

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CARLOS EDUARDO SILVA

**FORAMINÍFEROS, TECAMEBAS E BACTÉRIAS
BENTÔNICOS NA PRAIA DE ENCANTADAS (ILHA DO
MEL, PARANÁ, BRASIL) E A POSSÍVEL INFLUÊNCIA
DO AFLUXO TURÍSTICO SOBRE ESSES ORGANISMOS**

PONTAL DO PARANÁ

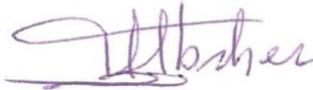
2011

“Foraminíferos, tecamebas e bactérias bentônicos na Praia de Encantadas (Ilha do Mel, Paraná, Brasil) e a possível influência do afluxo turístico sobre esses organismos.”

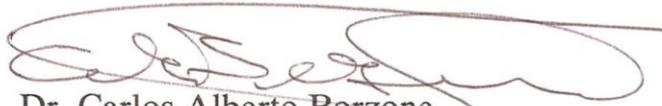
POR

Carlos Eduardo Silva

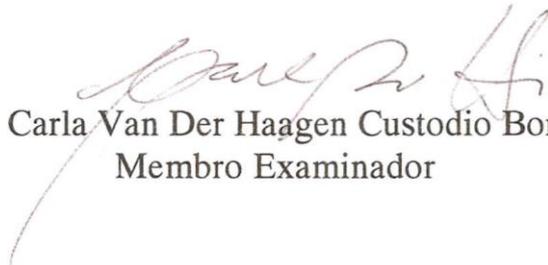
Dissertação nº 76 aprovada como requisito parcial do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Dr^a. Theresinha Monteiro Absher
Orientadora e Presidente



Dr. Carlos Alberto Borzone
Membro Examinador



Dr^a. Carla Van Der Haagen Custodio Bonetti
Membro Examinador

Pontal do Paraná, 18/04/2011.



Curso de Pós-Graduação em Sistemas
Costeiros e Oceânicos da UFPR

Centro de Estudos do Mar - Setor Ciências da Terra - UFPR
Avn. Beira-mar, s/n.º - Baln. Pontal do Sul - Pontal do Paraná - Paraná - Brasil
Tel. (41) 3511 8644 - Fax (41) 3511 8644 - www.cem.ufpr.br/pgsisco - pgsisco@ufpr.br

TERMO DE APROVAÇÃO

Carlos Eduardo Silva

Foraminíferos, tecamebas e bactérias bentônicos na Praia de Encantadas (Ilha do Mel, Paraná, Brasil) e a possível influência do afluxo turístico sobre esses organismos.

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Sistemas Costeiros e Oceânicos, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

Dr^a. Theresinha Monteiro Absher
Orientadora e Presidente

Dr. Carlos Alberto Borzone
Membro Examinador

Dr^a. Carla Van Der Haagen Custodio Bonetti
Membro Examinador

Pontal do Paraná, 18/04/2011.

Silva, Carlos Eduardo

S586d Foraminíferos, tecamebas e bactérias bentônicas na Praia de Encantadas (Ilha do Mel, Paraná, Brasil) e a possível influência do afluxo turístico sobre esses organismos / Carlos Eduardo Silva.
– Pontal do Paraná, 2011.
89 f.; 29 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Theresinha Monteiro Absher.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

1. Foraminíferos. 2. Tecamebas. 3. *Escherichia coli*. 4. Poluição orgânica. 5. Esgoto. 6. Baía de Paranaguá. 7. Ilha do Mel.
I. Título. II. Theresinha Monteiro Absher III. Universidade Federal do Paraná.

CDD 593.12

AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo apoio incondicional, pela compreensão e pela torcida.

Em primeiríssimo lugar, agradeço os meus filhos Matheus, Evellin e Giuliana, que são a razão, o incentivo, a luz, porque tudo que almejo é sempre pensando neles e essa conquista é deles também.

À minha mãe Marli, muito obrigado por me apoiar e mesmo de longe estar ao meu lado e sempre se preocupar comigo.

