella sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.
<i>Centropyxis constricta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12
<i>Cyclopyxis sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.
<i>Diffflugia globulosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	38	.
<i>Lagunculina sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.
Total	435	181	137	14	30	7	323	316	291	218	26	17
S	15	19	20	2	6	3	27	20	18	10	11	6
Tec/Total	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,12
H'	1,43	1,17	2,34	.	.	.	2,49	1,90	1,70	1,526	.	.
J'	0,53	0,4	0,78	.	.	.	0,75	0,63	0,59	0,663	.	.
D	0,45	0,26	0,67	.	.	.	0,67	0,51	0,47	0,513	.	.
E	0,58	0,31	0,84	.	.	.	0,78	0,61	0,57	0,70	.	.

A ausência de tecas nas amostras 43, 44 e 45, localizadas próximas à Boca do Poço, deve ocorrer provavelmente pela força hidrodinâmica local. Neste ponto, a profundidade ultrapassa os sete metros e o sedimento é formado por areias grossas. A ocorrência de tecamebas no Riacho do Funil (amostras 47 e 48) deve estar associada ao transporte de tecas vindas do Canal do Carapitanga.

Num aspecto geral, a riqueza de espécies se distribui em consonância ao postulado, ou seja, as áreas de maior salinidade concentram maior riqueza de foraminíferos e áreas de influência fluvial mais marcante concentram tecamebas (Tabela 3.10). É possível ainda reconhecer as faixas de salinidade preferenciais para as espécies levantadas, que serve como referência para se determinar o potencial indicador das espécies (Figura 3.5).

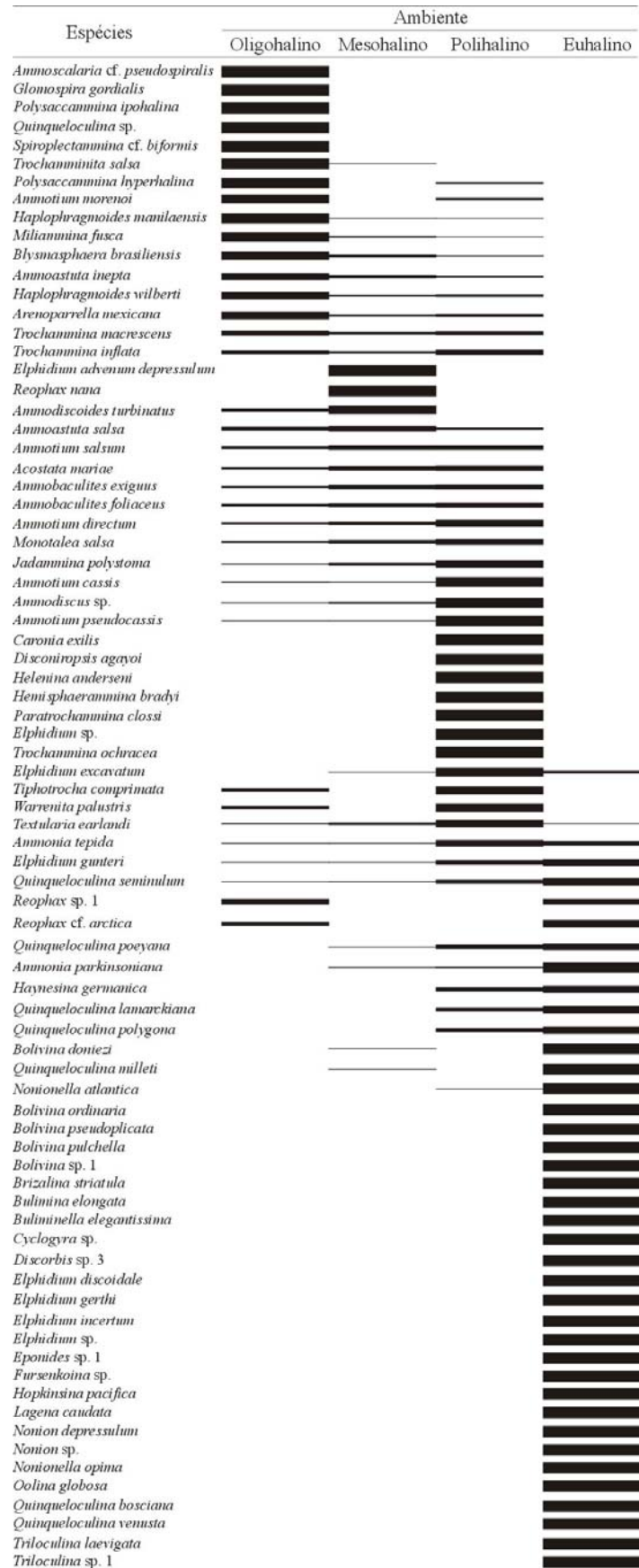


Figura 3.5. Distribuição de foraminíferos nas diferentes faixas halínicas para a campanha de 1996.

A Tabela 3.10 mostra que o Canal do Poço é o setor de maior riqueza, com 64 espécies (59 de foraminíferos e 5 de tecamebas), sendo que o Riacho do Cabaço, menos rico no setor, possui apenas 27 espécies (17 de foraminíferos e 10 de tecamebas). Entretanto, ao analisar as amostras isoladamente, observa-se que as amostras do Canal do Carapitanga entre 6 e 9 é que apresentam a menor riqueza de espécies. Este fato é decorrente do alto estresse para a maior parte dos foraminíferos, onde *Miliammina fusca* domina amplamente. No Riacho do Cabaço e no Canal do Parapuça, a presença de tecamebas eleva a riqueza de espécies. A Figura 3.6 ilustra a distribuição da riqueza de espécies.

Tabela 3.10. Riqueza de espécies por setor para a campanha de 1996.

Setor	Riqueza de espécies		
	Foraminíferos	Tecamebas	Total
Canal do Parapuça	21	16	37
Riacho do Cabaço	17	10	27
Canal do Carapitanga	34	4	38
Riacho do Aracaré e do Mosquito	28	4	32
Canal do Poço e Riacho do Funil	59	5	64

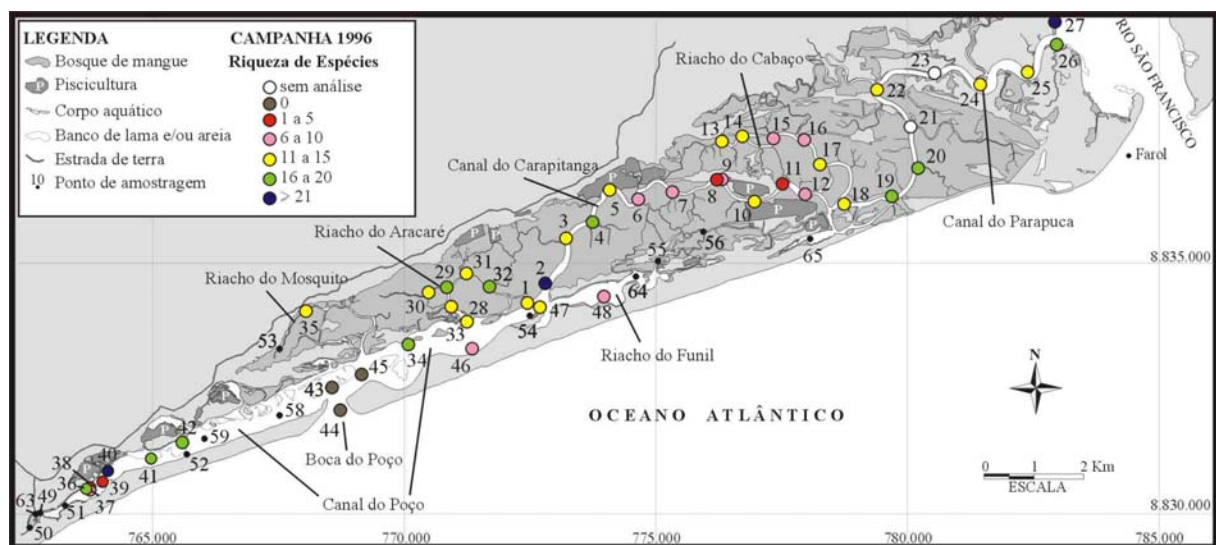


Figura 3.6. Distribuição da riqueza de espécies na campanha de 1996.

A distribuição dos índices de diversidade apresenta padrão similar ao de riqueza de espécies. Além do setor oeste da laguna, há uma concentração de amostras com maior diversidade associadas ao Riacho do Aracaré. A salinidade neste ambiente não é limitante tanto para espécies que dominam os canais oligohalinos, como para aquelas dos ambientes meso e polihalinos. Portanto, ocorre uma “superposição” de formas típicas dessas faixas de

salinidade, sem que uma se sobressaia, o que eleva o índice de diversidade. As figuras 3.7 e 3.8 ilustram a distribuição dos índices de Shannon e McIntosh.

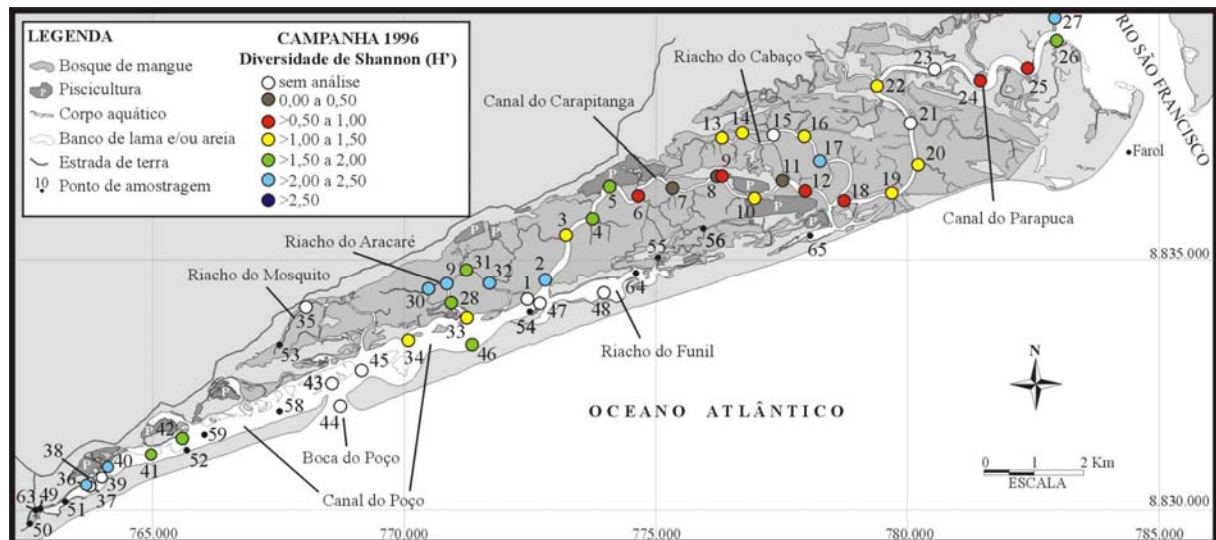


Figura 3.7. Distribuição dos valores do índice de Shannon (H') para a campanha de 1996.

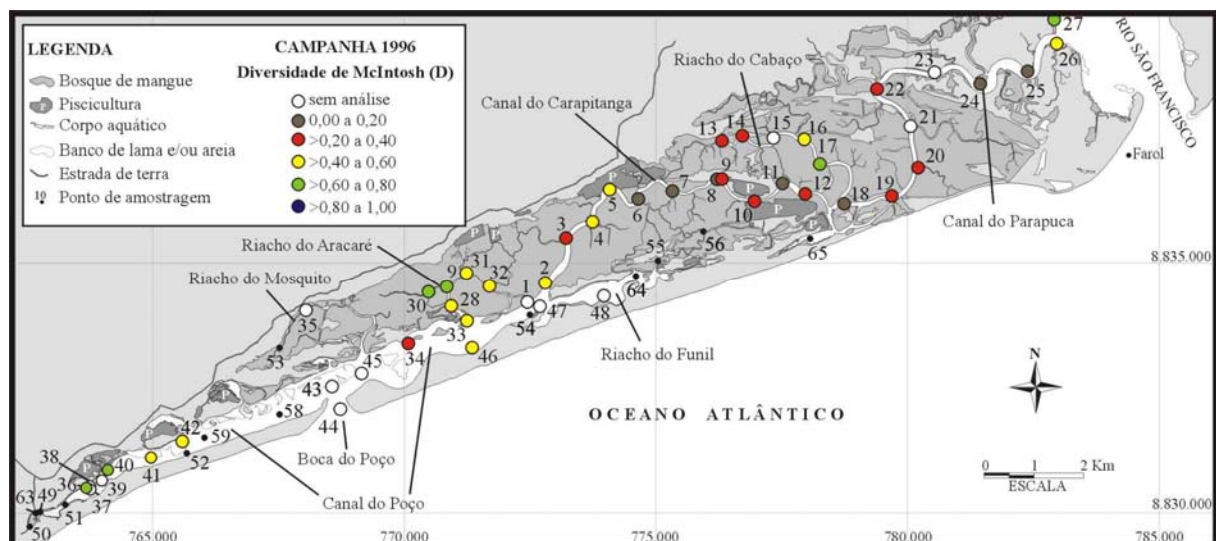


Figura 3.8. Distribuição dos valores do índice de McIntosh (D) para a campanha de 1996.

A equitatividade nas amostras é similar para os dois índices. O ambiente oligohalino possui grandes valores de dominância e, portanto, baixa equitatividade. Isso explicita o perfil oportunista de algumas espécies tolerantes a baixas salinidades, principalmente *Miliammina fusca*. As figuras 3.9 e 3.10 apresentam a distribuição dos valores de equitatividade calculados com base nos índices de Shannon e McIntosh, respectivamente.

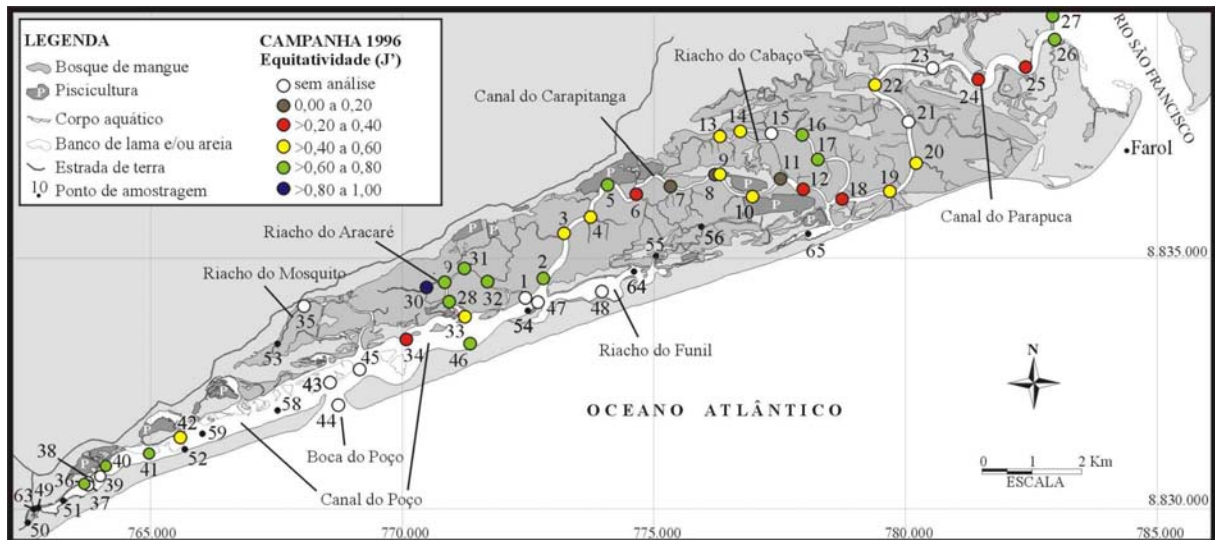


Figura 3.9. Distribuição dos valores de equitatividade J' para a campanha de 1996.

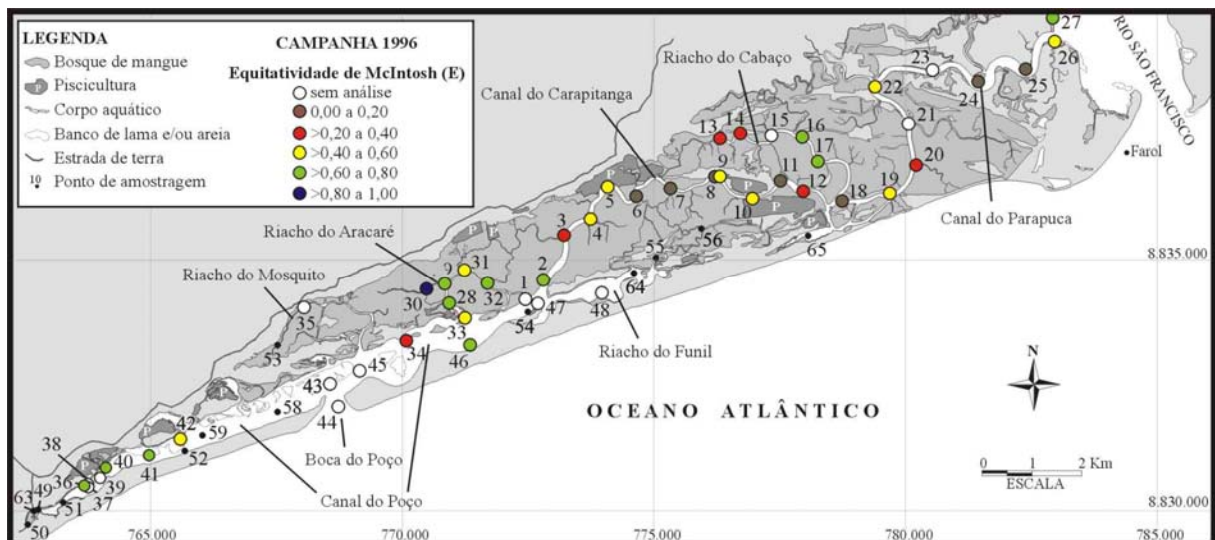


Figura 3.10. Distribuição dos valores de equitatividade de McIntosh (E) para a campanha de 1996.

A distribuição dos grupos taxonômicos dominantes está ilustrada na Figura 3.11. Os textulariinos dominam os canais oligo a polihalinos, substituídos pelos rotaliinos na porção leste da lagoa. A porção oeste registra a dominância de miliolinos no setor mais influenciado pelas águas marinhas. Observa-se uma substituição progressiva das espécies, partindo de *Miliammina fusca*, na faixa oligohalina, para *Ammotium* spp., na faixa polihalina, seguida de *Ammonia tepida* e *Elphidium* spp. na faixa poli-euhalina, e finalmente *Quinqueloculina* spp. na euhalina.

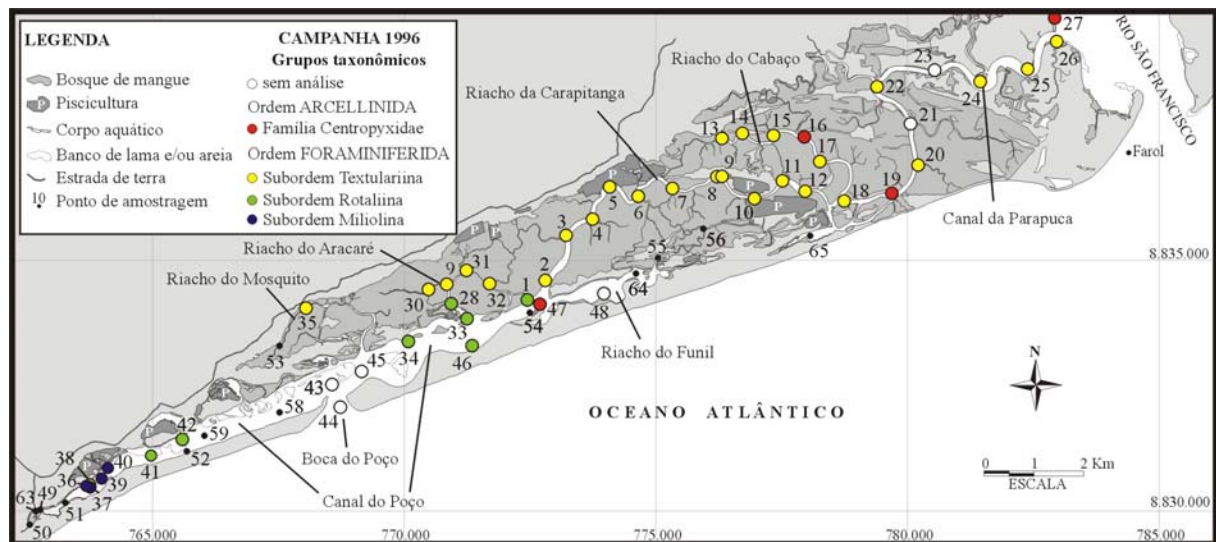


Figura 3.11. Distribuição dos grupos taxonômicos dominantes em cada amostra para a campanha de 1996.

3.1.3. Ecofácies

Os índices H' e D são considerados como índices de diversidade de heterogeneidade, pois levam em conta, além da riqueza de espécies, a heterogeneidade na distribuição das abundâncias relativas das espécies (GRAY, 2000). Uma premissa importante de H' é a de que todas as espécies da amostra estejam representadas (MAGURRAN, 1988), o que pode comprometer a análise, dependendo do modo de triagem empregado nas amostras. Em vista das propostas de Patterson e Fishbein (1989) e de Fatela e Taborda (2002), seguidas nesta tese, o número de 100 indivíduos pode ser considerado estatisticamente significativo, onde todas as espécies que apresentam abundância relativa de no mínimo 5% estarão representadas e espécies com abundância menor de 5% na amostra total poderão não ser triadas e identificadas. Assim, deve-se evitar ou minimizar o efeito das espécies raras nas análises estatísticas principalmente quando a análise e a interpretação enfocam principalmente as espécies dominantes. Como o índice de Shannon-Wiener aplica o logaritmo às proporções, o resultado é que há redução na diferença numérica entre espécies com altas e baixas abundâncias relativas, ou seja, o “peso” das espécies raras sobre o valor final do índice é amplificado. Como há grande possibilidade de que nem todas as espécies estejam representadas na contagem com 100 indivíduos, teoricamente o índice de Shannon-Wiener não seria o mais adequado para amostras com grande ocorrência de espécies raras. Alguns autores chegam a eliminar as espécies raras nas análises estatísticas para que não interfiram no resultado final, mas essa alternativa não parece ser a mais adequada.

McIntosh (1967) assumiu que uma comunidade pode ser representada por um ponto num hipervolume dimensional S , onde S é à riqueza de espécies. A distância euclidiana U representa a distância da comunidade no hipervolume em relação à origem, e pode ser entendida como uma medida de diversidade. Entretanto, esta medida é fortemente influenciada pelo tamanho amostral. Posteriormente, Pielou (1969) propôs uma modificação na equação original, a fim de eliminar o efeito do tamanho amostral e ajustar o índice. Como este índice considera a abundância absoluta elevando-a ao quadrado, a diferença numérica entre as espécies dominantes e raras é amplificada, diminuindo a influência das raras no valor final do índice. Assim, este índice representa uma alternativa para minimização do efeito das espécies raras, sem a necessidade de eliminá-las.

Considerando-se as diferentes abordagens teóricas entre H' e D , optou-se por utilizar o índice D na execução da Análise Hierárquico de Agrupamento (AHC) devido ao modo de obtenção dos dados. Além de D e E , foram congregados os dados de salinidade, teor de lama e proporção de tecamebas.

Os agrupamentos refletem quatro ecofácies, nomeadas de acordo com as espécies e/ou gêneros dominantes (Figura 3.12). *A posteriori*, as amostras 22, 36, 40 e 46 foram realocadas de acordo com a similaridade da estrutura de sua comunidade em relação às ecofácies constituídas na AHC, assim como também foram alocadas as amostras que não entraram na análise por não terem valores de diversidade e equitatividade calculados ($N < 100$). A similaridade das estruturas das comunidades foi calculada no *software* Ecological Methodology (KENNEY e KREBS, 1998) por meio do índice de Bray-Curtis. A amostra 47 não foi alocada em nenhuma ecofácies porque é constituída por uma microfauna de tecamebas muito provavelmente alóctone, que não reflete necessariamente as condições daquele ambiente. As ecofácies seguem abaixo, ordenadas da menor para a maior influência marinha:

- a) CM: ecofácies *Centropyxis-Miliammina fusca*, congrega as amostras 15¹, 16, 17, 19 e 27;
- b) MA: ecofácies *Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana*, congrega as amostras 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 20, 22^{**}, 24, 25, 26 e 48^{*};
- c) AATMA: ecofácies *Ammotium-Arenoparrella mexicana-Trochammina-Miliammina fusca-Ammonia*, congrega as amostras 1^{*}, 28, 29, 30, 31, 32 e 35^{*};
- d) AQE: ecofácies *Ammonia-Quinqueloculina-Elphidium*, congrega as amostras 33, 34, 36^{**}, 37^{*}, 38^{*}, 39^{*}, 40^{**}, 41, 42 e 46^{**}.

¹ amostra alocada *a posteriori* cujos valores de D e E não foram calculados.

^{**} amostra que foi realocada *a posteriori* para o atual grupo.

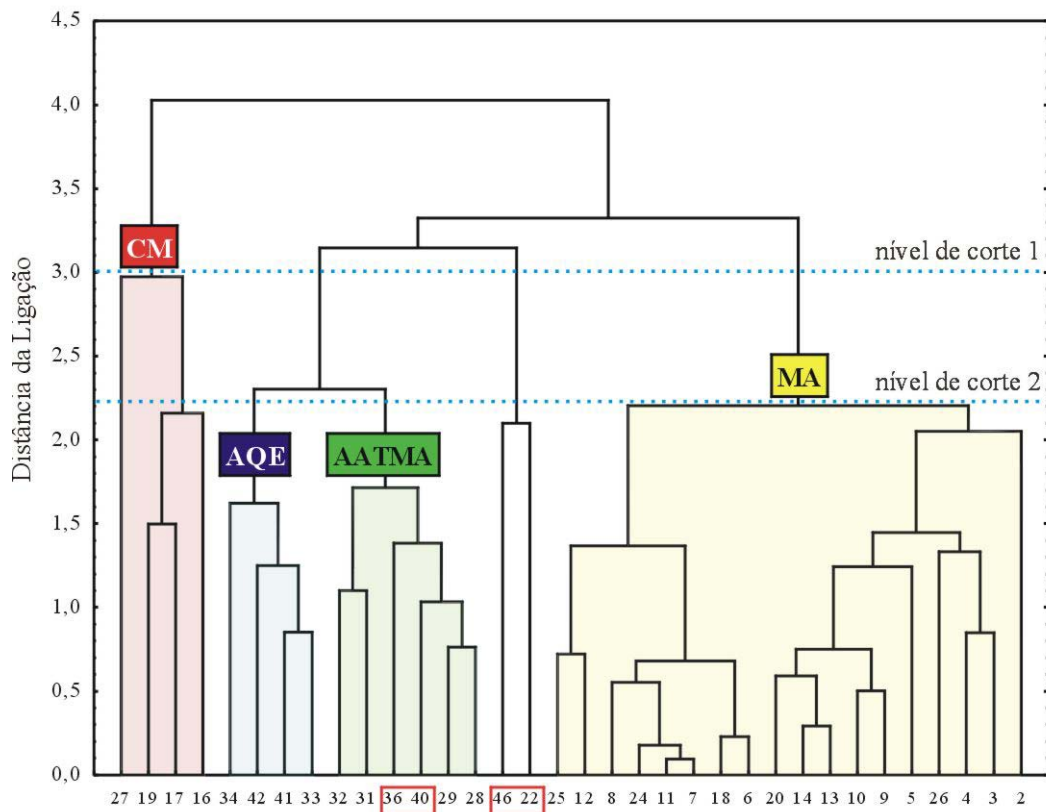


Figura 3.12. Dendrograma das ecofácies obtido com os dados da campanha de 1996. CM: *Centropyxis-Miliammina fusca*; AQE: *Ammonia-Quinqueloculina-Elphidium*; AATMA: *Ammotium-Arenoparrella mexicana-Trochammina-Miliammina fusca-Ammonia*; MA: *Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana*. As amostras destacadas em vermelho indicam aquelas que foram realocadas *a posteriori* (nesta figura estão na posição original).

As amostras 22 e 46 formaram um grupo à parte no *cluster* influenciado pelos teores de lama muito baixos. Entretanto, não constituem um grupo real em si. Os cálculos de similaridade de Bray-Curtis revelaram que a amostra 22 é mais próxima das que compõem a ecofácies MA (valores de B entre 0,42 e 0,63 com amostras de MA) e a amostra 46 é mais próxima das que compõem a ecofácies AQE (valores de B entre 0,37 e 0,56 com as amostras de AQE). Deste modo, foram realocadas para os respectivos grupos, corrigindo a distorção do peso do teor de lama nessas amostras na organização da AHC.

As amostras 36 e 40 se agruparam originalmente com as amostras do Riacho do Aracaré, devido principalmente aos níveis de diversidade e equitatividade. Entretanto, essa união também não é real, sobretudo pela composição da microfauna, predominantemente aglutinante no Aracaré, e calcária em 36 e 40. Essas duas amostras foram realocadas para o grupo que compõe a laguna.

Segundo Begon et al. (2006), a afirmação mais segura que podemos fazer sobre os limites de uma comunidade é que eles virtualmente não existem, embora algumas comunidades possuam limites relativamente mais delineáveis que outras. Comunidades com limites muito bem definidos são raras. Ao analisar as quatro ecofácies conjuntamente, nota-se claramente uma distribuição que evidencia a transição gradativa desde a ecofácies CM, mais próxima ao Rio São Francisco, até a ecofácies AQE, que ocupa a laguna (Figura 3.13 e Tabela 3.11), controladas principalmente pela salinidade. O *inlet* Boca do Poço desempenha um papel fundamental no delineamento deste cenário, uma vez que é a principal via para entrada de águas marinhas no sistema estuarino. Apesar de apresentar singularidades próprias, as ecofácies não podem ser consideradas estanques, pois se percebe que poucas espécies estão restritas a apenas uma ecofácies.

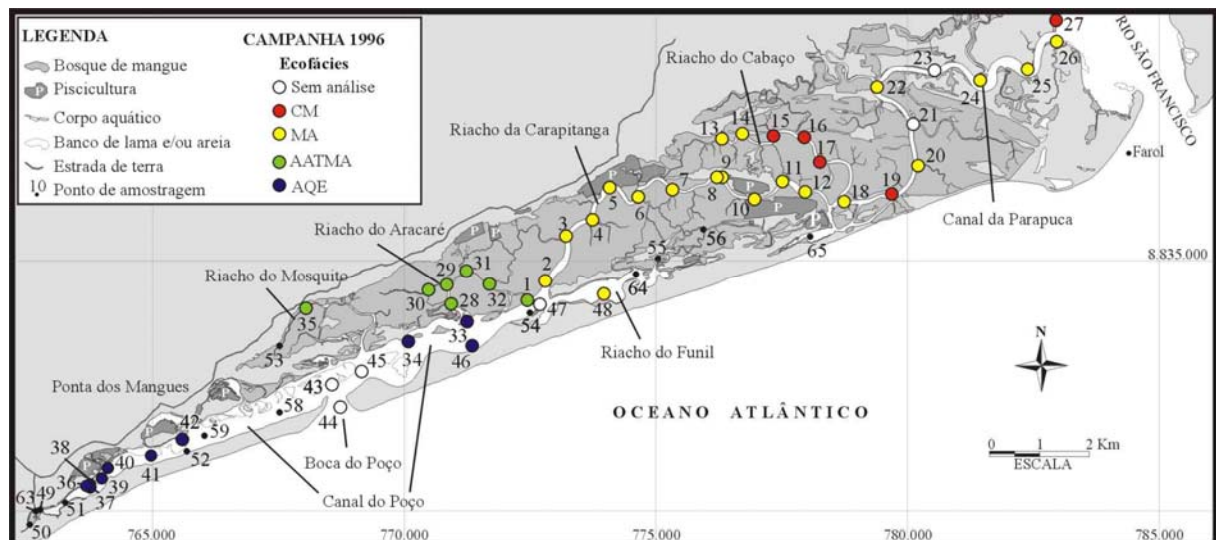


Figura 3.13. Distribuição das ecofácies na campanha de 1996. CM: *Centropyxis-Miliammina fusca*; MA: *Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana*; AATMA: *Ammotium-Arenoparrella mexicana-Trochammina-Miliammina fusca-Ammonia*; AQE: *Ammonia-Quinqueloculina-Elphidium*.

A salinidade e a proporção de tecamebas são variáveis com tendências opostas e melhor definidas. Neste contexto, a aplicação da proporção de tecamebas como uma variável para diferenciar os ambientes oligohalinos entre si se mostrou muito útil, podendo até mesmo servir, em ambientes confinados, como uma alternativa e/ou refinamento ao índice de confinamento proposto por Debenay (1990). Em termos do teor de lama, nota-se que há uma leve tendência de redução da ecofácies CM para a AQE. Entretanto, testes *t* realizados com nível de significância igual a 5% não indicaram diferença significativa entre as ecofácies neste aspecto.

Tabela 3.11. Resumo das variáveis para cada ecofácies na campanha de 1996. Média ± desvio padrão, com valor máximo e mínimo entre parênteses. CM: *Centropyxis-Miliammina fusca*; MA: *Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana*; AATMA: *Ammotium-Arenoparrella mexicana-Trochammina-Miliammina fusca-Ammonia*; AQE: *Ammonia-Quinqueloculina-Elphidium*; D: diversidade de McIntosh; E: equitatividade; Tec: proporção de tecamebas; H': diversidade de Shannon; J': equitatividade; S: riqueza de espécies; F: foraminíferos; T: tecamebas. H' e J' são apresentados para efeito de comparação com trabalhos de outros autores.

Ecofácies	CM	MA	AATMA	AQE
salinidade	1,35 ± 0,95 (0,5 - 3,0)	3,57 ± 3,30 (1,0 - 13,0)	23,57 ± 5,25 (13,0 - 29,0)	32,06 ± 5,45 (20,5 - 36,5)
teor de lama (%)	78,1 ± 30,1 (25,6 - 95,8)	75,3 ± 23,6 (14,0 - 98,0)	73,6 ± 14,6 (53,9 - 91,4)	65,46 ± 30,09 (6,1 - 99,3)
D	0,53 ± 0,12 (0,37 - 0,62)	0,27 ± 0,16 (0,05 - 0,60)	0,56 ± 0,09 (0,44 - 0,65)	0,51 ± 0,15 (0,26 - 0,67)
E	0,68 ± 0,13 (0,48 - 0,77)	0,35 ± 0,19 (0,08 - 0,70)	0,70 ± 0,11 (0,56 - 0,80)	0,64 ± 0,19 (0,31 - 0,84)
Tec	0,92 ± 0,06 (0,86 - 0,99)	0,03 ± 0,04 (0,00 - 0,13)	0,01 ± 0,02 (0,00 - 0,04)	0
H'	1,77 ± 0,49 (1,28 - 2,29)	1,03 ± 0,58 (0,22 - 2,45)	2,00 ± 0,23 (1,70 - 2,26)	1,85 ± 0,50 (1,17 - 2,49)
J'	0,66 ± 0,16 (0,43 - 0,76)	0,40 ± 0,17 (0,16 - 0,77)	0,71 ± 0,06 (0,63 - 0,78)	0,64 ± 0,14 (0,40 - 0,78)
F	18	37	33	55
S	T	15	4	0
Total	33	56	37	55

A ecofácies CM é dominada por *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis constricta* e *Miliammina fusca*. *Centropyxis aculeata* é reconhecidamente uma das espécies mais tolerantes à salinidade, assim como a altos níveis de contaminação (ZUCON, 1989; SCOTT et al. 1991; BONETTI, 1995; PATTERSON et al. 1996; KLIZA e SCHRÖDER-ADAMS, 1999; OLIVEIRA, 1999; DALBY et al., 2000; PATTERSON e KUMAR, 2000; DULEBA e DEBENAY, 2003; BARBOSA et al., 2005; TOBIN et al.; 2005). Esta ecofácies abrange ambientes oligohalinos (0,53 a 3,0) com maior equilíbrio entre a riqueza de espécies de foraminíferos e tecamebas (18 e 15, respectivamente), embora a abundância relativa de tecamebas seja muito maior (de 86 a 99%). Além das dominantes, as espécies com maior constância (presentes em mais da metade das amostras) são: *Haplophragmoides wilberti*, *Ammotium cassis*, *Arenoparrella mexicana*, *Trochammina inflata*, *Polysaccamina hyperhalina*, *Polysaccamina ipohalina*, *Centropyxis discoides*, *Cyclopyxis* sp., *Diffugia oblonga* e *Diffugia protaeiformis*. A Tabela 3.12 lista os principais dados relativos às amostras desta ecofácies.

Tabela 3.12. Dados bióticos e abióticos para a Ecofácies *Centropyxis-Miliammina fusca*. São apresentados o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Os índices de diversidade e equitatividade não foram calculados para a amostra 15, com menos de 100 indivíduos. Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0.

Espécies	Amostras					
	15	16	17	19	27	
FORAMINÍFEROS						
<i>Ammoastuta inepta</i>	.	.	1	.	0	
<i>Ammobaculites exiguus</i>	7	.	.	.	.
<i>Ammotium cassis</i>	7	.	1	0	1	
<i>Ammotium directum</i>	.	.	.	0	.	
<i>Arenoparrella mexicana</i>	.	1	8	2	5	
<i>Blysmasphaera brasiliensis</i>	.	.	.	1	3	
<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	.	.	.	1	8	
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	7	1	4	2	5	
<i>Miliammina fusca</i>	29	20	40	43	.	
<i>Polysaccamina hyperhalina</i>	14	.	.	2	5	
<i>Polysaccamina ipohalina</i>	.	.	2	1	1	
<i>Quinqueloculina</i> sp.	.	.	.	0	.	
<i>Reophax</i> cf. <i>arctica</i>	.	.	.	0	.	
<i>Textularia earlandi</i>	.	.	1	.	0	
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	.	.	.	.	1
<i>Trochammina inflata</i>	7	.	2	1	7	
<i>Trochammina macrescens</i>	.	.	.	.	1
<i>Trochamminita salsa</i>	.	.	.	1	2	
TECAMEBAS						
<i>Arcella</i> sp.	.	.	.	.	0
<i>Centropyxis aculeata</i>	.	30	9	46	38	
<i>Centropyxis constricta</i>	.	11	9	.	10	
<i>Centropyxis discoides</i>	21	36	13	.	.	
<i>Centropyxis ecornis</i>	.	.	3	.	.	
<i>Centropyxis platystoma</i>	.	.	4	.	.	
<i>Cucurbitella tricuspis</i>	.	.	.	.	0
<i>Cyclopyxis</i> sp.	.	.	3	0	6	
<i>Diffflugia oblonga</i>	.	1	.	1	0	
<i>Diffflugia protaeiformis</i>	7	.	.	1	1	
<i>Diffflugia</i> sp.	.	.	1	.	.	
<i>Diffflugia viscidula</i>	.	.	.	0	1	
<i>Lesquereusia modesta</i>	.	.	.	0	.	
<i>Plagiopyxis</i> sp.	.	.	.	.	0
<i>Pontigulasia compressa</i>	.	.	.	0	.	
	N	14	102	101	400	209
	S	8	7	15	20	22
	Tec	0,29	0,99	0,90	0,98	0,89
	H'	.	1,43	2,07	1,28	2,29
	J'	.	0,73	0,76	0,43	0,73
	D	.	0,53	0,61	0,37	0,62
	E	.	0,77	0,74	0,48	0,73
	salinidade	1,0	1,0	1,1	3,0	0,5
	teor de lama	95,8	95,8	93,8	79,7	25,6

A ecofácies MA é dominada por *Miliammina fusca* e *Arenoparrella mexicana*, abrangendo principalmente ambientes oligohalinos com influência marinha levemente maior que na ecofácies CM, com salinidade variando de 1,1 a 9,5. Apesar de presentes, as tecamebas são virtualmente ausentes no Canal do Carapitanga e ocorrem em proporção bem menor que os foraminíferos, praticamente restritas ao Canal do Parapuça e Riacho do Cabaço. Além das dominantes, as espécies com presença constante são: *Trochammina inflata*, *Haplophragmoides manilaensis* e *Haplophragmoides wilberti*. A Tabela 3.13 lista os principais dados relativos à ecofácies MA.

Tabela 3.13. Dados bióticos e abióticos para a Ecofácies *Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana*. São apresentados o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Os índices de diversidade e equitatividade não foram calculados para a amostra 48, com menos de 100 indivíduos. Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0.

Espécies	Amostras																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	18	20	22	24	25	26	48
FORAMINÍFEROS																				
<i>Acostata mariae</i>	3	.	0	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammoastuta inepta</i>	1	.	1	0	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	0	1	.	0	.	.
<i>Ammoastuta salsa</i>	1	1	.	.	0	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammobaculites exiguus</i>	8	4	5	4	1	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	0	.	18
<i>Ammobaculites foliaceus</i>	1	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammodiscoides turbinatus</i>	.	.	1	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammodiscus</i> sp.	.	0	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammonia parksoniana</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammonia tepida</i>	.	0	0	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammoscalaria</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.
<i>Annotium cassis</i>	2	0	3	2	.	.	.	1	.	1	1	.	1	.	1	.	.	.	0	.
<i>Annotium directum</i>	11	9	10	8	6	0	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.
<i>Annotium morenoi</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	7	0	.	.	.
<i>Annotium pseudocassis</i>	1	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Annotium salsum</i>	3	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arenoparrella mexicana</i>	3	6	10	1	3	3	1	52	24	4	15	13	4	2	3	10	2	3	1	18
<i>Blymasphaera brasiliensis</i>	5	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	0	0	1	1	0	.
<i>Bolivina doniezi</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Elphidium gunteri</i>	.	.	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Glomospira gordialis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.
<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	1	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	1	0	2	6	4	2	2	18	.
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	4	1	3	2	0	2	1	1	3	.	.	1	2	3	2	4	1	.	5	.
<i>Jadammina polystoma</i>	1	.	0	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Miliammina fusca</i>	41	72	59	51	86	94	96	43	59	94	77	72	72	89	68	69	90	88	52	29
<i>Monotalea salsa</i>	1	0	0	.	.	.	.	.	.	1	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polysaccammina hyperhalina</i>	.	.	.	21	0	.	.	0	.	.	.	2	11	0	1	0	.	.	.	.
<i>Polysaccammina ipohalina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	0	3	.	.
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	3	0	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Reophax nana</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Reophax</i> sp. 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.13

Espécies																				
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	18	20	22	24	25	26	48
<i>Spiroplectammina</i> cf. <i>biformis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.
<i>Textularia earlandi</i>	3	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	0	18
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.
<i>Trochammina inflata</i>	4	2	4	3	3	1	2	1	6	1	5	.	1	0	1	2	.	.	.	6
<i>Trochammina macrescens</i>	.	0	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trochammina salsa</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	0	1	1	0	1	7	.
<i>Warrenita palustris</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.
TECAMEBAS																				
<i>Arcella</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	0	.
<i>Arcella discoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.
<i>Bullinularia</i> cf. <i>indica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	0	0	.
<i>Centropyxis aculeata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	1	6	1	2	1	3	.
<i>Centropyxis constricta</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	.	.	1	.	.	.	4	12
<i>Centropyxis discoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centropyxis ecornis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centropyxis platystoma</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cucurbitella corona</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.
<i>Cucurbitella tricuspis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.
<i>Cyclopyxis</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2	.	0	.	1	.
<i>Diffugia globulus</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Diffugia oblonga</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	1	1	.
<i>Diffugia protaeiformis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	0	0	0	.
<i>Diffugia viscidula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Lagenodiffugia vas</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	0	.
<i>Oopyxis</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.
<i>Plagiopyxis</i> sp.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pontigulasia compressa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	0	.
N	160	213	302	203	309	302	95	292	99	142	171	115	209	309	203	299	300	299	289	17
S	24	14	18	15	9	6	4	9	11	5	8	12	15	11	20	14	12	15	20	6
Tec	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,08	0,02	0,01	0,12	0,01	0,03	0,03	0,13	0,12
H'	2,45	1,15	1,58	1,64	0,60	0,32	0,22	0,94	1,29	0,28	0,78	1,11	1,17	0,56	1,43	1,23	0,55	0,63	1,71	.
J'	0,77	0,44	0,55	0,61	0,28	0,18	0,16	0,43	0,54	0,17	0,38	0,45	0,43	0,23	0,48	0,47	0,22	0,23	0,57	.
D	0,60	0,29	0,41	0,47	0,14	0,07	0,05	0,34	0,40	0,06	0,22	0,29	0,29	0,11	0,33	0,32	0,11	0,12	0,5	.
E	0,70	0,36	0,51	0,59	0,20	0,11	0,08	0,49	0,52	0,10	0,31	0,37	0,36	0,15	0,4	0,41	0,14	0,16	0,6	.
salinidade	9,50	7,5	7,5	4,5	4,50	2,7	1,4	0,96	1,36	1,53	1,65	1,42	1,22	1,77	2,6	2,6	2,8	1,1	1,73	13
teor de lama	53,90	58,2	70,8	94,4	83,70	92,8	98	88,6	87,6	93,30	67	94,1	95,2	84,4	84,5	25,3	94	60,9	66,3	13,9

As ecofácies CM e MA ocupam a zona mais estressante do setor estudado, do ponto de vista da salinidade. Em relação à diversidade e à equitatividade, a ecofácies MA apresenta níveis mais baixos, dada a alta dominância de *Milammina fusca*, normalmente superior a 60%. Na ecofácies CM, a distribuição mais homogênea das abundâncias relativas entre *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis constricta* e *Milammina fusca* (às vezes em proporções quase iguais) influencia na elevação dos níveis de diversidade, sendo que se apenas os foraminíferos fossem considerados os níveis de diversidade cairiam praticamente pela metade.

A ecofácies AATMA está localizada em um ambiente meso-polihalino, onde a salinidade variou entre 13 e 29, incluindo tanto as amostras do Riacho do Aracaré, como também a desembocadura do Canal do Carapitanga (amostra 1) e o Riacho do Mosquito. Há uma alternância nas espécies dominantes, representadas por *Ammotium* spp., *Arenoparrella mexicana*, *Trochammina* spp., *Miliammina fusca* e *Ammonia* spp. As espécies mais constantes, incluindo os gêneros dominantes, são: *Ammobaculites exiguus*, *Ammonia tepida*, *Ammotium cassis*, *Ammotium directum*, *Haplophragmoides wilberti*, *Miliammina fusca*, *Monotalea salsa*, *Textularia earlandi*, *Trochammina inflata* e *Warrenita palustris*. A Tabela 3.14 lista os principais dados relativos à ecofácies AATMA.

Tabela 3.14. Dados bióticos e abióticos para a Ecofácies *Ammotium-Arenoparrella mexicana-Trochammina-Miliammina fusca Ammonia*. São apresentados o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Os índices de diversidade e equitatividade não foram calculados para a amostra 48, com menos de 100 indivíduos. Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0.

Espécies	Amostras						
	1	28	29	30	31	32	35
FORAMINÍFEROS							
<i>Acostata mariaae</i>	.	.	0	.	2	.	2
<i>Ammoastuta inepta</i>	.	1	.	.	.	.	.
<i>Ammoastuta salsa</i>	.	.	.	.	.	0	.
<i>Ammobaculites exiguus</i>	.	2	4	2	3	6	2
<i>Ammobaculites foliaceus</i>	.	.	0	.	.	1	.
<i>Ammodiscus</i> sp.	7	2	9	12	4	6	2
<i>Ammonia tepida</i>	17	33	8	.	.	.	4
<i>Ammotium cassis</i>	.	11	31	26	57	3	.
<i>Ammotium directum</i>	7	.	2	7	.	44	9
<i>Ammotium morenoi</i>	.	.	.	5	1	1	.
<i>Ammotium pseudocassis</i>	.	.	3	.	4	5	.
<i>Ammotium salsum</i>	.	.	.	.	10	.	.
<i>Arenoparrella mexicana</i>	2	19	12	5	2	3	13
<i>Blysmasphaera brasiliensis</i>	.	.	.	.	.	0	.
<i>Caronia exilis</i>	.	.	1	.	.	0	.
<i>Disconiroopsis aguayoi</i>	.	0	.	.	.	.	.
<i>Elphidium advenum</i>	2	.	.	.	.	.	.
<i>Elphidium excavatum</i>	11	1	.	.	.	.	.
<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	.	0	0	.	.	.	.
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	.	6	3	2	0	2	.
<i>Jadammina polystoma</i>	4	.	.	.	.	.	.
<i>Miliammina fusca</i>	.	2	14	2	3	16	.
<i>Monotalea salsa</i>	11	.	.	2	4	1	.
<i>Polysaccammmina hyperhalina</i>	.	.	.	.	.	3	.
<i>Quinqueloculina miletti</i>	2	.	.	.	.	.	.
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	2	.	.	.	.	.	.
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	7	.	.	.	.	.	.

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.14

Espécies	Amostras							
	1	28	29	30	31	32	35	
<i>Textularia earlandi</i>	9	3	4	7	6	4	11	
<i>Tiphrotrocha comprimata</i>	.	2	1	.	.	.	52	
<i>Trochammina inflata</i>	17	18	6	26	2	3	.	
<i>Trochammina macrescens</i>	2	.	.	.	0	.	.	
<i>Trochammina ochracea</i>	.	.	0	.	.	.	.
TECAMEBAS								
<i>Cyclopyxis</i> sp.	.	.	.	.	.	1	.	
<i>Diffugia elegans</i>	.	.	.	.	.	.	2	
<i>Pontigulasia compressa</i>	.	.	.	.	.	.	2	
<i>Trigonopyxis arcula</i>	.	.	.	.	.	0	.	
	N	46	245	219	42	216	265	46
	S	14	14	18	12	15	20	15
	Tec	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04
	H'	.	1,97	2,26	.	1,70	2,06	.
	J'	.	0,73	0,78	.	0,63	0,69	.
	D	.	0,60	0,65	.	0,44	0,56	.
	E	.	0,76	0,80	.	0,56	0,67	.
	salinidade	13	26,5	24,5	27,0	23,0	22,0	29,0
	teor de lama	53,89	57,6	70,7	82,2	88,7	91,4	70,8

A ecofácies AQE é dominada por *Ammonia* spp., *Quinqueloculina* spp. e *Elphidium* spp., sendo uma associação típica de ambientes poli-euhalinos e de baías abrigadas (PHLEGER e LANKFORD, 1978; STEINECK e BERGSTEIN, 1979; ZUCON et al., 1975; BRÖNNIMANN et al. 1981a, b; DIAS-BRITO et al., 1988; HAYWARD et al. 1996; DEBENAY et al., 1998; BUZAS et al., 2002; DULEBA e DEBENAY, 2003; RUIZ et al. 2005). O quadro de espécies com maior constância é composto apenas por calcárias: *Ammonia parkinsoniana*, *Ammonia tepida*, *Bolivina doniezi*, *Buliminella elegantissima*, *Elphidium excavatum*, *Elphidium gunteri*, *Haynesina germanica*, *Nonionella atlantica*, *Quinqueloculina poeyana* e *Quinqueloculina seminulum*. A Tabela 3.15 lista os principais dados relativos à ecofácies AATMA.

A ecofácies AATMA apresenta espécies em comum tanto com a ecofácies MA como com a ecofácies AQE, o que faz com que o nível de diversidade seja relativamente alto, embora sua riqueza seja menor que das ecofácies contíguas. As condições meso-polihalinas são favoráveis para a maioria das espécies aglutinantes ali presentes, sendo que a competição inter-específica e a sobreposição de nichos fundamentais devem representar os reais fatores limitantes (BEGON et al., 2006). Não há uma espécie que consiga dominar expressivamente toda a área, caracterizando-se uma distribuição de abundância relativa mais homogênea entre as populações. A mesma interpretação serve para explicar o nível de diversidade e

eqüitatividade registrados na ecofácies AQE, onde os maiores níveis de salinidade contribuem fortemente para a presença quase exclusiva de espécies calcárias. Neste contexto, *Quinqueloculina* spp. domina o extremo oeste da laguna, onde não há diluição significativa das águas marinhas que adentram pela Boca do Poço, e *Ammonia* spp. e *Elphidium* spp. dominam o centro e leste da laguna, influenciada pelas águas do Canal do Carapitanga.

Tabela 3.15. Dados bióticos e abióticos para a Ecofácies *Ammonia-Quinqueloculina-Elphidium*. São apresentados o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), eqüitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), eqüitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Os índices de diversidade e eqüitatividade não foram calculados para a amostra 48, com menos de 100 indivíduos. Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0.

Espécies	Amostras									
	36	37	38	39	40	41	42	34	46	
FORAMINÍFEROS										
<i>Ammobaculites exiguus</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Ammobaculites foliaceus</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Ammodiscus</i> sp.	1	.	.	.	.	.	.	1	0
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	5	.	.	.	2	13	15	.	3	
<i>Ammonia tepida</i>	12	.	13	.	10	49	53	76	33	
<i>Ammotium cassis</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Arenoparrella mexicana</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Bolivina doniezi</i>	1	.	3	.	4	10	9	.	.	
<i>Bolivina ordinaria</i>	.	.	.	.	0	2	0	.	.
<i>Bolivina pseudopunctata</i>	.	.	.	.	.	1	0	.	.
<i>Bolivina pulchella</i>	.	.	.	.	0	1	.	.	.
<i>Bolivina</i> sp. 1	.	.	.	.	.	.	0	.	.
<i>Brizalina striatula</i>	3	.	.	.	2	3	2	.	.	
<i>Bulimina elongata</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Buliminella elegantissima</i>	6	.	10	.	1	2	1	.	.	
<i>Cyclogyra</i> sp.	.	.	.	14	5	.	.	.	.
<i>Discorbis</i> sp. 3	1	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Elphidium discoidale</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Elphidium excavatum</i>	7	.	.	.	6	4	7	5	37	
<i>Elphidium gerthi</i>	.	.	.	.	.	0	.	.	.
<i>Elphidium gunteri</i>	5	.	.	.	2	3	4	.	11	
<i>Elphidium incertum</i>	.	.	.	.	0	1	.	.	.
<i>Elphidium</i> sp.	.	.	.	.	.	0	.	.	.
<i>Eponides</i> sp. 1	.	.	.	.	.	0	0	.	.
<i>Fursenkoina</i> sp.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Haynesina germanica</i>	1	.	.	.	1	1	1	.	0	
<i>Helenina anderseni</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Hemisphaerammina bradyi</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Hopkinsina pacifica</i>	4	.	.	.	1	.	1	.	.	
<i>Jadammina polystoma</i>	.	.	.	.	.	.	.	5	.
<i>Lagena caudata</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	.
<i>Miliammina fusca</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Monotalea salsa</i>	1	.	.	.	2	2	.	.	.	
<i>Nonion depressulus</i>	.	.	.	.	0	.	.	.	.

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.15

Espécies	Amostras									
	36	37	38	39	40	41	42	34	46	
<i>Nonion</i> sp.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Nonionella opima</i>	.	.	.	.	0	.	.	.	.
<i>Oolina globosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Polysaccamina hyperhalina</i>	10	93	10	.	3	5	3	.	0	
<i>Quinqueloculina bosciana</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	0
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	4	.	.	.	13	.	.	.	.
<i>Quinqueloculina milletti</i>	4	7	7	71	10	.	.	.	2	
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	1	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Quinqueloculina polygona</i>	33	.	57	14	30	.	.	.	11	
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	.	.	.	.	2	.	.	.	.
<i>Quinqueloculina venusta</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Reophax</i> cf. <i>arctica</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	.
<i>Reophax</i> sp. 2	.	.	.	.	.	0	1	2	.
<i>Textularia earlandi</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Tiphrotrocha comprimata</i>	1	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Triloculina laevigata</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Triloculina</i> sp. 1	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Trochammina inflata</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Trochammina macrescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.
N	137	14	30	7	323	316	291	180	218	
S	20	2	6	3	27	20	18	19	10	
Tec	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
H ⁺	2,34	.	.	.	2,49	1,90	1,70	1,17	1,53	
J ⁺	0,78	.	.	.	0,75	0,63	0,59	0,4	0,66	
D	0,67	.	.	.	0,67	0,51	0,47	0,26	0,51	
E	0,84	.	.	.	0,78	0,61	0,57	0,31	0,70	
salinidade	33,50	33,50	33,50	35,00	35,80	36,50	35,00	25,2	20,50	
teor de lama	93,90	64,99	99,25	97,03	66,80	39,50	66,00	55,6	6,10	

A Tabela 3.16 apresenta a lista das espécies presentes em cada ecofácies.

Tabela 3.16. Lista das espécies presentes em cada ecofácies para a campanha de 1996.

Espécies	CM	MA	AATMA	AQE	Espécies	CM	MA	AATMA	AQE
FORAMINÍFEROS					<i>Nonionella atlantica</i>	.	.	.	●
<i>Acostata mariae</i>	.	●	●	.	<i>Nonionella opima</i>	.	.	.	●
<i>Ammoastuta inepta</i>	●	●	●	.	<i>Oolina globosa</i>	.	.	.	●
<i>Ammoastuta salsa</i>	.	●	●	.	<i>Paratrochammina clossi</i>	.	.	.	●
<i>Ammobaculites exiguus</i>	●	●	●	●	<i>Polysaccamina hyperhalina</i>	●	●	●	●
<i>Ammobaculites foliaceus</i>	.	●	●	●	<i>Polysaccamina ipohalina</i>	●	●	.	.
<i>Ammodiscoides turbinatus</i>	.	●	.	.	<i>Quinqueloculina bosciana</i>	.	.	.	●
<i>Ammodiscus</i> sp.	.	●	●	●	<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	.	.	.	●
<i>Ammonia parksoniana</i>	.	●	.	●	<i>Quinqueloculina milletti</i>	.	.	●	●
<i>Ammonia tepida</i>	.	●	●	●	<i>Quinqueloculina poeyana</i>	.	.	●	●
<i>Ammoscalaria</i> sp.	.	●	.	.	<i>Quinqueloculina polygona</i>	.	.	.	●
<i>Ammotium cassis</i>	●	●	●	●	<i>Quinqueloculina seminulum</i>	.	●	●	●
<i>Ammotium directum</i>	●	●	●	.	<i>Quinqueloculina</i> sp.	●	.	.	.

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.16

Espécies	CM	MA	AATMA	AQE	Espécies	CM	MA	AATMA	AQE
<i>Ammotium morenoi</i>	.	●	●	.	<i>Quinqueloculina venusta</i>	.	.	.	●
<i>Ammotium pseudocassis</i>	.	●	●	.	<i>Reophax cf. arctica</i>	●	.	.	●
<i>Ammotium salsum</i>	.	●	●	.	<i>Reophax nana</i>	.	●	.	.
<i>Arenoparrella mexicana</i>	●	●	●	●	<i>Reophax sp. 2</i>	.	●	.	●
<i>Blysmasphaera brasiliensis</i>	●	●	●	.	<i>Spiroplectammina cf. biformis</i>	.	●	.	.
<i>Bolivina doniezi</i>	.	●	.	●	<i>Textularia earlandi</i>	●	●	●	●
<i>Bolivina ordinaria</i>	.	.	.	●	<i>Tiphotrocha comprimata</i>	●	●	●	●
<i>Bolivina pseudopunctata</i>	.	.	.	●	<i>Triloculina laevigata</i>	.	.	.	●
<i>Bolivina pulchella</i>	.	.	.	●	<i>Triloculina sp. 1</i>	.	.	.	●
<i>Bolivina sp. 1</i>	.	.	.	●	<i>Trochammina inflata</i>	●	●	●	●
<i>Brizalina striatula</i>	.	.	.	●	<i>Trochammina macrescens</i>	●	●	●	●
<i>Bulimina elongata</i>	.	.	.	●	<i>Trochammina ochracea</i>	.	.	●	.
<i>Buliminella elegantissima</i>	.	.	.	●	<i>Trochamminita salsa</i>	●	●	.	.
<i>Caronia exilis</i>	.	.	●	.	<i>Warrenita palustris</i>	.	●	●	.
<i>Cyclogyra sp.</i>	.	.	.	●	TECAMEBAS				
<i>Disconiopsis aguayoi</i>	.	.	●	.	<i>Arcella sp.</i>	.	●	.	.
<i>Discorbis sp. 3</i>	.	.	.	●	<i>Arcella discoides</i>	.	●	.	.
<i>Elphidium advenum</i>	.	.	●	.	<i>Bullinularia cf. indica</i>	.	●	.	.
<i>Elphidium discoidale</i>	.	.	.	●	<i>Centropyxis aculeata</i>	●	.	.	.
<i>Elphidium excavatum</i>	.	.	●	●	<i>Centropyxis constricta</i>	●	.	.	.
<i>Elphidium gerthi</i>	.	.	.	●	<i>Centropyxis discoides</i>	●	.	.	.
<i>Elphidium gunteri</i>	.	●	.	●	<i>Centropyxis ecornis</i>	●	.	.	.
<i>Elphidium incertum</i>	.	.	.	●	<i>Centropyxis platystoma</i>	●	.	.	.
<i>Elphidium sp.</i>	.	.	.	●	<i>Cucurbitella corona</i>	.	●	.	.
<i>Elphidium sp.</i>	.	.	.	●	<i>Cucurbitella tricuspis</i>	●	●	.	.
<i>Eponides sp. 1</i>	.	.	.	●	<i>Cyclopyxis sp.</i>	●	.	●	.
<i>Fursenkoina sp.</i>	.	.	.	●	<i>Difflugia elegans</i>	.	.	●	.
<i>Glomospira gordialis</i>	.	●	.	.	<i>Difflugia globulosa</i>	.	●	.	.
<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	●	●	●	.	<i>Difflugia oblonga</i>	●	●	.	.
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	●	●	●	●	<i>Difflugia protaeiformis</i>	●	●	.	.
<i>Haynesina germanica</i>	.	.	.	●	<i>Difflugia sp.</i>	●	.	.	.
<i>Helenina anderseni</i>	.	.	.	●	<i>Difflugia viscidula</i>	●	●	.	.
<i>Hemisphaerammina bradyi</i>	.	.	.	●	<i>Lagenodifflugia vas</i>	.	●	.	.
<i>Hopkinsina pacifica</i>	.	.	.	●	<i>Lagunculina sp.</i>	.	.	.	.
<i>Jadammina polystoma</i>	.	●	●	●	<i>Lesquereusia modesta</i>	●	.	.	.
<i>Lagena caudata</i>	.	.	.	●	<i>Oopyxis sp.</i>	.	●	.	.
<i>Miliammina fusca</i>	●	●	●	●	<i>Plagiopyxis sp.</i>	●	●	.	.
<i>Monotalea salsa</i>	.	●	●	●	<i>Pontigulasia compressa</i>	●	●	●	.
<i>Nonion depressulus</i>	.	.	.	●	<i>Trigonopyxis arcuata</i>	.	.	●	.
<i>Nonion sp.</i>	.	.	.	●					

As espécies que ocorrem em todas as ecofácies são exclusivamente aglutinantes, a princípio mais tolerantes. Aliando-se a Tabela 3.16 à Figura 3.5, nota-se que a espécie mais euritópica é *Textularia earlandi*, presente tanto em todas as ecofácies, como também em todas as faixas de salinidade, com preferência pela faixa polihalina. Similar a ela são *Trochammina inflata* e *Trochammina macrescens*, que apesar de restringirem-se entre as faixas oligohalina e polihalina, não apresentaram uma faixa de salinidade preferencial, suportando bem a variação

da salinidade. Os outros aglutinantes presentes em todas as ecofácies também se restringem entre os ambientes oligohalinos e polihalinos, podendo-se distinguir a faixa de salinidade preferencial de cada espécie: *Arenoparrella mexicana*, *Haplophragmoides wilberti*, *Miliammina fusca* e *Polysaccamina hyperhalina* são mais abundantes no ambiente oligohalino; *Ammobaculites exiguus* ocorre praticamente com a mesma abundância nos ambientes mesohalinos e polihalinos; e *Ammotium cassis* e *Tiphotrocha comprimata* preferem a faixa polihalina.