Ao meu pai Hélio, sua ajuda, confiança e compreensão foram de extrema importância nessa minha jornada. Quando eu crescer, quero ser como você.

Às minhas irmãs Claudia, Adriana e Luciane e ao meu irmão Wagner, pela torcida, incentivo e conversas. Por acreditar e me incentivar sempre. Muito obrigado mesmo... Eu amo vocês!!!!

À Dr.^a Theresinha Absher, pela inestimável ajuda em uma fase realmente difícil pra mim, pela orientação, pelo apoio e por incentivar e confiar no meu trabalho.

À MSc. Sibelle Trevisan Disaró, pela orientação, ensinamentos e grande ajuda.

À Professora Dr.^a Hedda Elizabeth Kolm, pela inestimável ajuda nas análises bacteriológicas, pelo apoio durante as coletas, mesmos em férias, abrindo seu laboratório e me passando seu conhecimento.

Ao grande amigo e irmão Felipe Sales de Freitas, por apoiar a idéia desse trabalho, mesmo quando era apenas uma simples idéia, por estar sempre comigo nas coletas, passando mal na voadeira, com ondulações de vinte centímetros e por realizar grande parte das análises químicas. Valeu irmão.

Ao Laboratório de Biogeoquímica Marinha, especialmente à Professora Dr.^a Eunice da Costa Machado e à Técnica Liciane Carla Silva, pela grande ajuda durante as análises químicas.

Ao laboratório de Oceanografia Geológica (LOGEO), ao Professor Dr. Marcelo R. Lamour e à Técnica Sirley Ghisi de Oliveira pelas análises granulométricas.

Ao MSc. Rodrigo Aluizio pela enorme paciência e essencial ajuda que me prestou nas análises estatísticas, pelos conselhos, pelas conversas e pelo companheirismo. "Valeu Bro".

À Bióloga Ingrid Tellez, pelo auxílio nas identificações, pela enorme ajuda nas fotografias e pela amizade.

À MSc. Ana Paula Chiaverini pela confecção das pranchas pelas conversas, pela amizade.

À MSc. Elis Regina Ribas pela confecção da lista taxonômica, pelas ajudas às consultas bibliográficas e revisões taxonômicas.

À Dona Isabel, pela grande ajuda na lavagem e flotação das amostras.

Esse trabalho é de vocês também! Muito obrigado.

Ao Professor Dr. Paulo da Cunha Lana, pelos sábios conselhos.

À turma de 2009 do PGSISCO. Obrigado pela amizade, companheirismo. Valeu o esforço de todos. PARABÉNS aos novos Mestres!

Aos professores e funcionários do CEM e ao REUNI, pela bolsa.

RESUMO

Foraminíferos e tecamebas bentônicos são excelentes bioindicadores de alterações ambientais, decorrentes de processos naturais ou interferência antrópica. As bactérias exercem um importante papel na teia trófica, são extremamente abundantes em sedimentos marinhos costeiros e a *Escherichia coli* é um dos principais indicadores de poluição fecal de origem humana. A Ilha do Mel, localizada na desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá, é um dos principais destinos turísticos do Paraná e vem sofrendo progressiva degradação ambiental devido ao grande afluxo turístico e infraestrutura deficiente. Sessenta amostras de sedimento superficial pertencentes a quatro pontos (dois na Praia de Encantadas – EC e EM e dois mais ao norte, no Rio da Pontinha – CC e CM), Ilha do Mel, foram coletadas nos meses de dezembro de 2007, janeiro, fevereiro, março e abril de 2008. O objetivo do presente estudo foi analisar a influência do afluxo turístico na Praia de Encantadas sobre as associações de tecamebas e foraminíferos bentônicos, assim como analisar a variação de bactérias heterotróficas totais, biomassa bacteriana, coliformes totais e *Escherichia coli* no sedimento e as relações entre os parâmetros bióticos e abióticos da água e sedimento. Foram encontradas 44 espécies de foraminíferos vivos (corados com Rosa de Bengala) e treze espécies de tecamebas. A composição e estrutura das associações refletiram diferentes condições ambientais. A estação localizada no sublitoral da Praia de Encantadas (EM) apresentou uma assembléia totalmente diferente da esperada esse ambiente, com fortes sinais de alterações causadas pela atividade turística, principalmente pelo despejo de efluentes de esgoto. Muitas amostras estéreis na estação do Rio da Ponte (EC), Praia de Encantadas, apontam para o alto grau de eutrofização em que se encontra esse corpo d'água. Amostras do sublitoral da Pontinha (CM), ao norte da Praia de Encantadas, apresentaram as mais altas densidades e diversidade, com assembléias compostas por espécies características de ambiente marinho. A estação localizada no Rio da Pontinha (CC) apresentou sinais de baixa ou nenhuma degradação ambiental e assembléias compostas basicamente por tecamebas. O uso de foraminíferos e tecamebas, em conjunto com parâmetros físico-químicos e microbiológicos, se mostrou satisfatório e eficaz para avaliar o grau de impacto causado pela atividade turística na Praia de Encantadas, Ilha do Mel.

Palavras-chave: Baía de Paranaguá; Ilha do Mel. Foraminíferos. Tecamebas. *Escherichia coli*. Poluição orgânica. Esgoto.

ABSTRACT

Benthic foraminifers and thecamoebians are excellent bio-indicators of environmental alterations, as a result of natural processes or anthropic interference. Bacteria have an important role in the food chain and are extremely abundant in coastal marine sediments and the *Escherichia coli* is one of the main indicator of fecal pollution of human origin. Ilha do Mel, located at the outlet of the Complexo Estuarino de Paranaguá, is one of the main tourist destinies from Paraná and is undergoing progressive environmental degradation due to the great tourist affluence and deficient infrastructure. Sixty samples of surface sediment from four points (two in the Encantadas beach – EC and EM, and two at Rio da Pontinha – CC and CM), Ilha do Mel, were collected in the months of December of 2007, January, February, March and April of 2008. The objective of the present study was to analyze the influence of the tourist affluence in Encantadas beach on the associations of thecamoebians and benthic foraminifers as well as analyze the variation of total heterotrophic bacteria, bacterial biomass, total coliform bacteria and *Escherichia coli* in the sediment and the relationships between biotic and abiotic parameters of the water and sediment. Forty four species of living benthic foraminifers (stained with rose bengal) and thirteen thecamoebians species were found. The composition and structure of the associations reflected different environmental conditions. The stations located at Encantadas beach (EM and EC) presented an assemblage completely different from the expected, these types of environment show strong signs of alterations caused by the tourist activity, mainly by sewer discharge. Many sterile samples in the station EC, point out the high eutrophic degree of this water body. Samples of CM presented the highest densities and diversity, with assemblages composed mainly by calcareous species, characteristic of marine environment. The station CC showed signs of low or no environmental degradation and assemblage is composed basically by thecamoebians. Foraminifers and thecamoebians, together with physical-chemical and microbiological parameters, were satisfactory and effective to evaluate the degree of impact caused by the tourist activity at Ilha do Mel.