3.1.4. Comparação das ecofácies com outras áreas do Brasil e do mundo

Para comparar as ecofácies com outras áreas, calculou-se a similaridade das comunidades através do índice de Sorensen (Tabela 3.13). Os trabalhos confrontados foram escolhidos preferencialmente por reportar estudos de associações entre foraminíferos e tecamebas, tanto no Brasil como no mundo (BARBOSA, 1995; EICHLER e BONETTI, 1995; OLIVEIRA, 1999; BOUDREAU et al., 2001). Para aqueles que estudaram apenas foraminíferos, a soma das espécies de tecamebas foi desconsiderada nos cálculos (BRÖNNIMANN et al., 1981a; DEBENAY et al., 1998; DEBENAY et al., 2001; DEBENAY, et al., 2002; RODRIGUES, 2003; RUIZ et al. 2004; SANTA-CRUZ, 2004). Apesar de uma grande quantidade de trabalhos apresentarem resultados muito interessantes, a falta de uma tabela organizada com as espécies por amostra ou agrupamento inviabilizou a comparação por meio deste índice.

Embora processos químicos, físicos e biológicos sejam comuns a todas as zonas parálicas, suas combinações variam grandemente de uma área para outra, não sendo possível determinar um comportamento conjunto universal de todas as variáveis. Devido a esta grande variabilidade, Hatje et al. (2003) atentam para a necessidade do estudo do maior número possível de áreas, em sua diversidade de tipos, climas, regimes hidrológicos, substratos e comunidades biológicas.

A estrutura de uma comunidade é determinada por n fatores, que variam de abióticos a bióticos, desde a escala de indivíduo até a de ecossistema. Assim, apesar da possibilidade de se reconhecer algumas associações de espécies típicas indicativas de condições ambientais particulares, dificilmente a estrutura das comunidades é absolutamente coincidente. Em casos onde a comunidade é composta por espécies que utilizam os recursos de modo muito parecido, Begon et al. (2006) afirmam que a dominância de uma espécie é praticamente uma

“loteria”. Dadas essas condições, valores de similaridade maiores que 0,50 podem ser considerados relativamente altos quando se tratam de zonas parálicas.

Tabela 3.17. Comparação, por meio do índice de Sorensen, da similaridade das ecofácies da campanha de 1996 com outras áreas do Brasil e do mundo. Em negrito, as maiores similaridades.

Localização	Ambiente	Ecofácies			
		CM	MA	AATMA	AQE
Lago Winnipegosis, Canadá*		0,217	0,232	0,000	0,029
Estuário de Odiel, Espanha†		0,000	0,076	0,122	0,113
Estuário Kaw, Guiana Francesa‡	Bancos de lama (1999)	0,000	0,140	0,103	0,164
	Manguezais (1999)	0,065	0,122	0,133	0,149
	Laguna Montjoly (1999)	0,231	0,133	0,146	0,127
	Canal Crique Fouillée (1999)	0,250	0,196	0,213	0,145
	Bancos de lama (2000)	0,129	0,280	0,245	0,177
	Manguezais (2000)	0,353	0,302	0,359	0,141
Laguna de Araruama (RJ), Brasil§	Cluster 3 (<i>Ammonia tepida</i>)	0,066	0,063	0,132	0,101
Guaratiba (RJ), Brasil•	Fácies Mangue	0,212	0,244	0,259	0,185
Canal da Bertioga (SP), Brasil	Biofácies 1•	0,510	0,556	0,560	0,139
	Biofácies 2•	0,611	0,582	0,588	0,247
	Biofácies 3•	0,790	0,632	0,642	0,133
	Canal Acarí – canal *	0,235	0,319	0,364	0,296
	Canal Acarí - margem *	0,304	0,339	0,393	0,217
	Canal Acarí - manguezal *	0,269	0,338	0,419	0,225
	Canal Crumaú – canal *	0,200	0,358	0,413	0,306
	Canal Crumaú - margem *	0,273	0,381	0,441	0,222
Rio Baguaçu (SP), Brasil▲	Canal Crumaú - manguezal *	0,333	0,400	0,431	0,164
		0,385	0,368	0,351	0,187
Rio Itanhaém (SP), Brasil ^f	Biofácies I	0,230	0,516	0,256	0,104
	Biofácies II	0,294	0,544	0,301	0,132
	Biofácies III	0,658	0,619	0,436	0,208
Baía de Guaratuba (PR), Brasil▼	Superior A	0,351	0,469	0,355	0,200
	Superior B	0,542	0,530	0,375	0,220
	Transicional A	0,526	0,420	0,548	0,200
	Transicional B	0,447	0,480	0,420	0,323
	Inferior-Marinho	0,316	0,340	0,296	0,263
Lagoa da Conceição (SC), Brasil◊		0,196	0,314	0,091	0,114

* Boudreau et al., 2001; † Ruiz et al., 2004; ‡ Debenay et al., 2002; § Debenay et al., 2001; • Brönnimann et al., 1981a; • Santa-Cruz, 2004; * Rodrigues, 2003; ▲ Eichler e Bonetti, 1995; ^f Oliveira, 1999; ▼ Barbosa, 1995; ◊ Debenay et al., 1998.

No caso dos foraminíferos e tecamebas, as diferenças são evidentes sobretudo quando se compara uma área brasileira com outras pelo mundo. O processo particular da formação das bacias sedimentares, bem como a adaptação das espécies àquelas condições, produzem

cenários únicos ao longo do tempo. A baixa similaridade das ecofácies com o estuário de Odiel, na Espanha, e com o lago Winnipegosis, no Canadá, são reflexo desses fatos. Estes ambientes são distintos do delta do Rio São Francisco em sua história, condições climáticas e ecológicas. Já no caso do estuário Kaw, na Guiana Francesa, a similaridade alcança o mesmo nível de algumas áreas brasileiras.

Os maiores níveis de similaridade são observados entre áreas oligohalinas a mesohalinas. Como o número de espécies de foraminíferos que toleram baixos níveis de salinidade é menor, se comparado ao número de espécies típicas polihalinas e euhalinas, não há uma grande diversidade nas espécies que desempenham o papel de dominantes, normalmente revezando-se entre *Miliammina fusca*, *Haplophragmoides* spp., *Trochammina* spp., *Ammobaculites* spp. e *Ammotium* spp., salvo raras exceções. Em relação às tecamebas, destaca-se o gênero *Centropyxis* como mais tolerante às condições oligohalinas, seguido de *Diffugia* e *Arcella*. Assim, as probabilidades de dominância restringem-se a um pequeno grupo de espécies, o que faz com que a estrutura das comunidades de áreas oligohalinas seja relativamente constante.

Na Tabela 3.17, ressaltam-se as similaridades observadas entre as ecofácies CM e MA, e as biofácies II e III do Rio Itanhaém (SP) e os ambientes Superior B e Transicional A, na Baía de Guaratuba (PR). Estas áreas são consideradas similares porque abrigam foraminíferos e tecamebas conjuntamente. A mesma observação é feita em relação à Sub-Região A do estuário do Rio Piauí, em Sergipe (ZUCON, 1989), apenas com a ressalva de que as espécies de tecamebas são bastante diferentes. As biofácies 1, 2 e 3, no Canal da Bertioiga, apresentam altos níveis de similaridade comparando-se somente as comunidades de foraminíferos; mas como Santa-Cruz (2004) não registrou a presença de tecamebas, este alto nível de similaridade é “tendencioso”. O alto curso dos estuários dos rios Guaraú e Una, na Estação Ecológica de Juréia-Itatins (DULEBA e DEBENAY, 2003), também são similares à ecofácies CM; entretanto, são menos ricos em espécies tanto de tecamebas como de foraminíferos aglutinantes.

A similaridade entre a ecofácies CM e a Biofácies II do Rio Itanhaém não se limita ao aspecto da presença das mesmas espécies, mas estende-se também à abundância relativa, uma vez que a relação das proporções entre *Centropyxis constricta*, *Centropyxis aculeata* e *Miliammina fusca* são muito próximas entre as duas áreas. A diferença mais importante é a alternância de domínio de *Centropyxis aculeata* sobre *Centropyxis constricta* na ecofácies

CM, indicando uma influência marinha levemente superior à da Biofácies II. Além destas, *Arenoparrella mexicana* tem presença constante na ecofácies CM, o que reforça a indicação da maior influência marinha. A vegetação presente também é similar, contando com a ocorrência constante de *Hibiscus pernambucensis* e *Acrosticum aureum* nas margens. Oliveira (1999) relata que o registro histórico da salinidade na Biofácies II aponta valores de até 6 ‰, que deve ser coincidente com a ecofácies CM. Além das espécies citadas, ressalta-se também a constante presença de *Polysaccamina ipohalina*, *Trochamminita salsa* e *Haplophragmoides wilberti* como coadjuvantes entre as duas áreas.

Do ponto de vista da microfauna de foraminíferos, os ambientes Superior B e Transicional A da Baía de Guaratuba são mais próximos à ecofácies MA. Entretanto, em Guaratuba as tecamebas representam uma importante parcela nestes dois ambientes. No estuário de Guaratuba desemboca uma drenagem mais densa de água doce que no delta do Rio São Francisco, o que deve determinar maior equilíbrio entre a influência marinha e continental, inclusive gerando um transporte mais intenso de tecas em ambos os sentidos, promovendo maior mistura da microfauna.

Na comparação entre as ecofácies oligohalinas do delta do Rio São Francisco e as biofácies de Itanhaém, os ambientes de Guaratuba, os estuários da Estação Ecológica de Juréia-Itatins e sub-regiões do Rio Piauí, é interessante notar que zonas parálicas com dinâmicas e formas significativamente diferentes apresentam uma composição de espécies aproximadamente constante, embora nem sempre a estrutura da comunidade seja absolutamente coincidente. Isso indica o caráter cosmopolita daquelas espécies, que se adaptaram às condições particulares de cada área.

A ecofácies AATMA encontra como correspondente mais próxima a Biofácies 3, do Canal da Bertioga (SANTA-CRUZ, 2004). No caso desta comparação, o valor de similaridade é válido, já que as tecamebas formam uma parcela irrisória na ecofácies AATMA e pouco influenciam o valor do índice. Quatro dos cinco gêneros dominantes são os mesmos nas duas áreas, com a exceção de *Ammonia tepida* substituída por *Haplophragmoides wilberti* na Biofácies 3. A riqueza de espécies, abundâncias relativas da espécie dominante, H' e J' apresentam também valores muito próximos. No Canal da Bertioga, a Biofácies 3 congrega amostras localizadas nas margens, ou “franja externa do manguezal”, em níveis topográficos equivalentes à ecofácies AATMA. O ambiente Transicional A da Baía de Guaratuba também apresenta uma similaridade relativamente alta. Entretanto, ao examinar as abundâncias

relativas das espécies, percebe-se que as dominantes na ecofácies AATMA são meras coadjuvantes no ambiente Transicional A, dominado essencialmente por tecamebas da família Diffugiidae. Neste aspecto, depara-se com uma limitação do índice de Sorensen, que não leva em conta as abundâncias relativas. A Sub-Região B do estuário do Rio Piauí (ZUCON, 1989) possui uma certa proximidade, apesar de não mensurada, com a ecofácies AATMA. As espécies dominantes são praticamente as mesmas, e os níveis de salinidade mantêm-se na faixa polihalina.

No caso da ecofácies AQE os valores de similaridade são menores, se comparados àqueles encontrados com as ecofácies CM, MA e AATMA. Como a ecofácies AQE se insere numa faixa euhalina, a diversidade de foraminíferos é maior, o que resulta em menores possibilidades de repetição de uma mesma estrutura de comunidade. Além disso, o índice de Sorensen apresentou resultados inconsistentes. Numericamente, há correspondência maior com o Canal Crumaú (ambiente do canal), em Bertioga (RODRIGUES, 2003) e com o ambiente Transicional B, na Baía de Guaratuba. Contudo, a similaridade com o Crumaú não pode ser considerada real, uma vez que o canal é dominado essencialmente por textulariinos, substituídos pelos rotaliinos apenas nas amostras mais próximas ao Canal da Bertioga, ocorrendo o mesmo com o ambiente Transicional B. Assim, tanto o Canal Crumaú como o Transicional B representam ambientes bem diferentes da laguna do Canal do Poço, onde se localiza a ecofácies AQE. O ambiente Inferior-Marinho na Baía de Guaratuba apresenta uma estrutura mais próxima, dominado por *Ammonia* spp. e *Elphidium* spp., além de outras espécies calcárias. Na Baía de Sepetiba, Brönnimann et al. (1981a) também encontraram duas associações entre *Ammonia* e *Elphidium*, localizadas nas margens da baía, relativamente similares à ecofácies AQE, embora com menor riqueza de espécies.

3.1.5. Análise biométrica de *Miliammina fusca*

No intuito de explorar as relações entre as variáveis abióticas e elementos da microfauna, além de aprofundar a compreensão das ecofácies, analisou-se dados biométricos das tecas de *Miliammina fusca*. Partindo-se da premissa de que sob condições mais favoráveis o indivíduo apresenta maior desenvolvimento, avaliou-se a hipótese de que nos locais com condições mais favoráveis ao desenvolvimento de *Miliammina fusca* esta espécie deve apresentar suas maiores tecas. Esta espécie foi escolhida porque é a mais constante e abundante no gradiente entre o Canal do Carapitanga, o Riacho do Cabaço e o Canal do

Parapuca. A medida foi feita considerando-se a maior distância entre abertura e a região aboral. A Tabela 3.18 apresenta os dados de biometria e as Figuras 3.14 e 3.15 apresentam, respectivamente, a localização das amostras em que houve medição das tecas de *Miliammina fusca*, e as médias do tamanho.

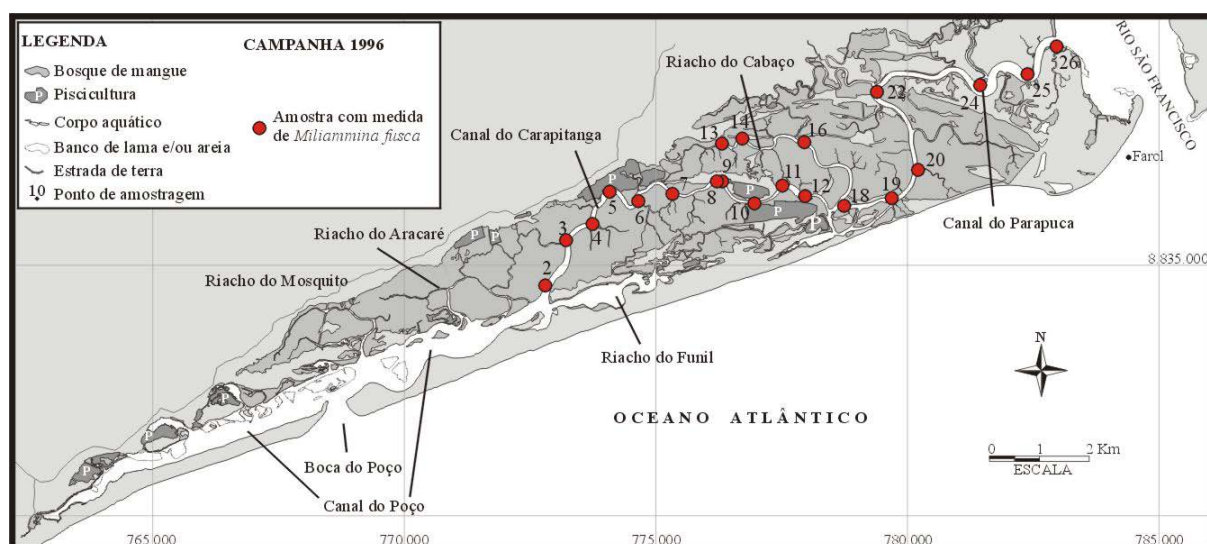


Figura 3.14. Localização das amostras em que houve medição do tamanho das tecas de *Miliammina fusca* para a campanha de 1996.

Tabela 3.18. Dados biométricos de *Miliammina fusca* ao longo do Canal do Carapitanga, Riacho do Cabaço e Canal do Parapuca da campanha de 1996. A unidade de medida é μm .

Amostra	Média \pm Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
2	193 \pm 62	364	122
3	203 \pm 64	409	101
4	237 \pm 85	517	119
5	180 \pm 42	265	116
6	258 \pm 77	601	105
7	275 \pm 61	583	159
8	191 \pm 25	237	124
9	234 \pm 57	388	101
10	204 \pm 48	325	96
11	227 \pm 62	402	110
12	206 \pm 44	332	146
13	201 \pm 63	374	112
14	200 \pm 57	383	100
16	192 \pm 51	330	123
18	228 \pm 59	482	100
19	204 \pm 42	329	118
20	206 \pm 53	368	91
22	275 \pm 70	519	133
24	259 \pm 38	406	155
25	231 \pm 48	376	150
26	239 \pm 49	439	139

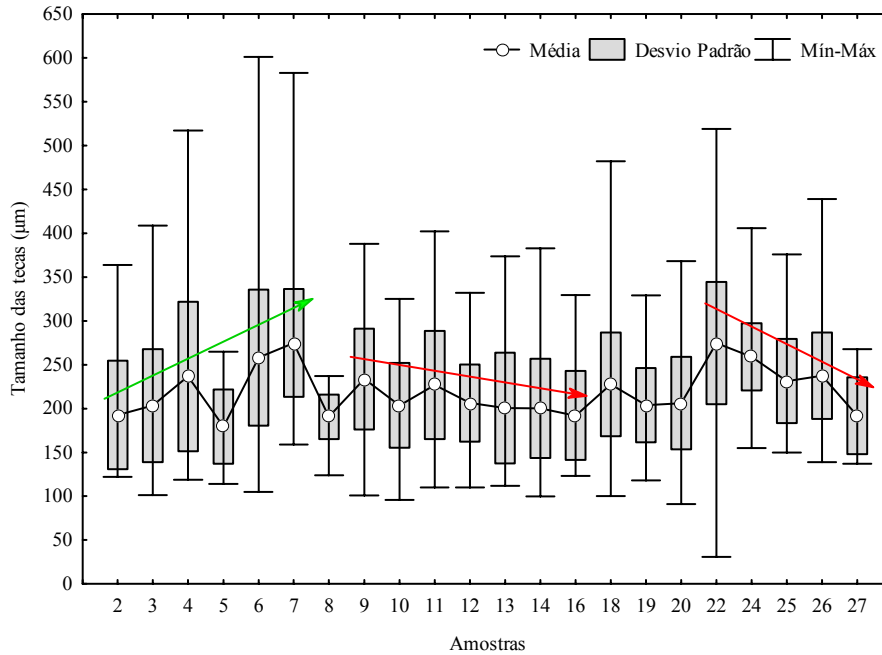


Figura 3.15. Distribuição do tamanho médio de *Miliammina fusca* ao longo do Canal do Carapitanga, Riacho do Cabaço e Canal do Parapuca, na campanha de 1996. As setas apontam tendências discutidas no texto.

Analisando-se em macro-escala, nota-se que a salinidade parece interferir no tamanho das tecas de *Miliammina fusca*, pois Santa-Cruz (2004) encontrou tecas maiores no interior do manguezal do Rio Iriri (Bertioga, SP) sob condições de salinidade mais elevadas. Além disso, naquela área parece que a dominância de *Miliammina fusca* tem relação direta com o acréscimo do seu tamanho.

Os dados da tabela e da figura anteriores revelam algumas tendências: há claro aumento das tecas da amostra 2 para a amostra 7, com exceção da ruptura na amostra 5 (seta verde na Figura 3.15). Neste caso, a queda da salinidade não apresenta relação direta com o tamanho de *Miliammina fusca* ($r^2 = 0,0123$), mas deve exercer influência negativa sobre o desenvolvimento de outras espécies, aliviando a competição inter-específica e beneficiando *Miliammina fusca* ao abrir “espaço” para que amplie seu nicho realizado. Dentre essas amostras, todas foram coletadas na margem do canal junto ao início do bosque, com exceção da amostra 5, coletada dentro de um banco de lama com *Crenea* defronte ao bosque de mangue. *Miliammina fusca* é mais abundante em condições estressantes, sobretudo em níveis topográficos mais elevados (SCOTT e MEDIOLI, 1980a; SANTA-CRUZ, 2004; BARBOSA et al., 2005; WOODROFE et al., 2005; FUNO et al., 2006). Portanto, a amostra 5 está num nível topográfico inferior ao das amostras 2 a 7, sendo que *Polysaccamina ipohalina* e *Ammotium* spp. (típicas de níveis topográficos inferiores a *Miliammina fusca*) reforçam essa hipótese ao apresentar abundância relativa mais equilibrada com *Miliammina fusca*. A

amostra 8, que apresenta uma queda significativa e tamanho comparável à amostra 5, também foi coletada em um banco de *Crenea*. Santa-Cruz (2004) observou tamanhos maiores de *Miliammina fusca* em níveis topográficos mais elevados no manguezal do Rio Iriri; é necessário investigar em trabalhos futuros a evolução dos tamanhos das tecas de *Miliammina fusca* ao longo de perfis topográficos.

Da amostra 9 em diante, a coleta sempre foi realizada no início do bosque (margem do canal), no mesmo nível das amostras 2 a 7. Percebe-se uma leve tendência de queda conforme se avança até à amostra 16 (primeira seta vermelha na Figura 3.15). Como todas as amostras deste trecho estão praticamente no mesmo nível topográfico, a baixa salinidade provocada pelo maior aporte de águas fluviais deve exercer o mesmo tipo de influência sobre as espécies que no caso anterior, já que sua correlação direta com *Miliammina fusca* é praticamente nula ($r^2=0,036$). O aumento do tamanho de *Miliammina fusca* neste trecho apresenta correlação negativa significativa com a queda da diversidade dada por H' ($r^2 = 0,5013$, $\alpha = 5\%$), que é um reflexo do oportunismo de *Miliammina fusca* em situações onde há estresse importante para outras espécies.

A terceira tendência (segunda seta em vermelho na Figura 3.15) indica queda de tamanho da amostra 22 para a 27. Interessante notar que neste trecho o tamanho de *Miliammina fusca* atinge os mesmos níveis que os registrados nas amostras 2 a 7. Neste caso, *Miliammina fusca* pode ser beneficiada pelo aporte de águas oriundas do Rio São Francisco, trazidas tanto pela cunha salina (origem marinha) como pela água de montante do rio (origem fluvial). A salinidade, neste caso, deve ter influência direta sobre *Miliammina fusca*, visto que as águas quase doces estão praticamente estabelecendo o limite inferior da sua tolerância e a salinidade apresenta correlação positiva significativa com o tamanho das tecas ($r^2 = 0,8785$, $\alpha = 5\%$). Reforça essa hipótese a correlação negativa significativa entre o tamanho das tecas e a proporção de tecamebas ($r^2 = 0,7739$, $\alpha = 5\%$), indicativa da grande influência das águas fluviais. Deste modo, *Miliammina fusca* encontra na amostra 22 maior aporte de alimento e condições de salinidade que não representam uma limitação. Ao avançar em direção à amostra 27, a salinidade se torna um tensor cada vez mais intenso, reduzindo a capacidade de aproveitamento dos recursos por *Miliammina fusca*.

3.1.6. Aplicação do Índice AE

O índice AE (*Ammonia-Elphidium*) só pôde ser aplicado a cinco amostras: 36, 40, 41, 42 e 46 (Tabela 3.19). Entretanto, não se pode considerar significativa essa quantidade de dados para conclusões acerca da hipoxia.

Tabela 3.19. Valores do índice AE para a campanha de 1996.

Amostra	Índice AE
36	43,8
40	29,6
41	75,0
42	68,3
46	8,0

3.1.7. Mapas de circulação hidrodinâmica

Dias-Brito (1999) afirma que o canal Parapuça e a parte leste do canal Carapitanga são ambientes onde a flora reflete claramente a influência da água doce. Nestes ambientes o mangue tem porte e densidade mais reduzidos e há a presença marcante de plantas tolerantes a baixos níveis de salinidade, como *Crenea* sp., *Juncus* sp., *Hibiscus* sp., *Acrosticum aureum*, *Montrichardia arborescens*, *Crinum salsum* e *Avicennia germinans*. Além destas plantas, registram-se em alguns segmentos outras macrófitas aquáticas dulçaquícolas. A microfauna presente nesses ambientes é formada por foraminíferos textulariinos (dominados por *M. fusca*) e tecamebas (principalmente *Centropyxis* spp.). Padrão semelhante de distribuição da flora e microfauna foi verificado por Dias-Brito e Oliveira (1999) na bacia do rio Itanhaém (SP), considerando-se conjuntamente as biofácies II e III (Biofácies *Centropyxis-Miliammina fusca-Crinum*, e Biofácies *Miliammina fusca-Crinum*, respectivamente, como definido por aqueles autores). Estes dados são fundamentais na compreensão do grau e sentido de influência das águas marinha e doce nos canais hipohalinos.

No Canal do Poço o cenário é oposto. A forte influência marinha é refletida tanto pela flora, menos desenvolvida na porção oeste da laguna, como pela microfauna, onde rotaliinos e miliolinos dominam. A partir da integração das observações de campo e dos dados de flora (DIAS-BRITO, 1999) e microfauna, elaborou-se um mapa da circulação hidrodinâmica estuarina em preamar e baixamar (Figura 3.16 e 3.17).

A cunha salina tem duas vias de entrada no estuário: o Canal do Parapuca, junto à foz do Rio São Francisco, e a Boca do Poço, o *inlet* que dá acesso ao canal lagunar.

Na preamar a cunha salina avança em direção à foz do Rio São Francisco, sendo vigorosamente diluída pelas suas águas. Ao adentrar o Canal do Parapuca sua salinidade já se apresenta na faixa oligohalina e avança até atingir o Riacho do Cabaço e o Canal do Carapitanga, com mais forte influência até nas imediações da amostra 11, que demarca o limite da presença significativa de tecamebas e de plantas típicas da paisagem fluvial (e. g. *Montrichardia arborescens* e macrófitas dulçaquícolas, entre outras). No lado oposto, na Boca do Poço, a cunha salina avança para o interior da laguna em duas direções: sentido sudoeste, seguindo em direção a Ponta dos Mangues mantendo a salinidade na faixa euhalina por não haver fonte de água doce significativa; e em sentido nordeste, onde é paulatinamente diluída pelas águas salobras que descem do Canal do Carapitanga. Na sua porção próxima à laguna, o Carapitanga apresenta algumas tecas de rotaliinos e miliolinos, indicando que é a cunha salina vinda da laguna que exerce alguma influência, encontrando-se situação oposta na conexão ao Parapuca, onde estão presentes as tecamebas. O aporte de água salobra no Carapitanga, vinda do Parapuca, dilui a cunha salina que entra pelo *inlet*, enfraquecendo-a. Em situações de baixamar, a influência das águas salobras se acentua tanto no Carapitanga como na porção nordeste da laguna. Reforça essa hipótese a eventual presença de tecamebas, certamente alóctones, em amostras associadas aos ambientes meso-polihalinos.

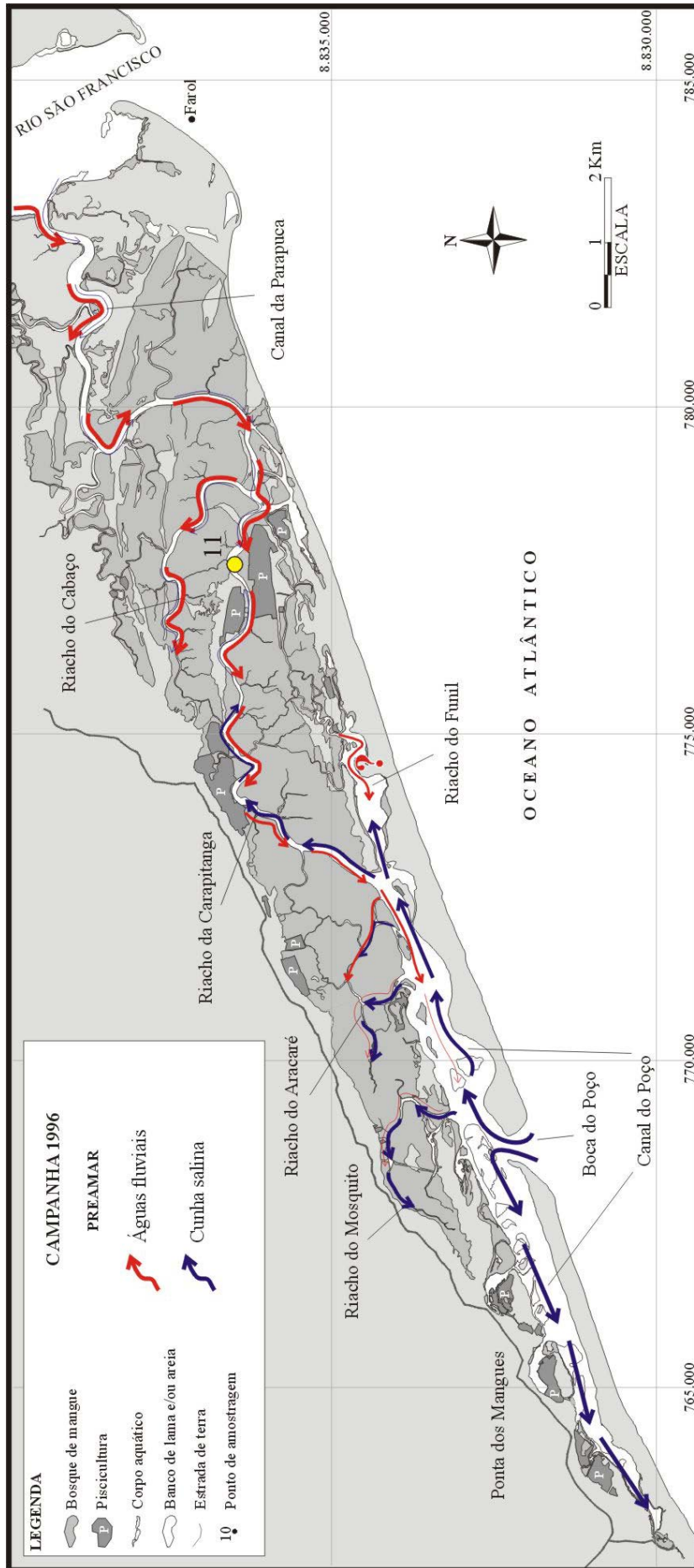


Figura 3.16. Modelo esquemático de circulação hidrodinâmica na preamar baseado em dados da flora e da microfauna de foraminíferos e tecamebas da campanha de 1996. A espessura das setas representa a influência proporcional relativa de cada tipo de massa d'água.

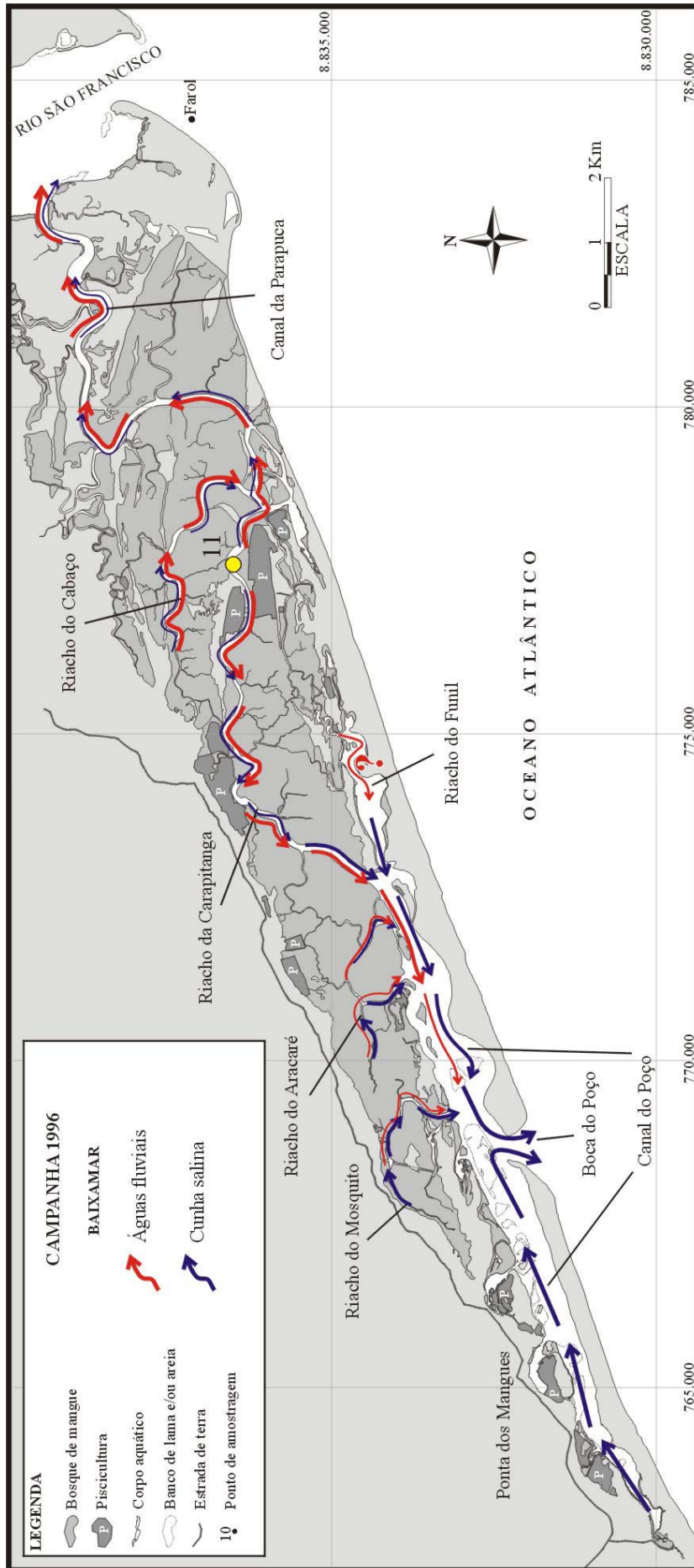


Figura 3.17. Modelo esquemático de circulação hidrodinâmica na baixamar baseado em dados da flora e da microfauna de foraminíferos e tecamebas da campanha de 1996. A espessura das setas representa a influência proporcional relativa de cada tipo de massa d'água.

3.2. Campanha de 2004

3.2.1. Dados abióticos

Além de salinidade e teor de lama, na campanha de 2004 foram determinados o pH, a concentração de metais biodisponíveis, nutrientes, teor de matéria orgânica, carbono orgânico e enxofre no sedimento.

Do ponto de vista da salinidade, a área contém águas de quatro faixas halínicas (Figura 3.18): oligohalinas, detectadas no Canal do Parapuça, Riacho do Cabaço, em parte do Canal do Carapitanga, e em um ponto do extremo oeste da laguna (amostra 50); mesohalinas, localizadas na desembocadura do Canal do Carapitanga (amostras 2 e 3), Riacho do Funil (amostra 64), parte do Riacho do Aracaré e no extremo oeste do Canal do Poço (amostra 36); polihalinas, encontradas praticamente em toda a extensão do Canal do Poço, além do Riacho do Mosquito e em parte do Riacho do Aracaré; e euhalinas, concentradas nas imediações da Boca do Poço, além da saída do Riacho do Funil, parte do Riacho do Aracaré (amostra 31) e a oeste do Canal do Poço (amostras 37 e 38). A Tabela 3.20 sumaria os dados de salinidade e outras informações de coleta da campanha de 2004.

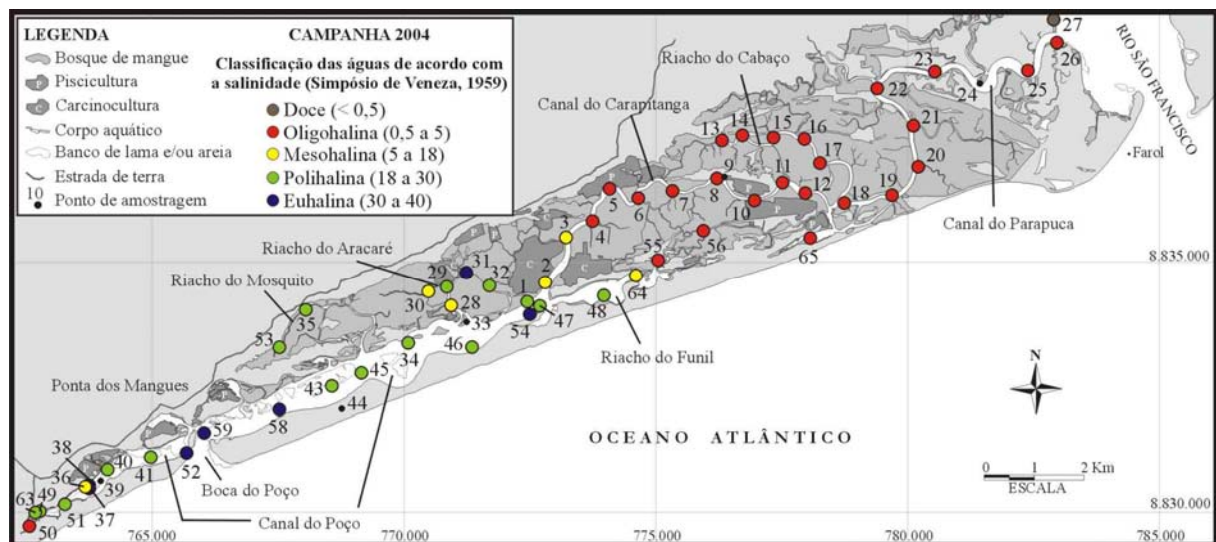


Figura 3.18. Distribuição da salinidade na campanha de 2004.

Tabela 3.20. Valores de salinidade, horário e data de coleta das amostras para a campanha de 2004. F: fundo (valor referente ao contato do sedimento com a coluna d'água); S: superfície (valor referente à superfície da coluna d'água). Condição da amostra no ato da coleta: emersa (em); submersa (s). Classificação das águas segundo o Simpósio de Veneza (Closs, 1962): doce (D); oligohalina (O); mesohalina (M); polihalina (P) e euhalina (E). Zona: entre-marés (EM); inframaré (I).

Ambiente	Amostra	Salinidade		Profundidade (m)	Condição da amostragem	Classificação (faixa halínica)	Zona	Hora	Data
		F	S						
Canal do Carapitanga	1	24	.	.	em	P	EM	13:47	23/3
	2	15	.	.	em	M	EM	13:19	23/3
	3	7	.	.	em	M	EM	13:01	19/3
	4	4	.	.	em	O	EM	13:19	19/3
	5	2	2	0,60	s	O	EM	13:32	19/3
	6	4	.	.	em	O	EM	14:11	19/3
	7	3	.	.	em	O	EM	15:15	19/3
	8	1	1	0,30	s	O	EM	15:31	19/3
	10	1	1	0,30	s	O	EM	16:15	19/3
	11	1	1	1,40	s	O	EM	16:37	19/3
	12	2	1	2,50	s	O	I	16:43	19/3
	Riacho do Cabaço	13	2	1	0,75	s	O	EM	09:21	21/3
14		2	1	0,75	s	O	EM	09:11	21/3
15		2	2	0,80	s	O	EM	08:50	21/3
16		2	1	1,20	s	O	EM	08:37	21/3
17		2	2	1,10	s	O	EM	08:20	21/3
Canal do Parapuça	18	2	1	1,20	s	O	I	10:55	21/3
	19	3	2	1,70	s	O	I	11:09	21/3
	20	3	.	.	em	O	EM	11:28	21/3
	21	3	.	.	em	O	EM	12:34	21/3
	22	1	0	0,50	s	O	EM	14:21	21/3
	23	1	.	.	em	O	EM	16:01	22/3
	25	1	.	.	em	O	EM	13:25	22/3
	26	1	.	.	em	O	EM	13:13	22/3
27	0	.	.	em	D	EM	13:06	22/3	
Riacho do Aracaré	28	17	.	.	em	M	EM	11:09	18/3
	29	19	17	1,10	s	P	EM	11:38	18/3
	30	17	17	0,80	s	M	EM	12:07	18/3
	31	31	22	1,50	s	E	I	16:50	18/3
	32	21	20	1,80	s	P	I	17:57	18/3
Canal do Poço	34	27	.	.	em	P	EM	10:25	18/3
Riacho do Mosquito	35	21	.	.	em	P	EM	11:46	17/3
Canal do Poço	36	16	25	1,10	s	M	I	08:15	16/3
	37	37	35	2,50	s	E	I	14:20	16/3
	38	36	36	0,50	s	E	EM	14:42	16/3
	39	38	38	1,90	s	E	I	15:01	16/3
	40	28	27	1,80	s	P	I	17:04	24/3
	41	27	26	1,30	s	P	EM	16:50	24/3
	43	22	22	0,15	s	P	EM	10:00	17/3
	45	26	25	4,25	s	P	I	11:04	24/3
	46	25	22	3,00	s	P	I	15:04	23/3
	47	21	19	4,25	s	P	I	15:51	17/3
	48	21	15	1,30	s	P	I	15:10	17/3
	49	27	.	.	em	P	EM	09:10	16/3

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.20

Ambiente	Amostra	Salinidade		Profundidade (m)	Condição da amostragem	Classificação (faixa halínica)	Zona	Hora	Data
		F	S						
	50	2,4	2,4	0,40	s	O	SM	10:11	16/3
Canal do Poço	51	28	30	1,50	s	P	I	13:52	16/3
	52	39	.	.	em	E	EM	16:19	16/3
Riacho do Mosquito	53	19	19	1,85	s	P	I	12:55	17/3
Canal do Poço	54	34	19	2,50	s	E	I	16:10	17/3
Ligação Carapitanga-	55	4	.	.	em	O	EM	12:55	20/3
Riacho do Funil	56	4	.	.	em	O	EM	14:20	20/3
Canal do Poço	58	30	30	4	s	E	I	14:15	24/3
	59	38	38	3	s	E	I	15:07	24/3
	63	25	24	0,45	s	P	EM	11:24	16/3
Riacho do Funil	64	7	7	0,15	s	M	EM	10:34	20/3
	65	3	3	1,90	s	O	EM	16:42	21/3

A Figura 3.19 auxilia na compreensão da distribuição dos valores de salinidade, ilustrando um esquema do ciclo das marés nos dias 16 a 24 de março de 2004 (período de coleta), com as amostras plotadas na curva da maré de acordo com os horários de coleta.

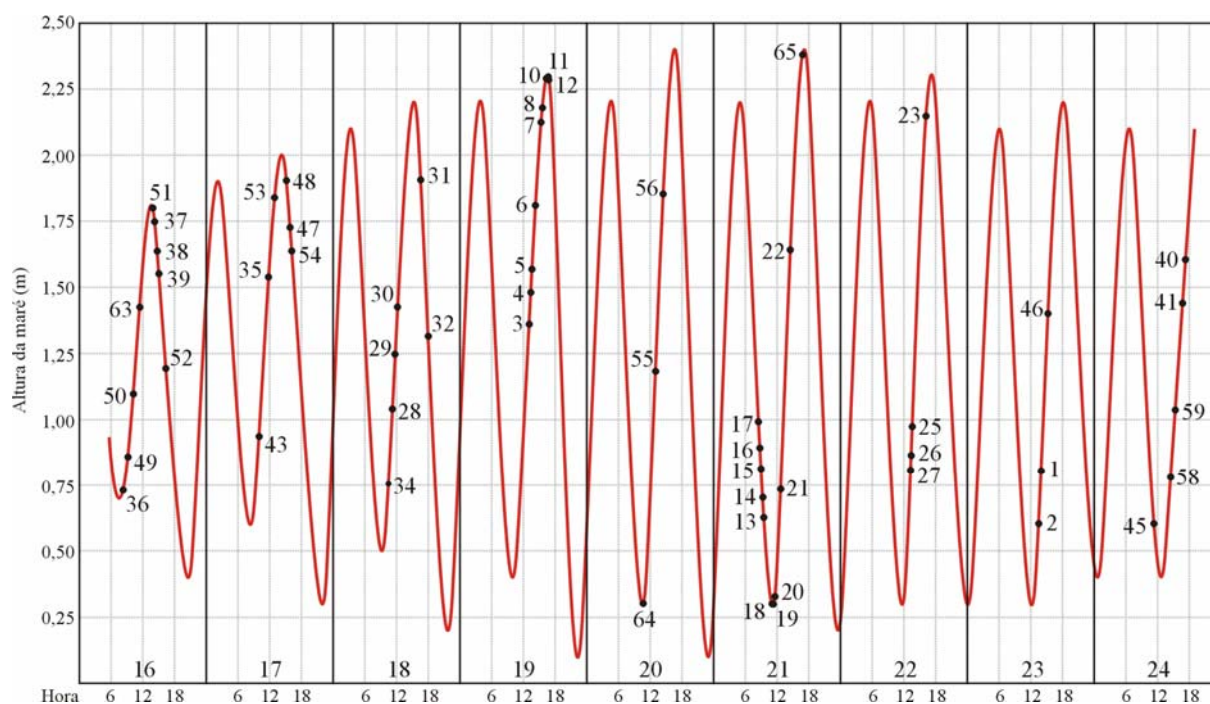


Figura 3.19. Esquema do ciclo das marés (16 a 24 de março de 2004) com a posição das amostras coletadas na campanha de 2004.

Nos ambientes oligohalinos a salinidade não variou significativamente, independente da condição da amostra emersa ou submersa, onde as médias foram $2,80 \pm 1,32$ e $1,89 \pm 0,65$, respectivamente. As amostras 8 a 12, 23 e 65 foram coletadas próximas do pico da preamar e a salinidade é praticamente a mesma que a registrada na baixamar em outras amostras próximas (amostras 13 a 21). Portanto, é provável que as águas dos canais do Carapitanga, do Parapuça e Riacho do Cabaço dificilmente extrapolam a faixa oligohalina, apresentando certa estabilidade.

Algumas considerações devem ser feitas em relação ao compartimento polihalino. Na porção leste da laguna, as amostras 34 e 43 foram coletadas no início da preamar e a amostra 45 próxima à mínima da baixamar. Nessa região, as águas salobras do Carapitanga diluem significativamente a cunha salina que avança pela laguna e acentuam sua influência paulatinamente com a descida da maré. Assim, o registro da salinidade ocorreu num momento de diluição mais intensa, sendo que na preamar as águas dessas amostras devem se enquadrar na faixa euhalina. Reforçam essa hipótese os fatos dos valores das amostras 34 e 45 situarem-se próximos ao limite máximo da faixa polihalina, da localização da amostra 43 nas imediações da Boca do Poço, por onde a cunha salina adentra a laguna, da salinidade euhalina registrada na amostra 54 em horário próximo à preamar, além da microfauna presente, que será discutida adiante. Portanto, os valores registrados na laguna revelam que sua salinidade no setor central e nordeste oscila normalmente entre as faixas polihalina e euhalina, com tendência de decréscimo da salinidade no sentido centro → nordeste.

Já as amostras 40 e 41, localizadas no setor sudoeste da laguna, foram coletadas a meia maré enchente, com salinidade de 27 e 28, respectivamente. Como nesta porção da laguna não há diluição significativa da cunha salina, os valores de salinidade devem alcançar a faixa euhalina nos momentos mais próximos do pico da preamar.

A granulometria dos sedimentos é reflexo claro das variações hidrodinâmicas operando no sistema; enquanto o piso lagunar, mais energético, é predominantemente arenoso, nas demais áreas acumulam-se, sobretudo, sedimentos lamosos (Figura 3.21). A Tabela 3.21 sumaria os dados granulométricos.

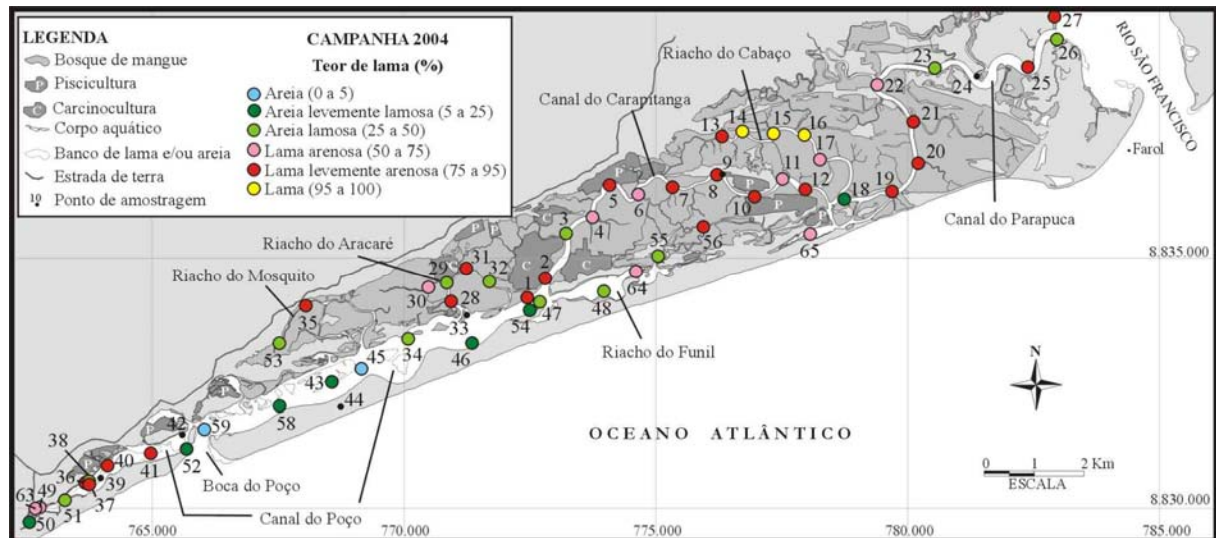


Figura 3.21. Teor de lama das amostras na campanha de 2004.

Tabela 3.21. Granulometria das amostras na campanha de 2004, expressa em %.

Amostra	Lama	Areia	Classificação	Amostra	Lama	Areia	Classificação
1	92	8	lama levemente arenosa	31	88	12	lama levemente arenosa
2	86	14	lama levemente arenosa	32	46	54	areia lamosa
3	49	51	areia lamosa	34	47	53	areia lamosa
4	65	35	lama arenosa	35	93	7	lama levemente arenosa
5	88	12	lama levemente arenosa	36	90	10	lama arenosa
6	72	28	lama arenosa	37	80	20	lama arenosa
7	93	7	lama levemente arenosa	38	50	50	areia lamosa
8	79	21	lama levemente arenosa	40	88	12	lama levemente arenosa
10	75	25	lama levemente arenosa	41	82	18	areia levemente lamosa
11	72	28	lama arenosa	43	14	86	areia levemente lamosa
12	89	11	lama levemente arenosa	45	1	99	areia
13	81	19	lama levemente arenosa	46	10	90	areia levemente lamosa
14	96	4	lama	47	37	63	areia levemente lamosa
15	99	1	lama	48	42	58	areia lamosa
16	95	5	lama	49	56	44	lama arenosa
17	73	27	lama arenosa	50	20	80	areia levemente lamosa
18	9	91	areia levemente lamosa	51	47	53	areia lamosa
19	93	7	lama levemente arenosa	52	18	82	areia levemente lamosa
20	92	8	lama levemente arenosa	53	47	53	areia lamosa
21	95	5	lama levemente arenosa	54	24	76	areia levemente lamosa
22	68	32	lama arenosa	55	29	71	areia lamosa
23	47	53	areia lamosa	56	86	14	lama levemente arenosa
25	82	18	lama levemente arenosa	58	12	88	areia levemente lamosa
26	31	69	areia lamosa	59	0	100	areia
27	79	21	lama levemente arenosa	63	55	45	lama arenosa
28	90	10	lama levemente arenosa	64	54	46	lama arenosa
29	49	51	areia lamosa	65	40	60	lama arenosa
30	74	26	lama arenosa				

Em relação ao pH, os pontos mais diretamente influenciados pela cunha salina via *inlet*, portanto com maior renovação de águas, apresentam valores básicos na média de

$7,9 \pm 0,18$, e estão localizadas essencialmente na laguna (Tabela 3.22 e Figura 3.21). Já as margens dos canais são mais influenciadas pelos ácidos produzidos no processo de decomposição no manguezal e apresentam pH médio de $7,1 \pm 0,33$. Em média, os valores registrados nas bordas dos canais são um pouco maiores que aqueles obtidos em outras áreas, mesmo considerando apenas valores registrados na baixamar, período no qual o pH deve diminuir (BONETTI, 1995; OLIVEIRA, 1999; DEBENAY, 2002; RODRIGUES, 2003; SANTA CRUZ, 2004; WOODROFE et al., 2005).

Tabela 3.22. Valores de pH nas amostras da campanha de 2004.

Amostra	pH	Amostra	pH	Amostra	pH
1	7,6	21	6,6	43	8,0
2	7,2	22	6,9	45	8,1
3	6,6	23	7,2	46	7,8
4	7,1	25	7,6	47	7,9
5	7,1	26	7,7	48	8,0
6	6,9	27	8,0	49	7,5
7	7,1	28	7,1	50	8,0
8	7,3	29	7,1	51	7,8
10	7,2	30	7,1	52	7,7
11	6,9	31	7,8	53	7,0
12	6,9	32	7,3	54	8,1
13	7,1	34	7,0	55	6,8
14	7,1	35	6,9	56	6,8
15	7,2	36	8,0	58	7,8
16	7,3	37	8,1	59	8,1
17	7,6	38	7,8	63	7,8
18	6,9	40	7,8	64	7,6
19	6,9	41	8	65	6,6
20	6,9				

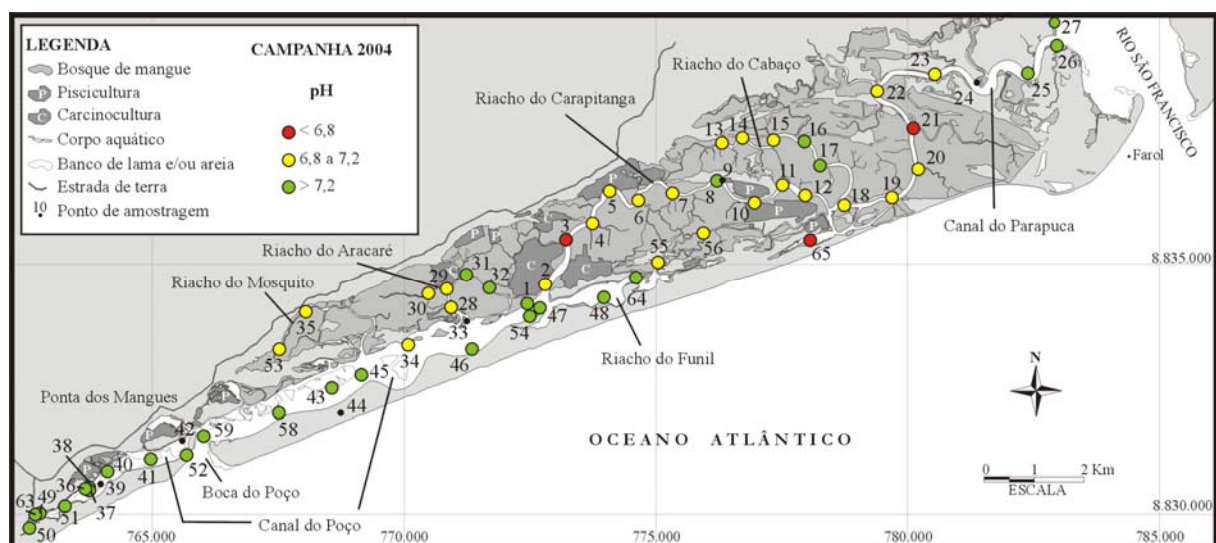


Figura 3.21. Distribuição do pH na campanha de 2004.

De um modo geral, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), matéria orgânica (MO) carbono orgânico (C_{org}) e enxofre (S) apresentaram maiores valores nas margens dos canais, com média entre 2 a 3 vezes superior à encontrada na laguna; C_{org} e S só foram determinados para as bordas dos canais (Tabelas 3.23 a 3.25 e Figuras 3.22 a 3.27), cujos níveis são compatíveis com aqueles encontrados em outras margens de manguezal (e. g. COELHO-Jr., 1998, 2003, RODRIGUES, 2003). Entretanto, nem a concentração de N, P e K, nem a de MO respondem necessariamente à granulometria, já que o teor de lama apresenta correlação positiva significativa apenas com o potássio ($r^2 = 0,74$; $\alpha = 5\%$). Assim como os valores de C_{org} e S, os teores de N, P, K e MO devem estar relacionados principalmente à produtividade dos bosques de manguezal; estes funcionam como exportadores para os ecossistemas costeiros adjacentes (MENEZES, 1995). A alta concentração de enxofre normalmente está relacionada à decomposição anaeróbica da MO e às condições redutoras dos sedimentos. Entretanto, os valores da razão C/S normalmente se mostraram acima de 2,8, o que, de acordo com Berner e Raiswell (1984), é indicador de que os ambientes amostrados estavam em condições oxigenadas. A razão C/S não apresenta uma tendência clara amostra a amostra, mas é possível observar que seus valores são relativamente menores no Canal do Carapitanga que no Riacho do Cabaço e Canal do Parapuça (Tabela 3.25 e Figura 3.28). Este fato deve estar relacionado à diferença de desenvolvimento dos bosques associados, maiores no Carapitanga, e portanto, com maior contribuição de carbono que os demais canais, aparentemente não refletindo a condição da concentração de O_2 no sedimento. Em relação ao potássio, suas maiores concentrações estão localizadas nas margens próximas à zona de cultivo de camarão, cuja descarga direta de efluentes nos canais devem representar uma importante fonte adicional desses elementos ao meio local. Observando-se exclusivamente a laguna, as maiores concentrações de praticamente todos os elementos analisados estão localizadas próximas ao pequeno bosque do extremo sudoeste, nas imediações da amostra 63, que desempenha papel fundamental na ciclagem e manutenção dos nutrientes no local.

Tabela 3.23. Concentração de nutrientes e matéria orgânica (MO) nos sedimentos coletados na campanha de 2004. Concentrações de N, P e K expressas em ppm (partes por milhão); concentrações de S e MO expressas em %.