Key words: Baía de Paranaguá. Ilha do Mel. Foraminifera. Thecamoebians. *Escherichia coli*. Organic pollution. Sewage.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - COSTA PARANAENSE COM A BAÍA DE GUARATUBA, O COMPLEXO ESTUARINO DA BAÍA DE PARANAGUÁ (CEP) E A LOCALIZAÇÃO DA ILHA DO MEL NA DESEMBOCADURA DO CEP.	9
FIGURA 2 - IMAGEM DE SATÉLITE DA ILHA DO MEL. DETALHE DA PRAIA DE ENCANTADAS COM AS ESTAÇÕES AMOSTRAIS “EC” E “EM” NO CENTRO E AO NORTE DA PRAIA AS ESTAÇÕES “CC” E “CM”.	13
FIGURA 3 - TEORES MÉDIOS DE MATÉRIA ORGÂNICA (%) NAS QUATRO ESTAÇÕES AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL.	20
FIGURA 4 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS (em $\mu\text{mol/L}$) DE NUTRIENTES NA ESTAÇÃO “EM” NO SUBLITORAL, NA PRAIA DE ENCANTADAS, AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL.	22
FIGURA 5 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS (em $\mu\text{mol/L}$) DE NUTRIENTES NA ESTAÇÃO “CM” NO SUBLITORAL, NA PRAIA DA PONTINHA, AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL.	23
FIGURA 6 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS (em $\mu\text{mol/L}$) DE NUTRIENTES NA ESTAÇÃO “EC” NO RIO DA PONTE, NA PRAIA DE ENCANTADAS, AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL.	24
FIGURA 7 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS (em $\mu\text{mol/L}$) DE NUTRIENTES NA ESTAÇÃO “CC” NO RIO DA PONTINHA AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL.	24
FIGURA 8 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS (em $\text{NMP.cm}^{-3}\text{sed.seco}$) DE <i>ESCHERICHIA COLI</i> NAS QUATRO ESTAÇÕES AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL.	25
FIGURA 9 - RESULTADOS DA ANOVA PARA OS DADOS DE <i>Escherichia coli</i>	26
FIGURA 10 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS (em $\text{NMP. cm}^{-3}\text{sed.seco}$) DE COLIFORMES TOTAIS NAS ESTAÇÕES AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL.	27
FIGURA 11 - RESULTADOS DA ANOVA PARA OS DADOS DE COLIFORMES TOTAIS.	28
FIGURA 12 - DENSIDADES MÉDIAS ($\cdot 10^7\text{cel.cm}^{-3}\text{sed.seco}$) DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS TOTAIS NAS QUATRO ESTAÇÕES AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL.	29
FIGURA 13 - RESULTADOS DA ANOVA PARA AS DENSIDADES DE HETEROTRÓFICAS TOTAIS.	30
FIGURA 14 - VALORES DE BIOMASSA BACTERIANA ($\mu\text{g C.L}^{-1}$) NAS QUATRO ESTAÇÕES AO	31
FIGURA 15 - RESULTADOS DA ANOVA PARA OS VALORES DE BIOMASSA BACTERIANA.	32
FIGURA 16 - COMPOSIÇÃO DA FAUNA VIVA DE FORAMINÍFEROS E TECAMEBAS DA ESTAÇÃO “EM”, NO SUBLITORAL DA PRAIA DE ENCANTADAS.	33

FIGURA 17 - COMPOSIÇÃO DA FAUNA VIVA DE FORAMINÍFEROS E TECAMEBAS DA ESTAÇÃO “CM”, NO SUBLITORAL NA PONTINHA	34
FIGURA 18 - COMPOSIÇÃO DA FAUNA VIVA DE FORAMINÍFEROS E TECAMEBAS DA ESTAÇÃO “EC”, NO SUBLITORAL NA PONTINHA.....	35
FIGURA 19 - COMPOSIÇÃO DA FAUNA VIVA TECAMEBAS DA ESTAÇÃO “CC”, NO SUBLITORAL	36
FIGURA 20 - DENDROGRAMA DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTO (MODO Q) COM BASE NA COMPOSIÇÃO E FREQUÊNCIA DE FORAMINÍFEROS E TECAMEBAS NA ÁREA DE ESTUDO.	39
FIGURA 21 - COMPOSIÇÃO DA FAUNA VIVA DE FORAMINÍFEROS E TECAMEBAS DAS ESTAÇÕES QUE COMPÕEM O AGRUPAMENTO I	39
FIGURA 22 - COMPOSIÇÃO DA FAUNA VIVA DE FORAMINÍFEROS E TECAMEBAS DAS ESTAÇÕES QUE COMPÕEM O AGRUPAMENTO II	40
FIGURA 23 - COMPOSIÇÃO DA FAUNA VIVA DE FORAMINÍFEROS E TECAMEBAS DAS ESTAÇÕES QUE COMPÕEM O AGRUPAMENTO III.....	41
FIGURA 24 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA PCA REALIZADA PARA A ÁREA DE ESTUDO COM AS ESTAÇÕES E OS PARÂMETROS AMBIENTAIS. OD=OXIGÊNIO DISSOLVIDO; SAL= SALINIDADE; T= TEMPERATURA; MPS=MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO; MO= MATÉRIA ORGÂNICA; GSS= GRAU DE SELEÇÃO DO SEDIMENTO; N-t= NITROGÊNIO TOTAL; P-t= FÓSFORO TOTAL	42
FIGURA 25 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA CCA REALIZADA PARA A ÁREA DE ESTUDO COM AS ESPÈCIES, ESTAÇÕES E OS PARÂMETROS AMBIENTAIS. SAL= SALINIDADE; T= TEMPERATURA; MPS=MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO; MO= MATÉRIA ORGÂNICA; GSS= GRAU DE SELEÇÃO DO SEDIMENTO; N-t= NITROGÊNIO TOTAL; P-t= FÓSFORO TOTAL; TUR = AFLUXO TURÍSTICO.....	43