Amostra	N	P	K	MO	C _{org}	S	C/S	Amostra	N	P	K	MO	C _{org}	S	C/S
1	3035	670	3212	11,2	2,15	0,32	6,7	30	2749	523	2793	.	.	.	.
2	2213	660	2818	10,5	3,55	0,64	5,5	31	2356	519	2865	.	.	.	.
3	1499	335	1419	6,1	1,83	0,51	3,6	32	1928	395	1850	.	.	.	.
4	1392	405	1664	6,7	1,77	0,16	11,1	34	857	285	1446	4,1	.	.	.
5	2820	869	2521	15,1	4,58	0,82	5,6	35	2927	846	3176	7,9	.	.	.
6	2285	440	1705	10,5	3,14	0,24	12,9	36	1535	605	3443	5,0	.	.	.
7	3142	653	2253	15,3	4,29	0,19	22,3	37	1357	478	2731	4,4	.	.	.
8	5926	570	2375	28,2	9,89	2,23	4,4	38	1321	342	1762	.	.	.	.
11	1071	386	1518	8,4	1,85	0,51	3,6	40	1321	491	2983	8,8	0,93	0,08	11,4
12	1607	500	1676	8,0	1,97	1,07	1,8	43	536	46	613	2,0	.	.	.
13	3142	441	1418	15,3	6,96	0,60	11,5	45	179	14	129	0,7	0,04	0,02	1,7
14	5105	579	1591	20,5	7,14	0,81	8,8	46	286	41	569	1,7	0,25	0,05	5,2
15	3677	1213	2487	16,6	5,12	0,53	9,6	47	857	126	1286	3,8	.	.	.
16	3427	889	2798	15,4	4,40	0,32	13,9	48	857	129	1235	3,3	.	.	.
17	2463	597	1801	9,8	2,90	0,32	9,0	49	964	1092	2111	5,6	.	.	.
18	857	199	678	2,3	0,46	0,07	6,2	50	71	2569	485	.	.	.	.
19	2463	471	1885	14,8	4,76	0,56	8,5	51	964	550	1980	3,0	.	.	.
20	3035	814	2871	12,2	4,01	0,50	8,0	52	250	50	413	0,6	.	.	.
21	2892	636	2949	12,2	3,95	0,45	8,8	53	857	63	1100	6,0	.	.	.
22	2213	546	2235	7,2	1,57	0,15	10,6	54	393	59	729	2,5	.	.	.
23	1999	308	1235	7,1	2,35	0,10	23,8	55	1035	89	973	3,7	0,92	0,24	3,9
25	1856	672	4172	8,2	1,90	0,18	10,7	56	143	211	2600	14,5	4,56	0,88	5,2
26	1000	260	1012	3,0	1,02	0,12	8,8	58	143	6	97	0,4	.	.	.
27	1607	361	2280	7,1	1,93	0,21	9,3	59	71	7	111	0,4	.	.	.
28	2713	820	3094	.	.	.	.	64	1142	173	1752	6,3	1,22	0,18	6,7
29	1535	414	1836	7,2	.	.	.	65	1464	101	1249	7,2	2,24	0,41	5,5

Tabela 3.24. Médias, desvios padrão, mínimos, máximos (entre parêntesis) das concentrações de nutrientes e matéria orgânica (MO) nos canais e na laguna. Concentrações de N, P e K expressas em ppm (partes por milhão); concentrações de MO expressas em %.

Ambiente	N	P	K	MO
Canais	2274 ± 1178 (143 - 5926)	504 ± 258 (63 - 1213)	2110 ± 789 (678 - 4172)	10,5 ± 5,5 (2,3 - 28,2)
Laguna	767 ± 481 (71 - 1535)	264 ± 297 (6 - 1092)	1376 ± 1039 (97 - 3443)	3,3 ± 2,4 (0,4 - 8,8)
Razão Canais/Laguna	3	2	2	3

Tabela 3.25. Médias, desvios padrão, mínimos, máximos (entre parêntesis) das concentrações de C_{org}, S e razão C/S nos sedimentos coletados nos canais na campanha de 2004. Concentrações de C e S expressas em %.

Ambiente	C _{org}	S	C/S
Carapitanga	3,50 ± 2,48 (1,77 - 9,89)	0,67 ± 0,62 (0,16 - 2,23)	7,77 ± 6,16 (1,84 - 22,34)
Cabaço	5,30 ± 1,78 (2,90 - 7,14)	0,52 ± 0,21 (0,32 - 0,81)	10,58 ± 2,15 (8,85 - 13,92)
Parapuça	2,44 ± 1,47 (0,46 - 4,76)	0,26 ± 0,19 (0,07 - 0,56)	10,51 ± 5,17 (6,16 - 23,81)

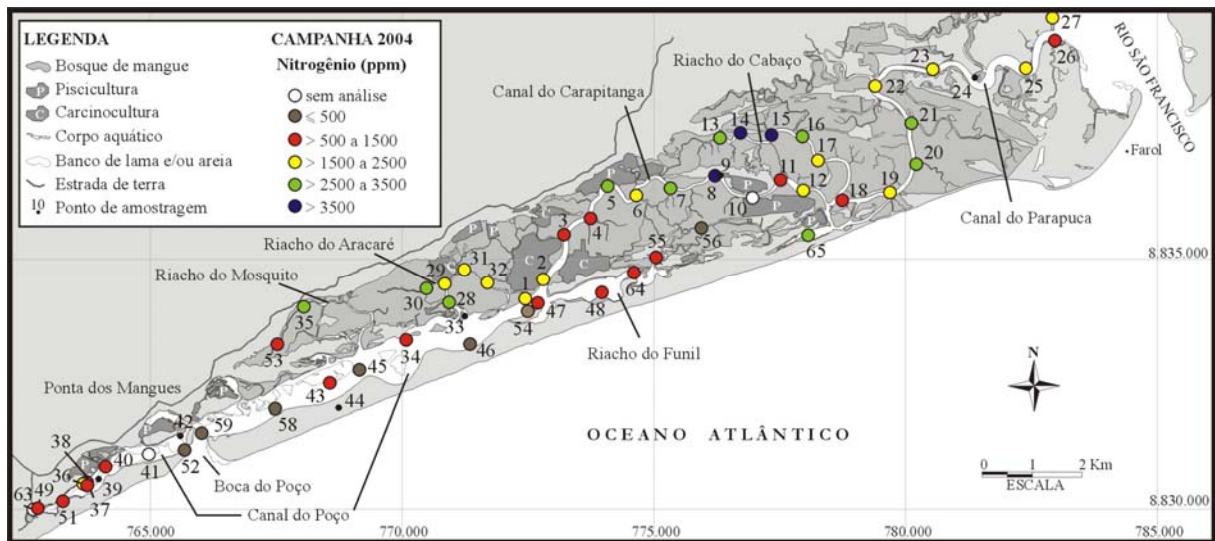


Figura 3.22. Distribuição da concentração de nitrogênio na campanha de 2004.

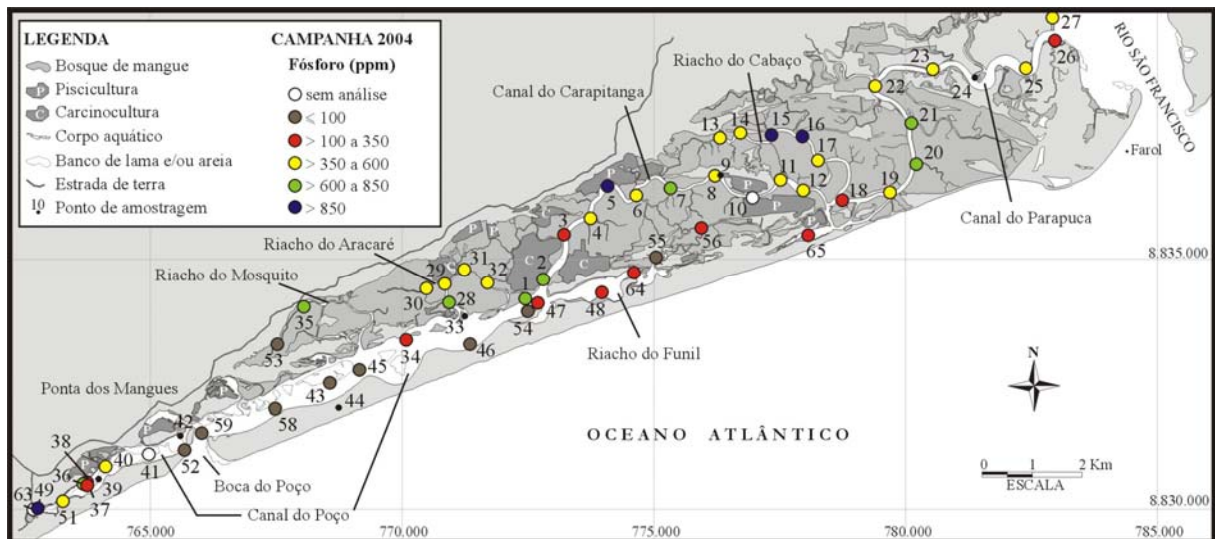


Figura 3.23. Distribuição da concentração de fósforo na campanha de 2004.

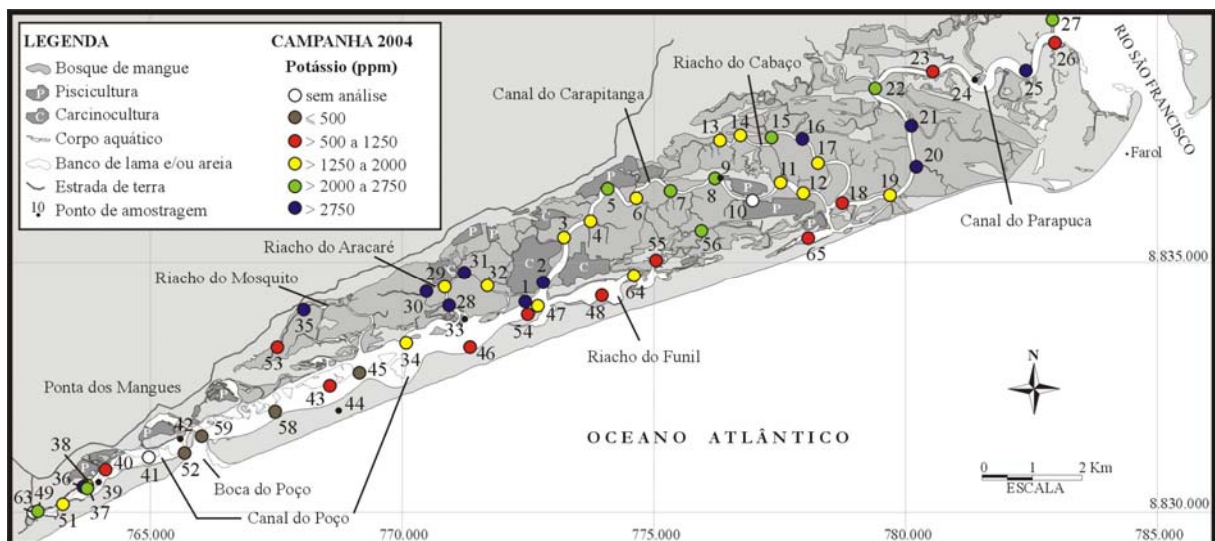


Figura 3.24. Distribuição da concentração de potássio na campanha de 2004.

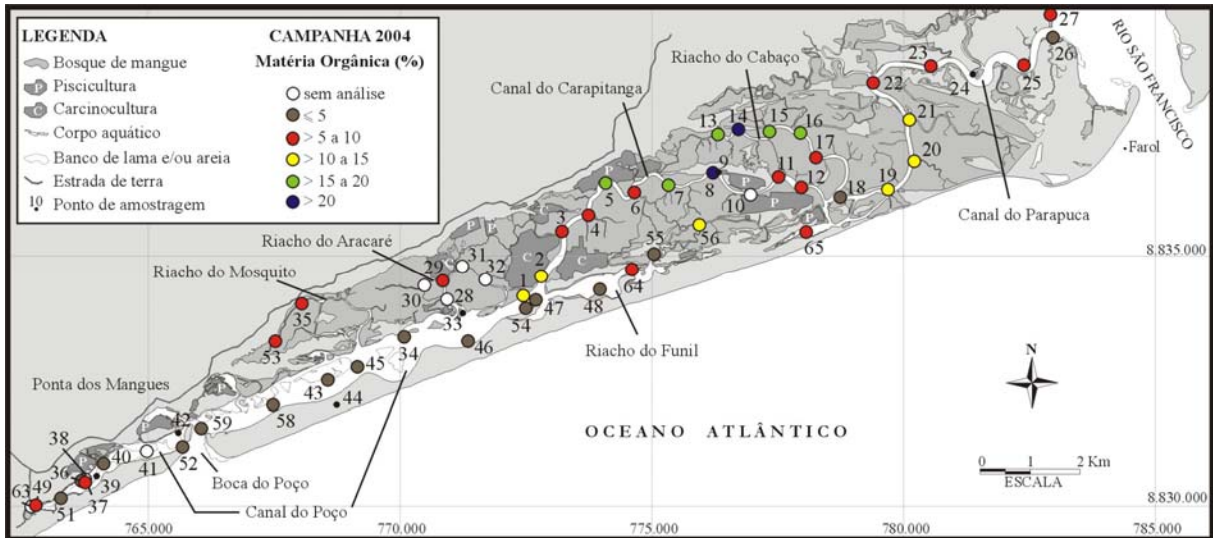


Figura 3.25. Distribuição do teor de matéria orgânica na campanha de 2004.

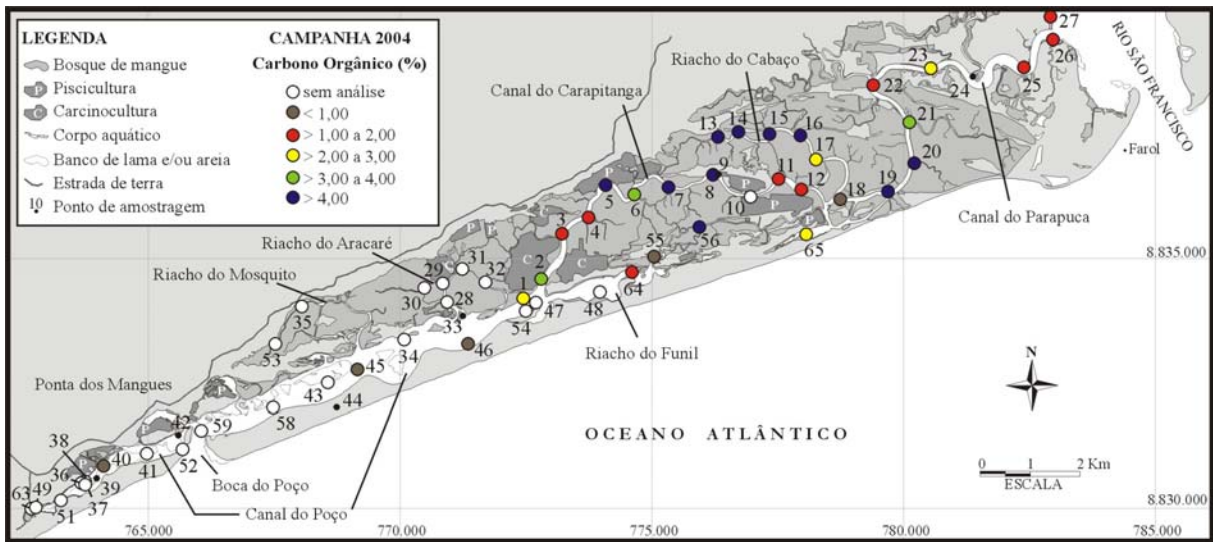


Figura 3.26. Distribuição do carbono orgânico na campanha de 2004.

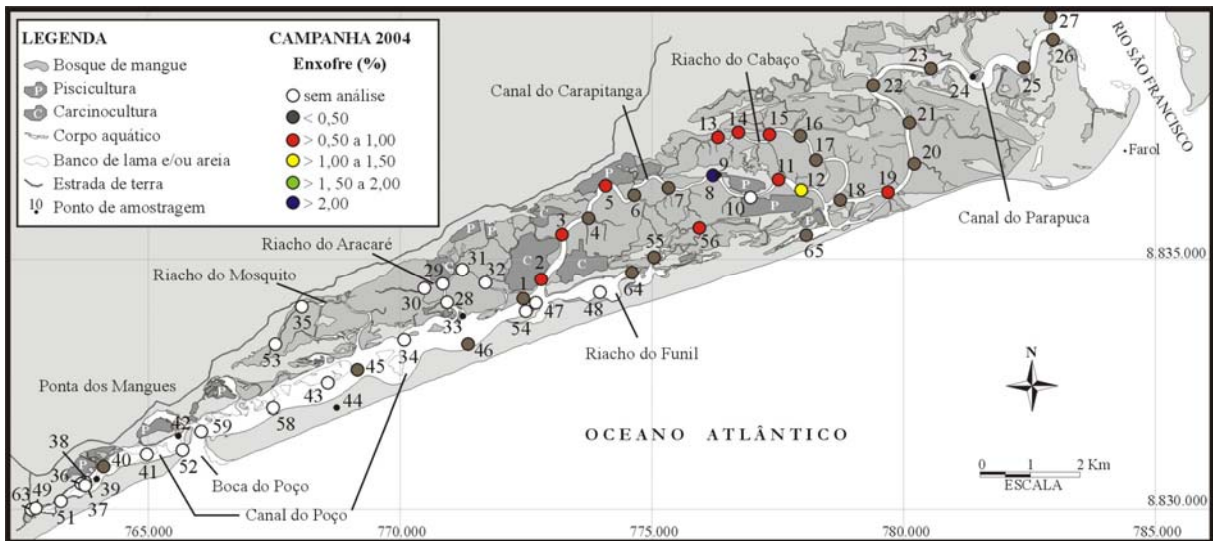


Figura 3.27. Distribuição da concentração de enxofre na campanha de 2004.

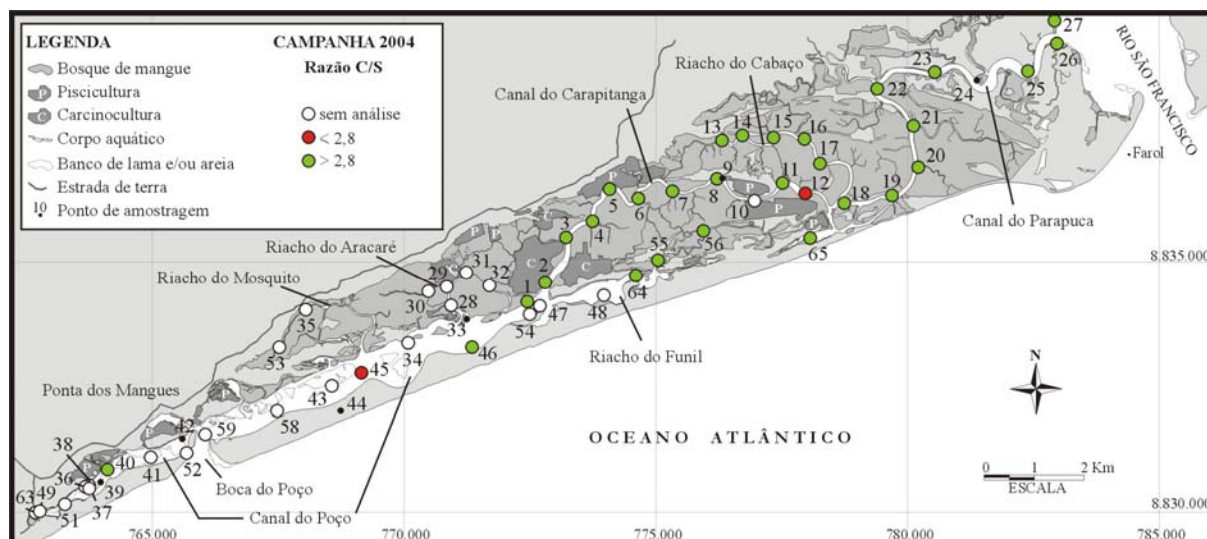


Figura 3.28. Distribuição da razão C/S na campanha de 2004.

De forma geral, os metais seguem a mesma tendência de concentração dos nutrientes e da matéria orgânica, o que também pode ser visualizado na distribuição das amostras na Análise de Componentes Principais (ACP), onde as amostras da laguna se agrupam em oposição aos vetores dos metais e às amostras dos canais (Tabela 3.26; Figuras 3.29 a 3.31). A diferença na concentração dos metais das bordas dos canais e da laguna é de no máximo 3 vezes (Tabela 3.27). Os metais são carregados associados à matéria particulada ou adsorvidos em partículas minerais, como as argilas e óxidos e hidróxidos de Fe e Mn, podendo ser depositados diretamente no sedimento (EVANS et al., 2003). No caso das amostras ora discutidas, esse fato é comprovado pelas correlações positivas significativas entre o teor de lama e os metais estudados ($r^2_{Fe} = 0,87$; $r^2_{Cu} = 0,87$; $r^2_{Mg} = 0,75$; $r^2_{Mn} = 0,29$; $\alpha = 5\%$), com exceção do zinco. Maiores concentrações de Cu e Zn estão geralmente relacionadas à introdução por atividades antrópicas. No caso do delta do Rio São Francisco, as maiores concentrações destes metais estão localizadas nos canais oligohalinos, com valores muito abaixo das registradas em ambientes reconhecidamente poluídos (Tabela 3.28). Não há no Brasil nenhuma legislação que trate sobre a concentração de metais em sedimentos. Assim, para efeito de análise, utilizou-se os limites estabelecidos na legislação canadense (Environmental Canada), que servem como referência para a CETESB (CETESB, 2001). Há dois limiares considerados pela Environmental Canada: o Nível de Efeito Inicial, ou TEF (*Threshlod Effect Level*), abaixo do qual não ocorre efeito adverso à comunidade biológica, mais restritivo, e o Nível Provável de Efeito, ou PEL (*Probable Effect Level*), acima do qual possivelmente há efeito adverso à comunidade biológica, freqüentemente associado a efeitos biológicos, que foi considerado para avaliação das concentrações dos metais nos sedimentos.

O Fator de Poluição é obtido dividindo-se a concentração máxima do metal encontrada na área de estudo, pelo limite estabelecido pelo PEL, que para Cu e Zn são, respectivamente, 108 e 271 ppm em sedimentos associados a águas salobras e salinas (CETESB, 2001). Excetuando-se a amostra 25, cuja concentração anormal de Zn atinge 536,5 ppm, a concentração deste metal é de no máximo 49,8 ppm, sendo que o Fator de Poluição é equivalente a 0,2 neste caso. Portanto, não há indícios de poluição significativa por Cu e Zn na área de estudo.

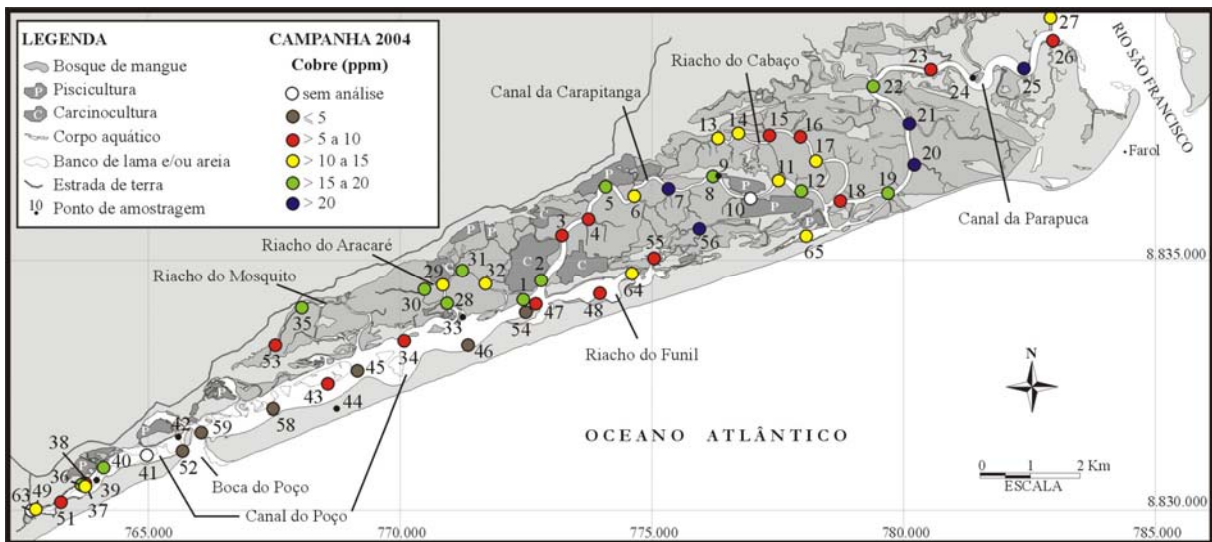


Figura 3.29. Distribuição da concentração de cobre na campanha de 2004.

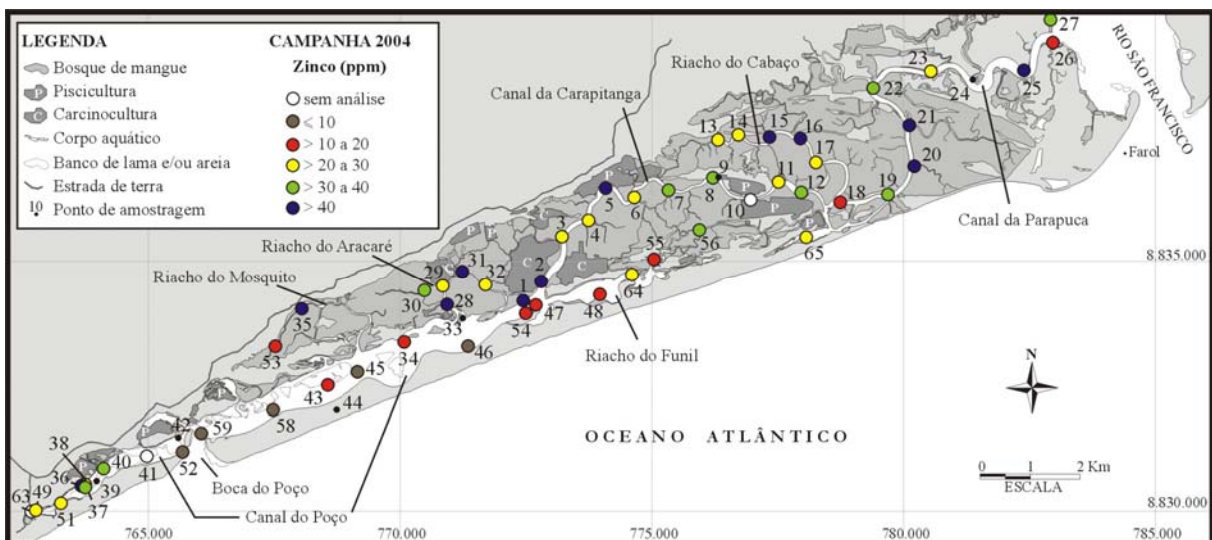


Figura 3.30. Distribuição da concentração de zinco na campanha de 2004.

Tabela 3.26. Concentração de metais nos sedimentos coletados na campanha de 2004. Concentrações de Ca, Cu, Mg, Mn e Zn expressas em ppm (partes por milhão); concentrações de Fe expressas em %.

Amostra	Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	Zn	Amostra	Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	Zn
1	5774	16,6	3,26	5221	831	45,9	30	1750	15,8	2,64	4021	1404	38,6
2	2765	16,5	3,10	4691	423	43,6	31	1370	17,7	2,95	3851	1415	42,8
3	1030	9,1	1,76	2340	2199	21,9	32	1354	10,4	1,87	3017	1155	27,3
4	813	10,0	2,00	2542	1741	27,0	34	1593	7,2	1,32	2169	1705	20,0
5	2360	18,2	3,32	4510	4036	45,1	35	1704	18,6	3,57	4586	2937	46,3
6	604	14,3	2,37	2127	752	26,4	36	4905	16,5	3,44	5448	733	47,7
7	1366	20,2	3,08	3262	1107	38,3	37	4142	12,9	2,77	4767	605	37,2
8	4898	18,9	2,44	4550	986	40,0	38	934	7,2	1,60	2743	1724	21,1
11	1502	15,0	2,14	2311	985	29,8	40	7075	17,1	2,63	4381	491	39,8
12	2303	18,8	3,29	3261	2501	35,9	43	501	7,3	0,58	821	46	9,1
13	2529	13,7	1,97	2511	1119	26,0	45	135	0,4	0,13	357	14	1,5
14	2351	12,8	1,97	2564	2515	26,8	46	698	3,2	0,46	748	41	6,8
15	2810	20,2	4,06	3536	2805	40,4	47	1041	8,0	1,29	1648	126	18,6
16	2031	22,1	3,35	4053	3142	47,1	48	710	7,1	1,29	1556	129	18,4
17	1723	13,8	2,82	2826	142	28,1	49	2023	10,6	2,07	3184	1092	26,6
18	3614	6,8	0,82	964	592	11,9	50	1565	3,1	1,45	2085	2569	10,3
19	1720	19,5	2,82	3186	1404	38,7	51	2569	9,6	1,75	2937	550	24,2
20	2902	23,2	3,66	4819	757	49,8	52	669	2,8	0,37	739	50	5,0
21	2033	22,0	2,89	4489	3342	49,5	53	1986	8,2	1,30	1447	63	14,6
22	1557	17,2	2,57	3002	1990	32,8	54	816	3,8	0,50	921	59	9,0
23	730	10,0	1,27	1769	940	20,5	55	553	6,5	1,06	1207	89	13,9
25	1965	20,9	3,03	5219	527	536,5	56	2695	20,9	3,24	3284	211	36,0
26	986	6,7	1,28	1612	2601	15,5	58	126	0,7	0,09	316	6	0,7
27	1392	13,2	1,80	2754	1838	30,4	59	134	0,2	0,11	347	7	0,9
28	1829	18,3	3,56	4528	3736	46,6	64	850	11,2	1,79	2189	173	25,9
29	3131	10,4	1,75	2540	1065	26,0	65	925	12,8	1,47	1599	101	23,8

Tabela 3.27. Médias, desvios padrão, mínimos, máximos (entre parêntesis) das concentrações de metais nas bordas dos canais e na laguna. Concentrações de Ca, Cu, Mg, Mn e Zn expressas em ppm (partes por milhão); concentrações de Fe expressas em %.

Ambiente	Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	Zn
Canais	2045 ± 1173 (553 - 5774)	15,21 ± 5,00 (6,53 - 23,20)	2,46 ± 0,88 (0,82 - 4,06)	3109 ± 1238 (964 - 5221)	1489 ± 1171 (63 - 4036)	48,2 ± 89,8 (11,9 - 536,5)
Laguna	1754 ± 1994 (126 - 7075)	7,16 ± 5,29 (0,20 - 17,09)	1,28 ± 1,05 (0,09 - 3,44)	2068 ± 1679 (316 - 5448)	461 ± 587 (6 - 1724)	17,9 ± 14,5 (0,7 - 47,7)
Razão Canais/Laguna	1	2	2	2	3	3

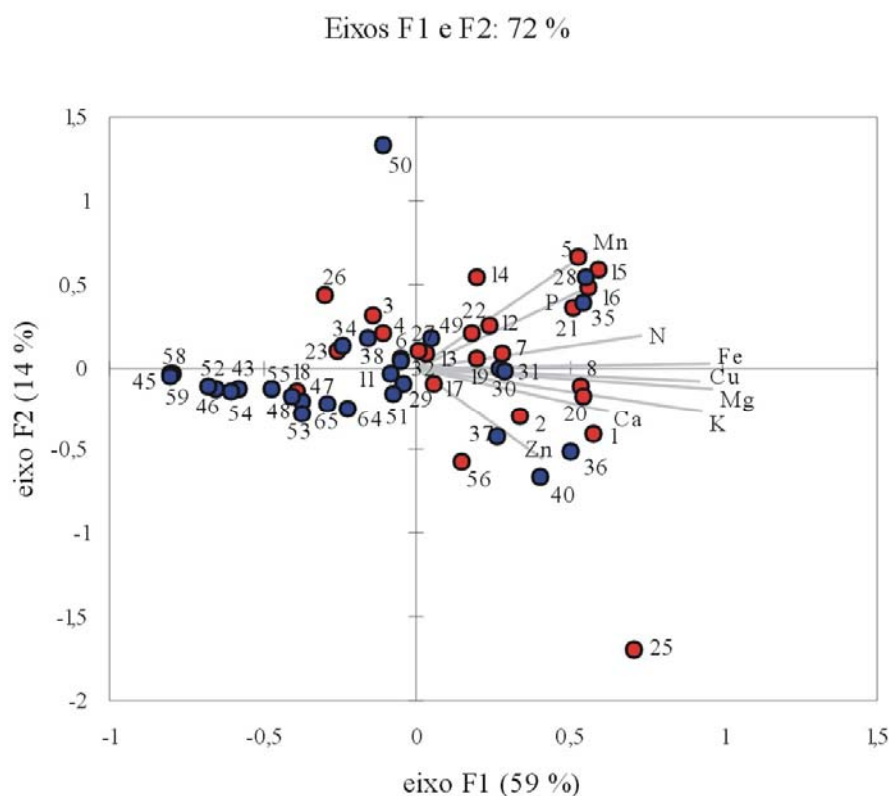


Figura 3.31. Análise de Componentes Principais (ACP) para os metais e nutrientes analisados na campanha de 2004. Em azul, as amostras da laguna e canais meso-polihalinos, e em vermelho, amostras dos canais oligohalinos.

Tabela 3.28. Concentrações de Cu e Zn (ppm) e Fator de Poluição registrados no delta do Rio São Francisco e em outros ambientes estuarinos.

Área	Cu			Zn		
	Mín	Máx	FP	Mín	Máx	FP
Delta do Rio São Francisco	0,2	23,2	0,2	0,7	49,8	0,2
BRASIL						
Enseada Jurujuba (RJ) ^a	5,0	213,0	2,0	15,0	337,0	1,2
Porto de Niterói (RJ) ^b	35,0	1450,0	13,5	115,0	850,0	3,1
Manguezal da Ilha do Cardoso (SP) ^c	.	.	.	3,8	52,9	0,2
Estuário de Santos - Cubatão (SP) ^d	13,0	109,0	1,0	53,0	476,0	1,8
Estuário de Santos (SP) ^e	4,4	100,0	0,9	15,5	957,0	3,5
Estuário de São Vicente (SP) ^e	0,7	23,0	0,2	7,4	65,0	0,2
Baía de Santos (SP) ^e	0,4	19,0	0,2	5,2	42,0	0,2
OUTROS PAÍSES						
Estuário do Rio Pearl (Hong Kong, China) ^f	18,5	50,2	0,5	57,4	187,0	0,7
Manguezais de Hong Kong (China) ^g	1,1	41,2	0,4	16,6	147,4	0,5
Estuário da Baía de Moreton (Austrália) pré-industrial ^h	1,0	12,0	0,1	23,0	56,0	0,2
Estuário da Baía de Moreton (Austrália) recente ^h	<0,5	13,0	0,1	15,0	118,0	0,4
Porto de Rodes (Ilha de Rodes, Grécia) ⁱ	38,3	101,0	0,9	59,0	242,0	0,9
Porto de Mitilíni (Ilha de Lesbos, Grécia) ^j	9,4	67,6	0,6	38,8	230,0	0,8
Enseada de San Simón (Galícia, Espanha) ^l	2,0	58,0	0,5	22,0	161,0	0,6
Estuário Tees (Inglaterra) ^m	25,0	262,0	2,4	65,0	777,0	2,9
Laguna Veneza (Itália) ⁿ	.	.	.	113,0	8295,0	30,6

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.28

Área	Cu			Zn		
	Mín	Máx	FP	Mín	Máx	FP
Baía de Bourgneuf (França) ^o	120,1	350,2	3,2	730,3	2099,3	7,7
Laguna Madre (Texas, EUA) ^p	<0,60	18,5	0,2	4,1	69,8	0,3
Laguna Indian River (Flórida, EUA) ^q	0,6	206,0	1,9	2,6	277,0	1,0
Laguna La Paz (México) ^r	2,5	30,4	0,3	2,7	125,0	0,5
Enseada de Port-Reitz (Ilha Mombaça, Quênia) ^s	2,3	156,0	1,4	8,8	340,0	1,3
Laguna Edku (Egito) ^t	1,6	3,4	0,0	0,4	11,3	0,0
Laguna Manzalah (Egito) ^t	34,4	117,0	1,1	51,7	239,7	0,9
Costa de Israel (Israel) ^u	1,9	43,1	0,4	5,2	142,0	0,5

FP: Fator de Poluição (número de vezes em que a concentração ultrapassa o limite mínimo acima o qual ocorre efeito adverso à comunidade biológica, de acordo com a Environment Canada, adotado pela CETESB (2001) para águas salobras e salinas). Cu: 108 ppm, Zn: 271 ppm.

^a Baptista-Neto et al. (2000); ^b Vilela et al. (2004) ^c Semensatto-Jr. et al. (2003); ^d Matos (2002); ^e CETESB (2001); ^f Li et al. (2001); ^g Tam e Wong (1995); ^h Preda e Cox (2002); ⁱ Angelidis e Aloupi (1995); ^j Aloupi e Angelidis (2001); ^k Evans et al. (2003); ^l Jones e Turki (1997); ^m Bellucci et al. (2002); ⁿ Châtelet et al. (2004); ^p Sharma et al. (1999); ^q Trocine e Trefry (1996); ^r Shumilin et al. (2001); ^s Kamau (2002); ^t Samir (2000); ^u Yanko et al. (1994).

3.2.2. Dados bióticos

Dentre as 56 amostras analisadas em 2004, foram triadas 5556 tecas, representadas por 77 espécies de foraminíferos e 37 de tecamebas, totalizando 114 espécies (Tabela 3.29). Somente as amostras 50, 58 e 59 não apresentaram tecas. No caso da amostra 50, sua posição no nível da supramaré deve ser o limitador da presença de foraminíferos; ela está localizada em um pequeno represamento atrás do manguezal atingido pela maré apenas em ocasiões de sizígia, sendo que a ausência de tecas normalmente marca o limite superior da zona entre-marés (SCOTT e MEDIOLI, 1980a; JENNINGS et al., 1995; SCOTT et al., 1995; DEBENAY et al., 2002; FUNO et al., 2006). As amostras 58 e 59 estão localizadas na parte mais profunda do Canal do Poço, nos arredores da Boca do Poço, onde há intensa dinâmica de circulação das águas. Nestes pontos, o sedimento é caracterizado por areias grossas, não havendo condições para fixação da fauna bentônica de foraminíferos.

Tabela 3.29. Número de espécies de cada grupo taxonômico nas amostras na campanha de 2004.

Ordem FORAMINIFERIDA	Número de espécies	Ordem ARCELLINIDA	Número de espécies
Subordem		Família	
Alogromiina	1	Arceliidae	1
Globigerinina	2	Centropyxidae	8
Lagenina	1	Diffugiidae	16
Miliolina	12	Hyalospheniidae	2
Rotaliina	29	Plagiopyxidae	2
Textulariina	32	Trigonopyxidae	6
		Não definida	2

O Canal do Parapuça, amostras 18 a 27, é amplamente dominado por tecamebas, principalmente por *Centropyxis* spp. e *Difflugia* spp. associadas a *Bullinularia* cf. *indica*, o que reflete a grande influência das águas do Rio São Francisco (Tabela 3.30). Dentre os foraminíferos, que são representados apenas por aglutinantes, *Miliammina fusca* e *Haplophragmoides wilberti* são as espécies mais constantes, sendo a primeira mais abundante e dominante apenas nas amostras 18 e 20. *Arenoparrella mexicana* ocorre no segmento que vai das amostras 18 a 23.

Tabela 3.30. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Canal do Parapuça na campanha de 2004. São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E).

Espécies	18	19	20	21	22	23	25	26	27
FORAMINÍFEROS									
<i>Ammobaculites exiguus</i>	.	.	.	.	3	1	.	.	.
<i>Ammotium cassis</i>	.	1	.	.	1	.	.	.	.
<i>Ammotium salsum</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Arenoparrella mexicana</i>	8	3	2	.	1	4	.	.	.
<i>Blysmasphaera brasiliensis</i>	.	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	1	1	5	5	3	9	12	2	.
<i>Jadammina polystoma</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Miliammina fusca</i>	39	13	46	7	21	27	14	6	21
<i>Polysaccamina hyperhalina</i>	1	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Textularia earlandi</i>	.	1	.	.	.	.	1	.	.
<i>Trochammina inflata</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Trochamminita salsa</i>	.	.	.	.	.	1	1	.	.
TECAMEBAS									
<i>Bullinularia</i> cf. <i>indica</i>	4	1	3	13	1	4	2	13	.
<i>Centropyxis aculeata</i>	11	19	1	4	12	2	2	3	11
<i>Centropyxis cassis</i>	5	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centropyxis constricta</i>	.	.	1	.	2	3	.	.	2
<i>Centropyxis discoides</i>	5	4	3	.	.	.	.	.	1
<i>Centropyxis ecornis</i>	8	22	12	28	30	20	46	8	31
<i>Centropyxis platystoma</i>	7	9	7	3	.	8	3	4	13
<i>Centropyxis</i> sp. 1	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Centropyxis spinosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Cyclopyxis arcula</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Cyclopyxis eurystoma</i>	.	.	.	2	1	2	.	4	2
<i>Cyclopyxis kahli</i>	.	.	6	9	3	7	2	22	10
<i>Cyclopyxis</i> sp. 1	1	2	1	4	3	4	3	5	.
<i>Difflugia acuminata</i>	.	.	1	.	1	.	2	.	.
<i>Difflugia bidens</i>	.	.	1	.	2	.	.	.	.
<i>Difflugia curvicaulis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Difflugia elegans</i>	.	1	3	.	3	1	2	3	1
<i>Difflugia globulosa</i>	2	2	3	16	3	6	4	24	1
<i>Difflugia gramen</i>	1	.	.	1	2	.	.	.	.
<i>Difflugia lanceolata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Difflugia oblonga</i>	.	4	2	.	1	.	.	.	.

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.30

Espécies	18	19	20	21	22	23	25	26	27
<i>Diffugia oviformis</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Diffugia penardi</i>	.	.	.	.	2	.	1	.	.
<i>Diffugia protaeiformis</i>	7	17	6	.	1	.	.	.	.
<i>Diffugia</i> sp.	.	1	.	.	.	.	.	2	.
<i>Diffugia urceolata</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Diffugia viscidula</i>	.	2	1	2	1	1	1	.	1
<i>Lesquereusia</i> sp.	.	.	1	.	.	.	1	.	2
<i>Plagiopyxis</i> sp.	.	.	1	.	1	.	.	2	3
<i>Pontigulasia compressa</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Tecameba 1	.	.	.	2	.	.	2	4	.
<i>Trygonopyxis arcula</i>	.	.	.	.	1	.	.	1	.
N	102	104	108	100	100	101	101	103	102
S	15	18	22	16	24	17	19	15	16
Tec	0,50	0,81	0,49	0,87	0,70	0,58	0,72	0,92	0,79
H'	2,13	2,30	2,23	2,28	2,39	2,31	2,01	2,30	2,07
J'	0,79	0,80	0,72	0,82	0,75	0,82	0,68	0,85	0,75
D	0,63	0,70	0,60	0,69	0,67	0,69	0,56	0,70	0,65
E	0,77	0,83	0,69	0,83	0,76	0,83	0,65	0,85	0,78

A grande riqueza de espécies de tecamebas determina uma distribuição mais equilibrada entre as abundâncias relativas, o que eleva sensivelmente os índices de diversidade. Em consonância com a indicação da microfauna, os bosques das margens do Canal do Parapuça são dominados essencialmente por *Avicennia germinans*, com poucos indivíduos de *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, com árvores de no máximo 3 m de altura (imediações do ponto da amostra 21 em direção ao Rio São Francisco). À frente dos bosques, encontram-se bancos de *Crenea* na faixa mais externa e ocasionalmente *Montricharia arborescens* numa faixa sub-externa (Figura 3.32), cuja extensão e desenvolvimento aumentam nas margens próximas ao Rio São Francisco.



Figura 3.32. Margem do Canal do Parapuca, no ponto de coleta da amostra 22.

O Riacho do Cabaço é praticamente uma extensão do Canal do Parapuca, tratando-se de um ambiente mais favorável às tecamebas, dominadas essencialmente por *Centropyxis ecornis* associada a *Centropyxis aculeata*. Entre os foraminíferos, apenas *Miliammina fusca* e *Arenoparrella mexicana* mantêm maior constância; *Ammobaculites exiguus* e *Textularia earlandi*, presentes no Canal do Parapuca, estão ausentes das amostras do Riacho do Cabaço. As condições deste setor devem ser mais restritivas, visto a menor riqueza de espécies, além da queda dos índices de diversidade e equitatividade. A flora é praticamente a mesma do Canal do Parapuca; porém, os bosques são mais desenvolvidos, chegando a 5 m de altura, dominados por *Laguncularia racemosa*, seguida por *Avicennia germinans* e *Rhizophora mangle* mais no interior do bosque. Os bancos de lama marginais são comumente ocupados por *Crenea*, *Juncus* e *Montrichardia arborescens* (Figura 3.33). Espécies dulçaquícolas, como *Eichhornea* spp. e *Nymphaea* sp. também foram avistadas no alto curso deste canal. A Tabela 3.31 sumaria os dados da microfauna no Riacho do Cabaço.

Tabela 3.31. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Riacho do Cabaço na campanha de 2004. São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E).

Espécies	13	14	15	16	17
FORAMINÍFEROS					
<i>Ammotium cassis</i>	.	.	1	.	1
<i>Ammotium morenoi</i>	.	1	.	.	.
<i>Ammotium salsum</i>	1	.	.	.	.
<i>Arenoparrella mexicana</i>	4	16	1	4	13
<i>Blysmasphaera brasiliensis</i>	.	1	.	.	.
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	1	.	.	.	3
<i>Miliammina fusca</i>	27	38	26	39	38
<i>Polysaccamina hyperhalina</i>	5	.	2	.	3
<i>Trochammina macrescens</i>	1	.	.	.	.
<i>Trochamminita salsa</i>	.	.	.	.	4
TECAMEBAS					
<i>Arcella</i> sp.	.	.	.	.	5
<i>Bullinularia cf. indica</i>	2	1	2	1	.
<i>Centropyxis aculeata</i>	5	6	8	22	4
<i>Centropyxis discoides</i>	1	2	1	.	.
<i>Centropyxis ecornis</i>	39	29	40	23	19
<i>Centropyxis platystoma</i>	5	1	3	4	7
<i>Centropyxis spinosa</i>	.	1	.	.	.
<i>Cyclopyxis kahli</i>	.	.	2	.	.
<i>Cyclopyxis</i> sp. 1	1	.	1	.	.
<i>Diffflugia curvicaulis</i>	.	.	.	1	.
<i>Diffflugia elegans</i>	.	.	1	.	.
<i>Diffflugia globulosa</i>	.	1	1	.	.
<i>Diffflugia protaeiformis</i>	3	2	10	5	3
<i>Diffflugia</i> sp.	1	.	.	.	.
<i>Diffflugia viscidula</i>	.	.	.	.	1
<i>Pontigulasia compressa</i>	4	1	.	1	.
<i>Trygonopyxis</i> sp.	.	.	.	1	.
Não identificado (tecameba)	.	.	1	.	.
N	100	100	100	101	102
S	15	13	15	10	12
Tec	0,61	0,44	0,70	0,57	0,38
H'	1,89	1,67	1,84	1,62	1,93
J'	0,70	0,65	0,68	0,71	0,78
D	0,57	0,55	0,56	0,55	0,60
E	0,69	0,68	0,68	0,72	0,76



Figura 3.34. Margem do Riacho do Cabaço, nas imediações do ponto de coleta da amostra 17.

O Canal do Carapitanga é marcado por uma leve acentuação da influência marinha, embora este fato seja pouco marcado pelos dados de salinidade obtidos em campo. Os foraminíferos (exclusivamente aglutinantes) passam a dominar e as tecamebas aparecem como coadjuvantes (Tabela 3.32). O canal que liga as imediações da entrada do Carapitanga ao Riacho do Funil (amostras 55 e 56) também foi incluso na Tabela 3.32 porque sua estrutura é bastante similar ao Carapitanga. De uma forma geral, *Miliammina fusca* e *Arenoparrella mexicana* dominam todo o canal, com abundância notória de *Ammotium* spp. e *Ammobaculites exiguus* na conexão com a laguna, além de *Centropyxis ecornis* na região de conexão com o Parapuca. As amostras 1 e 2, com maior diversidade, marcam uma zona com influência marinha maior, onde há queda da abundância de *Miliammina fusca*. Ao longo do restante do canal, entre as amostras 3 e 10, a diversidade apresenta pequena oscilação, com novo aumento nas amostras 11 e 12. Ressalta-se uma significativa queda da riqueza de espécies nas amostras 5 a 8, próximas a uma zona de “marisma” (Figura 3.34). Na amostra 8, *Miliammina fusca* e *Polysaccamina hyperhalina* são as únicas espécies de foraminíferos, mantendo o mesmo nível de abundância registrado nas outras amostras, e *Centropyxis ecornis* apresenta aumento significativo da abundância, associada a outras 5 espécies de tecamebas. Essa “anomalia” indica que há nesse ponto importante aporte de água doce, provavelmente oriundo da zona da “marisma” adjacente, onde inclusive estão presentes *Eichhornea azurea* e *Salvinia* sp.. Uma regressão múltipla passo-a-passo com as variáveis abióticas mostrou que a abundância de *Miliammina fusca* apresenta correlação significativa negativa com a

concentração de potássio e salinidade conjuntamente ($r^2 = 0,74$; $\alpha = 5\%$), o que mostra que quanto menor a disponibilidade de potássio e menor a salinidade, mais *Miliammina fusca* sobressair-se-á em relação às outras espécies. Esse fato revela que essa espécie possui significativa tolerância ao estresse ambiental e fraco caráter competidor, uma vez que ela só domina ambientes com tensores significativos que praticamente inviabilizam a colonização por outras espécies. Em marisma no Canadá, Scott e Medioli (1980b) observaram esse mesmo tipo de relação ao longo de um monitoramento entre 1975 e 1978, embora com a temperatura exercendo o papel controlador, em que o pico de dominância de *Miliammina fusca* ocorreu sempre no inverno, em que as espécies dominantes nas estações mais quentes pouco toleravam as baixas temperaturas, não conseguindo desenvolver-se. Funo et al. (2006), observaram em um perfil num manguezal da Ilha do Cardoso (SP) que os picos de abundância de *Miliammina fusca* ocorrem nas partes mais altas da zona de entre-marés, associadas à freqüente emersão aérea. Assim, excetuando-se a salinidade, nota-se claramente que *Miliammina fusca* não apresenta uma relação intrínseca com um tensor, adaptando seu escopo de tolerância às condições locais em que está presente e dominando nos habitats em que outras espécies de foraminíferos dificilmente conseguem colonizar com sucesso.



Figura 3.35. Zona de “marisma” nas imediações do ponto de coleta da amostra 8.

Tabela 3.32. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Canal do Carapitanga e do canal que liga as imediações da entrada do Carapitanga ao Riacho do Funil (amostras 55 e 56) na campanha de 2004. São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E).

Espécies	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	55	56
FORAMINÍFEROS													
<i>Acostata mariae</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>Ammonoastuta inepta</i>	1	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Ammobaculites exiguus</i>	6	22	3	5	.	.	.	.	4	5	24	4	3
<i>Ammodiscus sp.</i>	2	4	3	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammoscalaria sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Ammotium angulatum</i>	.	4	3	8	.	.	.	.	1	6	10	1	2
<i>Ammotium cassis</i>	4	.	1	.	.	.	.	.	2	4	3	.	.
<i>Ammotium directum</i>	8	.	1	5	.	.	1	.	1	8	.	2	4
<i>Ammotium morenoi</i>	2	2	.	2	.	.	.	.	1	15	17	1	.
<i>Ammotium pseudocassis</i>	.	.	2	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Ammotium salsum</i>	5	6	5	.	.	.	.	.	2	19	13	.	.
<i>Arenoparrella mexicana</i>	17	7	1	17	29	21	38	.	14	1	4	6	3
<i>Blymasphaera brasiliensis</i>	2	1	.	.	.	.	2	.	.	1	2	.	.
<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	.	4	1	2	3	20	5	.	1	2	3	2	3
<i>Jadammina polystoma</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Miliammina fusca</i>	32	28	72	58	58	53	52	54	54	8	6	74	77
<i>Polysaccammina hyperhalina</i>	3	3	4	2	.	1	.	2	17	8	5	9	9
<i>Siphonotrochammina lobata</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Textularia earlandi</i>	1	3	1	.	.	.	.	.	1	4	5	1	1
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trochammina inflata</i>	5	.	.	.	2	2	.	.	.	4	1	.	.
<i>Trochammina macrescens</i>	4	3	.	1	2	1	.	.	1	4	2	.	.
<i>Trochamminita irregularis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Trochamminita salsa</i>	.	.	.	.	.	2	1	.	.	.	1	.	.
<i>Warrenita palustris</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
TECAMEBAS													
<i>Centropyxis aculeata</i>	1	.	.	.	.	.	.	5	.	4	1	.	.
<i>Centropyxis discoides</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Centropyxis ecornis</i>	.	.	2	.	.	.	.	29	.	.	.	.	.
<i>Centropyxis platystoma</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Cyclopyxis kahli</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	4	.	.
<i>Cyclopyxis sp. 1</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Diffflugia globosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Diffflugia elegans</i>	4	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Diffflugia oblonga</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Diffflugia protaeiformis</i>	.	.	.	.	.	.	.	6	.	1	.	.	.
N	102	100	101	102	101	108	102	102	103	100	101	106	114
S	19	14	14	10	8	7	7	8	14	21	16	10	8
Tec	0,06	0,13	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,06	0,05	0,01	0,00
H'	2,35	2,17	1,25	1,43	1,16	1,23	1,07	1,25	1,54	2,55	2,36	1,06	0,93
J'	0,80	0,82	0,48	0,62	0,56	0,63	0,55	0,6	0,58	0,84	0,85	0,46	0,45
D	0,67	0,67	0,30	0,43	0,39	0,44	0,39	0,42	0,46	0,74	0,72	0,28	0,24
E	0,79	0,82	0,37	0,57	0,54	0,63	0,57	0,59	0,56	0,85	0,86	0,37	0,34

De um modo geral, ao longo do Carapitanga a flora é mais desenvolvida. O bosque chega a 10 m de altura nas margens e é dominado por *Rhizophora mangle* associada a *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* (da amostra 6 a 12) e a poucos indivíduos de *Avicennia schaueriana* (amostras 1 a 5). As margens são ocupadas por bancos dominados por *Crenea*, com até 1 m de altura, que estão presentes da amostra 5 até a foz do Rio São Francisco.

No canal que liga as imediações da entrada do Carapitanga ao Riacho do Funil, a dominância de *Miliammina fusca* é absoluta, revelando condições ainda mais restritivas que o Canal do Carapitanga. A flora também é similar.

O Riacho do Aracaré e do Mosquito representam os canais meso-polihalinos, onde se observa uma queda significativa da abundância de *Miliammina fusca* e ascensão de *Ammotium* spp. (especialmente *Ammotium directum*) e *Ammobaculites exiguus*, além da presença ocasional de *Ammonia tepida*, *Ammonia parkinsoniana*, *Elphidium excavatum* e *Elphidium gunteri* (Tabela 3.33). A amostra 53, coletada na inframaré no Riacho do Mosquito, é composta por uma microfauna predominantemente calcária, indicando a forte influência das águas da laguna nesse setor, que não encontram praticamente nenhuma barreira de diluição para seu avanço. As margens dos bosques são dominadas por *Rhizophora mangle* associada a *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*, sem plantas ocupando os bancos de lama à frente dos bosques (Figura 3.35).



Figura 3.35. Riacho do Aracaré, nas imediações do ponto 30.

Tabela 3.33. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Riacho do Aracaré (28 a 32) e Riacho do Mosquito (35 e 53). São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E).

	28	29	30	31	32	35	53
FORAMINÍFEROS							
<i>Acostata mariae</i>	.	.	.	.	1	1	.
<i>Ammoastuta inepta</i>	.	.	4	.	.	.	.
<i>Ammoastuta salsa</i>	.	1	.	.	.	.	.
<i>Ammobaculites exiguus</i>	18	8	15	19	24	9	1
<i>Ammodiscus</i> sp.	6	6	4	3	2	12	.
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	3	.	.	.	.	.	35
<i>Ammonia tepida</i>	6	1	.	.	.	.	19
<i>Ammotium angulatum</i>	.	16	14	11	16	.	.
<i>Ammotium cassis</i>	2	1	4	5	7	5	.
<i>Ammotium directum</i>	14	18	33	23	22	35	2
<i>Ammotium morenoi</i>	3	10	3	15	4	4	.
<i>Ammotium pseudocassis</i>	.	3	5	2	1	6	.
<i>Ammotium salsum</i>	7	4	.	1	.	1	.
<i>Arenoparrella mexicana</i>	.	6	8	3	3	.	.
<i>Blysmasphaera brasiliensis</i>	.	1	.	.	.	2	.
<i>Bolivina doniezi</i>	.	.	.	.	.	.	5
<i>Elphidium excavatum</i>	.	1	.	.	.	.	9
<i>Elphidium gunteri</i>	22	.	.	.	.	.	23
<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	1	.	.	.	.	.	.
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	1	1	1	1	1	1	.
<i>Haynesina germanica</i>	.	.	.	.	.	.	4
<i>Miliammina fusca</i>	14	11	6	4	5	12	.
<i>Nonionella atlantica</i>	.	.	.	.	.	.	1
<i>Nonion depressulus</i>	.	.	.	.	.	.	1
<i>Nonionella opima</i>	.	.	.	.	.	.	1
<i>Polysaccammina hyperhalina</i>	.	2	.	1	2	.	.
<i>Quinqueloculina agglutinata</i>	.	.	.	.	.	.	1
<i>Reophax</i> sp. 2	.	.	.	2	.	.	.
<i>Siphotrochammina lobata</i>	.	2	.	1	.	1	.
<i>Textularia earlandi</i>	.	4	3	1	1	12	1
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	.	.	1	1	1	.	.
<i>Trochammina inflata</i>	2	3	3	2	4	1	.
<i>Trochammina macrescens</i>	1	4	2	5	5	.	.
<i>Warrenita palustris</i>	.	1	1	1	1	.	.
TECAMEBAS							
<i>Diffflugia bacillariarum</i>	.	1	.	.	.	1	.
N	100	105	107	101	100	103	103
S	14	22	16	19	17	15	13
Tec	0	0,01	0	0	0	0,01	0,00
H'	2,22	2,65	2,28	2,36	2,25	2,12	1,85
J'	0,84	0,86	0,82	0,80	0,79	0,78	0,72
D	0,70	0,77	0,68	0,71	0,69	0,65	0,60
E	0,86	0,88	0,82	0,83	0,81	0,79	0,75

Os maiores tanques de carcinocultura estão associados ao Riacho do Aracaré, e não se percebe uma influência deletéria sobre os foraminíferos. Clark (1971) também não observou efeitos negativos de efluentes de aquicultura sobre os foraminíferos de águas rasas próximas à costa do Canadá. Entretanto, o registro da salinidade nas águas dos tanques se enquadrou na faixa euhalina, sendo que a freqüente descarga de efluentes nos canais pode de alguma forma prejudicar a biota ali adaptada a condições meso-polihalinas. Além disso, na ocasião da coleta, o tanque próximo ao ponto da amostra 29 estava em manutenção de limpeza, onde se sentiu cheiro forte de hipoclorito de sódio. Outro aspecto está relacionado à supressão dos bosques de manguezal para instalação dos tanques, sendo que a dinâmica de ciclagem e transporte de nutrientes na área e suas adjacências certamente devem ter sido modificadas.

O canal lagunar, que é o ambiente com maior influência marinha e riqueza de espécies, apresenta uma microfauna eminentemente calcária, dominada por rotaliinos no centro e nordeste (incluindo o Riacho do Funil), e miliolinos no sudoeste (Tabela 3.34). As tecamebas são virtualmente ausentes, sendo que ocorrência insignificante de algumas tecas deve estar relacionada ao transporte (aloctonia) a partir dos canais.

As espécies aglutinantes, notoriamente *Ammobaculites exiguus*, *Ammotium* spp. (especialmente *Ammotium angulatum*) e *Polysaccamina hyperhalina*, estão mais restritas aos extremos da laguna, onde os níveis de salinidade são meso-polihalinos.

Na porção central e nordeste, dominam os rotaliinos representados principalmente por *Ammonia parkinsoniana*, *Ammonia tepida*, *Elphidium excavatum* e *Elphidium gunteri*. Comparada a *Ammonia parkinsoniana*, *Ammonia tepida* se revela mais euritópica, dada sua ampla distribuição por toda a laguna, assim como *Elphidium excavatum*. Entretanto, *Ammonia tepida* é mais abundante no setor central e nordeste, enquanto *Elphidium excavatum* prefere o setor oeste da laguna. Burone (2002) encontrou correlação significativa entre a abundância de *Ammonia tepida* e altas concentrações de nutrientes, N-amoniaco, fosfato e silicato na água. Assim, é possível que o setor central e nordeste do Canal do Poço seja mais rico do ponto de vista trófico, principalmente devido à descarga das águas dos canais de maré e do manguezal mais desenvolvido associado. Já *Elphidium gunteri*, apesar de constante, participa com abundância significativa somente nas amostras 46, 54 e 47, sob maior influência das águas salobras do Carapitanga.

Na porção sudoeste dominam os miliolinos, representados principalmente por *Quinqueloculina* spp. (*Quinqueloculina milletti* e *Quinqueloculina seminulum* são as mais

abundantes). Assim como *Quinqueloculina* spp., também são encontrados no setor sudoeste *Bolivina* spp., *Bulimina marginata*, *Buliminella elegantissima*, *Nonion depressulus*, *Nonionella* spp. e *Globigerina* spp.. Este último gênero, planctônico, indica a entrada de águas marinhas de mar aberto no interior da laguna, via o *inlet* Boca do Poço.

Tabela 3.34. Abundância relativa das espécies de foraminíferos e tecamebas no Canal do Poço e Riacho do Funil (48 e 64) na campanha de 2004. As amostras estão ordenadas na tabela de acordo com sua distribuição geográfica (amostra 63 – extremo sudoeste; amostra 64 – extremo nordeste). As amostras 50, 58 e 59 não estão listadas por não apresentar tecas. São apresentados também o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E). Abundâncias relativas menores que 0,5% são indicadas por 0.

Espécies	sudoeste da laguna ← → centro-nordeste da laguna																
	63	49	51	36	37	38	40	41	52	43	45	34	46	54	47	48	64
FORAMINÍFEROS																	
<i>Acupeina triperforata</i>	1	.
<i>Ammobaculites exiguus</i>	27	8	14	4	.	.	.	0	.	.	.	.	3	1	2	26	42
<i>Ammobaculites foliaceus</i>	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammotium</i> sp.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	5	.	1	3	.	12	.	7	8	12	6	5	18	8	14	.	.
<i>Ammonia tepida</i>	8	5	5	8	15	7	7	22	24	6	19	5	17	7	7	.	.
<i>Ammotium angulatum</i>	4	34	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	9	14	4	18	17
<i>Ammotium cassis</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4	4
<i>Ammotium directum</i>	.	.	1	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	1	.	5	2
<i>Ammotium morenoi</i>	2	5	.	.	13	12	4	11
<i>Ammotium pseudocassis</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammotium salsum</i>	.	.	4	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arenoparrella mexicana</i>	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bigenerina</i> sp.	1	.	.	.
<i>Blymasphaera brasiliensis</i>	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bolivina doniezi</i>	.	.	2	1	6	.	1	1	.	.	1	1	2	.	.	.	.
<i>Bolivina ordinaria</i>	.	.	1	2	.	1	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bolivina pulchella</i>	.	.	3	.	.	.	.	2	.	2	2	.	.	1	.	.	.
<i>Bolivina translucens</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Brizalina striatula</i>	.	.	7	11	8	2	2	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bulimina marginata</i>	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Buliminella elegantissima</i>	.	.	7	6	.	0	6	.	.	.	1	.	.	2	.	.	.
<i>Cassidulina</i> sp.	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Discorbis</i> sp. 1	4	.	.	.	.	.	.
<i>Discorbis</i> sp. 2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Elphidium excavatum</i>	8	.	8	3	15	27	10	8	14	23	31	8	7	7	7	.	.
<i>Elphidium galvestonense</i>	2	.	.	.	.
<i>Elphidium gunteri</i>	4	.	1	.	5	3	1	0	3	2	4	8	41	32	49	3	.
<i>Elphidium incertum</i>	0	.	.	6	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Elphidium</i> sp.	1	.	2	.	.	.	3	.	.	.
<i>Hanzawaia</i> sp.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fursenkoina</i> sp.	.	.	.	3	2	.	7	4	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Globigerina</i> sp.	.	.	.	2	.	.	.	1	1	0	1	0	0	1	2	1	.
<i>Globigerina</i> sp. 1	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.34

Espécies	sudoeste da laguna ← → centro-nordeste da laguna																
	63	49	51	36	37	38	40	41	52	43	45	34	46	54	47	48	64
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Haynesina germanica</i>	10	.	.	4	.	4	1	0	8	4	1	.	.	.	.	.	.
<i>Hopkinsina pacifica</i>	.	.	6	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Jadammina polystoma</i>	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Miliammina fusca</i>	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	5	13
<i>Nonion depressulus</i>	18	.	.	5	1	6	.	0	18	.	2	2	.	2	.	.	.
<i>Nonionella atlantica</i>	.	.	7	3	10	.	8	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nonionella chiliensis</i>	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nonionella opima</i>	.	.	.	.	1	0	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Nonionella pulchella</i>	.	.	.	.	.	.	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nonionella cf. turgida</i>	.	.	.	3	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oolina globosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polysaccammina hyperhalina</i>	3	8	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	27	9
<i>Poroeponides sp. 1</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Quinqueloculina agglutinata</i>	.	2	.	.	.	.	1	.	.	2	1	.	.	3	.	.	.
<i>Quinqueloculina boschiana</i>	.	.	.	1	.	.	1	.	1	2	2	.	.	.	.	.	.
<i>Quinqueloculina intricata</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quinqueloculina lamarkiana</i>	.	.	2	.	.	.	.	.	.	8	1	.	.	.	.	.	.
<i>Quinqueloculina lata</i>	.	5	.	.	.	1	2	.	2	4	5	2	0	3	.	.	.
<i>Quinqueloculina milletti</i>	3	.	5	20	28	4	20	3	2	4	.	.	.	.	1	.	.
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	.	4	2	3	1	.	6	16	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	9	23	13	2	.	25	15	.	12	15	5	66	.	1	.	.	.
<i>Quinqueloculina venusta</i>	.	.	.	2	1	0	3	.	.	1	1	1	.	1	.	.	.
<i>Reophax cf. arctica</i>	.	.	2	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Reophax scottii</i>	.	.	2	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Textularia earlandi</i>	.	5	7	8	.	1	1	0	.	.	.	2	.	.	.	2	2
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Triloculina laevigata</i>	.	.	.	.	.	.	3	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Triloculina oblonga</i>	.	.	2	.	4	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Triloculina sp. 1</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trochammina inflata</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trochammina macrescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	1	.
<i>Trochammina salsa</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Uvigerina sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
TECAMEBAS																	
<i>Centropyxis aculeata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Centropyxis ecornis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Cyclopyxis kahli</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Diffflugia bacilliarum</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Diffflugia oblonga</i>	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N	101	100	103	120	100	282	102	257	106	100	94	103	100	101	101	100	101
S	13	13	23	25	15	22	23	27	15	25	23	11	9	18	12	15	9
Tec	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
H'	2,21	2,01	2,86	2,86	2,19	2,19	2,65	2,59	2,21	2,64	2,42	1,33	1,69	2,26	1,71	2,03	1,71
J'	0,86	0,78	0,9	0,89	0,81	0,75	0,84	0,79	0,81	0,82	0,77	0,55	0,77	0,78	0,69	0,75	0,78
D	0,69	0,62	0,81	0,79	0,68	0,63	0,77	0,72	0,69	0,75	0,68	0,36	0,56	0,67	0,52	0,64	0,57
E	0,86	0,78	0,92	0,89	0,83	0,75	0,87	0,83	0,84	0,84	0,77	0,47	0,76	0,79	0,66	0,77	0,77

Os bosques de mangue que margeiam a laguna formam um gradiente quanto ao desenvolvimento e estão praticamente restritos à margem oposta à ilha barreira. São dominados essencialmente por *Rhizophora mangle* associada a *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*, atingindo até 20 m de altura; de nordeste para sudoeste nota-se diminuição em tamanho e distribuição transversal. A margem junto à ilha barreira é ocupada por vegetação rasteira de dunas em pontos dispersos. No setor nordeste há, no meio da laguna, bosques bem desenvolvidos sobre bancos de lama-arenosa e de areia mais antigos, com até 10 m de altura, além de áreas em colonização inicial (Figura 3.36). Próximo à Boca do Poço, na margem junto à ilha barreira, há um trecho sob erosão com *Laguncularia racemosa* com cerca de 0,5 m de altura (Figura 3.37). Nessa região, na margem oposta à ilha barreira, os bosques não ultrapassam 2 m de altura, com no máximo 20 m em distribuição transversal. No extremo sudoeste da laguna há um bosque mais desenvolvido, com cerca de 4 m de altura, onde um pequeno represamento descarrega águas oligohalinas.



Figura 3.36. Zona de colonização do manguezal na ilha entre os pontos de coleta das amostras 33 e 34. Ao fundo, o lado oposto da ilha onde a amostra 34 foi coletada. Foto tirada no sentido nordeste-sudoeste.



Figura 3.37. Margem sob erosão junto à ilha barreira, no setor sudoeste da laguna, com colonização recente de jovens de *Laguncularia racemosa*. Foto tirada próxima à Boca do Poço, de leste para oeste.

De forma geral, a distribuição das espécies de foraminíferos seguiu praticamente o mesmo padrão observado em 1996 (Figura 3.38), havendo, todavia, diferenças qualitativas que serão discutidas adiante. Nenhuma espécie apresentou abundância máxima na faixa mesohalina; ressalta-se que a amostragem nessa faixa foi proporcionalmente menor que nas outras faixas. A faixa euhalina é preferida pelo maior número de espécies; também é nessa faixa, no Canal do Poço, que há a maior riqueza de espécies.

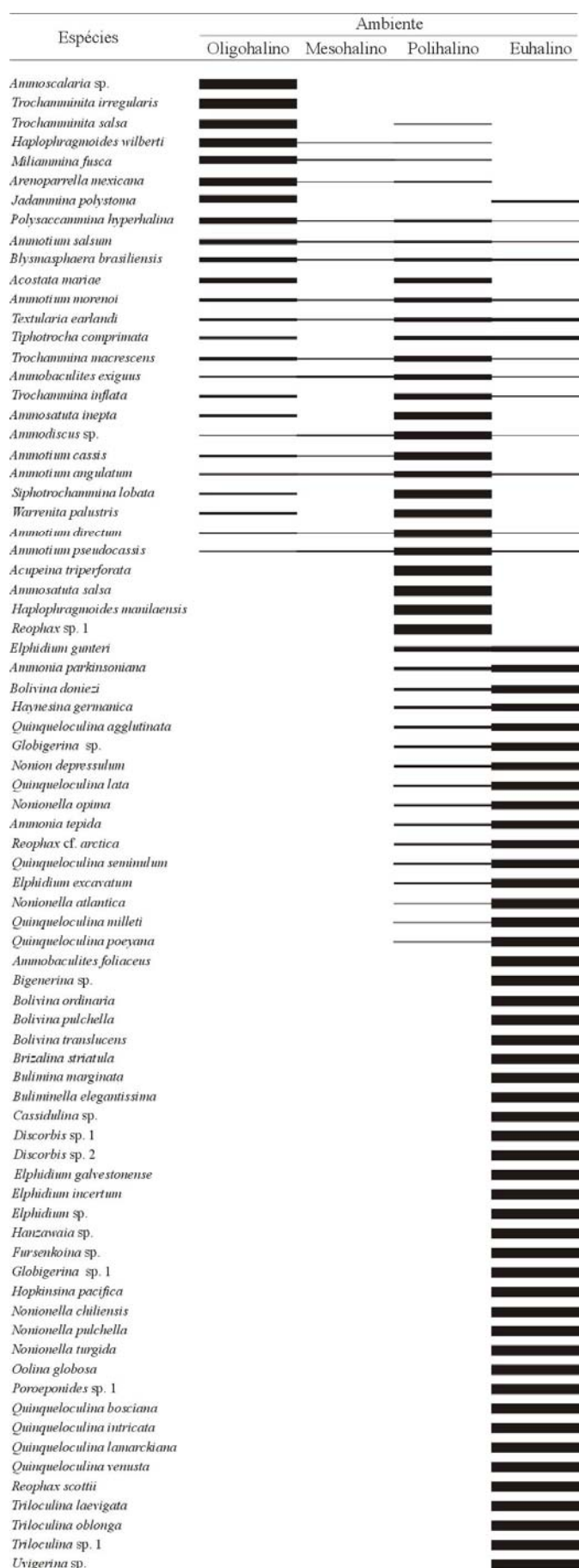


Figura 3.38. Distribuição de foraminíferos nas diferentes faixas halínicas na campanha de 2004.

A Tabela 3.35 mostra que a maior riqueza de espécies foi encontrada no Canal do Poço, onde a maioria é constituída de foraminíferos; as poucas tecamebas presentes são alóctones. Na região oposta está o Canal do Parapuça com a segunda maior riqueza de todo o sistema, cuja maioria é composta por tecamebas. O crescente aumento da riqueza de foraminíferos concomitante à contínua queda da riqueza de tecamebas entre os ambientes evidencia o gradiente fluvio-marinho ao longo do sistema observado do Canal do Parapuça para o Canal do Poço.

Tabela 3.35. Riqueza de espécies por setor para a campanha de 2004.

Setor	Riqueza de espécies		
	Foraminíferos	Tecamebas	Total
Canal do Parapuça	12	32	44
Riacho do Cabaço	10	18	28
Canal do Carapitanga	26	10	36
Riacho do Aracaré e do Mosquito	34	1	35
Canal do Poço e Riacho do Funil	69	5	74

Considerando-se a riqueza de espécies amostra a amostra, nota-se que o Canal do Carapitanga representa o ambiente mais estressante à microfauna, visto que as menores riquezas do sistema são encontradas em suas amostras (Fig. 3.39). O Canal do Parapuça e o Canal do Poço apresentam as amostras com maiores valores de riqueza; o primeiro devido à presença maciça de tecamebas e o segundo em virtude da contribuição dos foraminíferos.

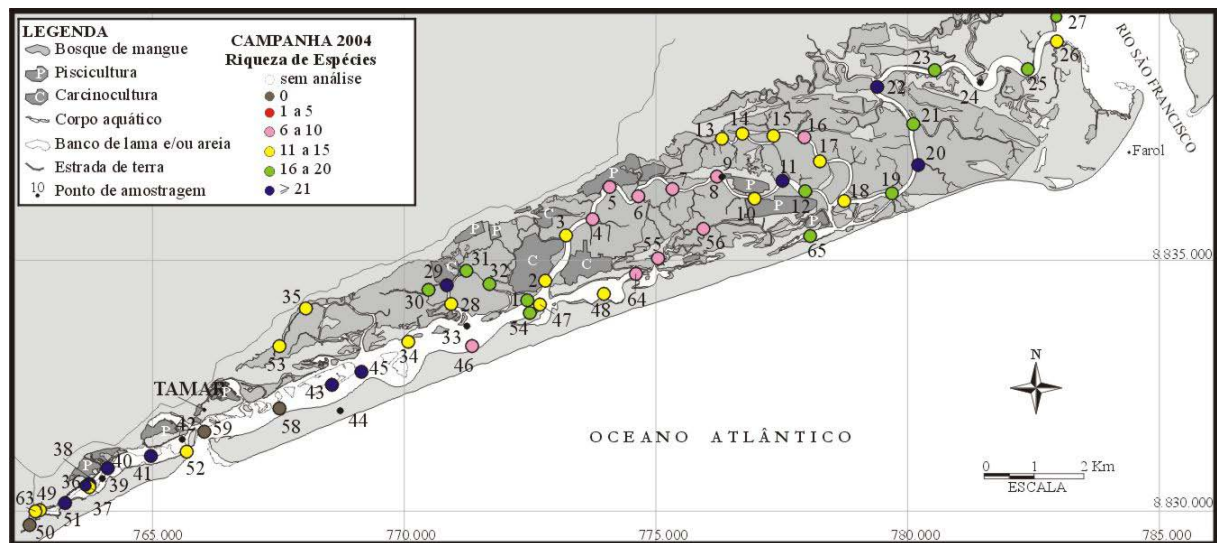


Figura 3.39. Distribuição da riqueza de espécies na campanha de 2004.

A diversidade e equitatividade distribuem-se de modo bastante similar à riqueza de espécies (Fig. 3.40 a 3.43). O Canal do Carapitanga apresenta os menores valores, oposto ao que ocorre no Canal do Parapuça, Canal do Poço e Riacho do Aracaré.

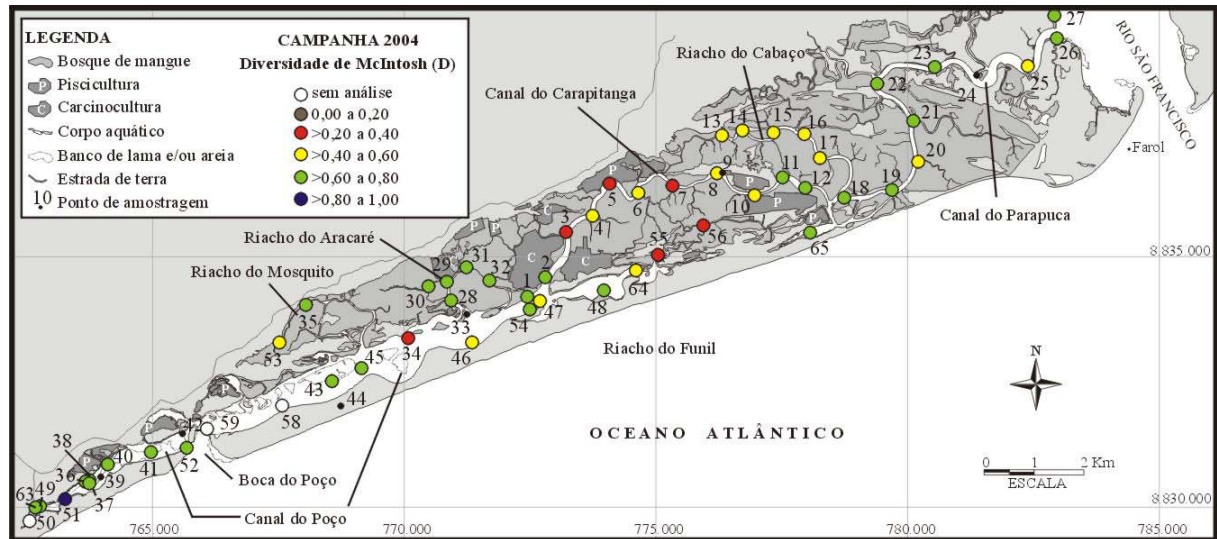


Figura 3.40. Distribuição dos valores do índice de diversidade de McIntosh (D) para a campanha de 2004.

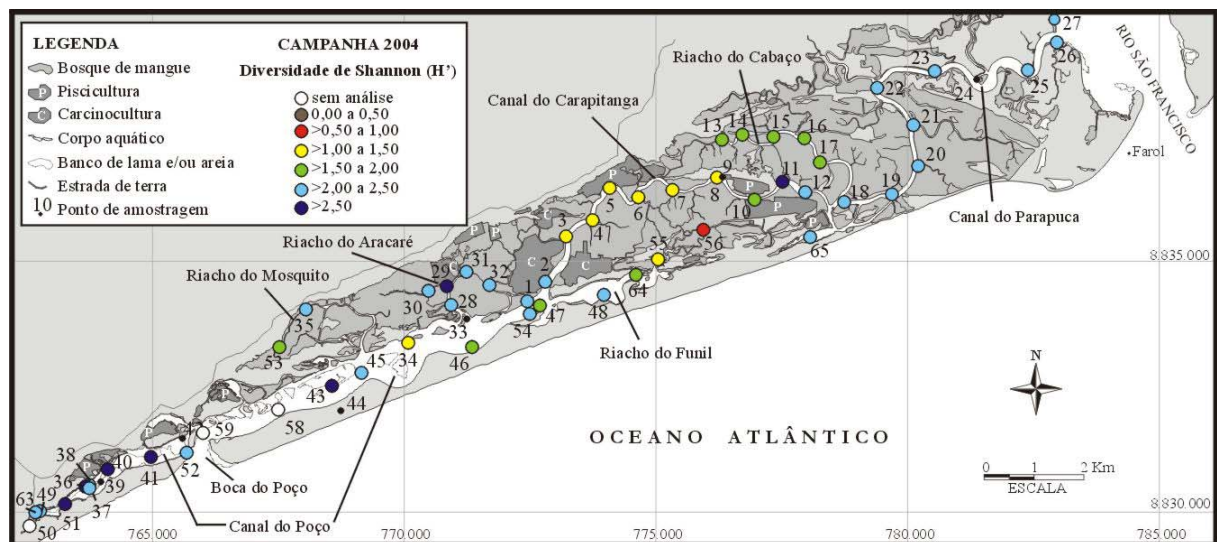


Figura 3.41. Distribuição dos valores do índice de diversidade de Shannon (H') para a campanha de 2004.

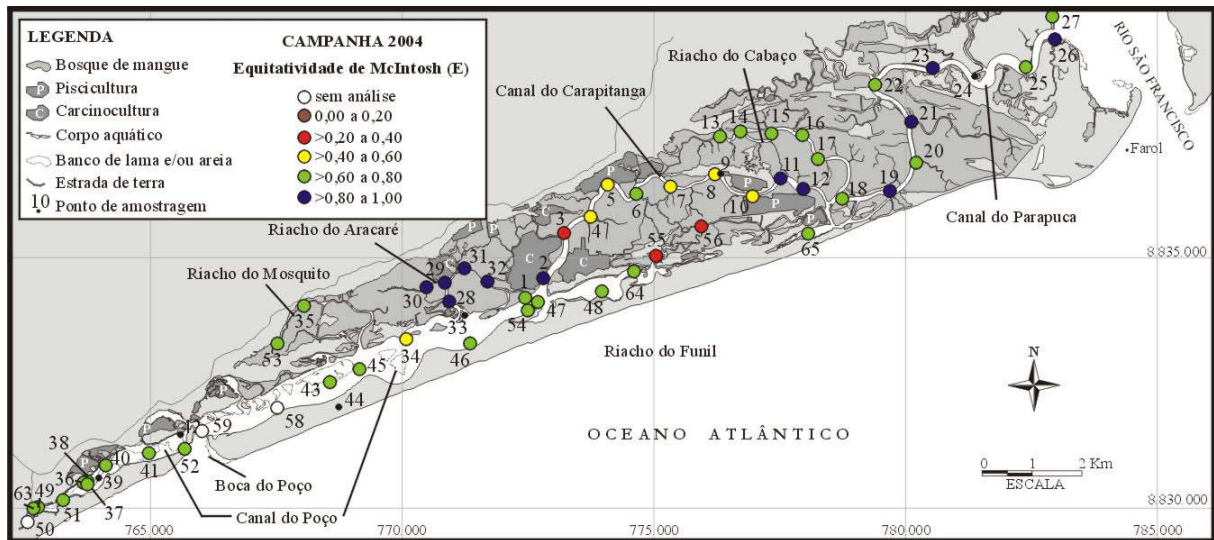


Figura 3.42. Distribuição dos valores de equitatividade de McIntosh (E) para a campanha de 2004.

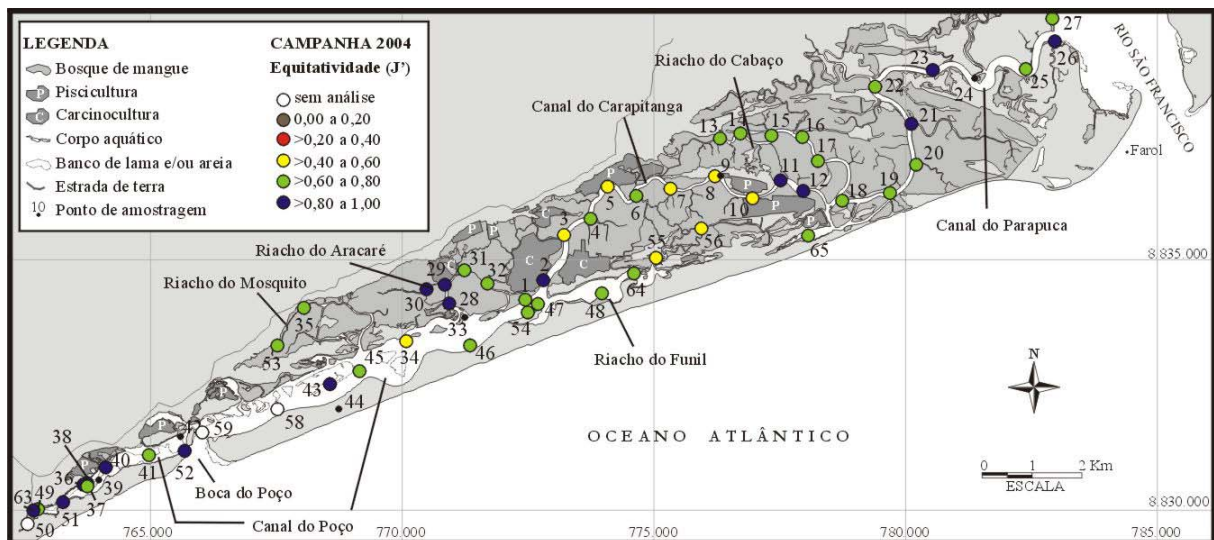


Figura 3.43. Distribuição dos valores de equitatividade de Shannon (J') para a campanha de 2004.

3.2.3. Ecofácies

Como a contagem de tecas para as amostras da campanha de 2004 foi menor que a da campanha de 1996 (100 *versus* 300 por amostra, respectivamente), foi avaliado se os dados de diversidade e equitatividade (D e E) estariam subestimados ou superestimados em relação à contagem de 300 indivíduos. As Figuras 3.44 e 3.45 ilustram o comportamento dos valores de D e E para várias amostras distintas, conforme foram sendo adicionadas novas tecas na contagem.

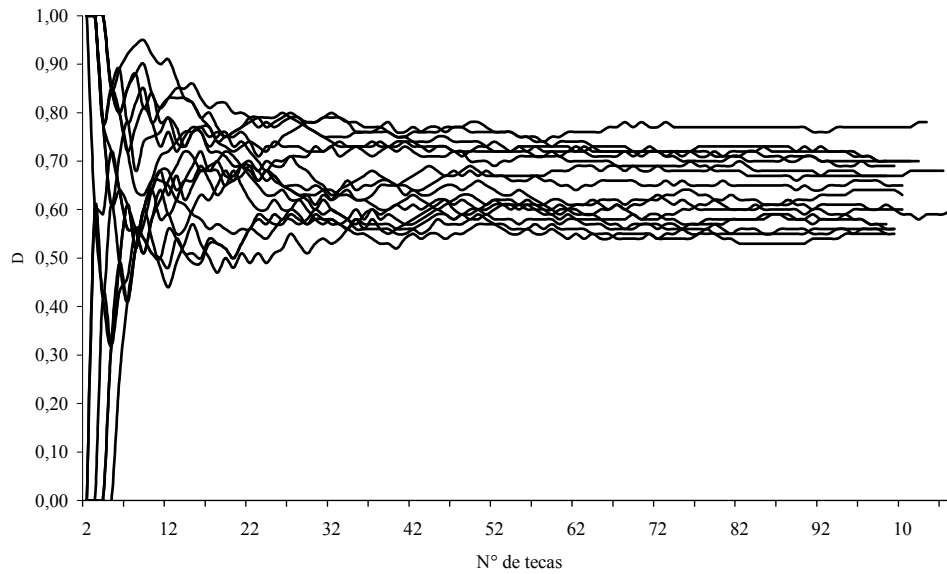


Figura 3.44. Comportamento dos valores de D conforme o avanço da contagem de tecas (curvas de rarefação).

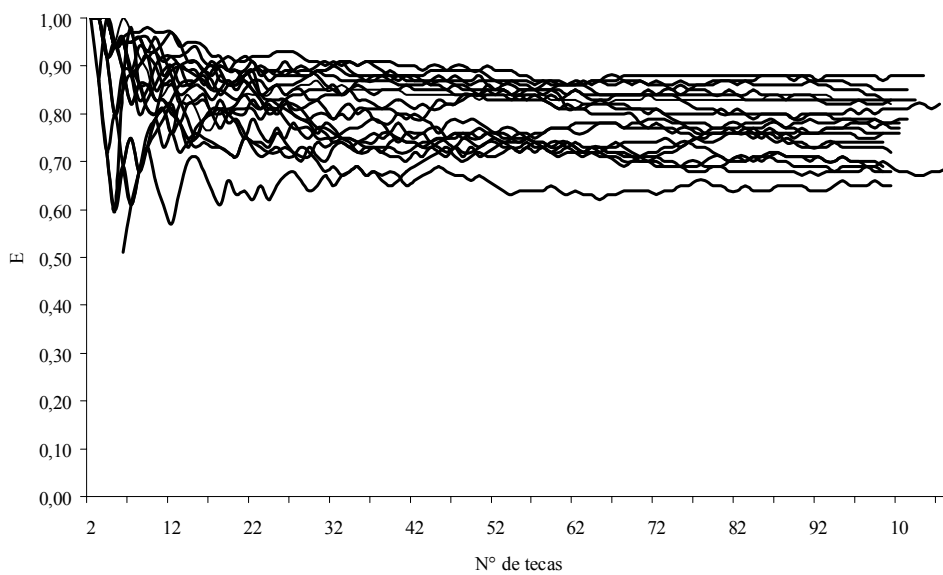


Figura 3.45. Comportamento dos valores de E conforme o avanço da contagem de tecas (curvas de rarefação).

Nota-se que na grande maioria dos casos os valores de D e E se estabilizaram a partir de 70 a 80 tecas contadas, sendo que a oscilação passa a ser centesimal. Assim, a adição de novas tecas a partir deste ponto não influenciou significativamente D e E, o que leva a concluir que os valores obtidos com a contagem de 100 tecas são confiáveis para análises estatísticas, tais como a Análise Hierárquica de Agrupamento (AHC). Assim, os grupos que se formariam com uma maior contagem de tecas provavelmente seriam os mesmos que aqueles formados com a contagem de 100 indivíduos.

As ecofácies foram discriminadas aplicando-se a mesma técnica utilizada para os dados da campanha de 1996: AHC em modo Q (Figura 3.46). As variáveis utilizadas foram as mesmas de 1996 (salinidade, teor de lama, D, E e Tec), mais o pH. As amostras 50, 58 e 59 não foram incluídas na análise por não apresentar tecas. A realocação *a posteriori* de algumas amostras foi feita a partir da similaridade das comunidades calculada com o índice de Bray-Curtis. Quatro ecofácies foram discriminadas com a AHC:

- CDM: *Centropyxis-Difflugia-Miliammina fusca*, congrega as amostras 8, 13, 14, 15, 16, 17², 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27 e 65;
- MA: *Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana*, congrega as amostras 3, 4, 5, 6, 7, 10, 55 e 56;
- AA: *Ammotium-Ammobaculites exiguus*, congrega as amostras 2, 11, 12, 28, 29, 30, 31*, 32, 35, 48, 53 e 64;
- QEA: *Quinqueloculina-Elphidium-Ammonia*, congrega as amostras 1, 34*, 36, 37, 38, 40, 41, 43, 45, 46, 47, 49, 51, 52, 54 e 63.

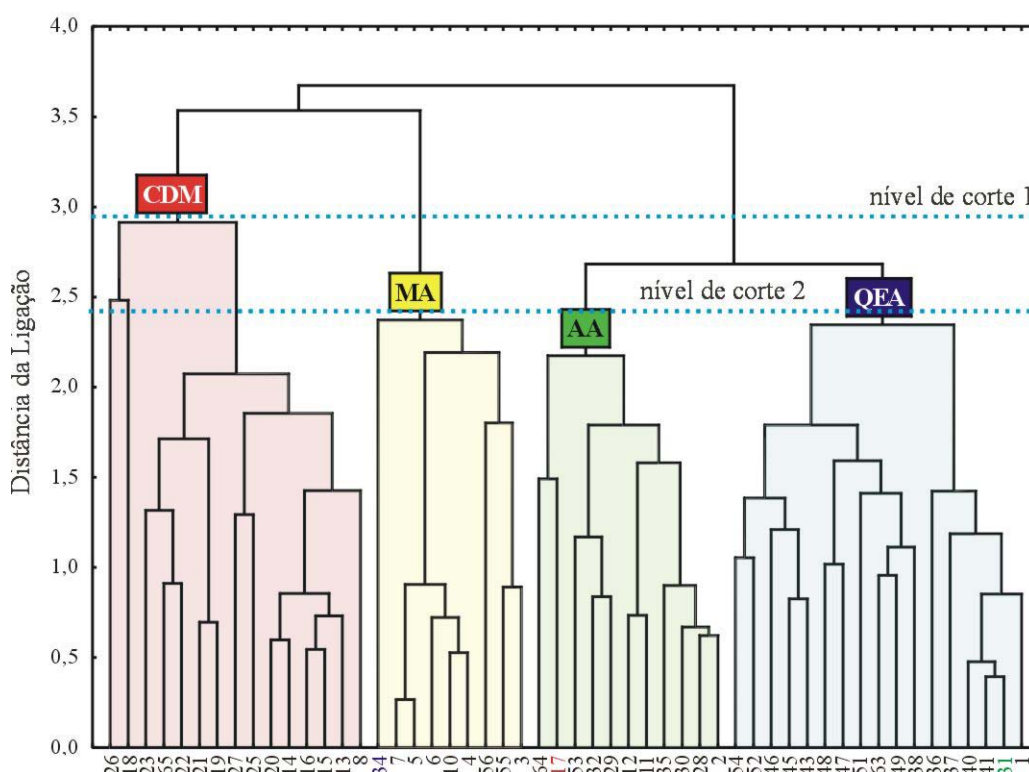


Figura 3.46. Dendrograma das ecofácies obtido com os dados da campanha de 2004. CDM: *Centropyxis-Difflugia-Miliammina fusca*; MA: *Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana*; AA: *Ammotium-Ammobaculites exiguus*; QEA: *Quinqueloculina-Elphidium-Ammonia*. As amostras destacadas foram realocadas para a ecofácies com a cor correspondente (nesta figura estão na posição original).

² amostra realocada *a posteriori*.

A amostra 17 foi agrupada com a amostra 64 devido aos valores bastante próximos de salinidade, pH, D e E, diferindo apenas no teor de lama e proporção de tecamebas. Porém, a estrutura da comunidade é bastante diferente entre essas amostras, pois a amostra 17 é dominada por *Miliammina fusca* e *Centropyxis ecornis*, enquanto que a amostra 64 é dominada por *Ammotium* spp., o que determinou a realocação da amostra 17 para a ecofácies CDM. Em relação à amostra 31, a salinidade registrada na faixa euhalina foi responsável por colocá-la na AHC junto à ecofácies QEA. Como a estrutura de sua comunidade é diversa da ecofácies QEA, essa amostra foi realocada para a ecofácies AA. Por fim, a baixa diversidade e equitatividade da amostra 34 interferiram para que ela fosse agrupada junto às amostras da ecofácies MA. Contudo, foi realocada para a ecofácies QEA, pois essa amostra é dominada por espécies calcárias, em especial *Quinqueloculina seminulum*, não tendo nenhuma outra proximidade com as amostras da ecofácies MA.

A salinidade é a variável que exerce o maior controle na distribuição das ecofácies, uma vez que a distribuição de ambas é coincidente, desde o Canal do Parapuça até o setor oeste do Canal do Poço (Tabela 3.36 e Figura 3.47).

Tabela 3.36. Resumo das variáveis para cada ecofácies na campanha de 2004. Média \pm desvio padrão, com valor máximo e mínimo entre parêntesis. CDM: *Centropyxis-Difflugia-Miliammina fusca*; MA: *Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana*; AA: *Ammotium-Ammobaculites exiguus*; QEA: *Quinqueloculina-Elphidium-Ammonia*; D: diversidade de McIntosh; E: equitatividade; H': diversidade de Shannon; J': equitatividade; Tec: proporção de tecamebas; S: riqueza de espécies; F: foraminíferos; T: tecamebas. H' e J' são apresentados para efeito de comparação com outros trabalhos. Os teores de MO são apresentados apenas para as ecofácies onde foi possível determinar seu valor.

Ecofácies	CDM	MA	AA	QEA
salinidade (‰)	1,81 \pm 0,91 (0,0 - 3,0)	3,63 \pm 1,77 (1,0 - 7,0)	15,92 \pm 8,65 (1,0 - 31,0)	27,8 \pm 6,2 (16,0 - 39)
teor de lama (%)	73,6 \pm 25,7 (8,9 - 98,6)	69,5 \pm 21,6 (29,0 - 92,7)	69,2 \pm 20,1 (42,3 - 93,3)	49,4 \pm 30,5 (0,7 - 91,9)
pH	7,2 \pm 0,4 (6,6 - 8,0)	7,0 \pm 0,2 (6,6 - 7,2)	7,2 \pm 0,4 (6,9 - 8,0)	7,8 \pm 0,3 (7,0 - 8,1)
MO	11,4 \pm 7,0 (2,2 - 28,2)	10,3 \pm 4,8 (3,7 - 15,3)	.	.
N	2695 \pm 1380 (857 - 5926)	1760 \pm 1053 (143 - 3142)	1830 \pm 759 (857 - 2927)	989 \pm 741 (179 - 3035)
P	541 \pm 279 (101 - 1213)	429 \pm 264 (89 - 869)	452 \pm 250 (63 - 846)	346 \pm 319 (14 - 1092)
K	2065 \pm 890 (678 - 4172)	1877 \pm 603 (973 - 2600)	2143 \pm 752 (1100 - 3176)	1672 \pm 1111 (129 - 3443)
Ca	2135 \pm 1068 (730 - 4898)	1346 \pm 858 (553 - 2695)	1771 \pm 711 (710 - 3131)	2348 \pm 2227 (135 - 7075)
Cu	15,9 \pm 5,4 (6,7 - 23,2)	14,2 \pm 5,8 (6,5 - 20,9)	14,0 \pm 4,3 (7,1 - 18,8)	8,8 \pm 5,4 (0,4 - 17,1)
Fe	2,4 \pm 0,9 (0,8 - 4,1)	2,4 \pm 0,9 (1,1 - 3,3)	2,4 \pm 0,8 (1,3 - 3,6)	1,6 \pm 1,1 (0,1 - 3,4)
Mg	3091 \pm 1271 (964 - 5219)	2753 \pm 1051 (1207 - 4510)	3167 \pm 1170 (1447 - 4691)	2578 \pm 1804 (357 - 5448)
Mn	1550 \pm 1071 (101 - 3342)	1448 \pm 1374 (89 - 4036)	1332 \pm 1175 (63 - 3736)	576 \pm 594 (14 - 1724)
Zn	63,6 \pm 126,6 (11,9 - 536,5)	29,8 \pm 10,7 (13,9 - 45,1)	33,0 \pm 10,9 (14,6 - 46,6)	22,3 \pm 15,4 (1,5 - 47,7)
S	0,47 \pm 0,51 (0,07 - 2,23)	0,43 \pm 0,30 (0,16 - 0,88)	0,60 \pm 0,37 (0,18 - 1,07)	0,12 \pm 0,14 (0,02 - 0,32)
C _{org}	3,79 \pm 2,55 (0,46 - 9,89)	3,01 \pm 1,52 (0,92 - 4,58)	2,15 \pm 0,99 (1,22 - 3,55)	0,84 \pm 0,95 (0,04 - 2,15)
C/S	9,84 \pm 4,37 (4,43 - 23,81)	3,50 \pm 0,29 (3,18 - 3,99)	6,67 \pm 4,41 (2,13 - 1,84)	6,24 \pm 4,00 (1,70 - 11,35)
D	0,61 \pm 0,08 (0,42 - 0,70)	0,37 \pm 0,08 (0,24 - 0,46)	0,68 \pm 0,06 (0,57 - 0,77)	0,66 \pm 0,11 (0,36 - 0,81)
E	0,74 \pm 0,07 (0,59 - 0,85)	0,49 \pm 0,11 (0,34 - 0,63)	0,82 \pm 0,05 (0,75 - 0,89)	0,79 \pm 0,11 (0,47 - 0,92)

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.36

Ecofácies	CDM	MA	AA	QEA
H'	2,03 ± 0,32 (1,25 - 2,39)	1,21 ± 0,20 (0,93 - 1,54)	2,22 ± 0,28 (1,71 - 2,65)	2,26 ± 0,42 (1,33 - 2,86)
J'	0,74 ± 0,07 (0,60 - 0,85)	0,54 ± 0,07 (0,45 - 0,63)	0,81 ± 0,05 (0,72 - 0,87)	0,79 ± 0,08 (0,55 - 0,90)
Tec	0,63 ± 0,16 (0,38 - 0,92)	0,00 ± 0,01 (0,00 - 0,03)	0,02 ± 0,04 (0,00 - 0,13)	0,01 ± 0,02 (0,00 - 0,06)
F	15	25	37	69
S T	37	6	3	5
Total	52	31	40	74

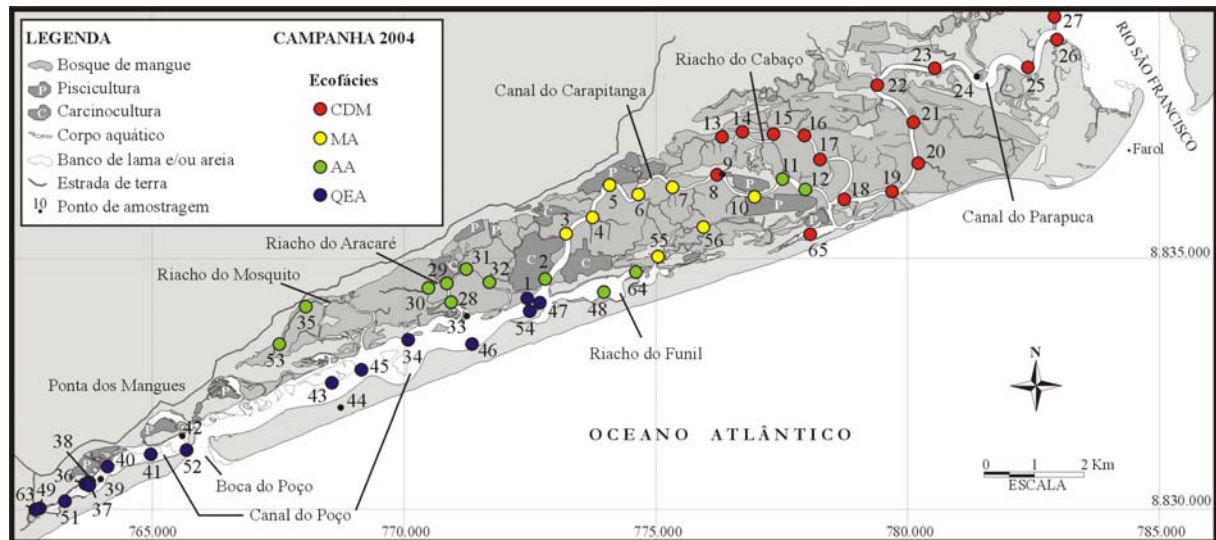


Figura 3.47. Distribuição das ecofácies da campanha de 2004. CDM: *Centropyxis-Difflugia-Miliammina fusca*; MA: *Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana*; AA: *Ammotium-Ammobaculites exiguus*; QEA: *Quinqueloculina-Elphidium-Ammonia*.

A salinidade e a proporção de tecamebas se mostraram mais uma vez opostas e com tendências bem definidas. No Canal do Carapitanga, Parapuça e Riacho do Cabaço, onde não é possível reconhecer compartimentos diferentes a partir da salinidade, a proporção de tecamebas foi a variável determinante para divisão das ecofácies CDM e MA na análise de agrupamento. Além da proporção de tecamebas, também N, P, Cu, Mn, Zn e C_{org} apresentaram tendência de queda da ecofácies CDM para QEA. Na região de maior influência marinha, compreendendo a lagoa e os canais adjacentes, a salinidade desempenhou papel mais determinante no reconhecimento das ecofácies AA e QEA.

Obviamente, a diferença na estrutura das comunidades distribuídas na área de estudo também é clara; contudo, incorporá-la numa AHC seria uma questão complicada, uma vez que não é possível reduzi-la a um valor. Ademais, as ecofácies reconhecidas a partir das variáveis utilizadas encaixaram-se muito bem às diferentes estruturas de comunidades. Isto mostra que a aplicação de um grande número de variáveis não é necessário para reconhecer

diferentes agrupamentos; o mais adequado é utilizar variáveis que tenham papel importante na estruturação e distribuição das comunidades, como a salinidade, pH e granulometria, no caso das variáveis abióticas. Além dessas, temperatura, oxigênio dissolvido e teor de matéria orgânica podem também contribuir na divisão dos ambientes. A diversidade e a equitatividade, que são propriedades emergentes da comunidade, servem como parâmetros que refletem de uma certa forma a organização da biota.

A Tabela 3.37 lista as espécies presentes em cada ecofácies.

Tabela 3.37. Lista das espécies presentes em cada ecofácies na campanha de 2004.

Espécies	CDM	MA	AA	QEA	Espécies	CDM	MA	AA	QEA
<i>Acostata mariae</i>	.	●	●	.	<i>Quinqueloculina milletti</i>	.	.	.	●
<i>Acupeina triperforata</i>	.	.	●	.	<i>Quinqueloculina poeyana</i>	.	.	.	●
<i>Ammoastuta inepta</i>	.	●	●	●	<i>Quinqueloculina seminulum</i>	.	.	.	●
<i>Ammoastuta salsa</i>	.	.	●	.	<i>Quinqueloculina venusta</i>	.	.	.	●
<i>Ammobaculites exiguus</i>	●	●	●	●	<i>Reophax cf. arctica</i>	.	.	●	●
<i>Ammobaculites foliaceus</i>	.	.	.	●	<i>Reophax scottii</i>	.	.	.	●
<i>Ammodiscus</i> sp.	.	●	●	●	<i>Reophax</i> sp. 2	.	.	●	.
<i>Ammonia parksoniana</i>	.	.	●	●	<i>Siphotrochammina lobata</i>	.	●	●	●
<i>Ammonia tepida</i>	.	.	●	●	<i>Textularia earlandi</i>	●	●	●	●
<i>Ammoscalaria</i> sp.	.	●	.	.	<i>Tiphotrocha comprimata</i>	.	●	●	●
<i>Ammotium angulatum</i>	.	●	●	●	<i>Triloculina laevigata</i>	.	.	.	●
<i>Ammotium cassis</i>	●	●	●	●	<i>Triloculina oblonga</i>	.	.	.	●
<i>Ammotium directum</i>	●	●	●	●	<i>Triloculina</i> sp. 1	.	.	.	●
<i>Ammotium morenoi</i>	●	●	●	●	<i>Trochammina inflata</i>	●	●	●	●
<i>Ammotium pseudocassis</i>	.	●	●	●	<i>Trochammina macrescens</i>	●	●	●	●
<i>Ammotium salsum</i>	●	●	●	●	<i>Trochammina irregularis</i>	.	●	.	.
<i>Arenoparrella mexicana</i>	●	●	●	●	<i>Trochammina salsa</i>	●	●	.	●
<i>Bigenerina</i> sp.	.	.	.	●	<i>Uvigerina</i> sp.	.	.	.	●
<i>Blysmasphaera brasiliensis</i>	●	●	●	●	<i>Warrenita palustris</i>	.	●	●	.
<i>Bolivina doniezi</i>	.	.	●	●	TECAMEBAS				
<i>Bolivina ordinaria</i>	.	.	.	●	<i>Arcella</i> sp.	●	.	.	.
<i>Bolivina pulchella</i>	.	.	.	●	<i>Bullinularia cf. indica</i>	●	.	.	.
<i>Bolivina translucens</i>	.	.	.	●	<i>Centropyxis aculeata</i>	●	●	.	●
<i>Brizalina striatula</i>	.	.	.	●	<i>Centropyxis cassis</i>	●	.	.	.
<i>Bulimina marginata</i>	.	.	.	●	<i>Centropyxis constricta</i>	●	.	.	.
<i>Buliminella elegantissima</i>	.	.	.	●	<i>Centropyxis discoides</i>	●	●	.	.
<i>Cassidulina</i> sp.	.	.	.	●	<i>Centropyxis ecornis</i>	●	●	●	.
<i>Discorbis</i> sp. 1	.	.	.	●	<i>Centropyxis platystoma</i>	●	.	.	.
<i>Discorbis</i> sp. 2	.	.	.	●	<i>Centropyxis</i> sp. 1	●	.	.	.
<i>Elphidium excavatum</i>	.	.	●	●	<i>Centropyxis spinosa</i>	●	.	.	.
<i>Elphidium galvestonense</i>	.	.	.	●	<i>Cyclopyxis arcuata</i>	●	.	.	.
<i>Elphidium gunteri</i>	.	.	●	●	<i>Cyclopyxis eurystoma</i>	●	.	.	.
<i>Elphidium incertum</i>	.	.	.	●	<i>Cyclopyxis kahli</i>	●	●	.	●
<i>Elphidium</i> sp.	.	.	.	●	<i>Cyclopyxis</i> sp. 1	●	.	.	●
<i>Hanzawaia</i> sp.	.	.	.	●	<i>Diffugia acuminata</i>	●	.	.	.
<i>Fursenkoina</i> sp.	.	.	.	●	<i>Diffugia bacilliarum</i>	●	.	●	●
<i>Globigerina</i> sp.	.	.	●	●	<i>Diffugia bidens</i>	●	.	.	.

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.37

Espécies	CDM	MA	AA	QEA	Espécies	CDM	MA	AA	QEA
<i>Globigerina</i> sp. 1	.	.	.	●	<i>Diffugia curvicaulis</i>	●	.	.	.
<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	.	.	●	●	<i>Diffugia globulosa</i>	●	●	.	.
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	●	●	●	.	<i>Diffugia gramen</i>	●	.	.	.
<i>Haynesina germanica</i>	.	.	●	●	<i>Diffugia lanceolata</i>	●	.	.	.
<i>Hopkinsina pacifica</i>	.	.	.	●	<i>Diffugia oblonga</i>	●	.	.	●
<i>Jadammina polystoma</i>	●	●	.	●	<i>Diffugia oviformis</i>	●	.	.	.
<i>Miliammina fusca</i>	●	●	●	●	<i>Diffugia penardi</i>	●	.	.	.
<i>Nonion depressulus</i>	.	.	●	●	<i>Diffugia protaeiformis</i>	●	●	.	.
<i>Nonionella atlantica</i>	.	.	●	●	<i>Diffugia</i> sp.	●	.	.	.
<i>Nonionella chiliensis</i>	.	.	.	●	<i>Diffugia urceolata</i>	●	.	.	.
<i>Nonionella opima</i>	.	.	●	●	<i>Diffugia viscidula</i>	●	.	.	.
<i>Nonionella pulchella</i>	.	.	.	●	<i>Heleophera</i> sp.	●	.	.	.
<i>Nonionella</i> cf. <i>turgida</i>	.	.	.	●	<i>Lagenodiffugia vas</i>	●	.	.	.
<i>Oolina globosa</i>	.	.	.	●	<i>Heleophera</i> sp.	●	.	.	.
<i>Polysaccammina hyperhalina</i>	●	●	●	●	<i>Lesquereusia</i> sp.	●	.	.	.
<i>Poroepionides</i> sp. 1	.	.	.	●	<i>Plagiopyxis</i> sp.	●	.	.	.
<i>Quinqueloculina agglutinata</i>	.	.	●	●	<i>Pontigulasia compressa</i>	●	.	.	.
<i>Quinqueloculina bosciana</i>	.	.	.	●	Tecameba 1	●	.	.	.
<i>Quinqueloculina intricata</i>	.	.	.	●	<i>Trygonopyxis arcula</i>	●	.	●	.
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	.	.	.	●	<i>Trygonopyxis</i> sp.	●	.	.	.
<i>Quinqueloculina lata</i>	.	.	.	●	Não identificado (tecameba)	●	.	.	.

A ecofácies CDM localiza-se no Canal do Parapuça, Riacho do Cabaço e Canal do Carapitanga (amostra 8), amplamente dominada por tecamebas, especialmente *Centropyxis ecornis*, *Centropyxis aculeata*, além de *Diffugia* spp. e *Miliammina fusca*, única espécie de foraminífero com abundância notória (Tabela 3.38). Os ambientes ocupados por essa ecofácies são oligohalinos, com salinidade máxima registrada de 3. A alta riqueza de espécies de tecamebas, aliada a uma distribuição homogênea das abundâncias, determina altos níveis de diversidade e equitatividade. Além disso, as tecamebas são responsáveis pela maior diversidade na ecofácies CDM, sendo que se apenas os foraminíferos fossem considerados, a diversidade e equitatividade cairiam mais de 4 vezes. A flora presente é composta por espécies dulçaquícolas, como *Eichhornea azurea*, *Salvinia* sp., *Nymphaea* sp., *Montrichardia arborescens*, e os bosques são dominados essencialmente por *Laguncularia racemosa* e *Avicennia germinans*, associadas a *Rhizophora mangle*. Excetuando-se as dominantes, as espécies com alta constância (presentes em mais de 50% das amostras) são: *Arenoparrella mexicana*, *Haplophragmoides wilberti*, *Centropyxis platystoma*, *Bullinularia* cf. *indica*, *Diffugia globulosa*, *Cyclopyxis* sp. 1, *Cyclopyxis kahli*, *Diffugia protaeiformis*, *Diffugia viscidula* e *Diffugia bacilliarum*.

Tabela 3.38. Dados bióticos e abióticos para a Ecofácies *Centropyxis-Difflugia-Miliammina fusca*. São apresentados o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E).

	8	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	65
<i>Ammobaculites exiguus</i>	3	1	.	.	.	2
<i>Ammotium cassis</i>	.	.	.	1	.	1	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Ammotium directum</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammotium morenoi</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Ammotium salsum</i>	1	.	.	.	.	2
<i>Arenoparrella mexicana</i>	.	4	16	1	4	13	8	3	2	.	1	4	.	.	.	.
<i>Blymasphaera brasiliensis</i>	.	.	1	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	.	1	.	.	.	3	1	1	5	5	3	9	12	2	.	.
<i>Jadammina polystoma</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Miliammina fusca</i>	55	27	38	26	39	39	39	13	46	7	21	27	14	6	21	4
<i>Polysaccamina hyperhalina</i>	2	5	.	2	.	3	1	.	.	1	.	.	.	.	.	36
<i>Textularia earlandi</i>	1	.	.	.	.	1	.	.	1
<i>Trochammina inflata</i>	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trochammina macrescens</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trochammina salsa</i>	4	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.
TECAMEBAS																
<i>Arcella</i> sp.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bullinularia</i> cf. <i>indica</i>	.	2	1	2	1	.	4	1	3	13	1	4	2	13	.	2
<i>Centropyxis aculeata</i>	5	5	6	8	22	4	11	19	1	4	12	2	2	3	11	3
<i>Centropyxis cassis</i>	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centropyxis constricta</i>	1	.	2	3	.	.	2	.
<i>Centropyxis discoides</i>	.	1	2	1	.	.	5	4	3	.	.	.	.	.	1	.
<i>Centropyxis ecornis</i>	30	39	29	40	23	19	8	22	12	28	30	20	46	8	31	7
<i>Centropyxis platystoma</i>	1	5	1	3	4	7	7	9	7	3	.	8	3	4	13	3
<i>Centropyxis</i> sp. 1 - 23/04	1	.	.	.	.
<i>Centropyxis spinosa</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Cyclopyxis arcula</i>	2	.	.	.	.	.	.
<i>Cyclopyxis eurytoma</i>	2	1	2	.	4	2	.
<i>Cyclopyxis kahli</i>	1	.	.	2	.	.	.	.	6	9	3	7	2	22	10	1
<i>Cyclopyxis</i> sp. 1	.	1	.	1	.	.	1	2	1	4	3	4	3	5	.	1
<i>Difflugia acuminata</i>	1	.	1	.	2	.	.	.
<i>Difflugia bacilliarum</i>	.	.	.	1	.	.	.	1	3	.	3	1	2	3	1	.
<i>Difflugia bidens</i>	1	.	2	.	.	.	.	.
<i>Difflugia curvicaulis</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Difflugia globulosa</i>	.	.	1	1	.	.	2	2	3	16	3	6	4	24	1	2
<i>Difflugia gramen</i>	1	.	.	1	2	.	.	.	.	.
<i>Difflugia lanceolata</i>	1	.
<i>Difflugia oblonga</i>	2	.	.	.	.	.	.	4	2	.	1	.	.	.	.	4
<i>Difflugia oviformis</i>	1	.	.	.	.	.	.
<i>Difflugia penardi</i>	2	.	1	.	.	.
<i>Difflugia protaeiformis</i>	6	3	2	10	5	3	7	17	6	.	1	.	.	.	.	.
<i>Difflugia</i> sp.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	2	.	.
<i>Difflugia urceolata</i>	1	.	.	7
<i>Difflugia viscidula</i>	1	.	2	1	2	1	1	1	.	1	10
<i>Heleophera</i> sp.	1
<i>Lagenodifflugia vas</i>	11
<i>Lesquereusia</i> sp.	1	.	.	.	1	.	2	.
<i>Plagiopyxis</i> sp.	1	.	1	.	.	2	3	.
<i>Pontigulasia compressa</i>	.	4	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	3

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.38

	8	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	65
Tecameba nova?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	2	4	.	.
<i>Trygonopyxis arcula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.
<i>Trygonopyxis</i> sp.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Não identificado (tecameba)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N	102	100	100	100	101	102	102	104	108	100	100	101	101	103	102	101
S	8	15	13	15	10	12	15	18	22	16	24	17	19	15	16	19
Tec	0,44	0,61	0,44	0,70	0,57	0,38	0,50	0,81	0,49	0,87	0,70	0,58	0,72	0,92	0,79	0,54
H'	1,25	1,89	1,67	1,84	1,62	1,93	2,13	2,30	2,23	2,28	2,39	2,31	2,01	2,30	2,07	2,32
J'	0,6	0,70	0,65	0,68	0,71	0,78	0,79	0,80	0,72	0,82	0,75	0,82	0,68	0,85	0,75	0,79
D	0,42	0,57	0,55	0,56	0,55	0,60	0,63	0,70	0,60	0,69	0,67	0,69	0,56	0,70	0,65	0,66
E	0,59	0,69	0,68	0,68	0,72	0,76	0,77	0,83	0,69	0,83	0,76	0,83	0,65	0,85	0,78	0,77
salinidade	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	3,0
teor de lama	78,5	81,2	96,3	98,6	95,2	72,6	8,9	93,1	92,0	95,0	68,0	47,0	82,2	31,1	79,1	59,7
pH	7,3	7,1	7,1	7,2	7,3	7,6	6,9	6,9	6,9	6,6	6,9	7,2	7,6	7,7	8,0	6,6

A ecofácies MA é dominada por *Miliammina fusca* e *Arenoparrella mexicana*, com presença significativa de *Haplophragmoides wilberti*, *Polysaccammia hyperhalina* e *Ammotium* spp. (Tabela 3.39). Ocupa zonas oligohalinas restritas ao Canal do Carapitanga, com influência marinha levemente maior que a ecofácies CDM. Todas as espécies de foraminíferos são aglutinantes e as tecamebas estão virtualmente ausentes, dadas às condições mais restritivas de salinidade. A diversidade e a equitatividade apresentam os menores valores de todo o setor estudado, levando-se em conta o conjunto de foraminíferos mais tecamebas. Embora a riqueza de espécies de foraminíferos seja mais alta que na ecofácies CDM, a alta dominância de *Miliammina fusca* influencia na queda da diversidade. Considerando apenas a microfauna de foraminíferos, há um aumento da diversidade de CDM para MA; contudo, ao se analisar a microfauna adicionada das tecamebas, esta tendência é invertida.

As espécies mais constantes na ecofácies MA são *Haplophragmoides wilberti*, *Polysaccammia hyperhalina*, *Ammobaculites exiguus*, *Ammotium angulatum*, *Ammotium directum*, *Textularia earlandi*, *Trochammina macrescens* e *Ammotium morenoi*.

Tabela 3.39. Dados bióticos e abióticos para a Ecofácies *Miliammina fusca-Arenoparrella mexicana*. São apresentados o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E).

	3	4	5	6	7	10	11	12	55	56
FORAMINÍFEROS										
<i>Acostata mariae</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>Ammoastuta inepta</i>	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Ammobaculites exiguus</i>	3	5	.	.	.	4	5	24	4	3

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.39

	3	4	5	6	7	10	11	12	55	56
<i>Ammodiscus</i> sp.	3	.	3	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammoscalaria</i> sp.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Ammotium angulatum</i>	3	8	.	.	.	1	6	10	1	2
<i>Ammotium cassis</i>	1	.	.	.	.	2	4	3	.	.
<i>Ammotium directum</i>	1	5	.	.	1	1	8	.	2	4
<i>Ammotium morenoi</i>	.	2	.	.	.	1	15	17	1	.
<i>Ammotium pseudocassis</i>	2	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Ammotium salsum</i>	5	.	.	.	.	2	19	13	.	.
<i>Arenoparrella mexicana</i>	1	17	29	23	39	14	1	4	6	3
<i>Blymasphaera brasiliensis</i>	.	.	.	.	2	.	1	2	.	.
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	1	2	3	22	5	1	2	3	2	3
<i>Jadammina polystoma</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Miliammina fusca</i>	73	59	59	57	53	56	8	6	78	88
<i>Polysaccammina hyperhalina</i>	4	2	.	1	.	17	8	5	10	10
<i>Siphotrochammina lobata</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Textularia earlandi</i>	1	.	.	.	.	1	4	5	1	1
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trochammina inflata</i>	.	.	2	2	.	.	4	1	.	.
<i>Trochammina macrescens</i>	.	1	2	1	.	1	4	2	.	.
<i>Trochammina irregularis</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Trochammina salsa</i>	.	.	.	2	1	.	.	1	.	.
<i>Warrenita palustris</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
TECAMEBAS										
<i>Centropyxis aculeata</i>	.	.	.	.	.	.	4	1	.	.
<i>Centropyxis discoides</i>	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Centropyxis ecornis</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cyclopyxis kahli</i>	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.
<i>Diffflugia globulosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Diffflugia protaeiformis</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
N	101	102	101	108	102	103	100	101	106	114
S	14	10	8	7	7	14	21	16	10	8
Tec	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,05	0,01	0,00
H'	1,25	1,43	1,16	1,23	1,07	1,54	2,55	2,36	1,06	0,93
J	0,48	0,62	0,56	0,63	0,55	0,58	0,84	0,85	0,46	0,45
D	0,30	0,43	0,39	0,44	0,39	0,46	0,74	0,72	0,28	0,24
E	0,37	0,57	0,54	0,63	0,57	0,56	0,85	0,86	0,37	0,34
salinidade	7	4	2	4	3	1	1	2	4	4
teor de lama	48,84	65,15	87,72	71,65	92,73	75	71,99	89,23	29,03	85,95
pH	6,6	7,1	7,1	6,9	7,1	7,2	6,9	6,9	6,8	6,8

A ecofácies AA é dominada por *Ammotium* spp. e *Ammobaculites exiguus*, com presença significativa de *Ammodiscus* sp. (Tabela 3.40). Ocupa o Riacho do Aracaré, Riacho do Mosquito, Riacho do Funil e a desembocadura do Canal do Carapitanga, representando a transição entre os ambientes oligohalinos e o canal lagunar. As amostras 11 e 12, na conexão do Carapitanga com o Parapuça também fazem parte desta ecofácies. Como os ambientes meso-polihalinos apresentam melhores condições de desenvolvimento a um número maior de espécies de foraminíferos, a diversidade e equitatividade aumentam significativamente em

relação à ecofácies MA. Poucas tecamebas estão presentes, provavelmente alóctones. Os maiores tanques de carcinocultura estão associados a essa ecofácies e, aparentemente, não interferem na estrutura da comunidade, nem na diversidade e equitatividade de foraminíferos. Apesar de espécies calcárias estarem presentes, apenas as aglutinantes apresentam maior constância: *Ammobaculites exiguus*, *Ammotium directum*, *Ammotium morenoi*, *Haplophragmoides wilberti*, *Miliammina fusca*, *Textularia earlandi*, *Ammodiscus* sp., *Ammotium cassis*, *Trochammina macrescens*, *Ammotium angulatum*, *Trochammina inflata*, *Ammotium pseudocassis*, *Ammotium salsum*, *Arenoparrella mexicana* e *Warrenita palustris*.