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DENSIDADE (N), RIQUEZA ESPECÍFICA (S), ÍNDICE DE SHANNON (H'), ALFA DE FISHER (α), EQUITABILIDADE (J) E DOMINÂNCIA (D), DA FAUNA VIVA.....	37
TABELA 2 – RESULTADO DA ANOVA REALIZADA PARA OS ÍNDICES ECOLÓGICOS.....	38

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS.....	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. ÁREA DE ESTUDO.....	9
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
3.1. Planejamento Amostral	12
3.2. Metodologia em campo	12
3.3. Processamento das amostras.....	14
3.3.1. Sedimento	14
3.3.2. Água	17
3.4. Tratamento dos dados.....	17
4. RESULTADOS	19
4.1. Granulometria	19
4.2. Caracterização hidroquímica	20
4.3. Nutrientes.....	21
4.4. Parâmetros bacteriológicos	25
4.4.1. <i>Escherichia coli</i>	25
4.4.2. Coliformes totais.....	26
4.4.3 Bactérias heterotróficas totais	28
4.4.4. Biomassa bacteriana	30
4.5. Composição específica de foraminíferos e tecamebas	32
4.5.1 Sublitoral	33
4.5.1 Córregos.....	34
4.6. Análises da estrutura das comunidades	36
4.6.1. Densidade, riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância.....	36
4.6.2. Comparação entre as estações amostrais	37
4.6.3. Análise de agrupamento.....	38
4.6.4. Interações entre a fauna viva e os parâmetros ambientais	41
5. DISCUSSÃO	45
5.1. Granulometria e caracterização hidroquímica	45
5.2. Nutrientes.....	46
5.3. Parâmetros bacteriológicos	48
5.4. Foraminíferos e tecamebas.....	52
5.5. Análises da estrutura das associações de foraminíferos e tecamebas	58
5.6. Análise de agrupamento.....	59
5.7. Interações entre a fauna viva e os parâmetros ambientais	61
6. CONCLUSÕES	64
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
APÊNDICES	78

1. INTRODUÇÃO

O crescente aumento populacional nas zonas costeiras e as atividades que o homem exerce nessas regiões, extraindo recursos e poluindo o ambiente, têm causado importantes modificações nos habitats marinhos marginais em todo o mundo, afetando fortemente seus ecossistemas e causando mudanças na composição específica das comunidades. Poucas são as formas de exploração de recursos naturais que não causam alterações e danos ao ambiente e o turismo, executado de forma inadequada e sem planejamento, pode ser uma das atividades humanas mais impactantes para o meio natural.

Muitos são os potenciais impactos causados pela atividade turística, como contaminação e erosão do solo, perda de habitats e de biodiversidade, poluição sonora, visual, do ar e da água. Durante as altas temporadas, o afluxo turístico para as regiões costeiras gera um acréscimo significativo no número de pessoas e, conseqüentemente, na geração de lixo e na quantidade de dejetos despejados no solo e no mar. Embora o desenvolvimento turístico impulse a economia em algumas cidades litorâneas, tal atividade pode gradativamente destruir os recursos ambientais dos quais ela depende, pois a pressão do turismo sobre esses recursos pode exceder a capacidade do ambiente de absorver seus impactos.