Tabela 3.40. Dados bióticos e abióticos para a Ecofácies *Ammotium-Ammobaculites exiguus*. São apresentados o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E).

	2	28	29	30	31	32	35	53	48
FORAMINÍFEROS									
<i>Acostata mariae</i>	.	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Acupeina triperforata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Ammoastuta inepta</i>	.	.	.	4	.	.	.	.	.
<i>Ammoastuta salsa</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Ammobaculites exiguus</i>	22	18	8	15	19	24	9	1	26
<i>Ammodiscus</i> sp.	4	6	6	4	3	2	12	.	.
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	.	3	.	.	.	.	.	35	.
<i>Ammonia tepida</i>	.	6	1	.	.	.	.	19	.
<i>Ammotium angulatum</i>	4	.	16	14	11	16	.	.	18
<i>Ammotium cassis</i>	.	2	1	4	5	7	5	.	4
<i>Ammotium directum</i>	.	14	18	33	23	22	35	2	5
<i>Ammotium morenoi</i>	2	3	10	3	15	4	4	.	4
<i>Ammotium pseudocassis</i>	.	.	3	5	2	1	6	.	.
<i>Ammotium salsum</i>	6	7	4	.	1	.	1	.	.
<i>Arenoparrella mexicana</i>	7	.	6	8	3	3	.	.	.
<i>Blysmasphaera brasiliensis</i>	1	.	1	.	.	.	2	.	.
<i>Bolivina doniezi</i>	.	.	.	.	.	.	.	5	.
<i>Elphidium excavatum</i>	.	.	1	.	.	.	.	9	.
<i>Elphidium gunteri</i>	.	22	.	.	.	.	.	23	3
<i>Globigerina</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	4	1	1	1	1	1	1	.	1
<i>Haynesina germanica</i>	.	.	.	.	.	.	.	4	.
<i>Miliammina fusca</i>	28	14	11	6	4	5	12	.	5
<i>Nonion depressulus</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Nonionella atlantica</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Nonionella opima</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Polysaccamina hyperhalina</i>	3	.	2	.	1	2	.	.	27
<i>Quinqueloculina agglutinata</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Reophax</i> cf. <i>arctica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Reophax</i> sp. 2	.	.	.	.	2	.	.	.	.
<i>Siphotrochammina lobata</i>	.	.	2	.	1	.	1	.	.
<i>Textularia earlandi</i>	3	.	4	3	1	1	12	1	2
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	.	.	.	1	1	1	.	.	.

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.40

	2	28	29	30	31	32	35	53	48
<i>Trochammina inflata</i>	.	2	3	3	2	4	1	.	.
<i>Trochammina macrescens</i>	3	1	4	2	5	5	.	.	1
<i>Warrenita palustris</i>	.	.	1	1	1	1	.	.	.
TECAMEBAS									
<i>Centropyxis ecornis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Diffugia bacilliarum</i>	12	.	1	.	.	.	1	.	.
<i>Trygonopyxis arcula</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.
N	100	100	105	107	101	100	103	103	100
S	14	14	22	16	19	17	15	13	15
Tec	0,13	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
H'	2,17	2,22	2,65	2,28	2,36	2,25	2,12	1,85	2,03
J'	0,82	0,84	0,86	0,82	0,80	0,79	0,78	0,72	0,75
D	0,67	0,70	0,77	0,68	0,71	0,69	0,65	0,60	0,64
E	0,82	0,86	0,88	0,82	0,83	0,81	0,79	0,75	0,77
salinidade	15	17	19	17	31	21	21	19	7
teor de lama	86,05	89,66	48,77	73,81	87,83	46,07	93,29	47,41	53,64
pH	7,2	7,1	7,1	7,1	7,8	7,3	6,9	7	7,6

A ecofácies QEA, localizada no canal lagunar, é dominada por *Quinqueloculina* spp. no setor sudoeste da laguna, e por *Elphidium* spp. e *Ammonia* spp. no setor nordeste, associadas a outras espécies calcárias e algumas aglutinantes (Tabela 3.41). A salinidade, já discutida anteriormente para o Canal do Poço, varia de meso-polihalina a euhalina. As tecamebas, em ocorrência esparsa e irrisória, provavelmente são alóctones. A diversidade e a equitatividade apresentam os valores mais elevados, típicos para esses tipos de ambientes, sendo que a riqueza de espécies de foraminíferos é no mínimo o dobro da encontrada nas outras ecofácies. As espécies com maior constância são *Ammonia tepida*, *Elphidium excavatum*, *Elphidium gunteri*, *Ammonia parkinsoniana*, *Quinqueloculina seminulum*, *Quinqueloculina milletti*, *Ammobaculites exiguus*, *Nonion depressulus*, *Bolivina doniezi*, *Haynesina germanica*, *Quinqueloculina lata*, *Quinqueloculina venusta* e *Textularia earlandi*.

Tabela 3.41. Dados bióticos e abióticos para a Ecofácies *Quinqueloculina-Elphidium-Ammonia*. São apresentados o número total de tecas triadas na amostra (N), a riqueza de espécies (S), proporção de tecamebas (Tec), diversidade de Shannon (H'), equitatividade (J'), diversidade de McIntosh (D), equitatividade baseada no índice de McIntosh (E).

	1	34	36	37	38	40	41	43	45	46	47	49	51	52	54	63
FORAMINÍFEROS																
<i>Ammoastuta inepta</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammobaculites exiguus</i>	6	.	5	.	.	.	0	.	.	3	2	8	14	.	1	27
<i>Ammobaculites foliaceus</i>	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammodiscus</i> sp.	2	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	.	5	3	.	12	.	7	12	6	18	14	.	1	8	8	5
<i>Ammonia tepida</i>	.	5	9	15	7	7	22	6	18	17	7	5	5	25	7	8
<i>Ammotium angulatum</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	9	4	34	.	.	14	4
<i>Ammotium cassis</i>	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Ammotium directum</i>	8	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	1	.	1	.
<i>Ammotium morenoi</i>	2	.	.	.	.	.	.	2	5	.	12	.	.	.	13	.
<i>Ammotium pseudocassis</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammotium salsum</i>	5	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	4	.	.	.

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.41

	1	34	36	37	38	40	41	43	45	46	47	49	51	52	54	63
<i>Arenoparrella mexicana</i>	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.
<i>Bigenerina</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Blysmasphaera brasiliensis</i>	2	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bolivina doniezi</i>	.	1	1	6	.	1	1	.	1	2	.	.	2	.	.	.
<i>Bolivina ordinaria</i>	.	.	2	.	1	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Bolivina pulchella</i>	.	.	.	.	.	.	2	2	2	.	.	.	3	.	1	.
<i>Bolivina translucens</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Brizalina striatula</i>	.	.	13	8	2	2	8	.	.	.	.	.	7	.	.	.
<i>Bulimina marginata</i>	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Buliminella elegantissima</i>	.	.	7	.	.	6	.	.	1	.	.	.	7	.	2	.
<i>Cassidulina</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Discorbis</i> sp. 1	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.
<i>Discorbis</i> sp. 2	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Elphidium excavatum</i>	.	8	4	15	27	10	8	23	29	7	7	.	8	15	7	8
<i>Elphidium galvestonense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Elphidium gunteri</i>	.	8	.	5	3	1	0	2	4	41	49	.	1	3	32	4
<i>Elphidium incertum</i>	.	.	.	.	0	.	.	.	1	.	.	.	.	6	.	.
<i>Elphidium</i> sp.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	3	.
<i>Hanzawaia</i> sp.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fursenkoina</i> sp.	.	.	4	2	.	7	4	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Globigerina</i> sp.	.	.	2	.	.	.	1	.	1	.	2	.	.	1	1	.
<i>Globigerina</i> sp. 1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Haynesina germanica</i>	.	.	5	.	4	1	0	4	1	.	.	.	.	8	.	10
<i>Hopkinsina pacifica</i>	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	.	.	.
<i>Jadammina polystoma</i>	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Miliammina fusca</i>	33	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Nonion depressulum</i>	.	2	6	1	6	.	0	.	2	.	.	.	.	19	2	18
<i>Nonionella atlantica</i>	.	.	3	10	.	8	5	.	.	.	.	.	7	.	.	.
<i>Nonionella chilensis</i>	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nonionella opima</i>	.	.	.	1	0	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nonionella pulchella</i>	.	.	.	.	.	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nonionella turgida</i>	.	.	4	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Oolina globosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polysaccommina hyperhalina</i>	3	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	8	.	.	.	3
<i>Poroepionides</i> sp. 1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quinqueloculina agglutinata</i>	.	.	.	.	.	1	.	2	1	.	.	2	.	.	3	.
<i>Quinqueloculina bosciana</i>	.	.	1	.	.	1	.	2	2	.	.	.	.	1	.	.
<i>Quinqueloculina intricata</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	.	.	.	.	.	.	8	1	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>Quinqueloculina lata</i>	.	2	.	.	1	2	.	4	5	.	.	5	.	2	3	.
<i>Quinqueloculina milletti</i>	.	.	24	28	4	20	3	4	.	.	1	.	5	2	.	3
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	.	.	3	1	.	6	16	2	.	.	.	4	2	.	.	.
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	.	68	2	.	25	15	.	15	5	.	.	23	13	13	1	9
<i>Quinqueloculina venusta</i>	.	1	2	1	0	3	.	1	1	.	.	.	.	.	1	.
<i>Reophax</i> cf. <i>arctica</i>	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>Reophax scottii</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>Siphotrochammina lobata</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Textularia earlandi</i>	1	2	9	.	1	1	0	.	.	.	.	5	7	.	.	.
<i>Tiphotrocha comprinata</i>	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Triloculina laevigata</i>	.	.	.	.	.	3	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Triloculina oblonga</i>	.	.	.	4	1	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>Triloculina</i> sp. 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Trochammina inflata</i>	5	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trochammina macrescens</i>	4	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Trochamminita salsa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Uvigerina</i> sp.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
TECAMEBAS	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centropyxis aculeata</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cyclopyxis kahli</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Cyclopyxis</i> sp.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Diffflugia bacilliararum</i>	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1
<i>Diffflugia oblonga</i>	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N	102	103	120	100	282	102	257	100	94	100	101	100	103	106	101	101
S	19	11	25	15	22	23	27	25	23	9	12	13	23	15	18	13
Tec	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
H'	2,35	1,33	2,86	2,19	2,19	2,65	2,59	2,64	2,42	1,69	1,71	2,01	2,86	2,21	2,26	2,21
J	0,80	0,55	0,89	0,81	0,75	0,84	0,79	0,82	0,77	0,77	0,69	0,78	0,90	0,81	0,78	0,86
D	0,67	0,36	0,79	0,68	0,63	0,77	0,72	0,75	0,68	0,56	0,52	0,62	0,81	0,69	0,67	0,69

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.41

	1	34	36	37	38	40	41	43	45	46	47	49	51	52	54	63
E	0,79	0,47	0,89	0,83	0,75	0,87	0,83	0,84	0,77	0,76	0,66	0,78	0,92	0,84	0,79	0,86
salinidade	24	27	16	37	36	28	27	22	26	25	21	27	30	39	34	25
teor de lama	91,9	47,4	89,6	80,3	49,8	87,9	82,0	13,5	0,7	10,1	37,0	55,6	47,2	17,7	24,2	55,0
pH	7,6	7	8	8,1	7,8	7,8	7,8	8	8,1	7,8	7,9	7,5	7,8	7,7	8,1	7,8

3.2.4. Comparação das ecofácies com outras áreas do Brasil e do mundo

Os trabalhos utilizados como referência para comparação foram os mesmos confrontados às ecofácies da campanha de 1996, utilizando-se o índice de Sorensen. A Tabela 3.42 sumaria os resultados obtidos para a campanha de 2004.

Apesar da Biofácies 3 do Canal da Bertioga apresentar maior valor, sua similaridade está restrita aos foraminíferos, sendo que a ausência de tecamebas constitui uma importante informação. A maior riqueza de tecamebas na campanha de 2004 fez com que a maior similaridade da ecofácies CDM passasse da Biofácies III, em 1996, para a Biofácies II, ambas em Itanhaém (SP). Esta última representa um ambiente com grande aporte de água doce, influenciado fracamente pelas águas marinhas nas ocasiões de preamar. A estrutura da comunidade é bastante similar, inclusive em relação às dominantes, excetuando-se a substituição de *Centropyxis constricta* em Itanhaém por *Centropyxis ecornis* no delta do São Francisco. Além disso, a presença de *Polysaccamina ipohalina* em Itanhaém indica uma influência marinha levemente inferior em relação à CDM. Oliveira (1999) descreve que a flora da margem é composta por *Hibiscus pernambucensis* e *Acrosticum aureum*, com alguns indivíduos esparsos de *Rhizophora mangle*, além de *Eichhornea* spp., *Utricularia foliosa* e *Nymphaea rudgeana*. De certo modo, a composição flora é relativamente coincidente, embora na ecofácies CDM os bosques de mangue sejam mais desenvolvidos. Este último fato pode ter relação com a maior temperatura prevalente em Sergipe.

A similaridade com o Rio Baguaçu, em Cananéia (SP), é praticamente numérica apesar de relativamente alta, pois é dominado por foraminíferos e seus valores de diversidade e equitatividade são bem menores que os obtidos na ecofácies CDM.

Tabela 3.42. Comparação, por meio do índice de Sorensen, da similaridade das ecofácies da campanha de 2004 com outras áreas no Brasil e no mundo. Em destaque, as similaridades maiores.

Localização	Ambiente	Ecofácies			
		CM	MA	AA	QEA
Lago Winnipegosis, Canadá*		0,277	0,178	0,037	0,045
Estuário de Odiel, Espanha [†]		0,065	0,049	0,113	0,163
Estuário Kaw, Guiana Francesa [‡]	Bancos de lama (1999)	0,000	0,000	0,140	0,079
	Manguezais (1999)	0,074	0,054	0,163	0,098
	Laguna Montjoly (1999)	0,261	0,182	0,133	0,103
	Canal Crique Fouillée (1999)	0,207	0,256	0,275	0,119
	Bancos de lama (2000)	0,214	0,158	0,280	0,193
	Manguezais (2000)	0,323	0,341	0,302	0,140
Laguna de Araruama (RJ), Brasil [§]	Cluster 3 (<i>Ammonia tepida</i>)	0,069	0,088	0,200	0,230
Guaratiba (RJ), Brasil [•]	Fácies Mangue	0,235	0,308	0,311	0,228
Canal da Bertioiga (SP), Brasil	Biofácies 1 [•]	0,545	0,651	0,582	0,318
	Biofácies 2 [•]	0,545	0,698	0,618	0,318
	Biofácies 3 [•]	0,611	0,696	0,655	0,352
	Canal Acarí – canal [*]	0,250	0,310	0,429	0,252
	Canal Acarí - margem [*]	0,279	0,226	0,400	0,224
	Canal Acarí - manguezal [*]	0,286	0,339	0,394	0,250
	Canal Crumaú – canal [*]	0,267	0,364	0,448	0,300
	Canal Crumaú - margem [*]	0,293	0,392	0,444	0,250
	Canal Crumaú - manguezal [*]	0,364	0,465	0,400	0,205
Rio Baguaçu (SP), Brasil [▲]		0,495	0,274	0,195	0,172
Rio Itanhaém (SP), Brasil ^f	Biofácies I	0,500	0,324	0,208	0,198
	Biofácies II	0,559	0,466	0,366	0,259
	Biofácies III	0,278	0,308	0,295	0,189
Baía de Guaratuba (PR), Brasil [▼]	Superior A	0,416	0,386	0,303	0,220
	Superior B	0,354	0,441	0,382	0,255
	Transicional A	0,316	0,393	0,369	0,242
	Transicional B	0,313	0,395	0,376	0,336
	Inferior-Marinho	0,250	0,184	0,235	0,286
Lagoa da Conceição (SC), Brasil [◊]		0,163	0,203	0,338	0,269

* Boudreau et al., 2001; [†] Ruiz et al., 2004; [‡] Debenay et al., 2002; [§] Debenay et al., 2001; [•] Brönnimann et al., 1981a; [•] Santa-Cruz, 2004; ^{*} Rodrigues, 2003; [▲] Eichler e Bonetti, 1995; ^f Oliveira, 1999; [▼] Barbosa, 1995; [◊] Debenay et al., 1998.

A Sub-Região A, no estuário do Rio Piauí, em Sergipe (ZUCON, 1989), apresenta também certa correspondência com a ecofácies CDM, apesar de não mensurada. A associação entre *Miliammina fusca* e *Haplophragmoides wilberti* é coincidente, embora do ponto de vista das tecamebas sejam *Diffugia* spp. as dominantes, indicando influência marinha levemente inferior.

A ecofácies MA é similar a vários ambientes. As biofácies 1, 2 e 3 do Canal da Bertioiga apresentam maior correspondência, seguidas da Biofácies II (Itanhaém, SP),

manguezal do Canal Crumaú (Bertioga, SP) e ambiente Superior B (Guaratuba, PR). Como o número de tecamebas na ecofácies MA é pouco significativo, a comparação levando-se em conta somente os foraminíferos é válida.

As biofácies 1, 2 e 3 são compostas exclusivamente por foraminíferos aglutinantes, e são relativas às margens do manguezal do Canal da Bertioga e de canais de maré adjacentes (Rio Iriri e Tia Maria). Entretanto, em termos de estruturação das espécies dominantes, é a Biofácies 1 que apresenta maior correspondência, pois é a única dominada por *Miliammina fusca*, praticamente nos mesmos níveis encontrados na ecofácies MA. Além disso, as faixas de variação dos valores de diversidade e equitatividade são bastante parecidas entre os dois grupos. Santa-Cruz (2004) também observou que a salinidade é predominantemente mesohalina e os sedimentos são levemente ácidos e disóxicos ($O_2 < 0,20 \text{ mg L}^{-1}$), localizados em uma área topograficamente mais elevada que as demais biofácies. Como a ecofácies MA está numa área predominantemente oligohalina, a salinidade beneficia o desenvolvimento e dominância de *Miliammina fusca* nas margens do manguezal. Conforme a salinidade aumenta, *Miliammina fusca* deve restringir-se cada vez mais a níveis topográficos superiores.

A Biofácies II, em Itanhaém, também apresenta similaridade relativamente alta com a ecofácies MA. Entretanto, há significativa diferença entre os ambientes desses dois grupos, sendo caracterizada pela maior influência marinha da ecofácies MA e a baixa riqueza de tecamebas.

No caso do Canal Crumaú, em Bertioga (SP), a salinidade na faixa meso-polihalina beneficia sobretudo *Arenoparrella mexicana*, *Haplophragmoides wilberti* e *Trochammina inflata*. *Miliammina fusca* é pouco abundante nos sedimentos. Desta forma, apesar da composição da microfauna ser similar, sua estruturação é absolutamente diversa, principalmente devido à maior salinidade do Canal Crumaú.

O alto curso dos estuários do Rio Guaraú e do Rio Una, na Estação Ecológica de Juréia-Itatins (SP), é dominado por *Miliammina fusca* com presença marcante de *Arenoparrella mexicana*, além de tecamebas das famílias Centropyxidae e Diffugiidae (DULEBA e DEBENAY, 2003). Porém, a salinidade alcança níveis superiores nesses estuários, dada à menor vazão de água doce.

Finalmente, o ambiente Superior B, em Guaratuba (PR) apresenta uma microfauna onde as espécies dominantes são bastante coincidentes com a ecofácies MA, além da

salinidade na faixa oligohalina. Apesar de serem ambientes com feições geomorfológicas distintas, as condições de baixa salinidade permitem a instalação de uma comunidade com estrutura similar.

A ecofácies AA é correspondente à Biofácies 3, em Bertioga, em termos de composição de fauna, mas não de sua organização. Enquanto *Ammotium* spp. e *Ammobaculites exiguus* são as principais espécies nos canais meso-polihalinos no delta do Rio São Francisco, apresentam abundância cerca de 10 vezes inferior a *Arenoparrella mexicana* e *Haplophragmoides wilberti*, dominantes na Biofácies 3. Essa diferença indica que a influência marinha na ecofácies AA é levemente superior, também corroborada pela presença de algumas espécies calcárias, o que não ocorre na Biofácies 3. Esse fato mostra que um mesmo grupo de espécies pode se distribuir de forma diversa segundo diferentes condições halínicas.

Em relação à ecofácies QEA, o ambiente Transicional B, em Guaratuba (PR), é o mais similar numericamente. Assim como no setor nordeste da ecofácies QEA, o ambiente Transicional B é dominado por *Elphidium* spp. e *Ammonia* spp.; o setor oeste da ecofácies QEA é mais similar ao subambiente inferior-marinho, onde dominam os miliolinos. Além desta área, o baixo curso dos estuários do Rio Guaraú e Una, na Estação Ecológica de Juréia-Itatins, apresentam uma visível correspondência com o setor nordeste do Canal do Poço. A composição desta microfauna é coincidente com aquela expressa por Zaninetti et al. (1979) como típica de bordas de baías abrigadas, apontadas. Na Baía de Sepetiba, as biofácies I, II e IV, dominadas respectivamente por *Elphidium/Ammonia*, *Ammonia/Elphidium* e *Quinqueloculina* 1, e que ocupam as áreas marginais da baía, apresentam uma certa similaridade com a ecofácies QEA, apesar da riqueza de espécies significativamente menor (BRÖNNIMANN et al., 1981a).

3.2.5. Análise biométrica de *Miliammina fusca*

As tecas de *Miliammina fusca* obtidas na campanha de 2004 foram medidas com a mesma técnica e analisada do mesmo modo que da campanha de 1996. A Figura 3.48 ilustra a distribuição geográfica dos pontos em que o tamanho das tecas foi analisado, a Tabela 3.43 lista o tamanho médio das tecas em cada amostra e a Figura 3.49 ilustra a distribuição das médias, desvios padrão, máximos e mínimos ao longo do Canal do Carapitanga, Riacho do

Cabaço, Canal do Parapuca e ligação do Riacho do Funil às imediações da entrada do Canal do Carapitanga.

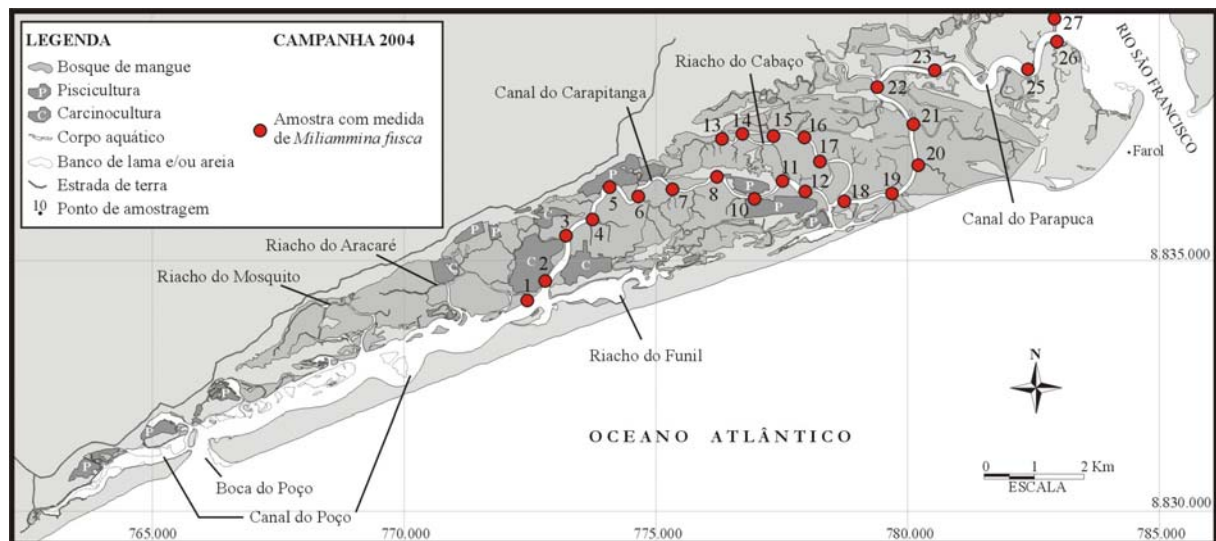


Figura 3.48. Distribuição das amostras em que o tamanho das tecas de *Miliammina fusca* foi analisado.

A tendência de queda do tamanho das tecas entre as amostras 1 e 6 e as amostras 10 e 17 são significativas, quando se confronta os tamanhos das amostras 1 e 6 e das amostras 10 e 17 ($t_{1-6} = 3,923$, $t_{tab} = 2,037$, 76 g.l., $\alpha = 5\%$; $t_{10-17} = 2,849$, $t_{tab} = 1,991$, 79 g.l., $\alpha = 5\%$). Uma matriz de correlação de Pearson entre os tamanhos médios e todas as variáveis bióticas e abióticas levantadas no presente estudo, restritas no intervalo entre as referidas amostras, mostrou que nenhuma variável apresenta correlação significativa ($\alpha = 5\%$). Entretanto, os maiores valores de r^2 para os dois intervalos foram aqueles relacionados à diversidade e equitatividade (0,40, no intervalo entre as amostras 1 e 6, e 0,25, no intervalo entre as amostras 10 a 17). Neste caso, duas possibilidades podem ser consideradas, não necessariamente exclusivas: (i) o tamanho das tecas pode estar de alguma forma relacionado a propriedades ecológicas intrínsecas da espécie, tais como tolerância ao estresse ambiental, que não puderam ser detectadas claramente com as variáveis levantadas; ou (ii) o tamanho da teca de *Miliammina fusca* seja um reflexo de “faixas etárias” das populações, onde classes de tamanho maiores representam tecas mais velhas e vice-versa.

A distribuição horizontal de *Miliammina fusca* apresenta algumas tendências, embora neste trabalho não foi possível explicá-las com maior clareza. Seria interessante se estudos conduzidos em perfis ao longo da zona entre-marés, onde *Miliammina fusca* ocorre em abundâncias significativas, também avaliassem a distribuição do tamanho das tecas em

relação ao maior número de variáveis possíveis. Deste modo, seria possível compreender melhor a ecologia dessa espécie, inclusive delimitando-se precisamente seu nicho.

Tabela 3.43. Dados biométricos de *Miliammina fusca* ao longo do Canal do Carapitanga, Riacho do Cabaço, Canal do Parapuca e ligação do Riacho do Funil às imediações do Canal do Carapitanga, na campanha de 2004. A unidade de medida é μm .

Amostra	Média \pm Desvio Padrão	Mín	Máx
1	238 \pm 109	99	565
2	183 \pm 49	119	327
3	200 \pm 91	111	709
4	186 \pm 60	99	489
5	184 \pm 58	100	359
6	167 \pm 63	78	416
7	223 \pm 73	108	523
8	178 \pm 61	89	323
10	221 \pm 60	115	379
11	211 \pm 72	127	296
12	211 \pm 57	145	302
13	211 \pm 61	131	388
14	196 \pm 81	83	409
15	186 \pm 78	56	389
16	206 \pm 61	87	439
17	184 \pm 59	91	306
18	226 \pm 80	68	358
19	186 \pm 47	100	265
20	234 \pm 86	91	434
21	147 \pm 41	91	198
22	220 \pm 70	125	361
23	231 \pm 89	105	459
25	189 \pm 58	117	315
26	160 \pm 39	104	192
27	241 \pm 59	152	334
55	181 \pm 54	95	311
56	215 \pm 54	108	345

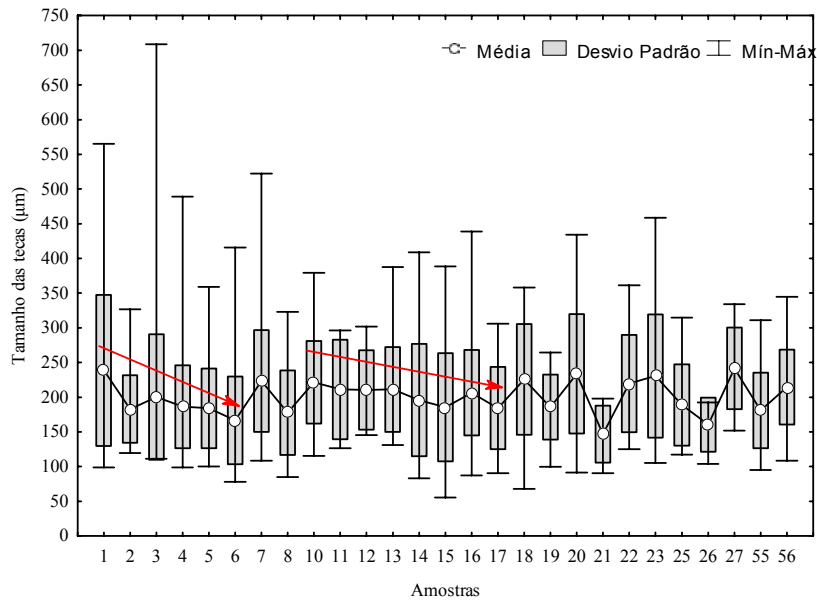


Figura 3.49. Distribuição do tamanho médio de *Miliammina fusca* ao longo do Canal do Carapitanga, Riacho do Cabaço, Canal do Parapuça e ligação do Riacho do Funil ao Carapitanga na campanha 2004. As setas apontam tendências discutidas no texto.

3.2.6. Aplicação do índice AE

O índice AE foi calculado apenas para 13 amostras, as únicas em que há ocorrência conjunta de *Ammonia parkinsoniana* e *Elphidium excavatum* (Tabela 3.44 e Figura 3.50). A distribuição não revela nenhuma tendência mais clara, sendo que sua aplicação aos resultados ora apresentados não permitem nenhuma inferência segura acerca da oxigenação dos ambientes.

Tabela 3.44. Valores do índice AE para a campanha de 2004.

Amostra	A-E	Amostra	A-E
28	29	46	72
29	50	47	66,7
34	38,5	51	11,1
36	42,5	52	34,8
38	30,6	53	79,5
41	46,2	54	53,3
43	34,3	63	38,5
45	17,1		

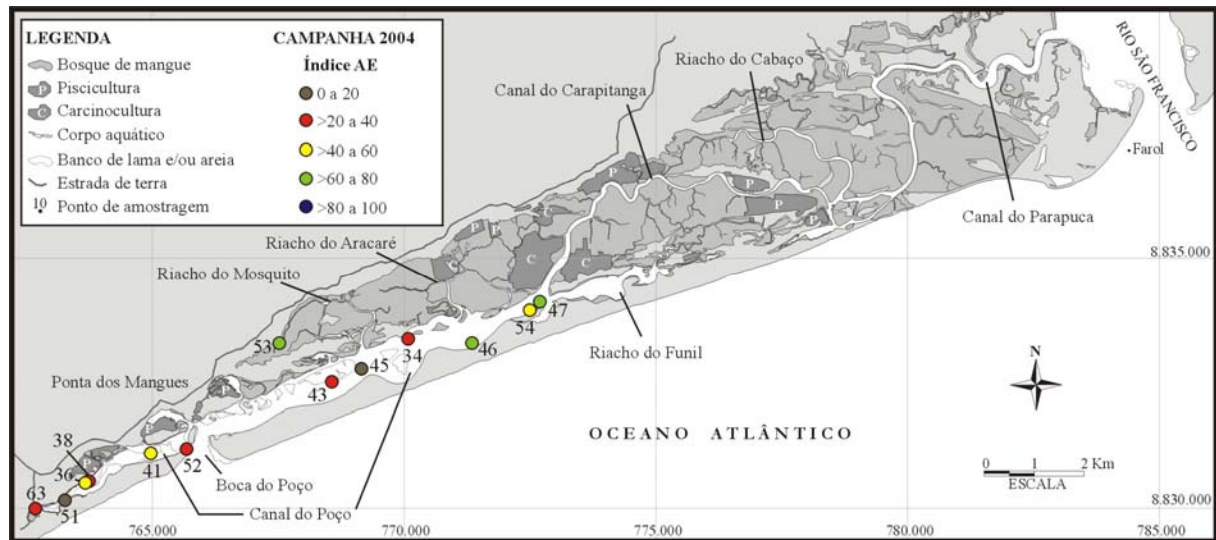


Figura 3.50. Distribuição dos valores do índice AE na campanha de 2004.

3.2.7. Mapas de circulação hidrodinâmica

As Figuras 3.51 e 3.52 ilustram, respectivamente, um esquema da circulação hidrodinâmica na preamar e baixamar.

O Canal do Poço (laguna) é o setor mais influenciado pela cunha salina, principalmente no setor sudoeste, onde só há alguma diluição na baixamar. Na ocasião da preamar, conforme a maré avança a intensidade da diluição diminui e a salinidade se mantém na faixa euhalina. Já no setor nordeste, as águas salobras vindas do Carapitanga representam uma fonte de diluição significativa e nos momentos de baixamar a salinidade oscila entre mesohalina e polihalina. Além do Canal do Poço, as águas salobras do Carapitanga contribuem para a manutenção da salinidade polihalina no Riacho do Aracaré e do Mosquito.

O Canal do Carapitanga recebe maior influência das águas salobras que adentram pelo Canal do Parapuça, embora a cunha salina vinda do Canal do Poço, já bastante diluída, deva avançar com frequência até a amostra 2, e mais esporadicamente até as imediações da amostra 5 a 7. Na ocasião da coleta, a salinidade deste trecho do Carapitanga foi registrada com maré enchente, sendo que há uma “ruptura” dos valores entre as amostras 7 e 8. Além disso, as tecamebas estão restritas praticamente ao segmento que vai da amostra 27 à 8. Paralelamente, o canal que liga o Riacho do Funil ao Canal do Parapuça deve apresentar o mesmo comportamento.

O Canal do Parapuça e o Riacho do Cabaço são os ambientes mais influenciados pelas águas do Rio São Francisco, dominados por tecamebas. Na preamar, a cunha salina adentra o

Parapuca já bem diluída e avança no estuário em direção ao Riacho do Cabaço, Canal do Carapitanga e do Riacho do Funil às imediações do Carapitanga. O limite de seu avanço deve estar nas imediações da amostra 7 a 8, no Carapitanga, e nas imediações da amostra 56, no canal paralelo ao Carapitanga.

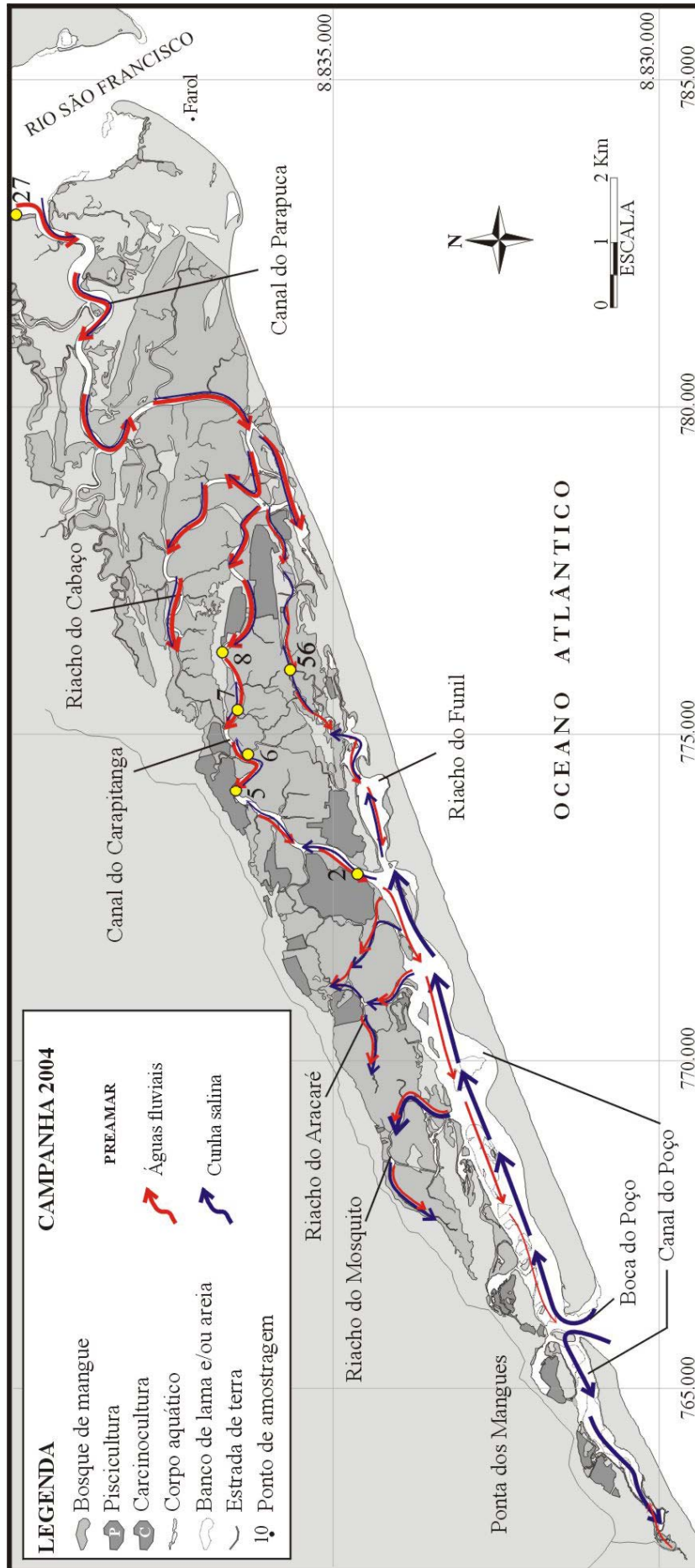


Figura 3.51. Modelo esquemático de circulação hidrodinâmica na preamar baseado em dados da flora e da microfauna de foraminíferos e tecamebas da campanha de 2004. A espessura das setas representa a influência proporcional relativa de cada tipo de massa d'água.

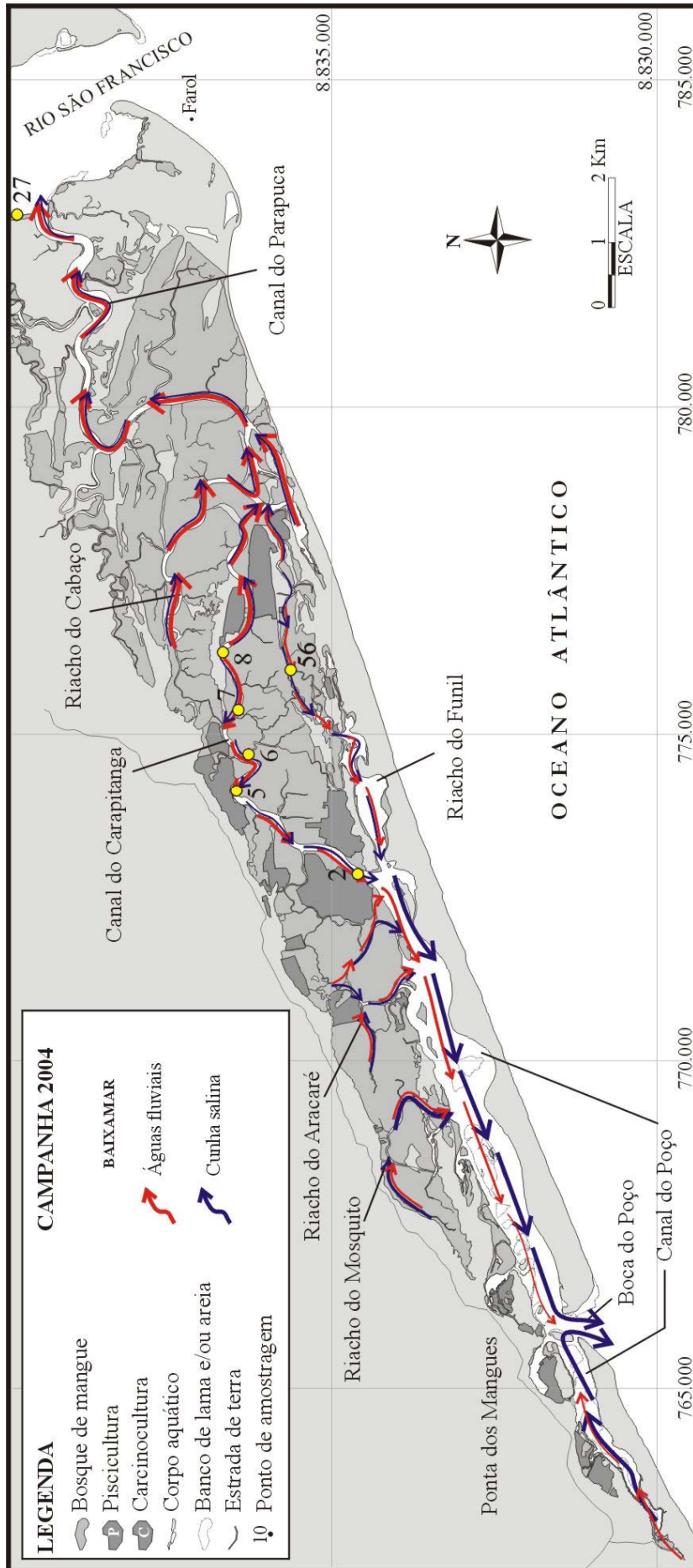


Figura 3.52. Modelo esquemático de circulação hidrodinâmica na baixamar baseado em dados da flora e da microfauna de foraminíferos e tecamebas da campanha de 2004. A espessura das setas representa a influência proporcional relativa de cada tipo de massa d'água.

3.3. Comparação entre as campanhas de 1996 e 2004

Ao longo de oito anos, algumas mudanças ocorreram no cenário da área de estudo, principalmente no que se refere à migração de cerca de 2,5 km do *inlet* Boca do Poço no sentido sudoeste (taxa de 1 m ao dia), o que alterou sensivelmente a hidrodinâmica de alguns pontos, refletida pela mudança significativa da composição da microfauna. Outro aspecto importante foi a instalação de tanques de carcinocultura nas imediações do Riacho do Aracaré, que ocasionou mudanças na paisagem adjacente. A seguir, serão confrontados e discutidos os aspectos abióticos e bióticos levantados nas duas campanhas.

3.3.1. Salinidade

Apesar da migração da Boca do Poço, não se pode perceber na salinidade mudanças muito significativas; as tendências para maior ou menor salinidade mantiveram-se praticamente as mesmas. Considerando que as medidas foram episódicas, as principais diferenças devem refletir mais a altura diferente da maré na hora da coleta do que uma alteração na hidrodinâmica em si. A Figura 3.53 apresenta os gráficos com os valores de salinidade registrados nas campanhas de 1996 e 2004.

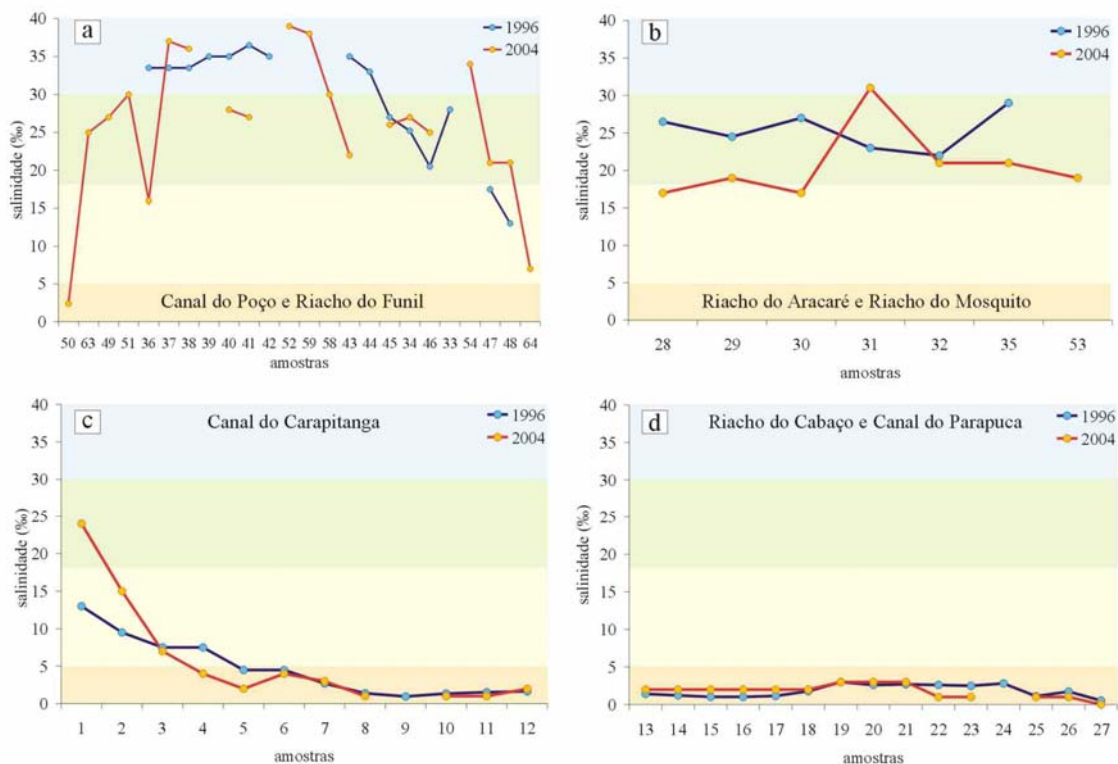


Figura 3.53. Valores de salinidade registrados no momento da coleta nas campanhas de 1996 e 2004. Os gráficos estão ordenados de acordo com a distribuição geográfica dos pontos. As diferentes cores representam as faixas de classificação da salinidade, da maior para a menor: euhalina, polihalina, mesohalina e oligohalina.

A laguna, Canal do Poço, manteve sua tendência nas duas coletas: do ponto 36 em direção ao *inlet* Boca do Poço as salinidades estiveram no patamar euhalino; da Boca do Poço em direção ao setor nordeste há um decréscimo paulatino da salinidade até o patamar mesohalino. Provavelmente, a diferença mais significativa observada em relação à salinidade seja decorrente da migração da Boca do Poço, onde em 1996 as amostras 43 e 44 estavam no mesmo nível de salinidade das amostras 52 e 59, em 2004.

O Riacho do Aracaré e do Mosquito apresentaram nas duas coletas a mesma tendência entre suas amostras, oscilando entre as faixas mesohalina e polihalina. A exceção é o ponto 31, que na campanha de 2004 estava na faixa euhalina, coletado próximo ao pico da preamar.

Os ambientes oligohalinos apresentaram a menor diferença entre as coletas. O Canal do Carapitanga caracterizou-se pelo gradiente de salinidade mais marcado, variando de mesopolihalino na amostra 1 a oligohalino a partir da amostra 5, tanto em 1996 como em 2004. A grande diferença de salinidade entre as campanhas na amostra 1 deve estar relacionada à altura da maré no momento da coleta, que em 1996 devia estar mais próxima à mínima da baixamar. No caso do Riacho do Cabaço e do Canal do Parapuça a salinidade não saiu da faixa oligohalina, o que evidencia que esse segmento se mantém nesse patamar.

Portanto, a medida da salinidade no momento da coleta serve mais como um controle das amostras do que uma informação precisa. Entretanto, sua aplicação em análises multivariadas para diferenciação dos ambientes pode ser útil, pois as tendências de queda ou acréscimo são mantidas.

3.3.2. Teor de Lama

O teor de lama serve como um indicador da energia deposicional do ambiente e varia na microtopografia. A tendência dos ambientes é parecida entre as duas campanhas; porém, para algumas amostras, há grande variação entre 1996 e 2004 (Figura 3.54). Em alguns casos o ambiente pode realmente ter sofrido mudanças, como redução da energia deposicional e sedimentação de grãos mais finos, com caráter muito localizado, e em outros, o nível topográfico relativo diferente entre as duas campanhas pode ter influenciado o valor.

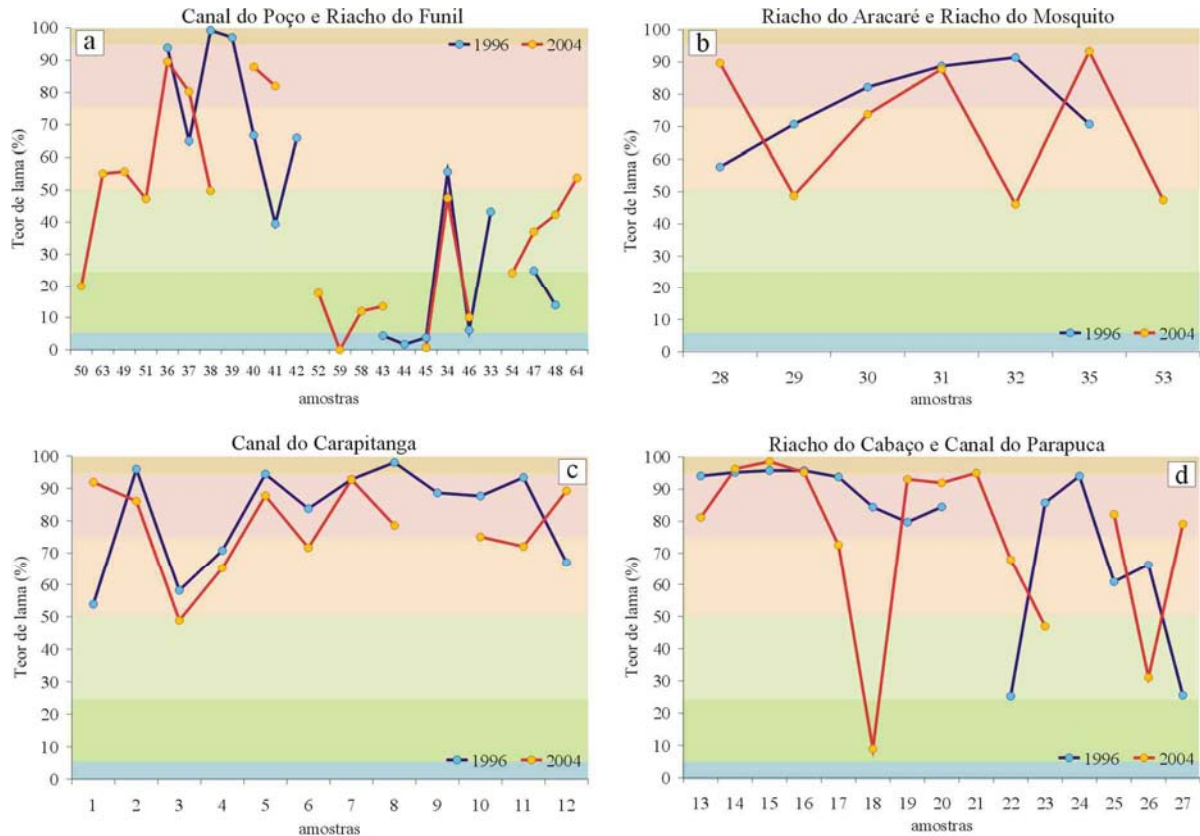


Figura 3.54. Valores de teor de lama nas campanhas de 1996 e 2004. Os gráficos estão ordenados de acordo com a distribuição geográfica dos pontos. As diferentes cores representam as faixas de classificação da granulometria, do maior para o menor teor de lama: lama, lama levemente arenosa, lama arenosa, areia lamosa, areia levemente lamosa, areia.

A laguna manteve, de certa forma, sua tendência: ambientes mais lamosos no setor sudoeste e mais arenosos no setor leste. Esta tendência revela que a hidrodinâmica é mais acentuada no setor nordeste, onde há descarga do Canal do Carapitanga, que no sudoeste, onde não há movimentos da massa d'água mais intensos. As imediações do *inlet* mantiveram-se na faixa areia ou próximo a ela, tanto em 1996 como em 2004.

O Riacho do Aracaré e do Mosquito mantiveram-se predominantemente na faixa da lama arenosa a lama levemente arenosa. As amostras 28 e 32 apresentam as maiores diferenças entre as duas campanhas, o que provavelmente é consequência da coleta em níveis topográficos diferentes. Em 1996 a amostra 28 foi coletada em um nível relativamente mais baixo, enquanto que a amostra 32 foi coletada em um nível relativamente mais alto.

Os valores do teor de lama para o Riacho do Carapitanga foram os que menos variaram entre as duas campanhas, permanecendo sobretudo na faixa de lama levemente arenosa. Neste caso, a maior parte das amostras deve ter sido coletada praticamente no mesmo nível topográfico entre as campanhas.

O Riacho do Cabaço (amostras 13 a 17) também não variou muito entre as campanhas, mantendo-se como ambiente essencialmente lamoso. Já para o Canal do Parapuça, algumas diferenças foram bastante significativas. No caso da amostra 18, a coleta em 1996 foi feita na zona de entre-marés junto ao bosque, e em 2004 teve que ser feita na zona de inframaré devido às condições de maré e da cobertura da zona de entre-marés por denso banco de *Crenea*. Essa mudança provavelmente é responsável pelos teores de lama discrepantes entre as duas campanhas. Em relação à amostra 22, o maior teor de lama deve estar relacionado ao avanço da vegetação em direção ao canal, onde a colonização pelo banco de *Crenea* presente nas duas campanhas deve ter contribuído para diminuição da energia deposicional no microhabitat onde a amostra foi coletada. A mesma explicação é aplicável às amostras 25 e 27. Já para a amostra 26, o nível topográfico relativo deve ter sido diferente entre as duas campanhas.

3.3.3. Microfauna de foraminíferos e tecamebas em cada ambiente

A microfauna mudou acentuadamente em vários pontos, provavelmente devido a algumas mudanças relacionadas à hidrodinâmica, não perceptíveis na análise da salinidade e do teor de lama. A mudança mais significativa foi observada no Canal do Parapuça e Riacho do Cabaço, onde as tecamebas substituíram os foraminíferos na dominância das amostras, de 1996 para 2004.

3.3.3.1. Canal do Parapuça

O Canal do Parapuça era amplamente dominado por *Miliammina fusca* na campanha de 1996, com mais de 90% das tecas nas amostras 18, 24 e 25, e *Centropyxis aculeata* era a única espécie de tecameba com abundância notória (Figura 3.55 “a” e “b”). *Haplophragmoides wilberti* e *Arenoparrella mexicana* também eram constantes, mas sempre com abundância relativa inferior a 10%. Em 2004 o cenário mudou significativamente; os níveis de dominância caíram e não passaram de 40%, e as tecamebas, representadas principalmente por *Centropyxis ecornis*, *Centropyxis aculeata* e *Diffflugia globulosa*, passaram a ser as dominantes, com exceção das amostras 18 e 20, onde *Miliammina fusca* ainda dominou. A Figura 3.55 “c” e “d” ilustram o comportamento da proporção das tecamebas (Tec) nas duas campanhas; observa-se que em 2004 o valor mínimo foi 0,50, enquanto que em 1996 esse foi o máximo atingido apenas nas amostras 19 e 27. Assim, a

estruturação da comunidade se alterou significativamente, também indicada pelos baixos valores do índice de Bray-Curtis ao se comparar cada par de amostras das duas campanhas (Tabela 3.45). Com exceção das amostras 18 e 20, que tiveram a manutenção de *Miliammina fusca* como espécie dominante, o índice oscilou entre 0,09 e 0,18 para o restante. Considerando sua variação entre 0 e 1, pode-se dizer que houve uma alteração entre 80 a 90% da estrutura da comunidade para a maior parte das amostras do Parapuca. É importante notar que esse fato não implica necessariamente no desaparecimento ou surgimento de espécies entre as campanhas, mas sim em uma reestruturação na organização da comunidade, onde os níveis de abundância e os papéis de dominante e coadjuvante são alterados. Assim, pode-se afirmar que entre a campanha de 1996 e a de 2004 houve uma profunda reestruturação da comunidade de foraminíferos e tecamebas no Canal do Parapuca, causada muito provavelmente por uma influência mais elevada das águas do Rio São Francisco. Outro fato que induz a essa conclusão é a lista de espécies exclusivas para cada campanha, ou seja, aquelas espécies que ocorreram em uma campanha mas não na outra (Tabela 3.46). Enquanto cerca de 60% das espécies exclusivas da campanha de 1996 eram de foraminíferos, em 2004 a proporção caiu para apenas 8%. Isto implica que entre 1996 e 2004 mais tecamebas surgiram no Parapuca, enquanto que mais foraminíferos desapareceram deste ambiente. Dentre as espécies exclusivas de 1996, estão presentes algumas que são típicas de ambientes com salinidade oligohalina superior a mesohalina, tais como *Ammoastuta inepta*, *Tiphotrocha comprimata* e *Trochammina macrescens*.

Com a distribuição mais homogênea das abundâncias, os índices de diversidade e equitatividade elevaram-se significativamente de 1996 para 2004, mais por contribuição das tecamebas do que dos foraminíferos (Figura 3.55 “c” e “d” e Tabela 3.45). Além disso, a riqueza de espécies de foraminíferos caiu de 21 em 1996 para 12 em 2004, e a de tecamebas subiu de 17 em 1996 para 32 em 2004. Numa generalização, o que se pode concluir é que em 1996 o Parapuca devia ser um ambiente bastante estressante tanto para a grande maioria dos foraminíferos, com exceção de *Miliammina fusca*, como também para as tecamebas. Em 2004 o nível de estresse se acentuou para os foraminíferos, mas se reduziu para as tecamebas.

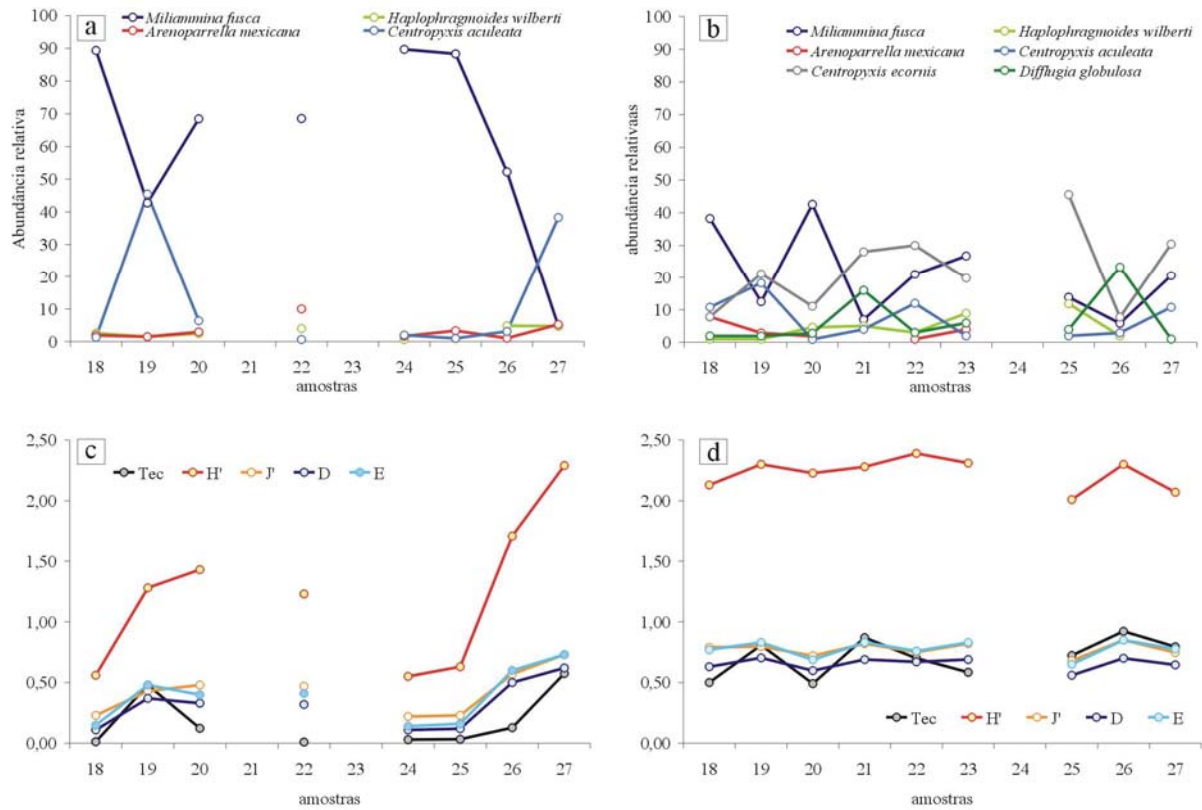


Figura 3.55. a. abundância relativa das principais espécies presentes no Canal do Parapuca na campanha de 1996; b. abundância relativa das principais espécies presentes no Canal do Parapuca na campanha de 2004; c. proporção de tecamebas (Tec) e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 1996; d. proporção de tecamebas e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 2004.

Tabela 3.45. Valor do índice de Bray-Curtis (B) e resultado do teste *t* para os valores de H' entre as campanhas de 1996 e 2004.