Muitas vezes, os prejuízos causados pelo turismo para o ambiente e a sociedade superam os seus benefícios econômicos. A atividade turística, feita de forma desordenada e sem planejamento ambiental, pode levar a uma demanda elevada e uso inadequado dos recursos naturais, comprometendo esses recursos e a sustentabilidade da atividade. Por outro lado, o turismo executado com planejamento e uso responsável dos recursos, pode gerar benefícios econômicos para a sociedade, como geração de empregos e melhor

distribuição de renda. Dentre os benefícios que o turismo pode trazer para o ambiente, destaca-se a preservação de áreas de interesse turístico, como a criação de unidades de conservação.

Em áreas costeiras, os impactos causados pela atividade turística sobre os recursos naturais variam na sua intensidade, abrangência e duração. A poluição gerada pelo despejo de esgoto e acúmulo de lixo em épocas de grande afluxo turístico constitui um problema grave para as áreas receptoras, principalmente naquelas em que os serviços básicos de coleta de lixo e tratamento de esgoto são precários ou inexistentes. Portanto, paralelamente ao avanço do desenvolvimento turístico e da ocupação humana desordenada, pode ocorrer uma degradação da qualidade ambiental, comprometendo a saúde humana, a paisagem, a fauna e flora local e a própria continuidade da atividade turística.

Em regiões litorâneas, o gerenciamento dos recursos naturais, principalmente dos recursos hídricos e paisagísticos, é essencial para assegurar o desenvolvimento econômico atrelado ao turismo, a qualidade de vida e a preservação do meio ambiente. Nas últimas décadas o esforço empregado no conhecimento dos ambientes marinhos costeiros, na detecção de problemas decorrentes das atividades antrópicas, na avaliação da saúde ambiental dessas áreas e na implantação de medidas mitigatórias e programas de monitoramento vem aumentando substancialmente em todo o mundo.

Alterações nas características físico-químicas do ambiente, decorrentes de poluição e outros impactos causados por atividades antrópicas, podem acarretar em mudanças na abundância e composição específica das comunidades bióticas em resposta às novas condições ambientais. Em ambientes sob estresse pode ocorrer redução na diversidade de espécies, como resultado da diminuição da riqueza taxonômica e aumento da dominância por poucas espécies tolerantes às novas condições ambientais (Samir & El-Din, 2001; Armynot du Châtelet et al., 2004; Ferraro et al., 2006).

Em áreas litorâneas urbanizadas a descarga de efluentes diretamente nos corpos hídricos ou no solo pode resultar na contaminação da água, sedimento e da biota, comprometendo a saúde humana através do contato direto com o ambiente poluído ou por meio da teia trófica (Burone, et al. 2007). A importância de se conhecer a composição e o padrão de distribuição das associações faunísticas de uma região reside na possibilidade da utilização de tais informações na detecção de alterações ambientais (Silva, 2008). Muitos organismos, mais tolerantes ou mais sensíveis a alterações no ambiente, tornaram-se importantes bioindicadores de qualidade ambiental, pois apresentam diferentes respostas a alterações naturais e/ou não naturais.

Organismos bentônicos são amplamente utilizados em ambientes marinhos como indicadores de qualidade ambiental e impactos provocados pela ação humana (Pearson & Rosenberg, 1978), pois é uma fauna bastante diversa e os vários grupos que a compõe respondem de forma singular às diferentes condições ambientais. Nos sedimentos de ambientes costeiros as concentrações de contaminantes e matéria orgânica derivados de atividades antrópicas geralmente alcançam níveis capazes de causar danos às comunidades biológicas (Burone, et al. 2007), pois os sedimentos muitas vezes servem de reservatórios para várias substâncias que chegam à coluna d'água.

A distribuição, abundância e riqueza de espécies bentônicas apresentam padrões extremamente variáveis temporal e espacialmente, devido a fatores inerentes às comunidades e também por forças externas, particularmente pelas propriedades físico-químicas do ambiente. Entretanto, a poluição e outros impactos antrópicos podem causar profundas alterações nas características naturais do meio afetando a estabilidade das comunidades e isso pode ser detectado através de mudanças na estrutura das associações.

Coull e Chandler (1992) salientam que os organismos que habitam o meiobentos têm sido popularmente utilizados como bioindicadores dos efeitos de perturbações antrópicas em ambientes aquáticos. Segundo Kennedy e

Jacoby (1999), muitas pesquisas têm sido conduzidas para avaliar a resposta da meiofauna à poluição e perturbação antrópica e os foraminíferos têm sido amplamente utilizados nesses tipos de estudos.

Foraminíferos são organismos unicelulares, na maioria microscópicos, dotados de uma carapaça, ou teca, geralmente calcária, quitinosa ou formada por partículas aglutinantes e composta de uma ou mais câmaras que envolvem o protoplasma. Suas câmaras são interligadas por pequenos orifícios (forâmens) permitindo que seu citoplasma ocupe todo o interior, ou parte, da carapaça. Podem viver livres na coluna d'água (planctônicos) ou associados ao substrato (bentônicos); a grande maioria das espécies de foraminíferos atuais é bentônica, podendo ter hábito epifaunal e/ou infaunal. São amplamente distribuídos nos ambientes marinhos. Habitam desde áreas transicionais como estuários e lagunas até fossas abissais e toleram águas praticamente doces até hipersalinas. Suas carapaças permanecem preservadas no sedimento mesmo após a morte, podendo ser utilizadas para estimar taxas de sedimentação (e. g. Uchio, 1960; Serandrei-Barbero, et al. 2006) e reconstituição de paleoambientes (e. g. Uehara et al., 2007; Canales & Henriques, 2008).

A distribuição das associações de foraminíferos é diretamente influenciada pelas características físico-químicas do ambiente. Annin (2001) realizou um trabalho com foraminíferos como indicadores ambientais no Mar do Japão e afirmou que os principais fatores que controlam a distribuição de foraminíferos bentônicos são os parâmetros hidrológicos influenciados pela profundidade, como temperatura, salinidade, concentração de oxigênio no sedimento e conteúdo de carbono orgânico.

Resig (1960) e Watkins (1961) foram os pioneiros em estudos sobre os efeitos da poluição em foraminíferos e a possível utilização desses organismos como indicadores. Porém, os prováveis efeitos da poluição em foraminíferos já haviam sido mencionados por Zalesny (1959).

Há muitas vantagens na utilização de foraminíferos para estudos dos efeitos da poluição e monitoramento ambiental em ambientes marinhos. São organismos de grande abundância, íntima relação com o sedimento, vida relativamente sésil, ciclos de vida curtos e facilidade na coleta e identificação.

A presença de espécies oportunistas, geralmente tolerantes a fatores como o aporte de nutrientes, hipoxia e ao aporte de contaminantes, assim como a sensibilidade de algumas espécies às mudanças ambientais, torna esses organismos eficientes bioindicadores (Yanko et al., 1994; Annin, 2001; Armynot du Châtelet et al., 2004; Vilela et al., 2004; Bergin et al., 2006; Albani et al., 2007). Alterações fisiológicas decorrentes de estresse ambiental, como deformações nas carapaças, foram citadas por Yanko et al. (1998); Samir e El-Din (2001); Geslin et al. (2002); Le Cadre et al. (2003); Le Cadre e Debenay (2006), entre outros.