Amostra	B	H'				
		1996	2004	<i>t</i>	g.l.	$\alpha = 1\%$
18	0,25	0,557	2,133	12,69	221	diferentes
19	0,18	1,279	2,300	9,44	229	diferentes
20	0,39	1,427	2,228	4,76	263	diferentes
22	0,14	1,231	2,394	8,17	195	diferentes
25	0,09	0,629	2,008	9,02	187	diferentes
26	0,09	1,707	2,300	5,23	297	diferentes
27	0,16	2,293	2,070	1,76	247	iguais

g.l.: graus de liberdade; p: nível de significância do teste *t*

Tabela 3.46. Lista de espécies exclusivas em cada campanha.

Campanha de 1996	Campanha de 2004
FORAMINÍFEROS	FORAMINÍFEROS
<i>Ammoastuta inepta</i>	<i>Ammotium salsum</i>
<i>Ammoscalaria cf. pseudospiralis</i>	<i>Jadammina polystoma</i>
<i>Glomospira gordialis</i>	TECAMEBAS
<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	<i>Centropyxis cassis</i>
<i>Polysaccammina ipohalina</i>	<i>Centropyxis discoides</i>
<i>Spiroplectammina cf. biformis</i>	<i>Centropyxis ecornis</i>
<i>Quinqueloculina sp.</i>	<i>Centropyxis platystoma</i>
<i>Reophax cf. arctica</i>	<i>Centropyxis sp. 1</i>
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	<i>Centropyxis spinosa</i>
<i>Trochammina macrescens</i>	<i>Cyclopyxis arcula</i>
TECAMEBAS	<i>Cyclopyxis eurystoma</i>
<i>Arcella sp.</i>	<i>Cyclopyxis kahli</i>
<i>Arcella discoides</i>	<i>Diffflugia acuminata</i>
<i>Cucurbitella corona</i>	<i>Diffflugia bidens</i>
<i>Cucurbitella tricuspis</i>	<i>Diffflugia curvicaulis</i>
<i>Lagenodifflugia vas</i>	<i>Diffflugia elegans</i>
<i>Lesquereusia modesta</i>	<i>Diffflugia globulosa</i>
<i>Oopyxis sp.</i>	<i>Diffflugia gramen</i>
	<i>Diffflugia lanceolata</i>
	<i>Diffflugia oviformis</i>
	<i>Diffflugia penardi</i>
	<i>Diffflugia urceolata</i>
	<i>Lesquereusia sp.</i>
	Tecameba 1
	<i>Trygonopyxis arcula</i>

3.3.3.2. Riacho do Cabaço

O Riacho do Cabaço não foi muito alterado em sua porção conectada ao Parapuça. As alterações maiores ocorreram no seu alto curso, principalmente nas amostras 13 e 14.

A Figura 3.56 “a” e “b” mostra que em ambas as campanhas *Miliammina fusca* sempre figurou como dominante. Na campanha de 1996, suas maiores abundâncias relativas foram encontradas nas amostras 13 e 14, no nível de 70%. Da amostra 15 à 17 sua abundância caiu praticamente pela metade, embora tenha continuado como dominante, associada a *Centropyxis discoides*, o que não se alterou muito em 2004, excetuando-se a substituição de *Centropyxis discoides* por *Centropyxis ecornis* e *Centropyxis aculeata*. Porém, no caso das amostras 13 e 14, houve uma mudança significativa entre as duas campanhas, sendo que essas amostras passaram a ter uma estrutura muito mais similar às amostras 15 e 17 em 2004, com as tecamebas atingindo uma proporção quase que constante de 0,50 ao longo de todo o canal (Figura 3.56 “c” e “d”). Estas diferenças são refletidas pelo índice de Bray-Curtis, cujos

valores são menores para as amostras 13 e 14, comparadas às amostras 16 e 17 (Tabela 3.47). Entretanto, a reestruturação da comunidade foi menos intensa que para o Canal do Parapuca.

Em relação às espécies exclusivas de cada campanha, houve uma repetição do que aconteceu com o Parapuca: 75% das espécies exclusivas de 1996 eram de foraminíferos, sendo apenas 9% em 2004 (Tabela 3.48). Entretanto, as amostras 13 e 14 foram as que mais contribuíram para essa diferença, uma vez que metade das espécies exclusivas de 1996 foi encontrada somente nessas amostras. Dentre as exclusivas de 2004, ressalta-se a constância de *Bullinularia cf. indica*, ausente apenas na amostra 17.

Do ponto de vista da diversidade e equitatividade, também não houve mudança significativa nas amostras 16 a 17 entre as duas campanhas. Como os níveis de dominância das amostras 13 e 14 caíram em 2004, conseqüentemente o aumento da diversidade foi significativo para essas duas amostras (Tabela 3.47).

De certo modo, em 2004 o Riacho do Cabaço passou a ser até mais similar ao Parapuca do que era na campanha de 1996, provavelmente porque também foi influenciado pelas cheias do Rio São Francisco.

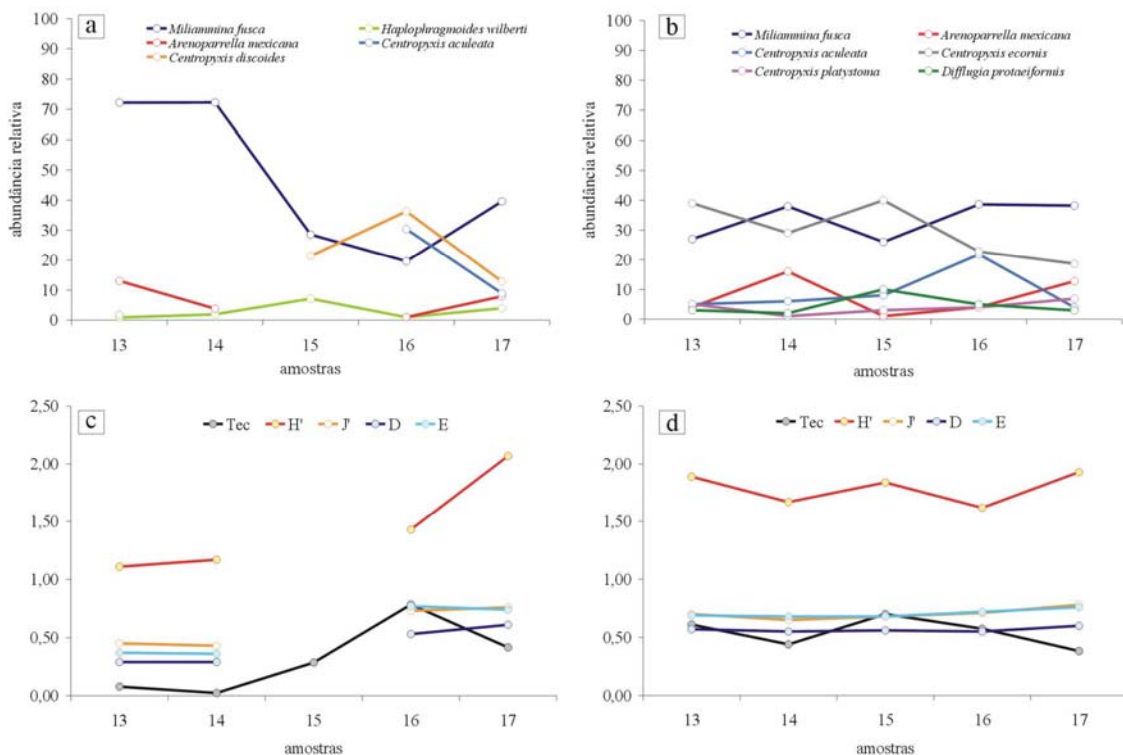


Figura 3.56. a. abundância relativa das principais espécies presentes no Riacho do Cabaço na campanha de 1996; b. abundância relativa das principais espécies presentes no Riacho do Cabaço na campanha de 2004; c. proporção de tecamebas (Tec) e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 1996; d. proporção de tecamebas e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 2004.

Tabela 3.47. Valor do índice de Bray-Curtis (B) e resultado do teste *t* para os valores de H' entre as campanhas de 1996 e 2004.

Amostra	B	H'				
		1996	2004	<i>t</i>	g.l.	$\alpha = 1\%$
13	0,36	1,11	1,89	4,55	215	diferentes
14	0,31	1,17	1,67	3,44	266	diferentes
16	0,42	1,43	1,62	1,81	185	iguais
17	0,61	2,07	1,93	0,95	201	iguais

g.l.: graus de liberdade; p: nível de significância do teste *t***Tabela 3.48.** Lista de espécies exclusivas em cada campanha.

Campanha de 1996	Campanha de 2004
FORAMINÍFEROS	FORAMINÍFEROS
<i>Ammoastuta inepta</i>	<i>Trochammina macrescens</i>
<i>Ammobaculites exiguus</i>	TECAMEBAS
<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	<i>Arcella</i> sp.
<i>Monotalea salsa</i>	<i>Bullinularia</i> cf. <i>indica</i>
<i>Polysaccammina ipohalina</i>	<i>Centropyxis spinosa</i>
<i>Reophax</i> sp. 1	<i>Cyclopyxis kahli</i>
<i>Textularia earlandi</i>	<i>Diffflugia curvicaulis</i>
<i>Trochammina inflata</i>	<i>Diffflugia elegans</i>
<i>Warrenita palustris</i>	<i>Diffflugia globulosa</i>
TECAMEBAS	<i>Diffflugia viscidula</i>
<i>Centropyxis constricta</i>	<i>Pontigulasia compressa</i>
<i>Diffflugia oblonga</i>	<i>Trygonopyxis</i> sp.
<i>Plagiopyxis</i> sp.	

3.3.3.3. Canal do Carapitanga

O Canal do Carapitanga sofreu transformações relativamente pontuais de uma campanha para outra. Na campanha de 1996, *Miliammina fusca* era amplamente dominante, sobretudo entre as amostras 6 e 8, onde sua abundância relativa era maior que 90% (Figura 3.57 “a”). As abundâncias relativas das demais espécies só eram um pouco mais significativas da amostra 1 para a amostra 5. Na campanha de 2004, as amostras 2 a 4 e 10 sofreram poucas mudanças no aspecto da dominância de *Miliammina fusca*. Entretanto, a Figura 3.57 “b” mostra que mudanças significativas ocorreram entre as amostras 5 e 8 e 11 e 12, onde se observou um aumento de no mínimo 10 vezes na proporção das outras espécies, principalmente *Arenoparrella mexicana* (amostras 5 e 7), *Centropyxis* spp. (amostra 8) e *Ammotium* spp. (amostras 11 e 12). O crescimento da abundância relativa de *Arenoparrella mexicana* no intervalo entre as amostras 1 e 7 deve ter sido influenciado pelo teor de matéria orgânica no sedimento, sendo que nesse intervalo essa espécie apresenta uma correlação positiva significativa ($r^2 = 0,68$, $\alpha = 5\%$). Esse mesmo comportamento foi verificado por

Eichler (2001), que observou maiores abundâncias desta espécie em sedimentos mais ricos em carbono e nitrogênio, e por Funo et al. (2006), onde o pico de abundância ocorreu na porção com maior concentração de MO ($r^2 = 0,82$, $\alpha = 5\%$). Burone (2002) relata que *Miliammina fusca* tem relação positiva com a razão C/S; entretanto, essa relação não foi observada no delta do Rio São Francisco.

No caso da amostra 8, a maior participação de *Centropyxis* spp. deve ter sido estimulada pela descarga de água doce na “marisma” adjacente. Já no caso das amostras 11 e 12, as amostras foram coletadas em 2004 em níveis microtopográficos inferiores à campanha de 1996, sendo que essa diferença deve ser a causa da alta dissimilaridade entre as duas campanhas. Os valores do índice de Bray-Curtis mostram que as amostras discutidas são as que apresentaram a menor similaridade (Tabela 3.49).

No aspecto das espécies exclusivas, houve uma mudança similar às que ocorreram no Canal do Parapuca e Riacho do Cabaço (Tabela 3.50). Das 15 espécies que só foram encontradas em 1996, 14 eram de foraminíferos, sendo 9 calcárias. Em 2004 nenhuma espécie calcária foi encontrada no Carapitanga e das 14 espécies exclusivas, somente 5 eram de foraminíferos. O aumento na proporção de espécies exclusivas de tecamebas em 2004 deve estar mais relacionado ao transporte de tecas oriundas do Canal do Parapuca durante as cheias.

A diversidade e equitatividade sofreram mudanças mais significativas onde houve um maior equilíbrio das abundâncias relativas (Figura 3.57 “c” e “d”). Na campanha de 2004 as amostras parecem ter aumentado a similaridade entre si, comparadas à relação que apresentavam em 1996. Os níveis de diversidade e equitatividade passaram a oscilar muito menos ao longo do canal, do que o observado em 1996. Isso indica que os ambientes no trecho entre as amostras 3 e 10 devem ter ficado mais homogêneos em 2004.

A intensidade da influência marinha (diluição por um maior fluxo de água doce) deve ter se reduzido sobre o Carapitanga, o que é indicado principalmente pela ausência de tecas calcárias na ligação com a laguna. A principal diferença observada entre a amostra 5 e 7 foi o aumento substancial da abundância de *Arenoparrella mexicana*.

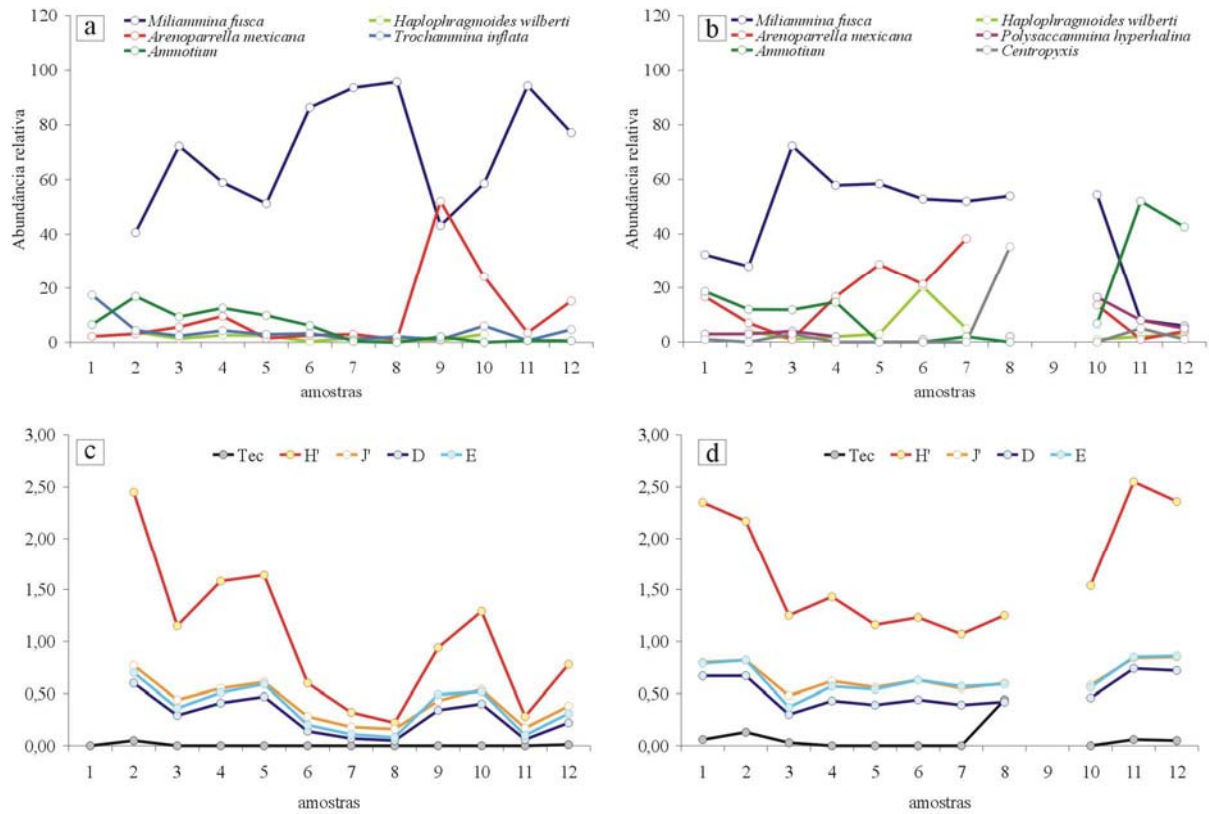


Figura 3.57. a. abundância relativa das principais espécies presentes no Riacho do Cabaço na campanha de 1996; b. abundância relativa das principais espécies presentes no Riacho do Cabaço na campanha de 2004; c. proporção de tecamebas (Tec) e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 1996; d. proporção de tecamebas e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 2004.

Tabela 3.49. Valor do índice de Bray-Curtis (B) e resultado do teste *t* para os valores de H' entre as campanhas de 1996 e 2004.

Amostra	B	H'				
		1996	2004	<i>t</i>	g.l.	$\alpha = 1\%$
2	0,45	2,45	2,17	2,17	253	diferentes
3	0,52	1,15	1,25	0,59	187	iguais
4	0,44	1,58	1,43	1,08	210	iguais
5	0,45	1,64	1,16	3,54	239	diferentes
6	0,33	0,60	1,23	5,88	268	diferentes
7	0,34	0,32	1,07	7,21	194	diferentes
8	0,56	0,22	1,25	7,95	195	diferentes
10	0,71	1,29	1,54	1,47	202	iguais
11	0,09	0,28	2,65	22,01	235	diferentes
12	0,1	0,78	2,36	13,73	259	diferentes

g.l.: graus de liberdade; p: nível de significância do teste *t*

Tabela 3.50. Lista de espécies exclusivas em cada campanha.

Campanha de 1996	Campanha de 2004
FORAMINÍFEROS	FORAMINÍFEROS
<i>Ammoastuta salsa</i>	<i>Ammoscalaria</i> sp.
<i>Ammobaculites foliaceus</i>	<i>Ammotium angulatum</i>
<i>Ammodiscoides turbinatus</i>	<i>Siphotrochammina lobata</i>
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	<i>Tiphotrocha comprimata</i>
<i>Ammonia tepida</i>	<i>Trochamminita irregularis</i>
<i>Bolivina doniezi</i>	TECAMEBAS
<i>Elphidium advenum</i>	<i>Centropyxis discoides</i>
<i>Elphidium excavatum</i>	<i>Centropyxis ecornis</i>
<i>Elphidium gunteri</i>	<i>Centropyxis platystoma</i>
<i>Monotalea salsa</i>	<i>Cyclopyxis kahli</i>
<i>Quinqueloculina miletti</i>	<i>Cyclopyxis</i> sp. 1
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	<i>Diffugia elegans</i>
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	<i>Diffugia oblonga</i>
<i>Reophax nana</i>	<i>Diffugia protaeiformis</i>
TECAMEBAS	<i>Trygonopyxis arcula</i>
<i>Diffugia globulus</i>	

3.3.3.4. Riacho do Aracaré e Riacho do Mosquito

Na campanha de 1996, o Riacho do Aracaré parecia ter uma influência marinha levemente maior. Especificamente na amostra 28, que era dominada por *Ammonia tepida*, havia certo equilíbrio entre *Arenoparrella mexicana*, *Trochammina inflata* e *Ammotium* spp., que juntas totalizavam quase 50% dos indivíduos. Esse quadro se alterou em 2004, onde *Ammonia tepida* quase desapareceu e passaram a dominar *Ammotium* spp., *Elphidium gunteri* e *Ammobaculites exiguus* (Figura 3.58 “a”). *Elphidium gunteri* parece ter um ótimo de salinidade levemente inferior a *Ammonia tepida*, tendo sido inclusive já encontrado em um lago com água doce a salobra (BOUDREAU et al., 2001). Essa grande mudança é refletida pelo baixo valor do índice de Bray-Curtis para a amostra 28 (Tabela 3.51). Ainda em 1996, a Figura 3.54 “a” mostra que a amostra 30 parecia ser mais influenciada pelas águas marinhas do que as amostras 31 e 32, devido aos picos de abundância de *Trochammina inflata* e *Ammodiscus* sp.. No caso da amostra 31, a ampla dominância de *Ammotium* spp., sobretudo *Ammotium cassis* indica que a faixa de salinidade devia ser de mesohalina ao limite inferior de polihalina, o que é reforçado pela queda significativa da abundância de *Trochammina inflata* e *Ammodiscus* sp.. Já em relação à amostra 32, a massa d’água influenciada principalmente pelo Carapitanga devia criar as condições de menor salinidade neste trecho do Aracaré, onde ainda se vê a dominância de *Ammotium* spp., embora menor, e aumento da abundância de *Miliammina fusca* associada à queda da abundância de *Trochammina inflata* e *Ammodiscus* sp.

Na campanha de 2004, a migração e conseqüente maior distanciamento do *inlet*, aliada a uma acentuação do maior fluxo de água doce via Parapuça-Carapitanga, fez com que a salinidade no Aracaré passasse a predominantemente no limite superior de mesohalina. Da amostra 29 a 32, dominam *Ammotium* spp. (principalmente *Ammotium directum*) e *Ammobaculites exiguus*, que acentuam sua dominância conforme se avança para o interior do canal (Figura 3.58 “b”). Essas amostras são similares entre si, sendo que o Aracaré pareceu ser mais homogêneo em 2004 que em 1996. Outro aspecto concordante com essa afirmação são os níveis de diversidade, que apresentaram uma menor oscilação ao longo do canal na campanha de 2004 (Tabela 3.51).

O Riacho do Mosquito apresentou a mesma tendência que o Riacho do Aracaré. Em 1996, *Trochammina inflata* dominava amplamente a amostra, sendo substituída por *Ammotium* spp. em 2004, com uma estrutura relativamente similar à amostra 32 de 1996 (Figura 3.58). Este ambiente é similar ao Aracaré, embora com uma influência marinha levemente mais acentuada.

A reestruturação das comunidades não teve muita influência das espécies exclusivas de cada campanha, já que apenas 7 espécies fizeram parte desta lista em 1996, e 6 espécies em 2004 (Tabela 3.52).

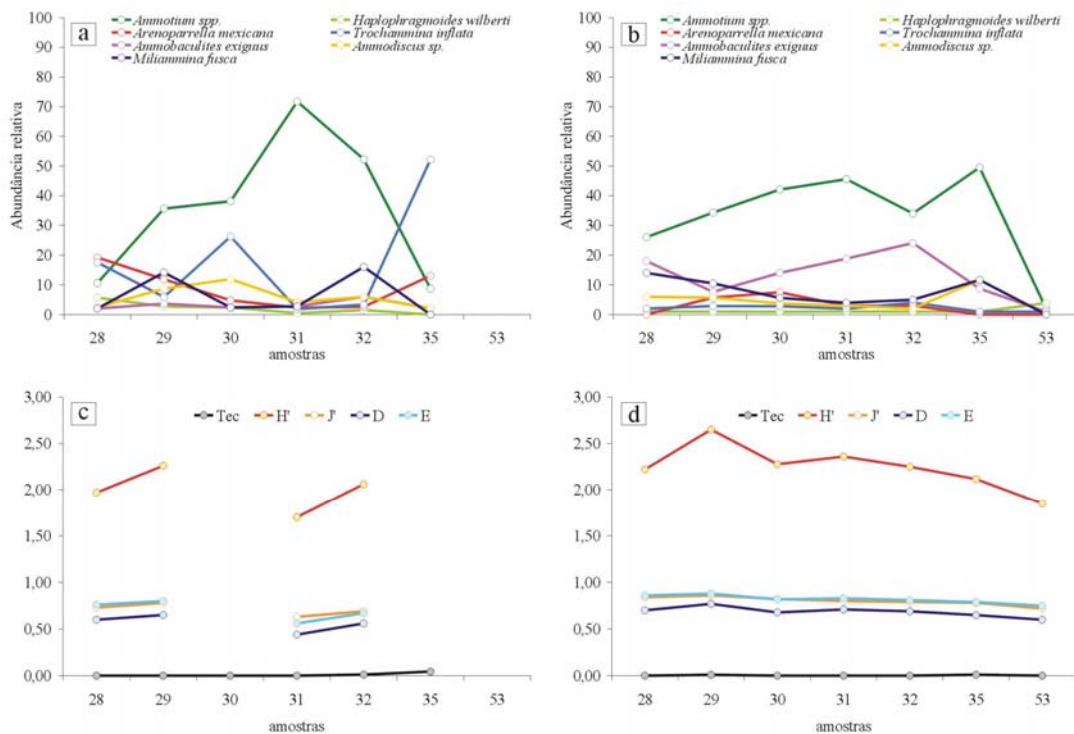


Figura 3.58. a. abundância relativa das principais espécies presentes no Riacho do Aracaré e do Mosquito na campanha de 1996; b. abundância relativa das principais espécies presentes no Riacho do Aracaré e do Mosquito na campanha de 2004; c. proporção de tecamebas (Tec) e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 1996; d. proporção de tecamebas e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 2004.

Tabela 3.51. Valor do índice de Bray-Curtis (B) e resultado do teste *t* para os valores de H' entre as campanhas de 1996 e 2004.

Amostra	B	H'				
		1996	2004	t	g.l.	$\alpha = 1\%$
28	0,16	1,97	2,22	2,61	242	diferentes
29	0,30	2,26	2,65	3,92	252	diferentes
31	0,20	1,70	2,36	5,04	278	diferentes
32	0,37	2,06	2,25	1,59	244	iguais

Tabela 3.52. Lista de espécies exclusivas em cada campanha no Riacho do Aracaré e do Mosquito.

Campanha de 1996	Campanha de 2004
FORAMINÍFEROS	FORAMINÍFEROS
<i>Ammobaculites foliaceus</i>	<i>Ammonia parkinsoniana</i>
<i>Caronia exilis</i>	<i>Ammotium angulatum</i>
<i>Disconiroopsis aguayoi</i>	<i>Elphidium gunteri</i>
<i>Monotalea salsa</i>	<i>Reophax</i> sp. 2
<i>Trochammina ochracea</i>	<i>Siphotrochammina lobata</i>
TECAMEBAS	TECAMEBAS
<i>Cyclopyxis</i> sp.	<i>Diffugia bacillariarum</i>
<i>Trygonopyxis arcula</i>	

3.3.3.5. Laguna (Canal do Poço, incluindo o Riacho do Funil)

Na campanha de 1996, a dominância no Canal do Poço era essencialmente exercida por *Quinqueloculina seminulum* e *Quinqueloculina poeyana* no extremo sudoeste, por *Ammonia tepida*, *Ammonia parkinsoniana*, *Bolivina* spp. e *Elphidium excavatum* na porção central-sudoeste, e por *Ammonia tepida* e *Elphidium excavatum* na porção nordeste (Figura 3.59 “a”). Na campanha de 2004, a microfauna da porção oeste não foi tão diferente da registrada em 1996, apenas com *Quinqueloculina milletti* sobresaindo-se às outras espécies de seu gênero. Na porção nordeste, a dominância de *Elphidium* spp. passou a ser mais constante, com *Elphidium gunteri* na região de maior influência do Carapitanga e *Elphidium excavatum* mais próximo à Boca do Poço (Figura 3.59 “b”). Do ponto de vista da similaridade das microfaunas entre as campanhas, os valores do índice de Bray-Curtis revelam uma alteração mais significativa para as amostras 36 e 46, cujas espécies dominantes foram diferentes (Tabela 3.53). A diversidade e a equitatividade tenderam a um aumento em 2004, sobretudo no setor sudoeste (Figura 3.59 “c” e “d” e Tabela 3.53). A maior riqueza de espécies encontrada em 2004, considerando-se toda a laguna, deveu-se a uma amostragem maior.

A migração do *inlet* Boca do Poço influenciou na estruturação das comunidades, principalmente no setor leste, onde em 1996 a influência marinha era levemente maior e *Ammonia* spp. sobressaía-se a *Elphidium* spp. Conforme o *inlet* migrou no sentido sudoeste, a

faixa de dominância de *Ammonia* spp. acompanhou o mesmo sentido, abrindo espaço para *Elphidium* spp. dominar a região mais próxima ao Carapitanga. Desse modo, embora os gêneros *Ammonia* e *Elphidium* sejam reconhecidamente euritópicos, *Ammonia* prefere ambientes com regime de salinidade levemente superior a *Elphidium*. Esse padrão também foi observado na Baía de Sepetiba por Brönnimann et al. (1981).

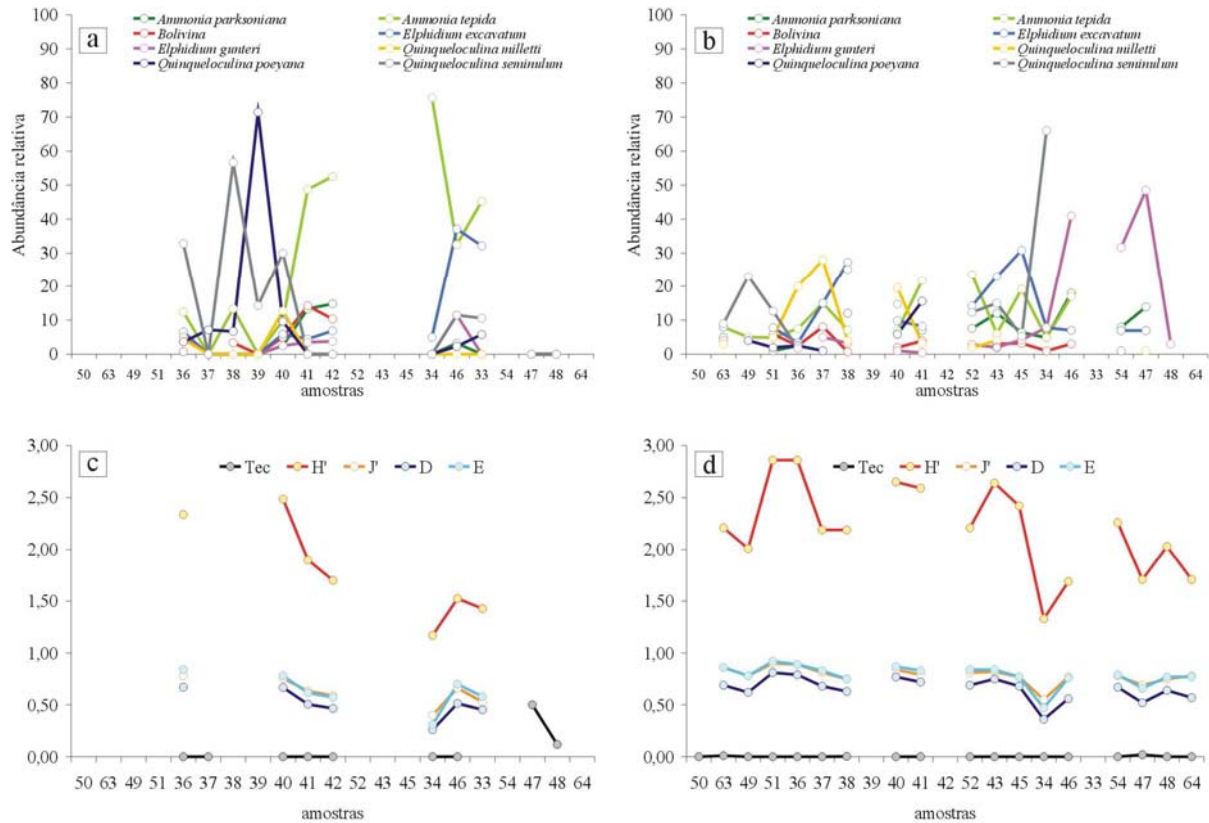


Figura 3.59. a. abundância relativa das principais espécies presentes no Canal do Poço e Riacho do Funil na campanha de 1996; b. abundância relativa das principais espécies presentes no Canal do Poço e Riacho do Funil na campanha de 2004; c. proporção de tecamebas (Tec) e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 1996; d. proporção de tecamebas e índices de diversidade e equitatividade na campanha de 2004.

Tabela 3.53. Valor do índice de Bray-Curtis (B) e resultado do teste *t* para os valores de *H'* entre as campanhas de 1996 e 2004.

Amostra	B	<i>H'</i>				
		1996	2004	t	g.l.	$\alpha = 1\%$
36	0,37	2,34	2,86	4,54	254	diferentes
40	0,40	2,49	2,65	1,55	231	iguais
41	0,41	1,90	2,59	7,09	573	diferentes
46	0,35	1,53	1,69	1,56	203	iguais

3.3.3.6. Síntese

De um modo geral, a microfauna observada entre as duas campanhas foi diferente em cada amostra, sendo que essa alteração deve ter sido provocada pela mudança nos padrões de salinidade. No setor oligohalino do Canal do Parapuça e do Riacho do Cabaço, acentuou-se a influência das águas do Rio São Francisco e houve uma “dulcificação” do sistema estuarino, em consonância com o aumento pluviométrico significativo na região, que favoreceu o desenvolvimento de tecamebas e reduziu a abundância de foraminíferos. No Canal do Carapitanga o ambiente tendeu a homogeneizar-se, onde a principal mudança ocorreu com a queda de dominância de *Miliammina fusca* e aumento da participação de *Arenoparrella mexicana*. Em relação aos canais adjacentes à laguna, a influência marinha parece ter declinado levemente, e o regime de salinidade passou de predominantemente polihalino para meso-polihalino. A migração da Boca do Poço para sudoeste também causou redução da influência marinha no setor nordeste da laguna e manteve o regime euhalino para sudoeste.

Assim, apesar dos dados de salinidade registrados no ato da coleta não terem revelado mudanças significativas no sistema estudado, os foraminíferos e tecamebas foram sensíveis às alterações na hidrodinâmica estuarina entre as campanhas de 1996 e 2004.

3.3.4. Ecofácies

Assim como a microfauna de cada ambiente, as ecofácies também sofreram alterações significativas, principalmente devido à mudança do regime de salinidade e da hidrodinâmica. Em relação à composição, apenas a ecofácies MA manteve suas espécies dominantes, e a ecofácies AQE passou a ser QEA de 1996 para 2004, devido à reorganização das espécies dominantes. Entre 1996 e 2004, a ecofácies CM expandiu-se sobre a ecofácies MA, e as melhores condições para o desenvolvimento das tecamebas beneficiou também *Diffugia* spp., que causou a mudança do nome CM, em 1996, para CDM, em 2004. No caso da ecofácies AATMA, o declínio da salinidade em 2004 beneficiou principalmente *Ammotium* spp. e *Ammobaculites exiguus*, que passaram a ser as espécies mais importantes naquele domínio.

Em relação às variáveis utilizadas no agrupamento das amostras e definição das ecofácies, as tendências preservaram-se entre as campanhas, embora algumas variáveis tenham se alterado significativamente para cada ecofácies (Tabela 3.54). As variáveis com alteração mais significativa foram a diversidade e a equitatividade (D e E).

Tabela 3.54. Médias e desvios padrão das variáveis utilizadas no agrupamento e definição das ecofácies. Os valores foram comparados a um nível de significância $\alpha = 5\%$.

	CM	CDM	MA		AATMA	AA	AQE	QEA
Salinidade	1,4 ± 1,0 sem diferença ^a	1,8 ± 0,9	3,6 ± 3,3 sem diferença ^b	3,2 ± 1,8	23,6 ± 5,2 sem diferença ^a	18,8 ± 6,0	30,2 ± 7,9 sem diferença ^a	27,8 ± 6,2
Teor de Lama	69,3 ± 34,6 sem diferença ^b	73,7 ± 25,7	75,3 ± 23,6 sem diferença ^b	71,7 ± 20,0	73,6 ± 14,6 sem diferença ^a	66,9 ± 21,1	60,3 ± 32,7 sem diferença ^a	49,4 ± 30,5
D	0,53 ± 0,12 sem diferença ^a	0,61 ± 0,08	0,27 ± 0,16 diferentes ^a	0,44 ± 0,17	0,56 ± 0,09 diferentes ^a	0,67 ± 0,06	0,51 ± 0,15 diferentes ^a	0,66 ± 0,11
E	0,68 ± 0,13 sem diferença ^a	0,74 ± 0,07	0,35 ± 0,19 diferentes ^a	0,57 ± 0,18	0,70 ± 0,11 diferentes ^a	0,81 ± 0,04	0,64 ± 0,19 diferentes ^a	0,79 ± 0,11
Tecamebas	0,92 ± 0,06 diferentes ^a	0,63 ± 0,16	0,03 ± 0,04 sem diferença ^b	0,01 ± 0,02	0,01 ± 0,02 sem diferença ^b	0,02 ± 0,04	0,01 ± 0,04 sem diferença ^b	0,01 ± 0,02

^a comparação pelo teste t ; ^b comparação pelo teste de Mann-Whitney.

A salinidade não variou significativamente entre as duas coletas, embora se possa perceber médias um pouco inferiores para as ecofácies AATMA/AA e AQE/QEA (Tabela 3.54 e Figura 3.60). No caso das primeiras, a migração para sudoeste da Boca do Poço deve ter influenciado a leve queda de salinidade, que causou grandes modificações no aspecto de dominância das espécies. Já para as segundas, as amostras do setor nordeste da laguna contribuíram para uma menor média de salinidade. Ao se observar, isoladamente, os dados registrados na campanha de 2004 do setor sudoeste da laguna, constata-se que os valores enquadram-se, na maioria, na faixa euhalina.

Nas ecofácies oligohalinas, a variação da média da salinidade foi mínima, não sendo possível concluir nenhuma modificação nesse aspecto entre as campanhas.

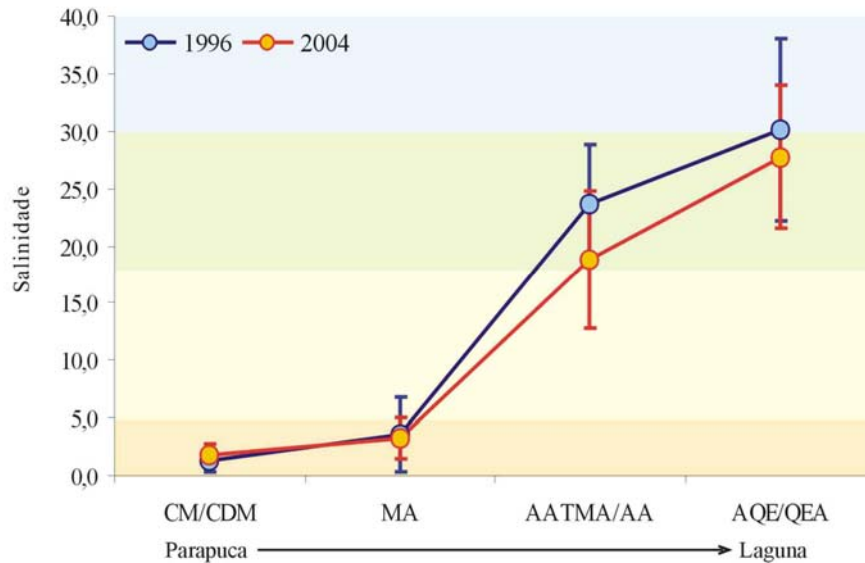


Figura 3.60. Médias e desvios padrão dos valores de salinidade em cada ecofácies para as campanhas de 1996 e 2004. As diferentes cores de fundo do gráfico representam as faixas de salinidade, da inferior para a superior: oligohalina, mesohalina, polihalina e euhalina.

Assim como a salinidade, o teor de lama, não apresentou variação significativa entre as campanhas e manteve a tendência de declinar-se das ecofácies oligohalinas para as ecofácies lagunares (Tabela 3.54 e Figura 3.61), reflexo das condições hidrodinâmicas no interior estuarino. A calmaria ambiental e a disponibilidade de material argilo-siltico em associação com os fluxos das marés combinam-se para o acúmulo de lama no manguezal.

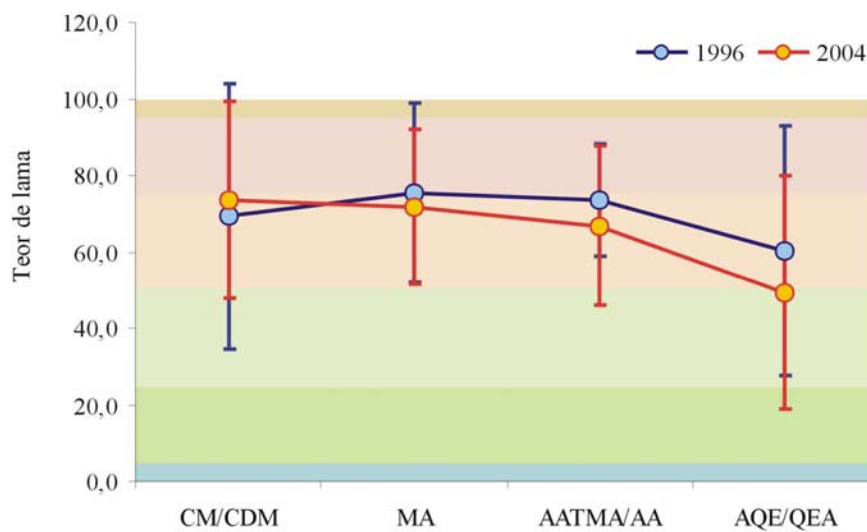


Figura 3.61. Médias e desvios padrão do teor de lama (%) em cada ecofácies para as campanhas de 1996 e 2004. As diferentes cores de fundo do gráfico representam as faixas de proporção lama/areia, da inferior para a superior: areia, areia levemente lamosa, lama arenosa, lama levemente arenosa e lama.

Em relação à diversidade e à equitatividade, as tendências se preservaram, mas as médias foram todas um pouco maiores na campanha de 2004 (Figuras 3.62 e 3.63). Este aumento indica que as condições que determinaram a organização das comunidades amostradas em 2004 permitiram uma partição de recursos mais equilibrada, o que redundou em uma distribuição de abundâncias mais homogênea e menores níveis de dominância. A Tabela 3.50 mostra que apesar da presença mais marcante das tecamebas em 2004 e de uma maior homogeneidade na distribuição das abundâncias, as ecofácies CM e CDM não apresentaram diferença significativa entre si; por outro lado, a diferença entre as campanhas para as demais ecofácies foram significativas.

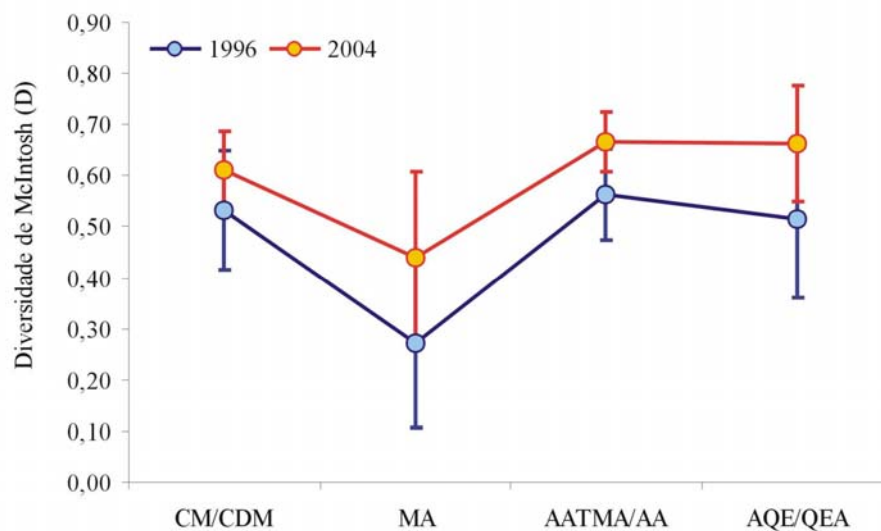


Figura 3.62. Médias e desvios padrão do índice de diversidade de McIntosh em cada ecofácies para as campanhas de 1996 e 2004.

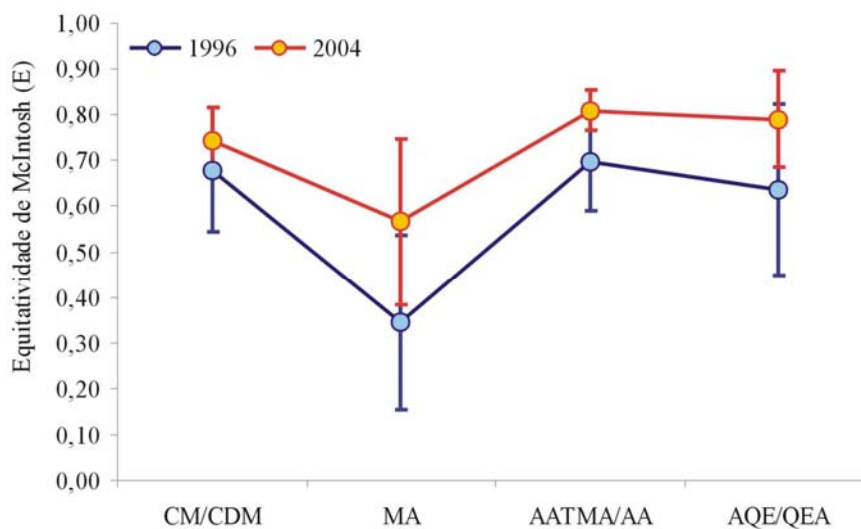


Figura 3.63. Médias e desvios padrão do índice de equitatividade de McIntosh em cada ecofácies para as campanhas de 1996 e 2004.

Se as tecamebas fossem desconsideradas no cálculo da diversidade e equitatividade, o Canal do Parapuça e o Riacho do Cabaço passariam a ser os ambientes com menores valores, dada a alta dominância de *Miliammina fusca*, criando uma tendência de aumento da diversidade e da equitatividade no sentido Parapuça → canal lagunar.

A proporção de tecamebas foi uma variável importante para refinar a compartimentação dos ambientes oligohalinos, sendo que seus maiores valores só foram registrados nas ecofácies CM e CDM (Figura 3.64). Entretanto, a diferença entre as médias foi significativa de uma campanha para outra, indicando uma redução na proporção das tecamebas em 2004 (Tabela 3.54). A princípio, esse dado pode parecer contraditório à discussão apresentada no item 3.3.3, comparando, isoladamente, o Canal do Parapuça e Riacho do Cabaço entre as duas campanhas. Entretanto, há de se considerar que na campanha de 1996 apenas 4 amostras compuseram essa ecofácies, todas com dominância muito alta de tecamebas e baixo desvio, enquanto que para a campanha de 2004 dezesseis amostras compuseram a ecofácies CDM. A ocupação de uma área maior também implicou em maior variabilidade do ambiente e dos dados, além da coexistência com um número um pouco maior de foraminíferos, o que determinou uma proporção média de tecamebas um pouco menor. É notório que na campanha de 2004 os referidos ambientes se tornaram mais favoráveis às tecamebas.

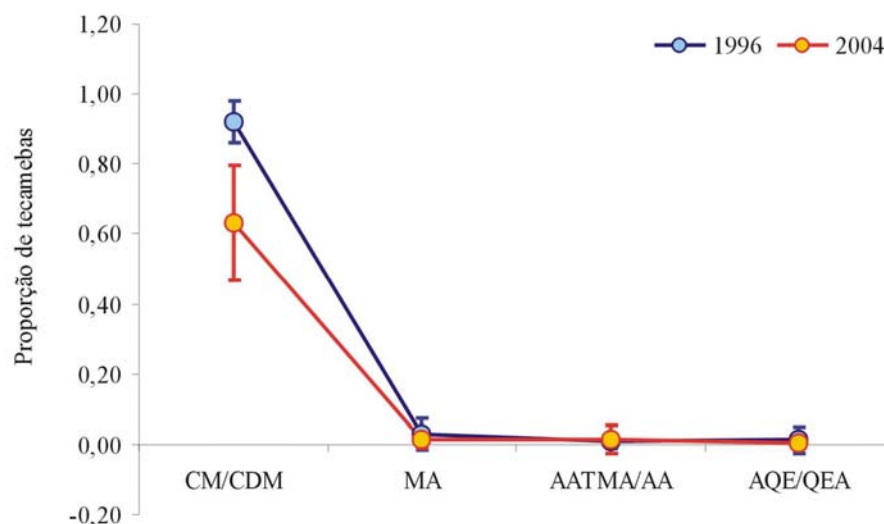


Figura 3.64. Médias e desvios padrão da proporção de tecamebas em cada ecofácies para as campanhas de 1996 e 2004.

3.3.5. Biometria de *Miliammina fusca*

No gradiente formado entre as amostras 1 e 27 o tamanho das tecas de *Miliammina fusca* ou permaneceram iguais ou diminuíram, sendo que apenas na amostra 27 aumentou (Tabela 3.55). Apesar de ainda não se poder fazer inferências muito precisas a partir do tamanho das tecas de *Miliammina fusca*, aparentemente essa diminuição tem alguma relação com a queda da influência marinha no Canal do Parapuça e Riacho do Cabaço e aumento da pressão competitiva com outras espécies no Carapitanga. Essas mudanças são muito sutis para que se possa descrevê-las numericamente de modo preciso. Mesmo que se pudesse, a relação de uma espécie com seu meio não é determinística, e a influência de cada condicionante varia ao longo do espaço e do tempo de acordo com a influência de outros elementos externos à relação. Um exemplo teórico para essa afirmação é a seguinte: em determinadas ocasiões, o relaxamento da pressão competitiva se dá por um fator independente da relação entre *Miliammina fusca* e suas competidoras (entrada de um poluente ou até mesmo a redução do nível de salinidade), que tem a chance de ampliar seu nicho realizado. Se a coleta da amostra se dá no momento em que *Miliammina fusca* inicia seu avanço na colonização, certamente o tamanho médio das tecas tenderá a ser menor, já que novos indivíduos estarão surgindo. Um monitoramento contínuo ao longo de ciclos sazonais, focado na espécie, onde se deve acompanhar o crescimento desses indivíduos concomitante ao avanço de seu domínio em abundância relativa, pode testar essa hipótese. A Figura 3.65 ilustra uma curva teórica bem simples sobre essa relação, baseada no modelo logístico de Verhulst (BEGON et al., 2006).

Tabela 3.55. Comparação entre os tamanhos médios de *Miliammina fusca* nas campanhas de 1996 e 2004.

Amostras	Tamanho médio		Comparação*
	1996	2004	
2	193	183	sem diferença
3	203	200	sem diferença
4	237	186	diminuiu
5	180	184	sem diferença
6	258	167	diminuiu
7	275	223	diminuiu
8	191	178	sem diferença
10	204	221	sem diferença
11	227	211	diminuiu
12	206	211	diminuiu
18	228	226	sem diferença
19	204	186	diminuiu
20	206	234	sem diferença

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3.55

Amostras	Tamanho médio		Comparação*
	1996	2004	
22	275	220	diminuiu
25	231	189	diminuiu
26	238	160	diminuiu
27	192	241	aumentou

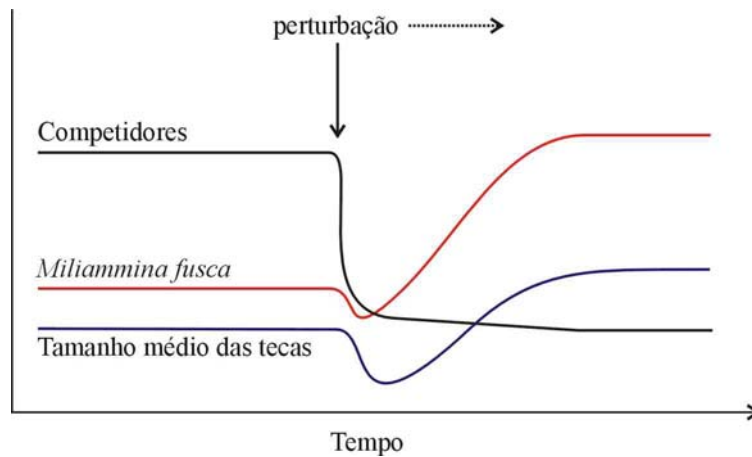
* Teste *t*, $\alpha = 5\%$.

Figura 3.65. Modelo teórico simples da relação da abundância relativa e tamanho médio das tecas de *Miliammina fusca* com a abundância relativa de seus competidores.

O modelo exposto acima mostra que na ocorrência de uma perturbação que afete significativamente os competidores de *Miliammina fusca*, a primeira reação que deve ocorrer na comunidade é uma queda da densidade de todas as espécies. Se a perturbação continua, *Miliammina fusca* deve ser beneficiada pela perda de força competitiva das espécies a ela associadas e a sua abundância relativa deverá aumentar, em uma parte pela queda da abundância relativa dos competidores, em outra pelo início de seu processo de colonização e ampliação do nicho realizado. O tamanho médio das tecas deve acompanhar o incremento da participação de *Miliammina fusca* na comunidade, mas a uma taxa menor e, portanto, em um ritmo mais lento. Certamente haverá um momento em que a população atingirá um patamar máximo, o que deve ocorrer principalmente pela limitação de recursos, sendo que a curva de abundância se assemelha ao modelo logístico de Verhulst (BEGON et al. 2006). Nesse momento, pode haver uma pequena redução tanto na densidade como no tamanho das tecas e na taxa de reprodução, a fim de que a população se ajuste ao seu limite. A partir de então, duas situações são possíveis: (i) se a perturbação se mantém e as espécies competidoras continuam sendo controladas, então *Miliammina fusca* deverá manter-se em um mesmo nível

de abundância com pequenas oscilações, decorrentes de variações sazonais, por exemplo; (ii) se a perturbação é atenuada e as espécies competidoras conseguem recuperar parte de seu nicho realizado, a abundância relativa de *Miliammina fusca* tenderá a cair e a taxa de reprodução desacelerar. Nesse último caso, a proporção de tecas maiores poderá aumentar sensivelmente ao longo do tempo devido à queda da taxa de reprodução, seguida de uma queda de tamanho conforme os indivíduos mais velhos vão morrendo.

No caso específico do delta do Rio São Francisco, aparentemente as condições em 1996 eram um pouco mais favoráveis a *Miliammina fusca* que em 2004. Essa hipótese é sustentada tanto pela queda do tamanho das tecas em vários pontos, que pode estar relacionada a um impacto recente sobre a espécie, quanto pelo aumento das abundâncias relativas das outras espécies, o que se encaixa na situação (ii) do parágrafo anterior. Dentre os principais fatores que devem ter contribuído para essa alteração estão a queda da influência marinha no Canal do Parapuça e Riacho do Cabaço, além de um maior aporte de matéria orgânica na região das amostras 1 a 8 no Canal do Carapitanga, que possibilitou a *Arenoparrella mexicana* e outras espécies a ampliar seus nichos realizados.

Assim, nota-se que a análise biométrica de uma espécie abundante aliada à análise da sua abundância relativa e das suas competidoras pode servir como uma ferramenta para inferir sobre os possíveis agentes controladores da distribuição das espécies em um ambiente.

3.3.6. Circulação hidrodinâmica

A circulação hidrodinâmica na área de estudo está, na região da laguna e canais adjacentes, fortemente atrelada ao *inlet* Boca do Poço e, no outro extremo ao Canal do Parapuça (na foz do Rio São Francisco, que influencia fortemente o sistema estuarino estudado). No outro extremo, próximo ao Rio São Francisco, as águas fluviais parecem ter aumentado sua influência. Na foz do Rio São Francisco, em ocasiões de preamar, o avanço da cunha salina em direção à montante ocorre mais próximo à margem alagoana. Segundo (2001) relata que nesses momentos há uma forte estratificação halínica na coluna d'água, sendo que a cunha salina tende a “empurrar” e “espalhar” a água doce, mais superficial, em direção às margens. Assim, as águas que adentram o Parapuça durante a preamar apresentam salinidade muito baixa, provavelmente quase nunca ultrapassando a faixa oligohalina. Na baixamar, a velocidade da corrente das águas do Parapuça em direção ao Rio São Francisco

deve ser maior que na preamar, o que é sugerido pela orientação dos bancos de lamosos próximos à sua desembocadura no São Francisco. A diferença de vazão entre as águas do Parapuca e do São Francisco devem provocar um barramento, gerando bancos arenosos e lamosos na margem sergipana da foz. As Figuras 3.66 e 3.67 mostram uma foto aérea com os esquemas de circulação na preamar e na baixamar.

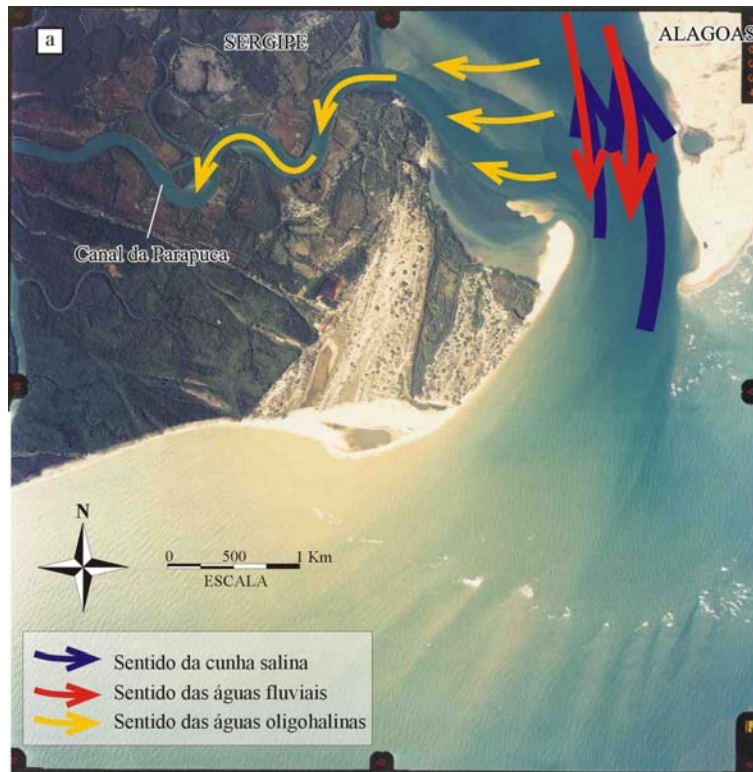


Figura 3.66. Esquema de circulação das águas na preamar (Foto aérea de dezembro de 2003 – BASE AEROFOTOGRAMETRIA E PROJETOS S/A).

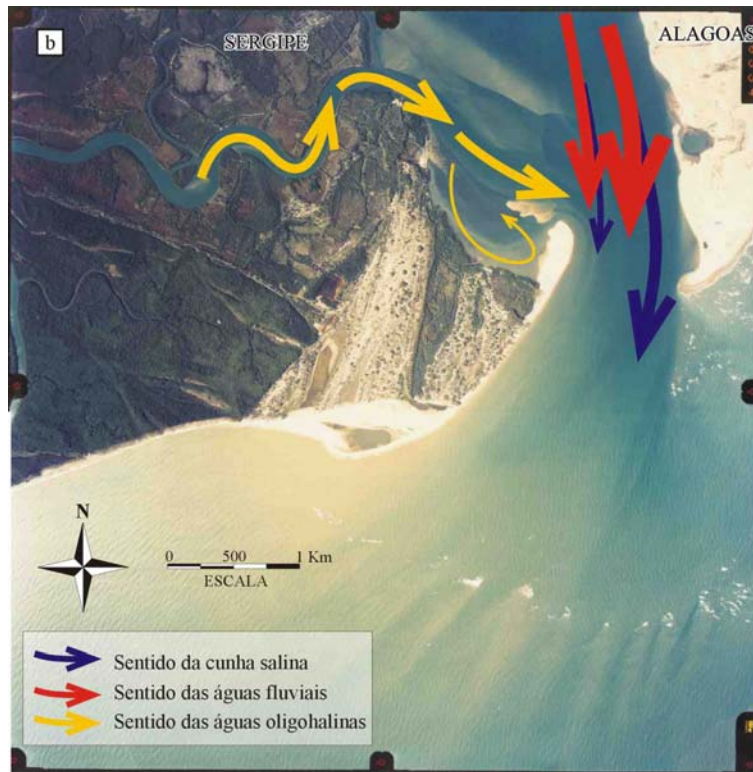


Figura 3.67. Esquema de circulação das águas na baixamar (Foto aérea de dezembro de 2003 – BASE AEROFOTOGRAMETRIA E PROJETOS S/A).

3.4. Aplicações potenciais dos resultados

Na vertente de meio ambiente, os resultados ora apresentados são potencialmente aplicáveis a estudos de sensibilidade ambiental da zona costeira a derrames de petróleo, obrigatórios pela Lei 9966/2000 onde há atividade petrolífera. Moradores locais relataram que eventualmente há a chegada de pequenos derrames às praias locais, que atingem inclusive o Canal do Poço, provavelmente oriundos de navios em alto mar.

Em um trabalho inovador, Gundlach e Hayes (1978) propuseram um índice de vulnerabilidade dos ecossistemas costeiros a derrames de petróleo e derivados, em que os ambientes costeiros são classificados de 1 a 10 (menor para maior vulnerabilidade), servindo até hoje como referência para elaboração das cartas de sensibilidade ambiental (Cartas SAO). A vulnerabilidade está baseada na interação da linha de costa com os processos físicos que controlam a deposição e a persistência do poluente, além da extensão de dano à biota. A predição da resposta exata da biota à contaminação é extremamente difícil, pois depende, entre outros fatores, do tipo e quantidade do poluente derramado, da estação sazonal, do estágio ontogênico dos organismos e da extensão de exposição ao contaminante. Neste último

aspecto, os foraminíferos e as tecamebas são expostos ao contaminante praticamente ao grau máximo, uma vez que são bentônicos e habitam em maior densidade a superfície do sedimento. Cabe ainda ressaltar que ao se referir à biota, os autores abordam apenas a escala dos indivíduos, sendo que propriedades emergentes das populações e comunidades também devem servir à análise e diagnóstico dos impactos. Assim, as informações que se pode obter a partir dos foraminíferos e tecamebas são potencialmente aplicáveis a essa abordagem de estudo.

Santa-Cruz (2004) avaliou a estrutura das comunidades de foraminíferos do manguezal do Rio Iriri, em Bertioga, que foi alvo de um grande derramamento de petróleo por rompimento de um duto em 1983. Alguns meses após o derrame, todas as árvores de mangue atingidas morreram; o início de recuperação da flora só se iniciou cerca de seis anos após o evento. A autora encontrou o óleo derramado ainda aprisionado no interior do sedimento a cerca de 12 cm de profundidade, e relatou a presença de um bosque de *Laguncularia racemosa* com área basal muito reduzida, refletindo a existência de efeitos deletérios nas plantas ainda causados pelo óleo presente no sedimento. Entretanto, a comunidade de foraminíferos encontrada na superfície do sedimento não revelou nenhuma indicação de estresse pela presença do óleo, levando a autora a concluir que o sedimento superficial daquela área não mais apresenta condições restritivas ao desenvolvimento da microfauna. Assim, esse estudo representou uma importante contribuição no sentido de identificar a aplicação do estudo de foraminíferos no monitoramento da remediação de áreas contaminadas.

De modo similar ao trabalho conduzido em Bertioga, Sabeen (2001) e McMillan (2002) avaliaram a capacidade de foraminíferos refletirem a eficiência da remediação em sedimentos impactados por óleo, através de estudos-controle em marismas canadenses. Em ambos os trabalhos, são reportados o desaparecimento dos foraminíferos logo após a introdução do óleo no sedimento, seguido pela colonização e dominância de *Miliammina fusca* algum tempo após o impacto; isto está em consonância com a discussão anteriormente apresentada em relação a essa espécie, que domina apenas ambientes estressantes para outras espécies de foraminíferos. A partir do momento em que *Miliammina fusca* passou a dominar, a espécie foi avaliada por cerca de 14 meses, tendo sido observado que a proporção de tecas deformadas foi se reduzindo paulatinamente, conforme os efeitos do óleo foram se atenuando no ambiente. A partir desse resultado, as autoras recomendaram que o monitoramento dessa

espécie deve ser realizado em casos de eventos com derramamento de óleo, servindo como parâmetro para avaliação da eficiência da remediação.

Notoriamente, a escala do Índice de Vulnerabilidade leva mais em conta as características físicas do ambiente, sobretudo em termos de sua energia hidrodinâmica (Tabela 3.56). As marismas e manguezais são classificados com a máxima vulnerabilidade, recebendo o índice 10, devido à baixa energia do ambiente, remoção muito difícil do contaminante e baixa resiliência. Gundlach e Hayes (1978) alertam para o fato de que normalmente a informação biológica é apenas geral e deveria ser suplementada com dados de campo obtidos durante o estudo do plano de contingência da área. Deste modo, o trabalho ora apresentado vai ao encontro da sugestão desses autores, ao realizar um levantamento detalhado da composição da microfauna em uma área com ambientes de variada dinâmica, além de fornecer um prospecto da circulação hidrodinâmica, que serve para elaboração de prognósticos de intrusão e deriva de manchas óleo no interior do estuário (oriundos do rio ou do oceano), além de fomentar a eventual elaboração de planos de contingência.

No sistema estuarino do delta do Rio São Francisco, envolvendo manguezais, uma laguna e canais, a microfauna respondeu às alterações hidrodinâmicas ocorridas em dois momentos distintos (1996 e 2004). Isto mostra que as cartas SAO devem ser dinâmicas e incorporar o ritmo dessas mudanças ao longo do tempo. A estrutura da microfauna encontrada na área de estudo, pode ser utilizada como referência para o diagnóstico de impactos futuros nessa e em outras áreas. Neste aspecto, é notório o perfil indicador de *Miliammina fusca*, aliando-se a análise de sua abundância relativa e tamanho das tecas, além da eventual presença de deformidades. Ressalta-se ainda a aplicação do monitoramento das propriedades emergentes das comunidades, tais como a estrutura, diversidade e equitatividade, sensíveis às mudanças que ocorrem ao longo do tempo. Além disso, demonstrou-se, mais uma vez, o potencial do estudo da distribuição da microfauna de foraminíferos e tecamebas como ferramenta de delineamento da hidrodinâmica estuarina; no Brasil, ela tem sido aplicada em algumas áreas da costa sudeste (e.g. DIAS-BRITO et al., 1988; STEVENSON, et al., 1998; DULEBA e DEBENAY, 2003).

Tabela 3.56. Sumário da classificação proposta por Gundlach & Hayes (1978), com a ordem crescente de vulnerabilidade a danos causados por derramamento de petróleo e derivados.

Índice de Vulnerabilidade	Tipo de ambiente	Comentários
1	Costões rochosos expostos	A batida das ondas limpa naturalmente.
2	Plataformas rochosas expostas	Remoção do óleo pelas ondas dentro de algumas semanas.
3	Praias de areia fina	O óleo não penetra no sedimento, facilitando a remoção mecânica, se necessário. Contudo, o óleo deve persistir por vários meses.
4	Praias de areia grossa	O óleo pode penetrar e se alojar, dificultando a limpeza. Sob condições de moderada a alta energia, o óleo será removido naturalmente na maior parte da praia.
5	Planícies de maré expostas	A maior parte do óleo não penetra nem adere ao sedimento compactado da planície. Normalmente a limpeza ocorre naturalmente.
6	Praias de areia mista	O óleo deve penetrar e se alojar rapidamente. Sob condições de energia moderada a alta, deve permanecer no sedimento por anos.
7	Praias de cascalho	Mesmo que o anterior. A limpeza deve se concentrar na área lavada pela maré alta. Um pavimento asfáltico sólido pode se formar sob condições de acumulação de óleo pesado
8	Costões rochosos abrigados	Áreas com ação de ondas reduzida. O óleo pode persistir por muitos anos. A limpeza não é recomendada, a não ser que a concentração do óleo seja muito pesada.
9	Planícies de maré abrigadas	Áreas de grande atividade biológica e baixa energia. O óleo pode persistir por anos. A limpeza não é recomendada, a não ser que a concentração de óleo seja muito alta. Estas áreas devem ser de proteção prioritária, recebendo barreiras e material absorvente.
10	Marismas e manguezais	Ambientes aquáticos mais produtivos. O óleo pode persistir por anos. A limpeza de marismas através da queima ou corte raso só pode ser considerada quando a quantidade de óleo é muito grande. Os manguezais não devem ser alterados. Proteção destes ambientes por barreiras ou absorventes deve receber prioridade zero.

Somando-se os resultados obtidos junto ao sistema estuarino do delta do São Francisco aos de outros trabalhos, algumas tendências gerais podem ser percebidas, como a seguir enunciadas.

No caso de ambientes oligohalinos com dominância de tecamebas, a influência marinha é fraca e quase que restrita aos momentos de preamar. A microfauna normalmente é dominada por espécies da família Centropyxidae e Diffugiidae e apenas *Miliammina fusca* consegue se desenvolver de modo mais notório entre os foraminíferos, às vezes associada a *Haplophragmoides wilberti*, *Arenoparrella mexicana* ou *Trochammina inflata*. A diversidade de espécies tende a ser relativamente alta, mais por contribuição das tecamebas do que dos foraminíferos. Considerando-se apenas os foraminíferos, a diversidade tende a ser muito baixa. A flora associada geralmente é constituída de uma mistura entre espécies dulçaquícolas e de mangue, estas normalmente mais rarefeitas e pouco desenvolvidas. Normalmente, o pH

oscila entre neutro a levemente ácido, e a granulometria não apresenta uma tendência bem definida, apesar de geralmente ser lamosa a lamosa-arenosa.

Ambientes oligohalinos com influência marinha levemente mais acentuada apresentam uma microfauna com baixa diversidade e são dominados principalmente pelo foraminífero *Miliammina fusca*, associada a *Haplophragmoides wilberti*, *Polysaccammina hyperhalina*, *Arenoparrella mexicana*, *Trochammina* spp. e *Ammotium* spp.. Nesse cenário, *Miliammina fusca* encontra menor pressão pela salinidade e pela competição inter-específica e se desenvolve mais, não só no aspecto da abundância, como também no tamanho das tecas. Se há alguma fonte de água doce significativa, algumas espécies de tecamebas podem associar-se, principalmente da família Centropyxidae e Difflogiidae; caso contrário, apenas foraminíferos estão presentes. Normalmente, o manguezal associado é dominado por *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, podendo também ocorrer *Avicennia germinans* ou *Avicennia schaueriana*, dependendo das condições de menor ou maior salinidade. Nesses ambientes ainda se observam *Achrosticum aureum* e *Hibiscus* spp., além de *Crenea* (mais comum em latitudes menores), *Juncus* e/ou *Crinum* (mais comum em latitudes maiores) ocupando os bancos de lama à frente do bosque. O pH varia entre neutro e levemente ácido e a granulometria é normalmente lamosa a lamosa-arenosa, embora não haja tendência clara.

Conforme a influência marinha se acentua, as águas atingindo níveis meso- a polihalinos, *Miliammina fusca* e *Haplophragmoides wilberti* tendem a ocupar as zonas topograficamente mais elevadas dentro do manguezal, dando espaço, nas margens, a *Ammobaculites* spp., *Ammotium* spp., *Trochammina inflata*, *Arenoparrella mexicana*, *Ammodiscus* sp., *Textularia earlandi*, entre alguns outros táxons, o que determina a elevação dos níveis de diversidade. Além de aglutinantes, algumas espécies calcárias podem também estar presentes dependendo da hidrodinâmica do meio, notadamente *Elphidium excavatum*, *Elphidium gunteri* e *Ammonia tepida*. Ocasionalmente, podem ocorrer tecamebas, mas geralmente as tecas presentes são alóctones. Nesses ambientes se observam os bosques de mangue mais desenvolvidos, dominados por *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*, além de *Avicennia schaueriana*. Os bancos de lama são ocupados por *Crenea*, *Crinum* ou *Spartina*, dependendo da salinidade. O pH varia de levemente ácido a levemente básico e a granulometria normalmente oscila de lamo-arenosa a lamosa. Este tipo de cenário é bastante variável em termos do *ranking* ou organização das espécies dominantes. Em alguns casos, as condições entre duas amostras são muito parecidas e a espécie dominante em uma é apenas mera coadjuvante em outra, sendo muito difícil, senão virtualmente impossível, determinar

claramente quais são os elementos que determinam essa diferença. A estruturação de um ecossistema é muito complexa e envolve uma série de condicionantes, que têm seus pesos alterados ao longo do tempo e do espaço, muitas vezes fora da capacidade de detecção dos pesquisadores. Estes são os tipos de casos em que Begon et al. (2006) consideram a dominância como similar a uma “loteria”, onde espécies que exploram os recursos de modo similar encontram uma oportunidade de ampliar seu nicho realizado; a combinação das condições que leva uma espécie a sobressair-se são obscuras.

Em ambientes com salinidade polihalina a euhalina, dominam as espécies calcárias, sobretudo rotaliinos e miliolinos. Estes ambientes normalmente são caracterizados por lagunas ou baías. Os rotaliinos ocorrem preferencialmente nos ambientes onde a faixa polihalina se encontra próxima ao seu nível superior e são representados principalmente por *Elphidium* spp. e *Ammonia* spp. Em ambientes euhalinos, predominam o miliolinos, na maioria *Quinqueloculina* spp., associados a outros gêneros rotaliinos, como *Bolivina*, *Bulimina*, *Buliminella*, *Cibicides*, *Discorbis*, *Nonion*, *Nonionella*, *Pararotalia*, *Pseudononion*, entre outras espécies calcárias, inclusive alóctones típicas da plataforma. Dependendo do local, pode ou não haver um bosque de manguezal associado, dominado por *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e maior presença de *Avicennia schaueriana*, comparada às condições anteriormente descritas. Bancos lamosos, contíguos aos bosques, muitas vezes são ocupados por *Spartina*. O pH normalmente é básico, tendo os sedimentos deste domínio caráter lamoso, areno-lamoso ou arenoso.

Os padrões de distribuição das espécies geraram modelos refletidos pelas ecofácies relacionadas a combinações particulares dos condicionantes ambientais. Tais modelos têm aplicação direta na investigação da paleoecologia e evolução das bacias sedimentares, sendo de grande interesse para o monitoramento ambiental e para a geologia do petróleo.

4. Sistemática

Ordem FORAMINIFERIDA Eichwald, 1830

Subordem ALLOGROMIINA Loeblich & Tappan, 1961

Superfamília LAGYNACEA Schultze, 1854

Família LAGYNIDAE Schultze, 1854

Subfamília BLYSMASPHAERINAE Brönnimann, 1988

Gênero *Blysmasphaera* Brönnimann, 1988

Blysmasphaera brasiliensis Brönnimann, 1988 (Estampa I, fig. 1-13)

Subordem GLOBIGERININA Delage & Hérouard, 1896

Superfamília GLOBIGERINACEA Carpenter, Parker & Jones, 1862

Família GLOBIGERINIDAE Carpenter, Parker & Jones, 1862

Subfamília GLOBIGERININAE Carpenter, Parker & Jones, 1862

Gênero *Globigerina* d'Orbigny, 1826

Globigerina sp.

Globigerina sp. 1

Subordem LAGENINA Delage & Hérouard, 1896

Superfamília NODOSARIACEA Ehrenberg, 1838

Família ELLIPSOLAGENIDAE Silvestri, 1923

Subfamília OOLININAE Loeblich & Tappan, 1961

Gênero *Oolina* d'Orbigny, 1839

Oolina globosa (Montagu, 1803)

Família LAGENIDAE Reuss, 1862

Gênero *Lagena* Walker & Jacob, 1798

Lagena caudata (d'Orbigny, 1839)

Subordem MILIOLINA Delage & Hérouard, 1896

Superfamília MILIOLACEA Ehrenberg, 1839

Família FISCHERINIDAE Millett, 1898

Gênero *Cyclogyra* Wood, 1842

Cyclogyra sp.

Família HAUERINIDAE Schwager, 1876

Subfamília HAUERININAE Schwager, 1876

Gênero *Quinqueloculina* d'Orbigny, 1826

Quinqueloculina agglutinata Cushman, 1917

Quinqueloculina boschiana (d'Orbigny, 1839)

Quinqueloculina intricata Terquem, 1878

Quinqueloculina lamarckiana d'Orbigny, 1839

Quinqueloculina lata Terquem, 1878

Quinqueloculina milletti (Wiesner, 1912) (Estampa X, fig. 1-3)

Quinqueloculina poeyana d'Orbigny, 1839 (Estampa X, fig. 4-5)

Quinqueloculina polygona d'Orbigny, 1839 (Estampa X, fig. 8)

Quinqueloculina seminulum (Linné, 1767) (Estampa X, fig. 9)

Quinqueloculina sp. (Estampa X, fig. 7)

Quinqueloculina venusta Karrer, 1868 (Estampa X, fig. 6)

Subfamília MILIOLINELLINAE Vella, 1957

Gênero *Triloculina* d'Orbigny, 1826

Triloculina laevigata (d'Orbigny, 1839)

Triloculina oblonga (Montagu, 1803)

Triloculina sp. 1

Subordem ROTALIINA Delage & Hérouard, 1896

Superfamília BOLIVINACEA Glaessner, 1937

Família BOLIVINIDAE Glaessner, 1937

Gênero *Bolivina* d'Orbigny, 1839

Bolivina doniezi Cushman & Wickenden, 1929

Bolivina laevigata Karrer, 1878 (Estampa V, fig. 6)

Bolivina ordinaria (Phleger & Parker, 1950)

Bolivina pseudopunctata Høglund, 1947 (Estampa VII, fig. 7)

Bolivina pulchella (d'Orbigny, 1840) (Estampa VII, fig. 10-11)

Bolivina sp. 1

Bolivina translucens Phleger & Parker, 1931 (Estampa VII, fig. 8)

Gênero *Brizalina* Costa, 1856

Brizalina striatula (Cushman, 1922) (Estampa VII, fig. 5)

Superfamília BULIMINACEA Jones, 1875

Família BULIMINIDAE Jones, 1875

Gênero *Bulimina* d'Orbigny, 1826

Bulimina elongata d'Orbigny, 1826

Bulimina marginata d'Orbigny, 1826 (Estampa VIII, fig. 1)

Família BULIMINELLIDAE Hofker, 1951

Gênero *Buliminella* Cushman, 1911

Buliminella elegantissima (d'Orbigny, 1839)

Subfamília UVIGERININAE Haeckel, 1894

Gênero *Uvigerina* d'Orbigny, 1826

Uvigerina sp.

Superfamília CASSIDULINACEA d'Orbigny, 1839

Família CASSIDULINIDAE d'Orbigny, 1839

Subfamília CASSIDULININAE d'Orbigny, 1839

Gênero *Cassidulina* d'Orbigny, 1826

Cassidulina sp.

Superfamília CHILOSTOMELLINAE Brady, 1881

Família GAVELINELLIDAE Hofker, 1956

Subfamília GAVELINELLINAE Hofker, 1956

Gênero *Hanzawaia* Asano, 1944

Hanzawaia sp. (Estampa IX, fig. 3)

Superfamília DISCORBACEA Ehrenberg, 1838

Família DISCORBIDAE Ehrenberg, 1838

Gênero *Discorbis* Lamarck, 1804

Discorbis sp. 1 (Estampa VIII, fig. 5-6)

Discorbis sp. 2

Discorbis sp. 3

Família EPONIDIDAE Hofker, 1951

Subfamília EPONIDINAE Hofker, 1951

Gênero *Eponides* de Monfort, 1808

Eponides sp. 1

Gênero *Poroeponides* Cushman, 1944

Poroeponides sp. 1

Família HELENINIDAE Loeblich & Tappan, 1988

Gênero *Helenina* Saunders, 1961

Helenina anderseni (Warren, 1957)

Superfamília FURSENKOINACEA Loeblich & Tappan, 1961

Família FURSENKOINIDAE Loeblich & Tappan, 1961

Gênero *Fursenkoina* Loeblich & Tappan, 1961

Fursenkoina sp. (Estampa VIII, fig. 2)

Superfamília NONIONACEA Schultze, 1854

Família NONIONIDAE Schultze, 1854

Subfamília NONIONINAE Schultze, 1854

Gênero *Haynesina* Banner & Culver, 1978

Haynesina germanica Ehrenberg, 1840

Gênero *Nonion* de Monfort, 1808

Nonion depressulum Walker & Jacob, 1798

Nonion sp.

Gênero *Nonionella* Cushman, 1926

Nonionella atlantica Cushman, 1947 (Estampa VIII, fig. 7-8; Estampa IX, fig. 1)

Nonionella chiliensis Cushman & Kellett, 1929 (Estampa IX, fig. 2)

Nonionella opima Cushman, 1947

Nonionella pulchella Hada, 1931

Nonionella cf. *turgida* (Williamson, 1858) (Estampa VIII, fig. 9-10)

Superfamília ROTALIACEA Ehrenberg, 1839

Família ELPHIDIIDAE Galloway, 1933

Subfamília ELPHIDIINAE Galloway, 1933

Gênero *Elphidium* de Monfort, 1808*Elphidium advenum* Cushman, 1933*Elphidium discoidale* d'Orbigny, 1839*Elphidium excavatum* Terquem, 1876 (Estampa IX, fig. 4-5)*Elphidium galvestonense* Kornfeld, 1931*Elphidium gerthi* Voorthuysen, 1957*Elphidium gunteri* Cole, 1931 (Estampa IX, fig. 6-8)*Elphidium incertum* (Williamson, 1858)*Elphidium* sp. (Estampa IX, fig. 9)

Família ROTALIIDAE Ehrenberg, 1839

Subfamília AMMONIINAE Saidova, 1981

Gênero *Ammonia* Brünnich, 1772*Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny, 1839) (Estampa VII, fig. 4)*Ammonia tepida* (Cushman, 1926) (Estampa VII, fig. 1-3)

Superfamília TURRILINACEA Cushman, 1927

Família STAINFORTHIIDAE Reiss, 1963

Gênero *Hopkinsina* Howe & Wallace, 1932*Hopkinsina pacifica* Cushman, 1933 (Estampa VII, fig. 9)

Subordem TEXTULARIINA Delage & Hérouard, 1896

Superfamília ASTRORHIZACEA Brady, 1881

Família HEMISPHAERAMMINIDAE Loeblich & Tappan 1961

Subfamília HEMISPHAERAMMININAE Loeblich & Tappan, 1961

Gênero *Hemisphaerammina* Loeblich & Tappan, 1957*Hemisphaerammina bradyi* Loeblich & Tappan, 1957

Família POLYSACCAMMINIDAE Loeblich & Tappan, 1984

Gênero *Polysaccammina* Scott, 1976

Polysaccamina hyperhalina Medioli, Scott & Petrucci, 1983 (Estampa VI, fig. 8)
Polysaccamina ipohalina Scott, 1976

Superfamília HAPLOPHRAGMIACEA Eimer & Fickert, 1899

Família ACUPEINIDAE Brönnimann & Zaninetti, 1984

Gênero *Acupeina* Brönnimann & Zaninetti, 1984

Acupeina triperforata (Millett, 1899)

Superfamília AMMODISCACEA Reuss, 1862

Família AMMODISCIDAE Reuss, 1862

Subfamília AMMODISCINAE Reuss, 1862

Gênero *Ammodiscoides* Cushman, 1909

Ammodiscoides turbinatus Cushman, 1909

Gênero *Ammodiscus* Reuss, 1862

Ammodiscus sp. (Estampa VI, fig. 4)

Subfamília AMMOVERTILLININAE Saidova, 1981

Gênero *Glomospira* Rzehak, 1885

Glomospira gordialis (Jones & Parker, 1860)

Superfamília HORMOSINACEA Haeckel, 1894

Família HORMOSINIDAE Haeckel, 1894

Subfamília REOPHACINAE Cushman, 1910

Gênero *Reophax* de Monfort, 1808

Reophax cf. *arctica* Brady, 1881

Reophax nana Rhumbler, 1911

Reophax scottii Chaster, 1892 (Estampa V, fig. 5-6)

Reophax sp. 1 (Estampa V, fig. 3-4)

Reophax sp. 2

Subfamília CUNEATINAE Loeblich & Tappan, 1984

Gênero *Acostata* Brönnimann, Whittaker & Valleri, 1992*Acostata mariae* (Acosta, 1940) (Estampa VI, fig. 5)Gênero *Warrenita* Loeblich & Tappan, 1984*Warrenita palustris* (Warren, 1957)

Superfamília LITUOLACEA de Blainville, 1827

Família HAPLOPHRAGMOIDIDAE Maync, 1952

Gênero *Haplophragmoides* Cushman, 1910*Haplophragmoides manilaensis* Andersen, 1952*Haplophragmoides wilberti* Andersen, 1953 (Estampa V, fig. 11)Gênero *Trochamminita* Cushman & Brönnimann, 1948*Trochamminita irregularis* Cushman & Brönnimann, 1948*Trochamminita salsa* (Cushman & Brönnimann, 1948)

Família LITUOLIDAE de Blainville, 1827

Subfamília AMMOASTUTINAE Loeblich & Tappan, 1984

Gênero *Ammoastuta* Cushman & Brönnimann, 1948*Ammoastuta inepta* (Cushman & McCulloch, 1939) (Estampa VI, fig. 2-3)*Ammoastuta salsa* Cushman & Brönnimann, 1948

Subfamília AMMOMARGINULININAE Podobina, 1978

Gênero *Ammobaculites* Cushman, 1910*Ammobaculites exiguus* Cushman & Brönnimann, 1948 (Estampa VI, fig. 1)*Ammobaculites foliaceus* (Brady, 1881)Gênero *Ammotium* Loeblich & Tappan, 1953*Ammotium angulatum* Brönnimann, Whittaker & Zaninetti, 1992*Ammotium cassis* (Parker, 1870) (Estampa V, fig. 7)*Ammotium directum* (Cushman & Brönnimann, 1948) (Estampa V, fig. 8)*Ammotium morenoi* (Acosta, 1940) (Estampa VI, fig. 9-10)

Ammotium pseudocassis (Cushman & Brönnimann, 1948) (Estampa V, fig. 9)

Ammotium salsum (Cushman & Brönnimann, 1948)

Família DISCAMMINIDAE Mikhalevich, 1980

Gênero *Ammoscalaria* Höglund, 1947

Ammoscalaria cf. *pseudospiralis* (Williamson, 1858)

Ammoscalaria sp.

Superfamília RZEHAKINACEA Cushman, 1933

Família RZEHAKINIDAE Cushman, 1933

Gênero *Miliammina* Heron-Allen & Earland, 1930

Miliammina fusca (Brady, 1870) (Estampa V, fig. 1-2)

Superfamília SPIROPLECTAMMINACEA Cushman, 1927

Família SPIROPLECTAMMINIDAE Cushman, 1927

Subfamília SPIROPLECTAMMININAE Cushman, 1927

Gênero *Spiroplectammina* Cushman, 1927

Spiroplectammina cf. *biformis* (Parker & Jones, 1865)

Superfamília TEXTULARIACEA Ehrenberg, 1838

Família TEXTULARIIDAE Ehrenberg, 1838

Subfamília TEXTULARIINAE Ehrenberg, 1838

Gênero *Bigenerina* d'Orbigny, 1826

Bigenerina sp.

Gênero *Textularia* DeFrance, 1824

Textularia earlandi Parker, 1952 (Estampa VI, fig. 7)

Superfamília TROCHAMMINACEA Schwager, 1877

Família TROCHAMMINIDAE Schwager, 1877

Subfamília ARENOPARRELLINAE Saidova, 1981

Gênero *Arenoparrella* Andersen, 1951*Arenoparrella mexicana* (Kornfeld, 1931) (Estampa V, fig. 10)

Subfamília CARONIIDAE Brönnimann, Whittaker & Zaninetti, 1992

Gênero *Caronia* Brönnimann, Whittaker & Zaninetti, 1992*Caronia exilis* (Cushman & Brönnimann, 1948)

Subfamília JADAMMININAE Saidova, 1981

Gênero *Jadammina* Bartenstein & Brand, 1938*Jadammina polystoma* Bartenstein & Brand, 1938

Subfamília MONOTALEINAE Brönnimann, Whittaker & Zaninetti, 1992

Gênero *Monotalea* Brönnimann, Whittaker & Zaninetti, 1992*Monotalea salsa* Brönnimann, Whittaker & Zaninetti, 1992 (Estampa VI, fig. 6)

Subfamília ROTALIAMMININAE Saidova, 1981

Gênero *Siphotrochammina* Sauder, 1957*Siphotrochammina lobata* Saunders, 1957Gênero *Tiphotrocha* Saunders, 1957*Tiphotrocha comprimata* Cushman & Brönnimann, 1948

Subfamília TROCHAMMININAE Schwager, 1877

Gênero *Paratrochammina* Brönnimann, 1979*Paratrochammina clossi* Brönnimann, 1979Gênero *Trochammina* Parker & Jones, 1859*Trochammina inflata* (Montagu, 1808) (Estampa V, fig. 12)*Trochammina macrescens* (Brady, 1870)*Trochammina ochracea* (Williamson, 1858)

Ordem ARCELLINIDA Kent, 1880

Superfamília ARCELLACEA Ehrenberg, 1843

Família ARCELLIDAE Ehrenberg, 1843

Gênero *Arcella* Ehrenberg, 1832
Arcella discoides Ehrenberg, 1843
Arcella sp.

Família CENTROPYXIIDAE Jung, 1942

Gênero *Centropyxis* Stein, 1859
Centropyxis aculeata Ehrenberg, 1843
Centropyxis cassis Wallich, 1864
Centropyxis constricta Ehrenberg, 1841
Centropyxis discoides Penard, 1890
Centropyxis ecornis Ehrenberg, 1841
Centropyxis platystoma Penard, 1890 (Estampa IV, fig. 8-9)
Centropyxis sp.
Centropyxis spinosa Cash, 1905

Família DIFFLUGIIDAE

Gênero “indeterminado” (Estampa II, fig. 1-5)
vide discussão no item 4.2

Gênero *Cucurbitella* Penard, 1902
Cucurbitella corona Wallich, 1864
Cucurbitella tricuspis Carter, 1856 (Estampa IV, fig. 10)

Gênero *Diffflugia* Leclerc, 1815
Diffflugia acuminata Ehrenberg, 1838 (Estampa IV, fig. 4-5)
Diffflugia bacilliarum Perty, 1849 (Estampa IV, fig. 6)
Diffflugia bidens
Diffflugia curvicaulis Penard, 1899
Diffflugia elegans Penard, 1890
Diffflugia globulus Ehrenberg, 1838
Diffflugia gramen Penard, 1902 (Estampa IV, fig. 3)
Diffflugia lanceolata Penard, 1890
Diffflugia oblonga Ehrenberg, 1838 (Estampa IV, fig. 1-2)
Diffflugia oviformis Cash, 1909
Diffflugia penardi Hopkinson, 1909
Diffflugia protaeiformis Lamarck, 1816 (Estampa III, fig. 1-3)
Diffflugia sp.
Diffflugia urceolata Carter, 1864
Diffflugia viscidula Penard, 1902

Gênero *Lagenodiffflugia* Medioli & Scott, 1983
Lagenodiffflugia vas Leidy, 1874 (Estampa IV, fig. 7)

Gênero *Pontigulasia* Rhumbler, 1895
Pontigulasia compressa Carter, 1864

Família HYALOSPHEMIIDAE Schulze, 1877

Gênero *Lesquereusia* Schlumberger, 1845
Lesquereusia modesta Rhumbler, 1895
Lesquereusia sp.

Família PLAGIOPYXIDAE Bonnet, 1959

Gênero *Bullinularia* Penard, 1907
Bullinularia cf. *indica* Penard, 1907 (Estampa III, fig. 4-5)

Gênero *Plagiopyxis* Penard 1910
Plagiopyxis sp.

Gênero *Oopyxis* Penard, 1910
Oopyxis sp.

Família TRIGONOPYXIDAE Loeblich & Tappan, 1964

Gênero *Cyclopyxis* Deflandre, 1929
Cyclopyxis arcula
Cyclopyxis eurystoma Deflandre, 1929
Cyclopyxis kahli Deflandre, 1929 (Estampa III, fig. 9)
Cyclopyxis sp. (Estampa I, fig. 7-8)

Gênero *Trigonopyxis* Penard, 1912
Trigonopyxis arcula Leidy, 1879 (Estampa III, fig. 6)
Trigonopyxis sp.

Ordem GROMIDA Claperède & Lachmann, 1859

Superfamília GROMIACEA Reuss, 1862

Família GROMIIDAE Reuss, 1862

Gênero *Lagunculina* Rhumbler, 1904
Lagunculina sp.

4.1. Identificação de espécimens de *Blysmasphaera brasiliensis*

Oliveira (1999) relatou a presença de algumas tecas de *Blysmasphaera brasiliensis* com estruturas similares a uma “renda” na bacia do rio Itanhaém (SP). Na ocasião, a autora frisou a importância de se estudar mais a fundo estes espécimens para confirmação de sua

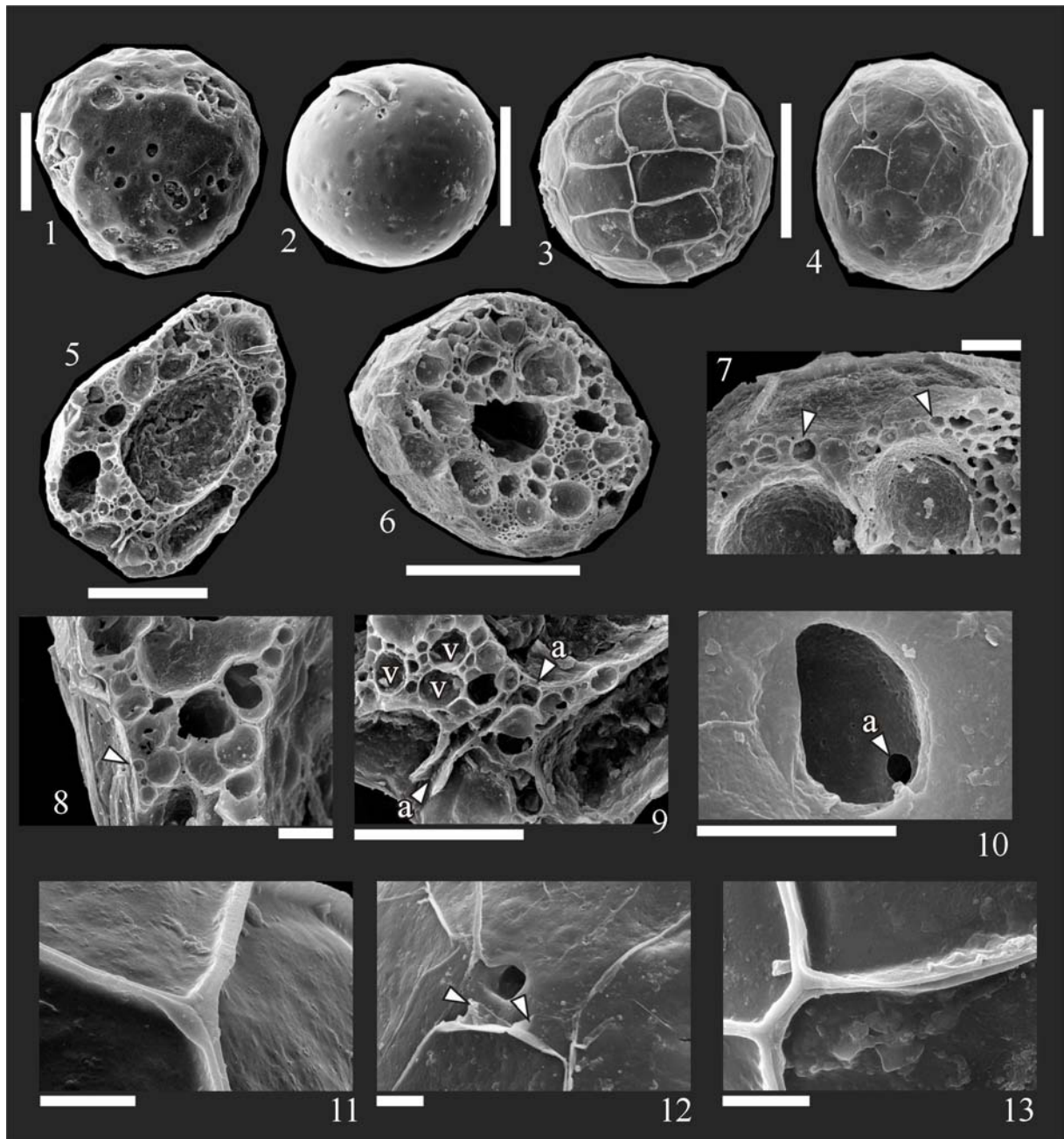
identificação. No delta do rio São Francisco também ocorrem alguns espécimens similares aos de Itanhaém. Brönnimann (1988) descreveu o gênero *Blysmasphaera* como “teca monotálama, livre ou anexada, subesférica a hemisférica (achatada no lado de anexação). Interior com uma cavidade simples ou com uma cavidade preenchida com vacúolos de diferentes tamanhos. Parede relativamente grossa, orgânica, suave e relativamente flexível, constituída de 3 camadas: uma externa muito fina, uma grossa intermediária com vacúolos, e outra interna muito fina. Sem abertura distinta, mas com numerosos pontos diminutos distribuídos irregularmente na superfície externa e interna, comunicando-se através de poros com os vacúolos intermediários, servindo como um sistema de abertura”. Provisoriamente, aquele autor incluiu essa espécie na Subordem Alogromiina, dada a composição orgânica de sua teca. Note-se que não há referência a alguma estrutura externa que se assemelhasse a uma rede ou renda na descrição original. Além disso, os espécimens apresentados nas estampas daquele artigo apresentam a parede externa levemente rugosa ou lisa sem estruturas. Para Brönnimann (op. cit.), o fato da maioria dos pesquisadores não reconhecer indivíduos de *Blysmasphaera brasiliensis* como foraminíferos está associado à sua divulgação, motivo da ausência desta espécie na quase totalidade dos trabalhos publicados; como frisado por ele, originalmente *Blysmasphaera brasiliensis* foi encontrada em águas salobras nos manguezais de Guaratiba (RJ) e Acupe (BA). O mesmo é observado em Itanhaém e no delta do São Francisco. Debenay et al. (2002) relata a ocorrência desta espécie nos estuários da Guiana Francesa. A Estampa I ilustra alguns espécimens de *Blysmasphaera* encontrados tanto em Itanhaém por Oliveira (1999), como no delta do Rio São Francisco, com e sem “rendas”.

A origem das “rendas” é provavelmente autogênica. Para se avaliar essa hipótese, analisou-se através de raio-X acoplado a um MEV a constituição química das “rendas” e do material que forma as camadas mais internas da teca. O resultado é que ambas as partes são orgânicas com constituição muito parecida, o que fortalece a hipótese autogênica. Deste modo, os espécimens que apresentam essas estruturas diferenciadas devem constituir uma nova espécie. Além disso, fotos da parede, em detalhe, revelam que a camada mais externa é a mesma que forma as “rendas”.

4.2. Espécimens não identificados de tecamebas

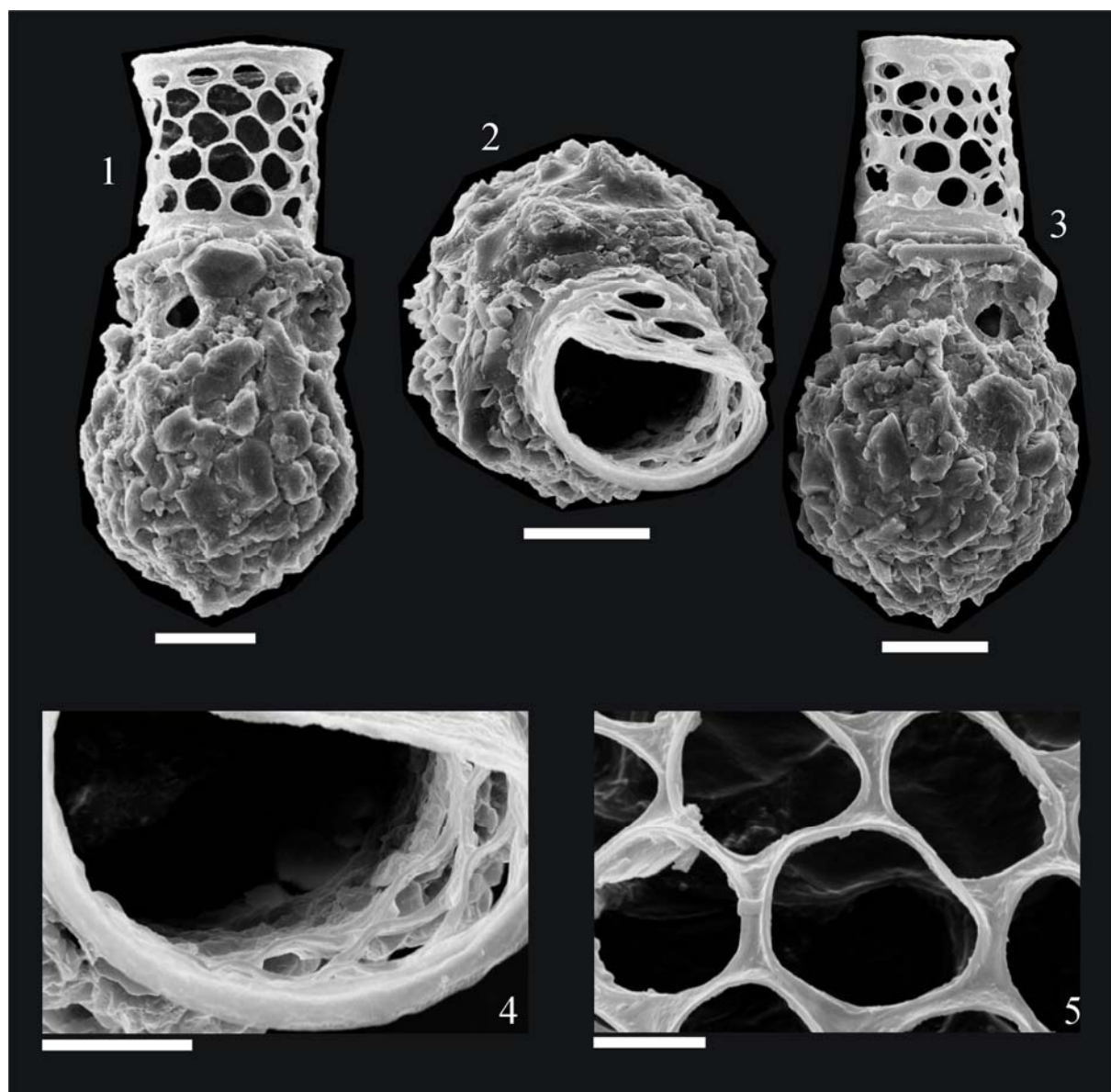
Algumas tecas de tecamebas não puderam ser identificadas porque descrições e imagens coincidentes não foram encontradas na literatura. Os espécimens encontrados estão restritos ao Canal do Parapuca, nas amostras 22, 25 e 26, sempre com baixa abundância. A descrição a seguir se refere ao espécimen ilustrado na Estampa II. A teca, com diâmetro máximo de 55 μm e comprimento total de 114 μm , possui uma parte aglutinada marrom que forma o corpo principal, formada aparentemente somente de grãos minerais (não foi observada a presença de fragmentos aglutinados de outros organismos), circular em secção transversal, com 55 μm de diâmetro e 77 μm de comprimento, e outra orgânica cinza, com 38 μm de diâmetro e 37 μm de comprimento, que forma um pescoço perfurado flexível. A parte aglutinada, em forma globóide, é arredondada a levemente pontiaguda na região aboral e pode ou não apresentar uma constrição na ligação com a parte orgânica. O pescoço orgânico, aparentemente oriundo da parte mais interna da teca, também é circular em secção transversal e possui numerosas perfurações sub-arredondadas com diâmetro entre 6 e 10 μm com borda levemente evaginada, assim como a abertura principal, tendo um aspecto de rede.

Não foi possível encaixar esses espécimens em nenhuma classe ou ordem, uma vez que não foram observados os pseudópodes, cujas diferentes formas são utilizadas para divisão das classes. Além disso, as descrições das superfamílias e famílias constantes em Ogden e Hedley (1980) não coincidem com as observações destes espécimens. Por outro lado, Medioli e Scott (1983) descrevem a família Diffugiidae como “(...) teca feita de material orgânico rígido e inteiramente coberto com partículas do meio altamente variáveis, com origem mineral e/ou biológica (...). Em alguns gêneros, um diafragma interno com uma ou duas aberturas (raramente mais) separa a parte principal da teca de um pescoço mais estreito onde se localiza a abertura”, o que em parte coincide com os espécimens do delta do Rio São Francisco. Entretanto, não é possível ainda concluir se esses espécimens pertencem a uma nova espécie.



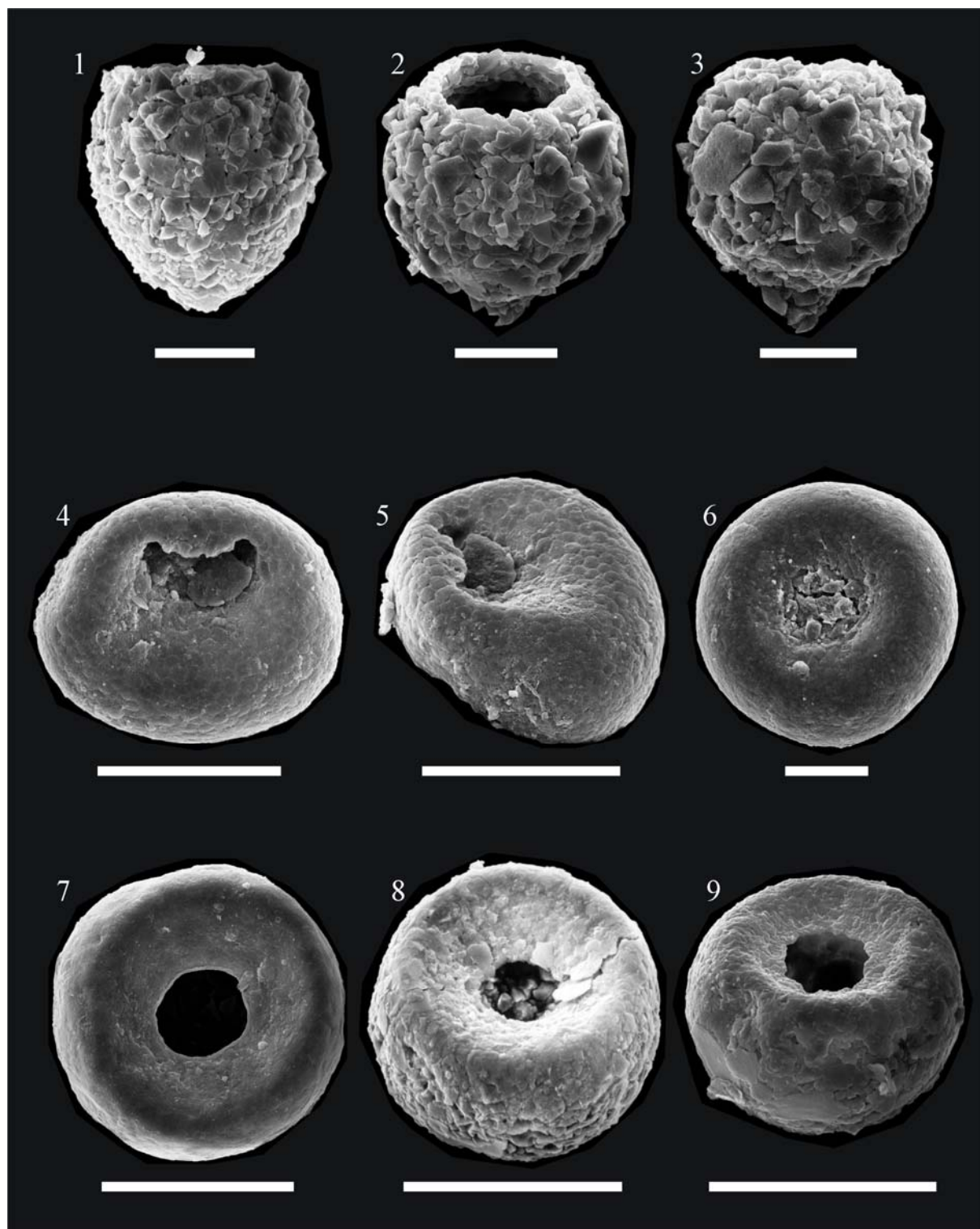
Estampa I

Espécimens do gênero *Blysmasphaera*. 1. Indivíduo coletado no Canal Parapuça (amostra 27/96, março de 1996), delta do rio São Francisco (SE); 2. Indivíduo coletado no rio Aguapeú (amostra 1B, fevereiro de 1996), em Itanhaém (SP); 3. Indivíduo com “rendas” coletado no rio Aguapeú (amostra 4C, fevereiro de 1996), em Itanhaém (SP); 4. Indivíduo com “rendas” coletado no rio Aguapeú (amostra 4C, fevereiro de 1996), em Itanhaém (SP); 5. Vista do interior da teca (observar vacúolos da parede intermediária e cavidade central), de indivíduo coletado no Canal da Parapuça (amostra 27/96, março de 1996), delta do rio São Francisco (SE); 6. Vista do interior da teca de indivíduo coletado no Riacho do Cabaço (amostra 16/96, março de 1996), delta do Rio São Francisco; 7. Detalhe da parede do indivíduo da fig. 6 com setas indicando a camada mais externa (mesma que forma as “rendas”); 8. Detalhe da parede com seta indicando a camada mais externa, que forma as “rendas” (indivíduo coletado no Rio Aguapeú, amostra 3, em fevereiro de 1996); 9. Detalhe da parede da fig. 5 (a: abertura; v: vacúolo); 10. Detalhe da parede externa de indivíduo coletado no Rio Preto (Itanhaém, SP), amostra 16, em fevereiro de 1996 (a: abertura); 11. Detalhe das “rendas” da fig. 2; 12. Detalhe das “rendas” da fig. 4 (as setas indicam o contato entre a camada que forma a “renda” e uma camada subsuperficial da teca); 13. Detalhe das “rendas” da fig. 2. Barra de referência das fotos 1, 3, 4, 5 e 6: 100µm; fotos 2 e 9: 50 µm; fotos 7, 8 e 10 a 13: 10 µm.



Estampa II

Tecameba não identificada coletada no Riacho do Parapuça (amostra 21/04, março de 2004). 1. Vista lateral; 2. Vista da abertura; 3. Vista lateral; 4. Detalhe do interior da abertura e do pescoço orgânico; 5. Detalhe do pescoço orgânico.



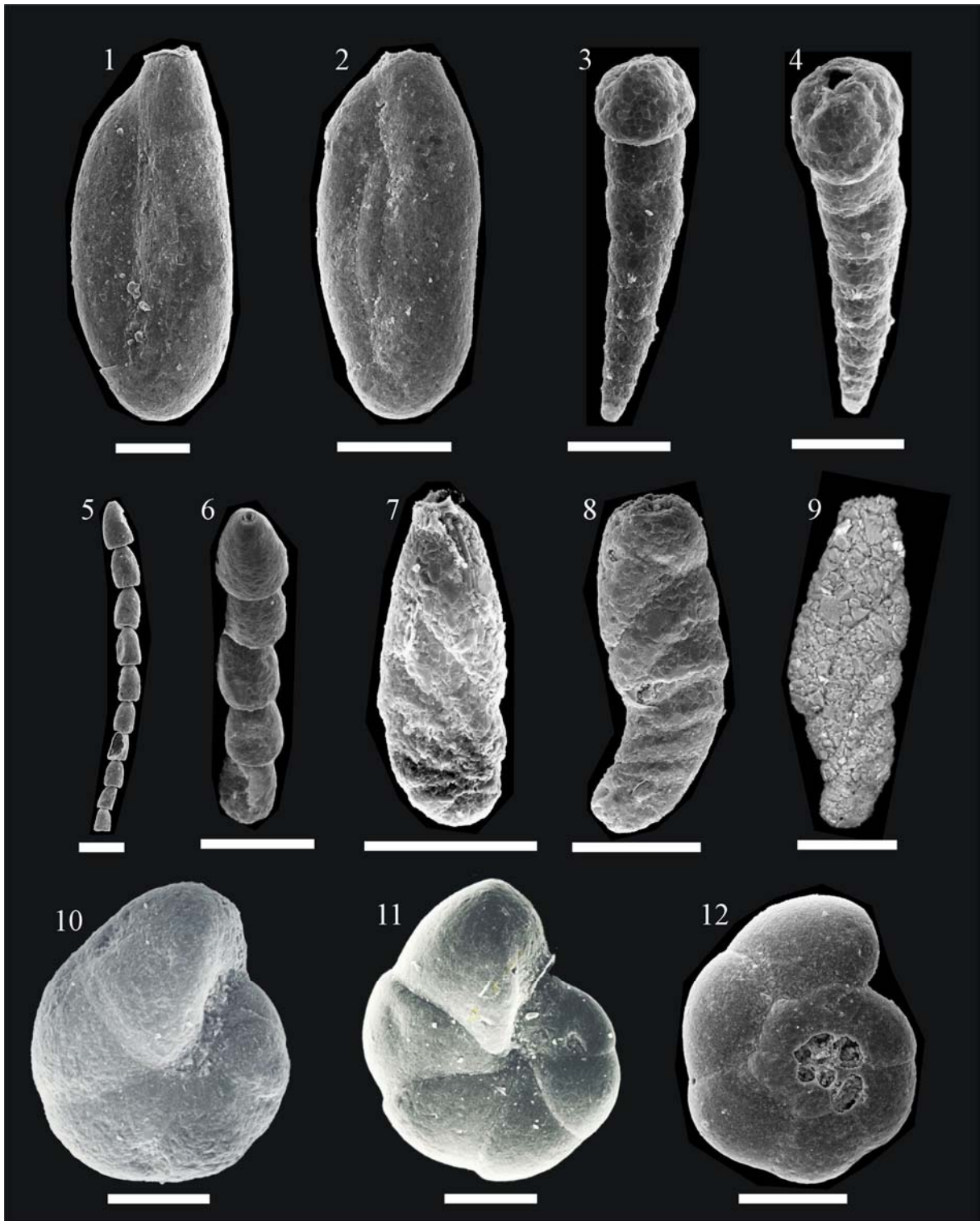
Estampa III

1 a 3. *Diffflugia protaeiformis* (Riacho do Cabaço, amostra 13/04, março de 2004); 4 e 5. *Bullinularia cf. indica* (Riacho do Cabaço, amostra 15/04, março de 2004); 6. *Trygonopyxis arcula* (Riacho do Carapitanga, amostra 02/04, março de 2004); 7. *Cyclopyxis* sp. 1 (Riacho do Parapuça, amostra 20/04, março de 2004); 8. *Cyclopyxis* sp. (Riacho do Parapuça, amostra 27/96, março de 1996); 9. *Cyclopyxis kahli* (Riacho do Parapuça, amostra 20/04, março de 2004). Barras de referência de 1 a 3 equivalentes a 20 μm , e de 4 a 9 equivalentes a 50 μm .



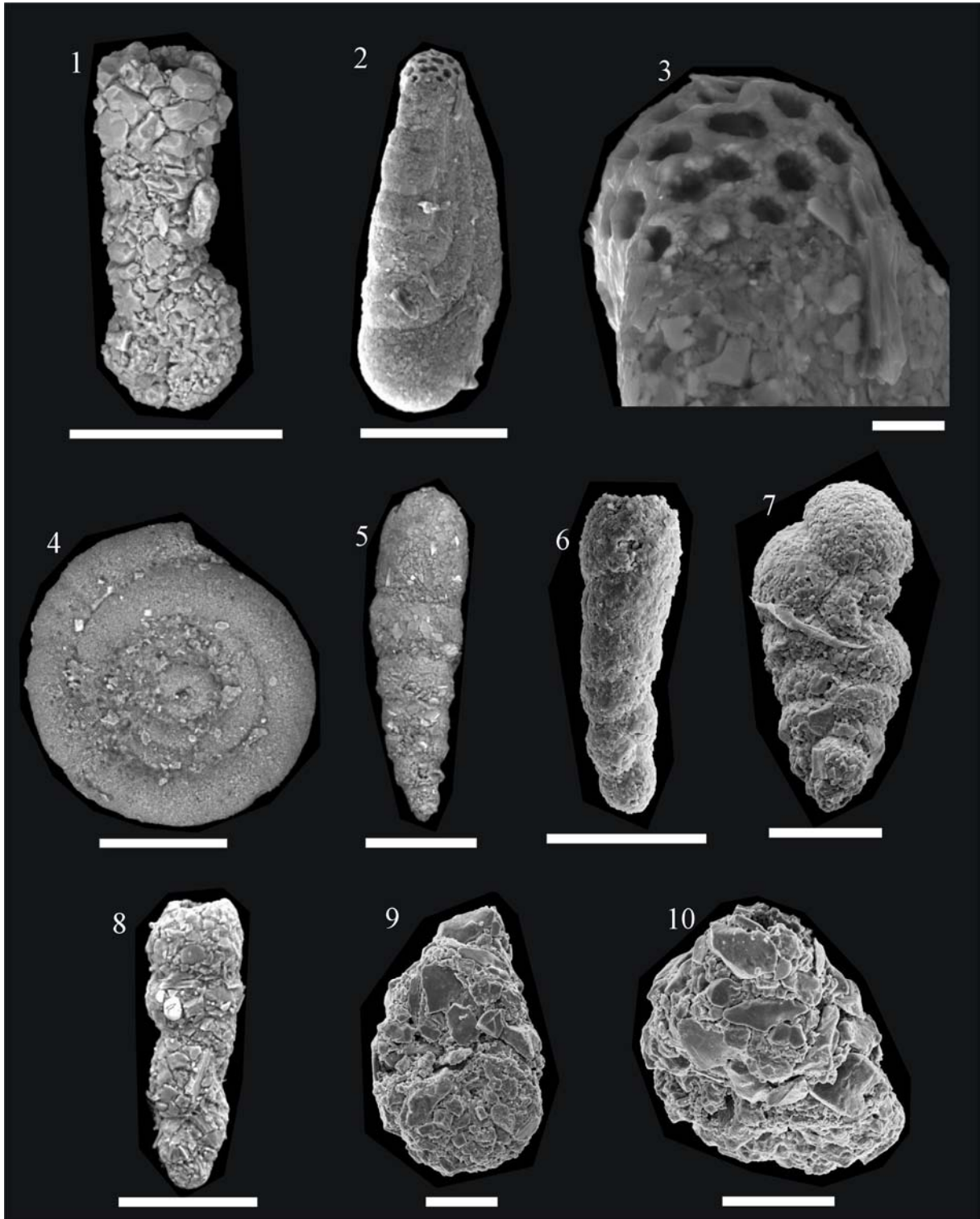
Estampa IV

1 e 2. *Diffugia oblonga* (Riacho do Parapuca, amostra 19/04, março de 2004); 3. *Diffugia gramen* (Riacho do Parapuca, amostra 20/04, março de 2004); 4 e 5. *Diffugia acuminata* (Riacho do Parapuca, amostra 22/04, março de 2004); 6. *Diffugia bacilliarum* (Riacho do Parapuca, amostra 22/04, março de 2004); 7. *Lagenodiffugia vas* (Riacho do Parapuca, amostra 26/96, março de 1996); 8 e 9. *Centropyxis platystoma* (Riacho do Cabaço, amostra 17/04, março de 2004); 10. *Cucurbitella tricuspis* (Riacho do Parapuca, amostra 24/96, março de 1996). Barras de referência equivalentes a 20 μm .



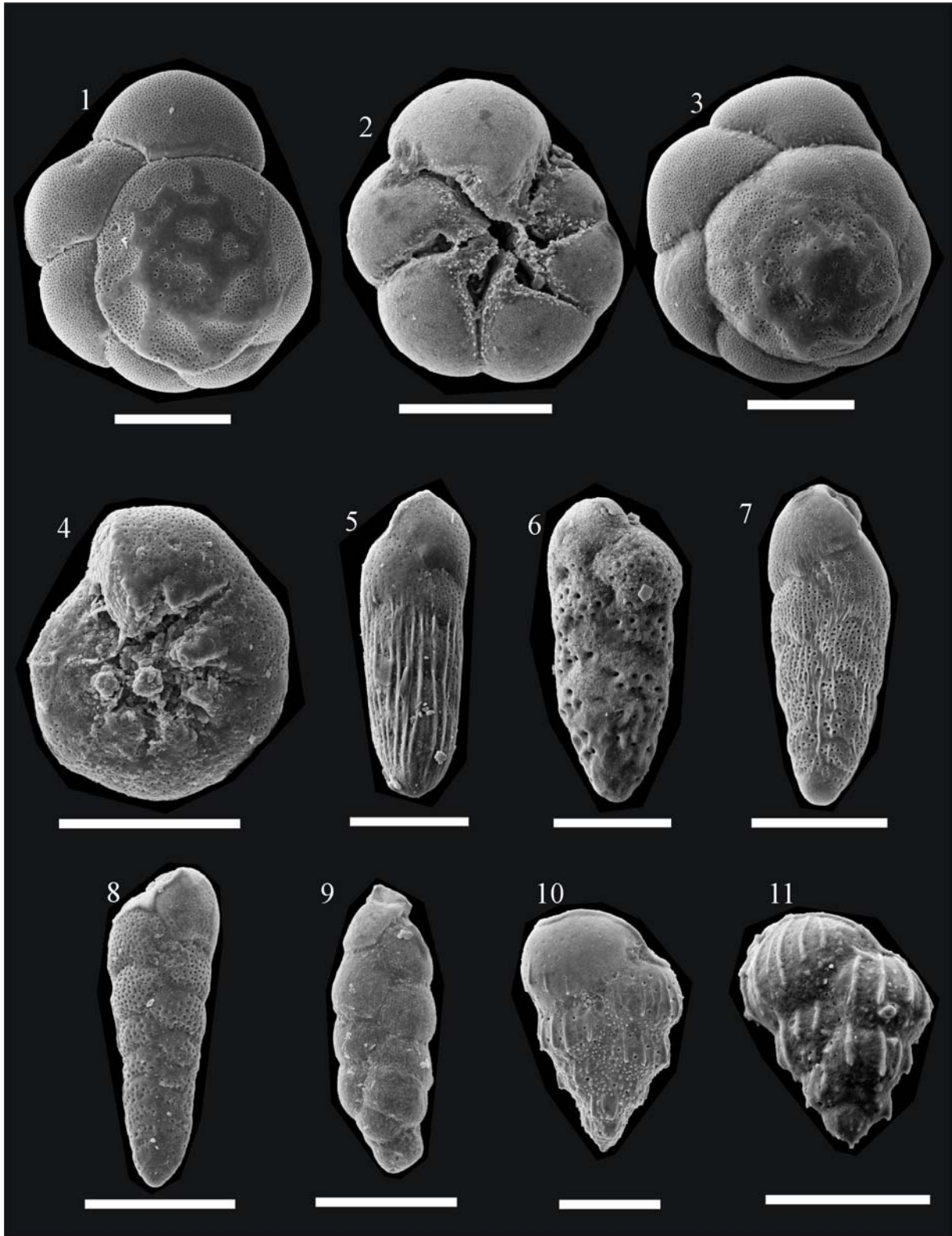
Estampa V

1 e 2. *Miliammina fusca* (Riacho do Carapitanga, amostra 07/96, março de 1996); 3 e 4. *Reophax* sp. 1. (Riacho do Carapitanga, amostra 02/04, março de 2004); 5 e 6. *Reophax scottii* (Canal do Poço, amostra 41/04, março de 2004); 7. *Ammotium cassis* (Riacho do Aracaré, amostra 31/96, março de 1996); 8. *Ammotium directum* (Riacho do Carapitanga, amostra 04/96, março de 1996); 9. *Ammotium pseudocassis* (Riacho do Aracaré, amostra 32/96, março de 1996); 10. *Arenoparrella mexicana* (Riacho do Carapitanga, amostra 09/96, março de 1996); 11. *Haplophragmoides wilberti* (Riacho do Parapuca, amostra 22/96, março de 1996); 12. *Trochammina inflata* (Riacho do Aracaré, amostra 28/96, março de 1996). Barras de referência de equivalentes a 100 μ m.



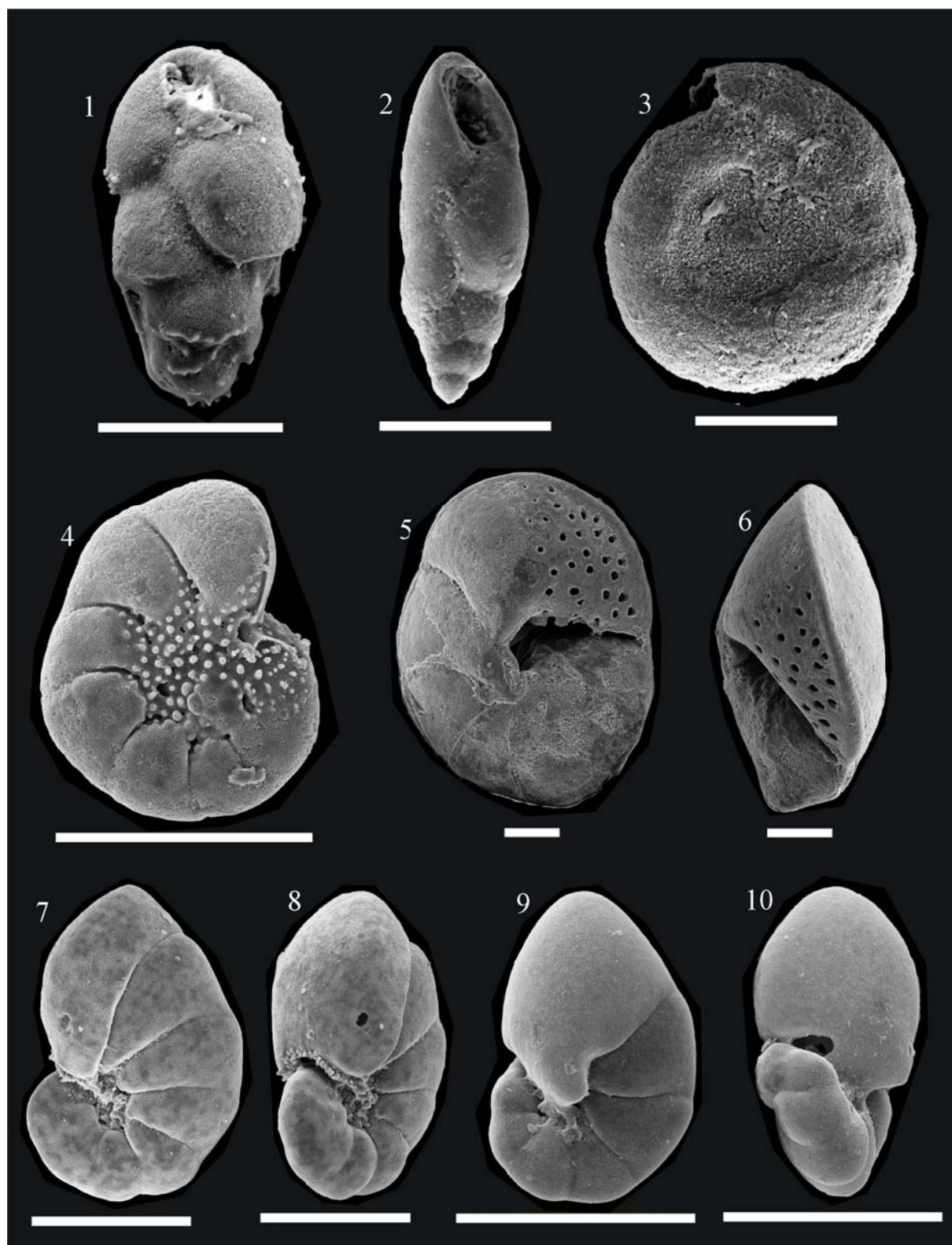
Estampa VI

1. *Ammobaculites exiguus* (Riacho do Carapitanga, amostra 02/96, março de 1996); 2. *Ammoastuta inepta* (Riacho do Carapitanga, amostra 02/96, março de 1996); 3. Detalhe da abertura de *A. inepta*; 4. *Ammodiscus* sp. (Riacho do Aracaré, amostra 30/96, março de 1996); 5. *Acostata mariae* (Riacho do Aracaré, amostra 31/96, março de 1996); 6. *Monotalea salsa* (Riacho do Carapitanga, amostra 04/96, março de 1996); 7. *Textularia earlandi* (Canal do Poço, amostra 42/96, março de 1996); 8. *Polysaccammina hyperhalina* (Riacho do Carapitanga, amostra 09/96, março de 1996); 9 e 10. *Ammotium morenoi* (Riacho do Aracaré, amostra 30/04, março de 2004). Barras de referência de equivalentes a 100 μm .



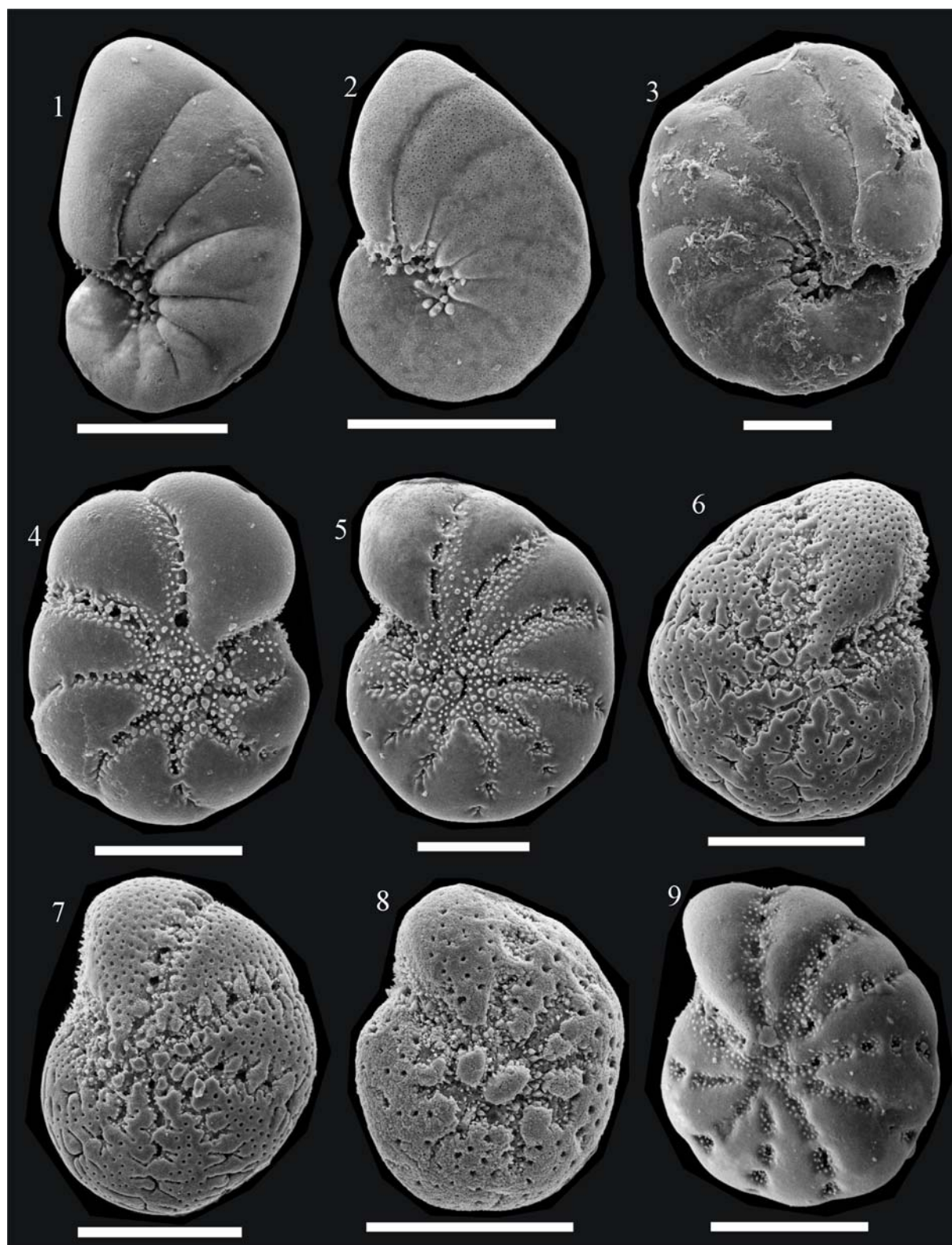
Estampa VII

1. *Ammonia tepida* (Canal do Poço, amostra 46/96, março de 1996); 2. *Ammonia tepida* (Canal do Poço, amostra 41/04, março de 2004); 3. *Ammonia tepida* (Canal do Poço, amostra 46/96, março de 1996); 4. *Ammonia parkinsoniana* (Canal do Poço, amostra 52/04, março de 2004); 5. *Brizalina striatula* (Canal do Poço, amostra 42/96, março de 1996); 6. *Bolivina laevigata* (Canal do Poço, amostra 41/96, março de 1996); 7. *Bolivina pseudopunctata* (Canal do Poço, amostra 36/04, março de 2004); 8. *Bolivina translucens* (Canal do Poço, amostra 37/04, março de 2004); 9. *Hopkinsina pacifica* (Canal do Poço, amostra 36/04, março de 2004); 10. *Bolivina pulchella* (Canal do Poço, amostra 41/04, março de 2004); 11. *Bolivina pulchella* (Canal do Poço, amostra 41/96, março de 1996). Barras de referência de equivalentes a 100 µm.



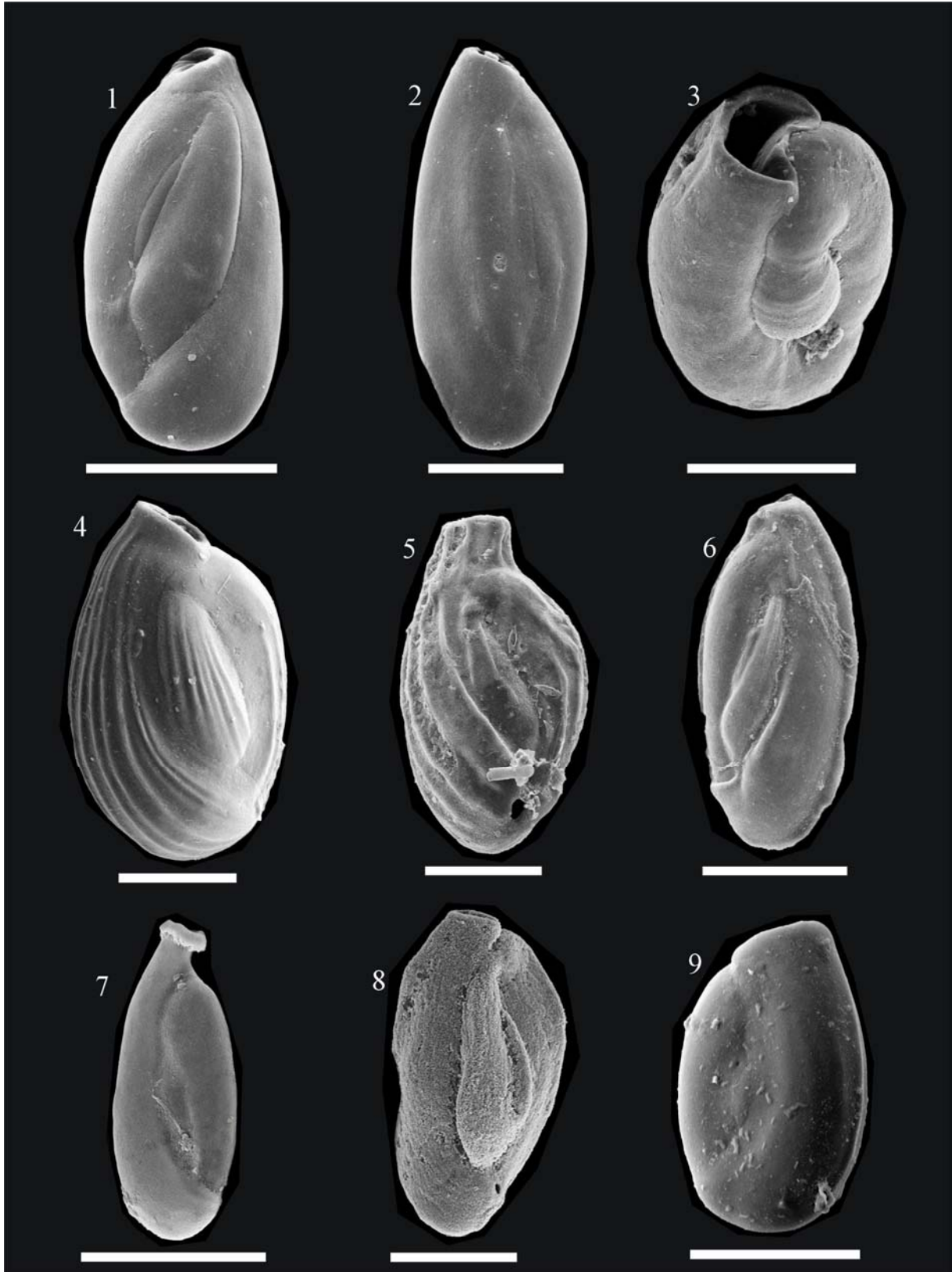
Estampa VIII

1. *Bulimina marginata* (Canal do Poço, amostra 42/96, março de 1996); 2. *Fursenkoina* sp. (Canal do Poço, amostra 41/96, março de 1996); 3. *Cyclogyra* sp. (Canal do Poço, amostra 40/96, março de 1996); 4. *Nonion depressulus* (Canal do Poço, amostra 36/04, março de 2004); 5 e 6. *Discorbis* sp. 1. (Canal do Poço, amostra 45/04, março de 2004); 7 e 8. *Nonionella atlantica* (Canal do Poço, amostra 36/04, março de 2004); 9 e 10. *Nonionella* cf. *turgida* (Canal do Poço, amostra 37/04, março de 2004). Barras de referência de equivalentes a 100 μm .



Estampa IX

1. *Nonionella atlantica* (Canal do Poço, amostra 41/96, março de 1996); 2. *Nonionella chiliensis* (Canal do Poço, amostra 36/04, março de 2004); 3. *Hanzawaia* sp. (Canal do Poço, amostra 41/04, março de 2004); 4 e 5. *Elphidium excavatum* (Canal do Poço, amostras 34/04 e 45/04, respectivamente, março de 2004); 6 a 8. *Elphidium gunteri* (Canal do Poço, amostras 38/04, 43/04 e 45/04, respectivamente, março de 2004); 9. *Elphidium* sp. (Canal do Poço, amostra 41/96, março de 1996). Barras de referência de equivalentes a 100 μm .



Estampa X

1 a 3. *Quinqueloculina milletti* (Canal do Poço, amostras 36/04, 37/04 e 34/04, respectivamente, março de 2004); 4 e 5. *Quinqueloculina poeyana* (Canal do Poço, amostra 46/96, março de 1996, e amostra 41/04, março de 2004, respectivamente); 6. *Quinqueloculina venusta* (Canal do Poço, amostra 36/04, março de 2004); 7. *Quinqueloculina* sp. (Canal do Poço, amostra 36/04, março de 2004); 8. *Quinqueloculina polygona* (Canal do Poço, amostra 45/04, março de 2004); 9. *Quinqueloculina seminulum* (Canal do Poço, amostra 46/96, março de 1996). Barras de referência de equivalentes a 100 μ m.

5. Conclusões

1. O complexo sistema estuarino do delta do Rio São Francisco, que inclui um corpo lagunar, planícies lamosas cobertas por vegetação de mangue e uma intrincada rede de canais fluviais e de marés, abriga um mosaico de ecofácies compostas por uma microfauna diversificada. As ecofácies *Centropyxis-Miliammina fusca* e *Centropyxis-Difflugia-Miliammina fusca* são dominadas por tecamebas (notadamente *Centropyxis* spp. e *Difflugia* spp.) e foraminíferos aglutinantes (notadamente *Miliammina fusca*), distribuindo-se tipicamente em ambientes oligohalinos com influência fluvial acentuada. Tais ecofácies apresentam uma diversidade microfaunística relativamente elevada, influenciada sobretudo pela presença de tecamebas, sendo que os foraminíferos são caracterizados pela baixa riqueza de espécies. Em ambientes oligohalinos com menor influência fluvial há redução na riqueza de tecamebas e aumento na riqueza de foraminíferos, embora o conjunto apresente menor diversidade que o anterior; caracteriza a zona de ocupação da ecofácies dominada por *Miliammina fusca* e *Arenoparrella mexicana*, que ocorrem em associação com outras espécies aglutinantes. Os canais mesopolihalinos são dominados por foraminíferos aglutinantes dos gêneros *Ammotium*, *Ammobaculites*, *Trochammina* e *Arenoparrella*, às vezes associados a espécies calcárias euritópicas, tais como *Ammonia* spp. e *Elphidium* spp.. São ambientes com valores de diversidade mais elevados que os anteriores, o que é determinado pelas condições halínicas favoráveis ao desenvolvimento de várias espécies. O ambiente lagunar, predominantemente poli-euhalino, é ocupado pela ecofácies dominada por *Quinqueloculina*, *Ammonia* e *Elphidium*, além de outras espécies calcárias associadas; apresenta os mais altos valores de diversidade do sistema e tem alta riqueza de espécies.

2. As ecofácies do sistema estuarino do delta do Rio São Francisco se diferenciaram e moveram seus limites como resposta a mudanças hidroquímicas que se sucederam no espaço e no tempo. Em realidade, elas representam modelos de estruturação e distribuição de comunidades de microrganismos em um sistema estuarino não impactado por poluição industrial ou doméstica, que podem ser usados como referência para diagnosticar o nível de impacto já sofrido por um ecossistema similar sob pressão antrópica. Além disso, este estudo constitui-se em retrato de condições pré-impacto, podendo servir ao diagnóstico e monitoramento da área caso a mesma venha a ser alvo de algum eventual derramamento de óleo ou outro tipo de impacto.

3. A microfauna de foraminíferos e tecamebas refletiu a ocorrência de uma “dulcificação” do sistema estuarino do delta do Rio São Francisco de 1996 para 2004, causado principalmente pelo maior ingresso de águas fluviais no sistema; a migração do *inlet* Boca do Poço, para sudoeste, parece ter contribuído também para tal.

4. A partir da distribuição da microfauna de foraminíferos e tecamebas, foi possível delinear a hidrodinâmica estuarina e as mudanças ocorridas entre os dois momentos de coleta. Nos canais oligohalinos, o estudo da microfauna possibilitou a realização de uma análise mais refinada, refletindo inclusive segmentações ambientais, não detectáveis apenas com a análise da salinidade.

5. Os mapas de hidrodinâmica estuarina servirão, como peça fundamental, às análises de sensibilidade ambiental do ecossistema a derrames de óleo, bem como à composição de cartas SAO, indicando, por exemplo, os pontos estratégicos para ações no barramento à dispersão de manchas de óleo. A entrada de águas de mar aberto no interior da laguna, fato constatado pela presença de foraminíferos planctônicos no Canal do Poço, sinaliza para a vulnerabilidade da área a derramamentos vindos de águas oceânicas, via correntes marinhas superficiais.

6. Do ponto de vista da concentração de metais pesados no sedimento (Cu e Zn), o sistema estuarino do delta do Rio São Francisco está em ótimas condições, caracterizadas pelas baixas concentrações de metais e ausência de contaminação.

7. Os resultados mostraram que a aplicação de um grande número de variáveis não é necessária para reconhecer diferentes agrupamentos. Dentre as variáveis abióticas, a salinidade, pH e granulometria se mostram mais influentes na estruturação e distribuição da comunidade. Além dessas, temperatura, oxigênio dissolvido e teor de matéria orgânica podem também influenciar a microfauna. A diversidade e equitatividade, que são propriedades emergentes da comunidade, servem como parâmetros que refletem de certa forma a organização da biota.

8. Verificou-se que a contagem de 100 tecas é suficiente para que se possa realizar interpretações seguras baseadas nas espécies dominantes. Nesse sentido, destaca-se a aplicação do índice de diversidade de McIntosh e sua equitatividade, cujos valores estabilizaram-se a partir da contagem de 70 a 80 tecas, sendo confiáveis para aplicação em análises estatísticas, tais como a Análise Hierárquica de Agrupamentos (AHC).

9. A análise da similaridade da microfauna de diferentes áreas por meio do índice de Sorensen se mostrou válida e muito útil na comparação entre ambientes, sobretudo os oligohalinos, permitindo, inclusive, uma generalização da distribuição das espécies nos ambientes estuarinos.

10. A aplicação do índice A-E (*Ammonia/Elphidium*) não gerou resultados satisfatórios neste sistema estuarino, visto que a salinidade representa uma variável mais importante que a concentração de oxigênio dissolvido. Esta limitação deve ser considerada, indicando que a aplicação de tal índice não é adequada aos ecossistemas estuarinos.

11. A análise da abundância e do tamanho das tecas de *Miliammina fusca*, confrontadas às variáveis ambientais levantadas, demonstrou o caráter oportunista dessa espécie e sua fraca capacidade competitiva; este táxon ocupa preferencialmente ambientes oligohalinos e é dominante quase sempre quando o estresse ambiental não permite o desenvolvimento de outras espécies. A não ser em relação à salinidade, esta espécie não aparenta possuir relação direta com outras variáveis abióticas, sendo que sua abundância parece ser controlada principalmente pela pressão competitiva exercida por outros táxons. Sugere-se a realização de estudos em perfis topográficos ao longo da zona entre-marés, focando-se sua distribuição e dinâmica; a avaliação do comportamento do tamanho das tecas desta espécie ao longo do tempo também seria importante. Tais estudos podem alicerçar a aplicação de *M. fusca* no estudo e monitoramento de impactos e na avaliação da eficiência da remediação em ambientes impactados.

12. O padrão ecofaciológico levantado neste estudo tem aplicação nos estudos paleoecológicos de bacias sedimentares, seja na detecção de paleosistemas estuarinos (domínios lagunares e faixas lamosas entre-marés com diferentes graus de influência fluvial), seja nas investigações de flutuações relativas do nível do mar. Tais estudos são de interesse direto da geologia do petróleo, da geologia do Quaternário e nos estudos de caracterização e monitoramento ambiental em regiões costeiras.

6. Referências

ALLER, R.C.; HANNIDES, A.; HEILBRUN, C.; PANZECA, C. Coupling of early diagenetic processes and sedimentary dynamics in tropical shelf environments: the Gulf of Papua deltaic complex. *Continental Shelf Research*, v. 24, p. 2455-2486, 2004.

ALMOGI-LABIN, A.; SIMAN-TOV, R.; ROSENFELD, A.; DEBARD, E. Occurrence and distribution of the foraminifer *Ammonia beccarii tepida* (Cushman) in water bodies, Recent and Quaternary, of the Dead Sea Rift, Israel. *Marine Micropaleontology*, v. 26, p. 153-159, 1995.

ALOUPI, M.; ANGELIDIS, M.O. Geochemistry of natural and anthropogenic metals in the coastal sediments of the Island of Lesbos, Aegean Sea. *Environmental Pollution*, v. 113, p. 211-219, 2001.

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

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

ALVE, E.; MURRAY, J.W. Temporal variability in vertical distributions of live (stained) intertidal foraminifera, southern England. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 31, n. 1, p. 12-24, 2001.

ALVE, E.; OLSGARD, F. Benthic foraminiferal colonization in experiments with copper-contaminated sediments. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 29, n. 1, p. 186-195, 1999.

ANGELIDIS, M.O.; ALOUPI, M. Metals in sediments of Rhodes Harbour, Greece. *Marine Pollution Bulletin*, v. 31, n. 4-12, p. 273-276, 1995.

ART, H.W. *Dicionário de Ecologia e Ciências Ambientais*. 2. ed. São Paulo: Ed. Melhoramentos, 2001. 583p.

ASIOLI, A.; MEDIOLI, F. S.; PATTERSON, T. Thecamoebians as a tool for reconstructions of paleoenvironments in some Italian lakes in the foothills of the Southern Alps. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 26, n. 3, p. 248-263, 1996.

BAPTISTA-NETO, J.A.; SMITH, B.J.; McALLISTER, J.J. Heavy metal concentrations in surface sediments in a nearshore environment, Jurujuba Sound, Southeast Brazil. *Environmental Pollution*, v. 109, p. 1-9, 2000.

BARBOSA, C.F. Foraminifera e Arcellacea (“Thecamoebia”) Recentes do Estuário de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 67, n. 4, p.465-492, 1995.

BASE AEROFOTOGRAMETRIA E PROJETOS S/A. *Municípios litorâneos (SEPLANTEC/PRODETUR/SE)*: foto aérea. São Paulo, 2003. Escala 1:35.000.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. *Ecology: from individuals to ecosystems*. 4th ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2006, 738p.

BELLUCCI, L. G.; FRIGNANI, M.; PAOLUCCI, D.; RAVANELLI, M. Distribution of heavy metal in sediments of the Venice Lagoon: the role of the industrial area. *The Science of the Total Environment*, v. 295, p. 35-49, 2002.

BERNER, R.; RAISWELL, R. C/S method for distinguishing freshwater from marine sedimentary rocks. *Geology*, v. 12, p. 365-368, 1984.

BISWAS, B. Bathymetry of Holocene Foraminifera and Quaternary Sea-Level Changes on the Sunda Shelf. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 6, n. 2, p.107-133, 1976.

BOLTOVSKOY, E.; GIUSSANI, G.; WATANABE, S.; WRIGHT, R. *Atlas of benthic shelf foraminifera of the Southwest Atlantic*. Dr. W. Junk bv Publishers, The Hague, 147p., 1980.

BONETTI, C. *Associações de foraminíferos e tecamebas indicadoras de sub-ambientes recentes na zona estuarina do Rio Itapitangui-Cananéia/SP*. 1995, 150 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

BONETTI, C.; EICHLER, B. B. Benthic foraminifera and thecamoebians as indicators of river/sea gradients in the estuarine zone of Itapitangui river – Cananéia/SP. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 69, n. 4, p. 545-563, 1997.

BOUDREAU, R.A.E.; PATTERSON, R.T.; DALBY, A.P.; McKILLOP, W.B. Non-marine occurrence of the foraminifer *Criboelphidium gunteri* in northern lake Winnipegosis, Manitoba, Canada. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 31, n. 2, p. 108-119, 2001.

BRASIL. Ministério da Defesa. Marinha do Brasil. Diretoria de Hidrografia e Navegação. *Tábua das Marés – Terminal Portuário de Sergipe (Estado de Sergipe)*. Disponível em: <<http://www.dhn.mar.mil.br/chm/tabuas/30810Mar2004.htm>>. Acesso em mar. 2004.

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., 1981a, Porto Alegre. *Anais...*, Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1981, p. 877-891.

BRÖNNIMANN, P.; MOURA, J.A.; DIAS-BRITO, D. Estudos ecológicos na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil: Foraminíferos. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PALEONTOLOGIA, 2., 1981a, Porto Alegre. *Anais...*, Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1981, p. 861-875.

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

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

BRÖNNIMANN, P.; WHITTAKER, J.E.; VALLERI, G. Agglutinated foraminifera from the lagoon of Venice, Italy. *Revue de Paléobiologie*, v. 11, n. 1, p. 97-109, 1992b.

BURONE, L. *Foraminíferos bentônicos e parâmetros físico-químicos da enseada de Ubatuba, São Paulo: estudo ecológico de uma área com poluição orgânica*. 2002, 279 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

BUZAS, M.A. Vertical distribution of *Ammobaculites* in the Rhode River, Maryland. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 4, n. 3, p. 144-147, 1974.

BUZAS, M.A. Vertical distribution of Foraminifera in the Indian River, Florida. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 7, n. 3, p. 234-237, 1977.

BUZAS, M.A.; HAYEK, L.A.C.; REED, S.A.; JETT, J.A. Foraminiferal densities over five years in the Indian River Lagoon, Florida: a model of pulsating patches. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 32, n. 1, p. 68-93, 2002.

BUZAS-STEPHENS, P.; BUZAS, M.A. Population dynamics and dissolution of foraminifera in Nueces Bay, Texas. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 35, n. 3, p. 248-258, 2005.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) *Sistema Estuarino de Santos e São Vicente*. São Paulo, 2001, 141p., Relatório Técnico.

CHARDEZ, D. Études Statistiques sur l'écologie et la Morphologie des Thecamoebiens. *Hydrobiologia*, v. 32, p. 271-287, 1968.

CLARK, D.F. Effects of aquaculture outfall on benthonic foraminifera in Clam Bay, Nova Scotia. *Maritime Sediments*, v. 7, n. 2, p.76-84, 1971.

CLOSS, D. Foraminíferos e Tecamebas da Lagoa dos Patos (RS). *Boletim da Escola de Geologia de Porto Alegre*, n. 11, p. 1-130, 1962.

CLOSS, D.; BARBERENA, M.C. Foraminíferos recentes das praias do litoral sul-brasileiro. *Boletim do Instituto de Ciências Naturais*, n. 16, p. 7-55, 1962.

CHAPIN, F.S. III; ZAVALETA, E.S.; EVINER, V.T.; NAYLOR, R.L.; VITOUSEK, P.M.; REYNOLDS, H.L.; HOOPER, D.U.; LAVOREL, S.; SALA, O.E.; HOBBIE, S.E.; MACK, M.C.; DÍAZ, S. Consequences of changing biodiversity. *Nature*, v. 405:11 de maio, p. 234-242, 2000.

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

COELHO-Jr, C. *Desenvolvimento estrutural de bosques de mangue ao longo de gradientes de inundação - Cananéia, São Paulo*. 1998, 108 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

COELHO-Jr. C. *Ecologia de manguezais: zonação e dinâmica da cobertura vegetal em gradientes ambientais*. 2003, 166 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

COSTANZA, R.; d'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'Neill, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; van den BELT; M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 387: 15 de maio, p. 253-260, 1997.

CRINGOLI, G.; RINALDI, L.; VENEZIANO, V.; CAPELLI, G.; SCALA, A. The influence of flotation solution, sample dilution and the choice of McMaster slide area (volume) on the reliability of the McMaster technique in estimating the faecal egg counts of gastrointestinal strongyles and *Dicrocoelium dendriticum* in sheep. *Veterinary Parasitology*, v. 123, p. 121-131, 2004.

CULVER, E.J. Benthic foraminifera of Puerto Rican Mangrove-Lagoon Systems: Potencial for Paleoenvironmental Interpretations. *Palaios*, v. 5, p. 34-51, 1990.

CULVER, S.J. Foraminifera. In: LIPPS, H. J. (Org.). *Fossil prokaryotes and protists*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1993, p. 203-247.

CULVER, S.J.; HORTON, B.P. Infaunal marsh foraminifera from the Outer Banks, North Carolina, U.S.A. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 35, n. 2, p. 148-170, 2005.

DALBY, A.P.; KUMAR, A.; MOORE, J.M.; PATTERSON, R.T. Preliminary survey of arcellaceans (thecamoebians) as limnological indicators in tropical Lake Sentani, Irian Java, Indonesia. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 30, n. 2, p. 135-142, 2000.

DALMORA, R. *Foraminíferos de manguezais do extremo sul paulista (W Ilha do Cardoso)*. 2005, 71 f., Monografia (Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

DAVIES, J.L. *Geographical Variation in Coastal Development*. London: Longman Group Ltd., 1977. 204p.

DEBENAY, J.P.; PAGÈS, J. Foraminifères et thécamoebiens de l'estuaire hyperhalin du fleuve Casamance (Sénégal). *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, v. 20, n. 3/4, p. 233-256, 1987.

DEBENAY, J.P. Recent foraminiferal assemblages and their distribution relative to environmental stress in the paralic environments of West Africa (Cape Timiris to Embrie Lagoon). *Journal of Foraminiferal Research*, v.20, n. 3, p. 267-282, 1990.

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*, v. 35, p. 67-89, 1998.

DEBENAY, J.P.; GESLIN, E.; EICHLER, B.B.; DULEBA, W.; SYLVESTRE, F.; EICHLER, P. Foraminiferal assemblages in a hypersaline lagoon, Araruama (R.J.) Brazil. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 31, n. 2, p. 133-151, 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*, v. 55, n. 4, p. 509-533, 2002.

DEBENAY, J.P.; GUIRAL, D.; PARRA, M. Behaviour and taphonomic loss in foraminiferal assemblages of mangrove swamps of French Guiana. *Marine Geology*, v. 208, p. 295-314, 2004.

DIAS-BRITO, D. Plant distribution in the intertidal and supratidal zones of a mangrove-lagoon-barrier island coastal complex (São Francisco River delta, Northeastern Sergipe, NE Brazil). In: CONGRESSO DA ABEQUA, 7.; SYMPOSIUM ON TIDAL ACTION, TIDAL PROCESS AND TIDAL EFFECTS ON COASTAL EVOLUTION, 1., 1999, Porto Seguro. *Anais...*, São Paulo: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA), 1999. 1 CD-ROM.

DIAS-BRITO, D.; Oliveira, D. Integrating foraminifera, thecamoebians and plant distribution data to understand the environmental succession in a Hydrographic basin: an example from Itanhaém-SP, Southern coast of Brazil. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 7.; CUSHMAN FOUNDATION RESEARCH SYMPOSIUM – Quaternary Micropaleontology: Ecological Studies And Paleoenvironmental Applications, 1., 1999, Porto Seguro. *Anais...* São Paulo: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA), 1999. 1 CD-ROM.

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. *Livro de Resumos*, São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo / Academia Brasileira de Ciências, 2000. p. 264-265.

DIAS-BRITO, D.; MOURA, J.A.; WÜRDIG, N. Relationships between ecological models based on ostracods and foraminifers from Sepetiba Bay (Rio de Janeiro, Brazil). In: HANAI,

T.; IKEYA, N.; ISHIZAKI, K. (Org.). *Evolutionary biology of ostracoda*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V., 1988, p. 467-484.

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 microrganismos. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: Conservação, 5., 2000, Vitória. *Livro de Resumos*, São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo / Academia Brasileira de Ciências, 2000. p. 23-24.

DUCHEMIN, G.; JORISSEN, F.J.; ANDRIEUX-LOYER, F.; Le LOC'H, F.; HILY, C.; PHILIPPON, X. Living benthic foraminifera from “La Grande Vasière”, French Atlantic continental shelf: faunal composition and microhabitats. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 35, n. 3, p. 198-218, 2005b.

DUCHEMIN, G.; JORINSSEN, F.J.; REDOIS, F.; DEBENAY, J.P. Foraminiferal microhabitats in high marsh: consequences for reconstructing past sea levels. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 226, p. 167-185, 2005a.

DULEBA, W.; DEBENAY, J.P. Hydrodynamic circulation in the estuaries of Estação Ecológica Juréia-Itatins, Brazil, inferred from foraminifera and thecamoebian assemblages. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 33, n. 1, p. 62-93, 2003.

EICHLER, B.B.; BONETTI, C. Distribuição dos foraminíferos e tecamebas ocorrentes no manguezal do Rio Baguaçu, Cananéia, São Paulo: relações com parâmetros ambientais. *Pesquisas*, v. 22, n. 1-2, p. 32-37, 1995.

EICHLER-COELHO, P.B.; DULEBA, W.; EICHLER, B.B.; COELHO-Jr., C. Determinação do impacto ecológico do Valo Grande (Iguape, SP) a partir das associações de foraminíferos e tecamebas. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 57, n. 3, p. 463-477, 1996.

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

ELLIS, B.F.; MESSINA, A.R. *Catalogue of Foraminifera*. New York: Micropaleontology Press, 2005. Disponível em: <<http://www.micropress.org>>.

EVANS, G.; HOWARTH, R.J.; NOMBELA, M.A. Metals in sediments of the Ensenada de San Simón (inner Ría de Vigo), Galicia, NW Spain. *Applied Geochemistry*, v. 18, p. 973-996, 2003.

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

FERREN, W.R.; FIEDLER, P.G.; LEIDY, R.A. *Wetlands of the central and southern California coast and coastal watersheds: a methodology for their classification and description*. 1995. Disponível em: <<http://www.mip.berkeley.edu/wetlands/>>. Acesso em fev. 2006.

FLEMMING, B.W. A revised textural classification of gravel-free muddy sediments on the basis of ternary diagrams. *Continental Shelf Research*, v. 20, p. 1125-1137, 2000.

FUNO, R.H.F.; SEMENSATTO-Jr., D.L.; DIAS-BRITO, D.; COELHO-Jr., C. Foraminíferos de um perfil em um manguezal na Ilha do Cardoso – Baía de Trapandé (Sistema Cananéia – Iguape/SP), Brasil. Submetido em Jan. 2006.

GESLIN, E.; DEBENAY, J.P.; DULEBA, W.; BONETTI, C. Morphological abnormalities of foraminiferal tests in Brazilian environments: comparison between polluted and non-polluted areas. *Marine Micropaleontology*, v. 45, p. 151-168, 2002.

GIBSON, T.G.; WALKER, W.M. Floatation methods for obtaining foraminifera from sediment samples. *Journal of Paleontology*, v. 41, p. 1294-1297, 1967.

GRAY, J.S. The measurement of marine species diversity, with an application to the benthic fauna of Norwegian continental shelf. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 250, p. 23-49, 2000.

GREEN, J. Freshwater ecology in the Mato Grosso, Central Brazil, IV: Associations of testate Rhizopoda. *Journal of Natural History*, v. 9, p. 545-560, 1975.

GUERRA, A.T. *Dicionário geológico-geomorfológico*. 4. ed. Rio de Janeiro: Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1975, 439p.

GUNDLACH, E.R.; HAYES, M.O. Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts. *Marine Technology Society Journal*, v. 12, n. 4, p. 18-27, 1978.

HARDOIM, E.L.; HECKMAN, C.W. The seasonal succession of biotic communities in wetlands of the tropical wet-and-dry climatic zone: IV. The free-living sarcodines and ciliates of the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Internationale revue der gesamten hydrobiologie*, v. 81, n. 3, p. 367-384, 1996.

HATJE, V.; APTE, S.C.; HALES, L.T.; BIRCH, G.F. Dissolved trace metal distributions in Port Jackson estuary (Sydney Harbour), Australia. *Marine Pollution Bulletin*, v. 46, p. 719-730, 2003.

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

HAYWARD, B.; GRENFELL, H.; CAIRNS, G.; SMITH A. Environmental controls on benthic foraminiferal and thecamoebian associations in a New Zealand tidal inlet. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 26, n. 2, p. 150-171, 1996.

HAYWARD, B.; GRENFELL, H.; NICHOLSON, K.; PARKER, R.; WILMHURST, J.; HORROCKS, M.; SWALES, A.; SABA, A.T. Foraminiferal record of human impact on intertidal estuarine environments in New Zealand's largest city. *Marine Micropaleontology*, v. 53, n. 1-2, p. 37-66, 2004.

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

HORTON, B.P.; EDWARDS, R.J.; LLOYD, J.M. A foraminiferal-based transfer function: implications for sea-level studies. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 29, n. 2, p. 117-129, 1999.

JAWORSKI, K.S. Distribuição de foraminíferos e tecamebas no complexo estuarino da Baía de Paranaguá – PR. *Boletim Paranaense de Geociências*, n. 51, p. 91-114, 2002.

JAWORSKI, K.S.; EICHLER, B.B. Distribuição espacial de arcellaceans (tecamebas) no sistema estuarino lagunar Cananéia-Iguape e a relação desta microfauna com os fatores abióticos. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 10., 2005, Guarapari, ES, *Anais...*, São Paulo: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA), 2005. 1 CD-ROM.

JENNINGS, A.E.; NELSON, A.R.; SCOTT, D.B.; AVARENA, J.C. Marsh foraminifera assemblages in the Valdivia Estuary, South-Central Chile, relative to vascular plants and sea level. *Journal of Coastal Research*, v. 11, n. 1, p. 107-123, 1995.

JESUS, H.C.; COSTA, E.A.; MENDONÇA, A.S.F.; ZANDONADE, E. Distribuição de metais pesados em sedimentos do sistema estuarino da Ilha de Vitória – ES. *Química Nova*, v. 27, n. 3, p. 378-386, 2004.

JONES, B.; TURKI, A. Distribution and speciation of heavy metals in surficial sediments from the Tees Estuary, North-east England. *Marine Pollution Bulletin*, v. 34, n. 10, p. 768-779, 1997.

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

JUNIOR, D. CHESF aumenta a vazão das comportas da usina de Xingó. *Gazeta de Alagoas*, ed. 03 de fevereiro, 2004.

KAMAU, J.N. Heavy metal distribution and enrichment at Port-Reitz Creek, Mombasa. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science*, v. 1, n. 1, p. 65-70, 2002.

KENEY, A.J.; KREBS, C.J. *Ecological Methodology*. Vancouver: University of British Columbia, 1998. 2 disquetes.

KLIZA, D.A.; SCHRÖDER-ADAMS, C.J. Holocene thecamoebians in freshwater lakes on Bylot Island, Northwest Territories, Canada. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 29, n. 1, p. 26-36, 1999.

KREBS, C.J. *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. 4th ed. New York: Harper Collins College Publishers, 1994, 801p.

LAIDLER, R.B.; SCOTT, D.B. Foraminifera and Arcellacea from Porters Lake, Nova Scotia: modern distribution and paleodistribution. *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 33, p. 1410-1427, 1996.

LANSAC-TÔHA, F.; VELHO, L.F.M.; BONECKER, C.C. Estrutura da comunidade zooplancônica antes e após a formação do reservatório de Corumbá. In: *Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu, p. 32-33, 1998.

LI, X.; SHEN, Z.; Wai, O.W.H.; LI, Y.S. Chemical forms of Pb, Zn and Cu in the sediment profiles of the Pearl River Estuary. *Marine Pollution Bulletin*, v. 42, n. 3, p. 215-223, 2001.

LOEBLICH-Jr., A.R.; TAPPAN, H. Sarcodina, chiefly “Thecamoebians” and Foraminiferida. In: MOORE, R. C. *Treatise on Invertebrate Paleontology - Part C - Protista*. 5th ed. Lawrence: The Geological Society of America and University of Kansas Press, 1978. C1-C510a.

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

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

MATOS, R.H.R. *Abundância e ecologia alimentar de Ciconiiformes (aves) em manguezais de Santos - Cubatão (SP): monitoramento de metais pesados nas áreas de forrageamento*. 2002, 87 f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

McCARTHY, F.; COLLINS, E.; MCANDREWS; J.H., KERR, H.A.; SCOTT, D.B.; MEDIOLI, F.S. A comparison of postglacial Arcellacean (“Thecamoebian”) and pollen succession in Atlantic Canada, illustrating the potencial of Arcellaceans for paleoclimatic reconstructions. *Journal of Paleontology*, v. 69, n. 5, p. 980-993, 1995.

McINTOSH, R.P. An index of diversity and the relations of certain concepts of diversity. *Ecology*, v. 48, p. 392-404, 1967.

McMILLAN, R.A. *Monitoring bioremediation after oil spills, old and new, using marsh foraminifera as indicators*. 2002, 60 f. + apênd. Monografia (Bacharelado em Ciências) – Departamento de Ciências da Terra, Dalhousie University, Halifax, Canadá, 2002.

MEDEIROS, P.R.P. *Aporte fluvial, transformação e dispersão da matéria em suspensão e nutrientes no estuário do Rio São Francisco, após a construção da Usina Hidrelétrica do Xingó (AL/SE)*. 2003, 182 f. Tese (Doutorado em Geoquímica) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2003.

MEDIOLI, F.S.; SCOTT, D.B. Holocene Arcellacea (Thecamoebians) from Eastern Canada. *Cushman Foundation for Foraminiferal Research* (Special Publication), n. 21, p. 1-63, 1983.

MEDIOLI, F.S.; SCOTT, D.B. Lacustrine Thecamoebians (mainly Arcellaceans) as potential tools for palaeolimnological interpretations. *Palaeoceanography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 62, p. 361-386, 1988.

MEDIOLI, F.S.; SCOTT, D.B. Fossil Thecamoebians: present status and prospects for the future. In: Hemleben C. *et al. Paleoecology, Biostratigraphy, Paleoceanography and Taxonomy of Agglutinated Foraminifera*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, p. 813-839, 1990.

MENDES, I.; GONZALEZ, R.; DIAS, J.M.A.; LOBO, F.; MARTINS, V. Factors influencing recent benthic foraminifera distribution on the Guadiana shelf (Southwestern Iberia) *Marine Micropaleontology*, v. 51, n. 1-2, p. 171-192, 2004.

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

MUNSTERMAN, D.; KERSTHOLT, S. Sodium polytungstate, a new non-toxic alternative to bromoform in heavy liquid separation. *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 91, p. 417-422, 1996.

MURRAY, J.W. The enigma of the continued use of total assemblages in ecological studies of benthic foraminifera. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 30, n. 3, p. 244-245, 2000.

MURRAY, J.W. Foraminiferal assemblage formation in depositional sinks on the continental shelf west of Scotland. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 33, n. 2, p. 101-121, 2003.

MURRAY, J.W.; BOWSER, S.S. Mortality, protoplasm decay rate, and reliability of staining techniques to recognize 'living' foraminifera: a review. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 30, n. 1, p. 66-70, 2000.

National Aeronautics and Space Administration (NASA). Earth Observatory. *Mission : Biomes* – *Glossary*. Disponível em: <<http://earthobservatory.nasa.gov/Library/glossary.php3?mode=alpha&seg=d>>. Acesso em set. 2002.

OGDEN, C.G.; HEDLEY, R.H. *An atlas of freshwater testate Amoebae*. Oxford: Oxford University Press, 1980. 222 p.

OLIVEIRA, A.M.; SANTOS, Jr., R.V.; HERNANDEZ, A.O.; SEGUNDO, G.H.C.; ARAÚJO, A.E.M. A morte do delta do Rio São Francisco. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 9.; EROSÃO COSTEIRA, 1., 2003, Recife. *Anais...*, São Paulo: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA), 2003. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, D. *Análise ambiental dos canais da Bacia Hidrográfica do Rio Itanhaém-SP, Brasil, com base em tecamebas e foraminíferos*. 1999, 243 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

ORME, S.; KEGLEY, S. *PAN Pesticide Database*. Pesticide Action Network, North America (San Francisco, CA. 2004). Disponível em: <<http://www.pesticideinfo.org>>. Acesso em out. 2005.

PASSOS, R.F. *Mudanças Ambientais Ocorridas entre Abrolhos (BA) e Cabo Frio (RJ) ao longo do Holoceno, e sua Resposta nas Associações de Foraminíferos*. 2000, 167 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Química e Geológica), Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

PATTERSON, R.T., MACKINNON, K.D., SCOTT, D.B.; MEDIOLI, F.S. Arcellaceans (“thecamoebians”) in small lakes of New Brunswick and Nova Scotia: modern distribution and Holocene stratigraphic changes. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 15, n. 2, p. 114-137, 1985.

PATTERSON, R.T.; BAKERS, T.; BURBIDGE, S.M. Arcellaceans (Thecamoebians) as proxies of arsenic and mercury contamination in Northeastern Ontario Lakes. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 26, n. 2, p. 172-183, 1996.

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*, v. 63, n. 2, p. 245-48, 1989.

PATTERSON, R.T.; KUMAR, A. Assessment of arcellacean (thecamoebian) assemblages, species, and strains as contaminant indicators in James Lake, northeastern Ontario, Canada. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 40, n. 4, p. 310-320, 2000.

- PATTERSON, R.T.; KUMAR, A. A review of current testate rhizopod (thecamoebian) research in Canada. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 180, n. 1-3, p. 225-251, 2002.
- PAWLOWSKI, J.; BOLIVAR, I.; FARHNI, J.; ZANINETTI, L. DNA analysis of “*Ammonia beccarii*” morphotypes: one or more species? *Marine Micropaleontology*, v.26, p.171-178, 1995.
- PHLEGER, F.B. *Ecology and distribution of recent foraminifera*. Baltimore: John Hopkins Press, 1960. 297 p.
- PHLEGER, F.B.; LANKFORD, R.R. Foraminifera and ecological processes in the Alvarado Lagoon area, Mexico. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 8, n. 2, p. 127-131, 1978.
- PIELOU, E. C. *An Introduction to Mathematical Ecology*. New York: Wiley-Interscience, 1969. 286 p.
- PINTO-COELHO, R.M. *Fundamentos em Ecologia*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000. 252p.
- PREDA, M.; COX, M.E. Trace metal occurrence and distribution in sediments and mangroves, Pumicestone region, southeast Queensland, Australia. *Environmental International*, 28: 433-449, 2002.
- RAISWELL, R.; BERNER, R. Pyrite formation in euxinic and semi-euxinic sediments. *American Journal of Science*, v. 285, n. 8, p.710-724, 1985.
- REINHARDT, E.G.; Dalby, A.P.; KUMAR, A.; PATTERSON, R.T. Arcellaceans as pollution indicators in mine tailing contaminated lakes near Cobalt, Ontario, Canada. *Micropaleontology*, v. 44, n. 2, p. 131-148, 1998.
- RIJK, S.; TROELSTRA, S. The application of a foraminiferal actuo-facies model to salt-marsh cores. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 149, p. 59-66, 1999.
- 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, 102 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

RODRIGUES, J.F. *Distribuição de foraminíferos e tecamebas no Canal Parapuça, delta do Rio São Francisco, Sergipe*. 1999, 59 f. Monografia (Graduação em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

RUIZ, F.; GONZÁLEZ-REGALADO, M.L.; BORREGO, J.; ABAD, M.; ENDÓN, J.G. Ostracoda and foraminifera as short-term tracers of environmental changes in very polluted areas: the Odiel Estuary (SW Spain). *Environmental Pollution*, v. 129, n. 1, p. 49-61, 2004.

RUIZ, F.; GONZÁLEZ-REGALADO, M.L.; ENDÓN, J.G.; ABAD, M.; OLÍAS, M.; UÑOZ, J.M. Correlation between foraminifera and sedimentary environments in recent estuaries of Southwestern Spain: Applications to Holocene reconstructions. *Quaternary International*, v. 140-141, p. 21-36, 2005.

SABEAN, J.A. *Monitoring oil spill bioremediation using marsh foraminifera as indicators*. 2001, 131 f. + apênd. Monografia (Bacharelado em Ciências) – Departamento de Ciências da Terra, Dalhousie University, Halifax, Canadá, 2001.

SAMIR, A.M. The response of benthic foraminifera and ostracods to various pollution sources: a study from two lagoons in Egypt. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 30, n. 2, p. 83-98, 2000.

SANTA-CRUZ, J. *Foraminíferos atuais em um manguezal impactado por petróleo 20 anos atrás: o Rio Iriri, Canal de Bertioga, Santos-SP*. 2004, 142 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

SANTOS, M.M. *Ponta dos Mangues: relação sociedade-natureza*. 1997, 112 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, 1997.

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

SCHAFER, C.T.; COLLINS, E.S.; MITH, J.N. Relationship of Foraminifera and thecamoebian distributions to sediments contaminated by pulp mill effluent: Saguenay Fiord, Quebec, Canada. *Marine Micropaleontology*, v. 17, n. 3-4, p. 255-283, 1991.

SCHAFER, C.T.; WINTERS, G.V.; SCOTT, D.B.; POCKLINGTON, P.; COLE, F.E.; HONIG, C. Survey of living foraminifera and polychaete populations at some Canadian

aquaculture sites: potential for impact mapping and monitoring. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 25, n. 3, p. 236-259, 1995.

SCHRÖDER, C.J.; SCOTT, D.B.; MEDIOLI, F.S. Can smaller benthic foraminifera be ignored in paleoenvironmental analyses? *Journal of Foraminiferal Research*, v. 17, n. 2, p. 101-105, 1987.

SCOTT, D.B.; MUDIE, P.J.; BRADSHAW, J.S. Benthonic foraminifera of three southern Californian lagoons: ecology and recent stratigraphy. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 6, n. 1, p. 59-75, 1976.

SCOTT, D.B.; MEDIOLI, F.S. Vertical zonations of marsh foraminifera as accurate indicators of former sea level. *Nature*, v. 272, n. 5653, p. 528-531, 1978.

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

SCOTT, D.B.; MEDIOLI, F.S. Living vs. total foraminiferal populations: their relative usefulness in Paleoecology. *Journal of Paleontology*, v. 54, n. 4, p. 814-831, 1980b.

SCOTT, D.B.; MEDIOLI, F.S. Agglutinated rhizopods in Lake Erie: modern distribution and stratigraphic implications. *Journal of Paleontology*, v. 57, n. 4, p. 809-820, 1983.

SCOTT, D.B.; MEDIOLI, F.S. Foraminifera as sea level indicators. In: VAN DE PLASSCHE, O. (Ed.) *Sea-level research: A manual for the collection and evaluation of data*. Norwich: Geo Books, 1986, p. 435-455.

SCOTT, D.B.; SUTER, J.R. & KOSTERS, E.C. Marsh foraminifera and arcellaceans of the lower Mississippi Delta: Controls and spatial distributions. *Micropaleontology*, v. 37, n. 4, p. 373-392, 1991.

SCOTT, D.B.; HASEGAWA, S.; SAITO, T.; ITO, K.; COLLINS, E. Marsh foraminiferal and vegetation distributions in Nemuro Bay wetland areas, eastern Hokkaido. *Transactions and Proceedings of the Paleontological Society of Japan*, v. 180, p. 282-295, 1995.

SEGUNDO, G.H.C. *Caracterização Hidrodinâmica-Sedimentológica do Estuário e Delta do Rio São Francisco*. 2001, 102 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2001.

SEMENSATTO-Jr., D.L. *Foraminíferos e Tecamebas do Canal do Poço, Sergipe: distribuição e condicionantes*. 2001, 45 f. Monografia (Graduação em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

SEMENSATTO-Jr., D.L. Aplicação de índices de diversidade em estudos envolvendo associações entre foraminíferos e tecamebas recentes: uma breve discussão. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 9.; MICROPALÉONTOLOGIA DO QUATERNÁRIO, 1., 2003, Recife. *Anais...*, São Paulo: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA), 2003. 1 CD-ROM.

SEMENSATTO-Jr., D.L.; DIAS-BRITO, D. Diversity and estuarine hydrodynamic based on foraminiferal assemblages in a sector from São Francisco River Delta, Sergipe State, Brazil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL MANGROVE 2003, 2003a, Salvador. *Livro de Resumos*, Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2003. p. 329.

SEMENSATTO-Jr., D.L.; DIAS-BRITO, D. Foraminíferos recentes do delta do Rio São Francisco, Sergipe (Brasil): uma proposta de modelo ecológico e de diagnóstico ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 2., 2003b, Rio de Janeiro. *Anais...*, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003. 1 CD-ROM.

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*, v. 7, n. 1, p. 53-66, 2004.

SEMENSATTO-Jr., D.L.; DIAS-BRITO, D. Soluções salinas alternativas para flotação de tecas de foraminíferos. CONGRESSO DA ABEQUA, 10., 2005, Guarapari. *Anais...*, São Paulo: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA), 2005. 1 CD-ROM.

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

SEN-GUPTA, B.K.; TURNER, R.E.; RABALAIS, N.N. Seasonal oxygen depletion in continental-shelf waters of Louisiana: Historical record of benthic foraminifers. *Geology*, v. 24, n. 3, p. 227-230, 1996.

SHARIFI, A.R.; CROUDACE, I.W.; AUSTIN, R.L. Benthic foraminiferids as pollution indicators in Southampton Water, southern England, U. K. *Journal of Micropalaeontology*, v. 10, n. 1, p. 109-113, 1991.

SHARMA, V.R.; RHUDY, K.B.; KOENING, R.; VAZQUEZ, G.F. Metals in sediments of the Upper Laguna Madre. *Marine Pollution Bulletin*, v. 38, n. 12, p. 1221-1226, 1999.

SHUMILIN, E.; PÁEZ-OSUNA, F.; GREEN-RUIZ, C.; SAPOZHNIKOV, D.; RODRÍGUEZ-MEZA, G.; GODÍNEZ-ORTA, L. Arsenic, Antimony, Selenium and other trace elements in sediments of the La Paz Lagoon, Peninsula of Baja California, Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, v. 42, n. 3, p. 174-178, 2001.

SIEGLE, G.A. Foraminifers of Guayanilla Bay and their use as environmental indicators. *Revista Española de Micropaleontología*, v. 7, n. 3, p. 453-487, 1975.

SKOOG, D.A.; WEST, D.M.; HOLLER, F.J. *Fundamentals of Analytical Chemistry*. 7th. ed, Orlando: Saunders College Publishing, 1996, 870 p. + apênd.

STEINECK, P.L.; BERGSTEIN, J. Foraminifera from Hommocks salt-marsh, Larchmont Harbor, New York. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 9, n. 2, p. 147-158, 1979.

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

SUGUIO, K. *Dicionário de Geologia Marinha: com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol*. São Paulo: Ed. T.A. Queiroz, 1992. 171p.

TAM, N.F.Y.; WONG, Y.S. Spatial and temporal variations of heavy metal contamination in sediments of a mangrove swamp in Hong Kong. *Marine Pollution Bulletin*, v. 31, n. 4-12, p. 254-261, 1995.

TEÓDULO, M.J.R.; LIMA, E.S.; NEUMANN, V.H.M.L.; LEITE, P.R.B.; SANTOS, M.R.L. Comparação de métodos de extração parcial de metais traço em solos e sedimentos de um

estuário tropical sob a influência de um complexo industrial portuário, Pernambuco, Brasil. *Estudos Geológicos*, v. 13, p.23-34, 2003.

THURMAN, H.V.; TRUJILLO, A.P. *Essentials of Oceanography*. 7th ed. New Jersey: Prentice Hall Inc., 2002. 524 p.

TOBIN, R.; SCOTT, D.B.; COLLINS, E.S.; MEDIOLI, F.S. Infaunal benthic foraminifera in some North American marshes and their influence on fossil assemblages. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 35, n. 2, p. 130-147, 2005.

TROCINE, R.P.; TREFRY, J.H. Metal concentrations in sediment, water and clams from the Indian River Lagoon, Florida. *Marine Pollution Bulletin*, v. 32, n. 10, p. 754-759, 1996.

VELHO, L.F.M.; LANSAC-TÔHA, F.A. Testate Amoebae (Rhizopodea-Sarcodina) from zooplankton of the high Paraná river floodplain, State of Mato Grosso do Sul, Brazil: II. Family Diffugiidae. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v. 31, p. 179-192, 1996.

VELHO, L.F.M.; LANSAC-TÔHA, F.A.; SERAFIM-JUNIOR, M. Testate Amoebae (Rhizopodea-Sarcodina) from zooplankton of the high Paraná river floodplain, State of Mato Grosso do Sul, Brazil: I. Families Arcellidae and Centropyxidae. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v. 31, p. 31-50, 1996.

VILELA, C.G.; BATISTA, D.S.; BAPTISTA-NETO, J.A.; CAPREZ, M.; McALLISTER, J.J. Benthic foraminifera distribution in high polluted sediments from Niterói Harbor (Guanabara Bay), Rio de Janeiro, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 76, n. 1, p. 161-171, 2004.

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

WALKER, I. The thecamoebae (Protozoa, Rhizopoda) of small Amazonian forest streams and their possible use as indicator organisms for waterquality. *Acta Amazonica*, v. 12, n. 3, p. 79-105, 1982.

WARNER, B.G.; CHARMAN, D.J. Holocene changes on a peatland in northwestern Ontario interpreted from testate amoebae (Protozoa) analysis. *Boreas*, v. 23, p. 270-279, 1994.

WIGHTMAN, W.G., SCOTT, D.B., MEDIOLI, F.S.; GIBLING, M.R. Agglutinated foraminifera and thecamoebians from the Late Carboniferous Sydney coalfield, Nova Scotia: paleoecology, paleoenvironments and paleogeographical implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 106, p. 187-202, 1994.

WOODROFE, S.A.; HORTON, B.P.; LARCOMBE, P.; WHITTAKER, J. Intertidal mangrove foraminifera from the central Great Barrier Reef shelf, Australia: implications for sea-level reconstructions. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 35, n. 3, p. 259-270, 2005.

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

YANKO, V.; AHMAD, M.; KAMINSKI, M. Morphological deformities of benthic foraminiferal tests in response to pollution by heavy metals: implications for pollution monitoring. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 28, n. 3, p. 177-200, 1998.

ZANINETTI, L.; BRÖNNIMANN, P.; DIAS-BRITO, D.; ARAI, M.; CASALETTI, P.; KOUTSOUKOS, E.; SILVEIRO, S. Distribution écologique des Foraminifères dans la mangrove d'Acupe, état de Bahia, Brésil. *Notes du Laboratoire de Paléontologie de L'Université de Genève*, v. 4, n. 1, p. 1-17, 1979.

ZUCON, M. H. *Distribuição de foraminíferos e tecamebas do estuário do Rio Piauí*. 1989, 54 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1989.

ZUCON, M. H.; LOYOLA; SILVA, J. Distribuição de foraminíferos e tecamebas do estuário do Rio Piauí, Sergipe. *Nerítica*, v. 7, v. 1/2, p. 57-69, 1992.