Foraminíferos se tornaram ferramentas muito úteis em estudos de caracterização ambiental (Bonetti, 2000; Duleba et al., 2004; Diz & Francés, 2008; Pascual et al., 2008), monitoramento ambiental (Rodrigues et al., 2003; Armynot du Châtelet et al., 2004), efeitos de metais pesados (Alve, 1991; Vilela et al., 2004; Bergin et al., 2006; Le Cadre & Debenay, 2006; Ferraro et al., 2006; Frontalini & Coccioni, 2008), efeitos de diversos tipos e fontes de poluição (Samir, 2000; Burone et al., 2006; Jayaraju et al., 2007), poluição por hidrocarbonetos (Sen Gupta et al., 1997; Morvan et al., 2004; Panieri, 2005), entre outros. Alve (1995) fez uma revisão de trabalhos com foraminíferos como indicadores de poluição, principalmente em ambientes estuarinos e outras áreas costeiras.

As tecamebas constituem um grupo de organismos unicelulares diferentes dos foraminíferos, pois possuem carapaças simples uniloculares com grandes aberturas, geralmente constituídas de material silicoso ou partículas aglutinadas do ambiente, como grãos de quartzo e outros minerais. A distribuição desses organismos restringe-se a ambientes com salinidades

menores que cinco, como lagos, rios, estuários, poças de água, esgoto, musgos e solos úmidos (Odgen & Hedley, 1980). Assim como os foraminíferos, muitas espécies de tecamebas são estenobiontes, suas carapaças ficam preservadas no sedimento após a morte do organismo, são de fácil coleta e identificação, sendo também importantes bioindicadores das condições físico-químicas do ambiente.

A Ilha do Mel, situada na entrada da Baía de Paranaguá, é um dos principais destinos turísticos do Estado do Paraná recebendo um grande número de turistas nos finais de semana, feriados e nos meses de verão. O turismo na Ilha do Mel vem crescendo substancialmente nas últimas décadas e conseqüentemente o número de pousadas, restaurantes e embarcações para atender à demanda turística. Seguindo Esteves (2004), o número de pousadas aumentou 280% e de restaurantes 200% no período de 1993 a 2004, enquanto que o número de moradores fixos cresceu 58% de 1970 a 2002. Porém, a infraestrutura básica, como saneamento e coleta de lixo ainda é precária na ilha. Não existe uma rede pública de tratamento de esgoto, e os imóveis residenciais e comerciais despejam seus dejetos em fossas ou diretamente nos córregos (gamboas) existentes na ilha, contaminando o lençol freático e o mar.

O turismo na ilha do Mel é sazonal, com picos de visitação nos meses de verão, dessa forma, os problemas ambientais devido ao acúmulo de lixo e contaminação das águas por esgoto são mais agudos nesse período. Nos últimos anos, o monitoramento da balneabilidade realizado pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) em vários pontos na Ilha do Mel, mostra que esses locais estão, na maioria das vezes, impróprios para banho devido à poluição por esgoto (IAP, 2005). Essa situação vem se repetindo em todas as temporadas e o número de turistas que visitam a ilha tem diminuído gradativamente (Ecoparaná, 2005). Essa queda no número de visitantes na Ilha do Mel pode ser uma resposta à degradação ambiental causada pela própria atividade turística.

O monitoramento da balneabilidade (realizado de acordo com a Resolução CONAMA 274/2000) é a avaliação periódica da qualidade das águas de rios e do mar utilizadas para recreação de contato primário (banhos, mergulho e esqui aquático). As análises realizadas indicam a presença e a quantidade de esgotos na água através da concentração de bactérias coliformes termotolerantes encontrada nas amostras. O indicador atualmente utilizado no Paraná pelo IAP é a bactéria *Escherichia coli*, uma bactéria termotolerante existente no intestino dos humanos e outros animais homeotérmicos.

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal recente. A maioria dos seus representantes, os coliformes totais, se encontra naturalmente em ambientes enriquecidos com matéria orgânica (Neill, 2004). A presença de *E. coli* na água e sedimentos, além de indicar contaminação por material fecal de origem humana ou de outros animais de sangue quente, indica também a potencial existência de microorganismos patogênicos humanos de origem fecal, como *Campylobacter*, *Salmonella*, *Shigella*, *Aeromonas*, *Vibrio*, protozoários, fungos e vários grupos de vírus (Savichtcheva & Okabe, 2006) responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide (*Salmonella typhi*), febre paratifóide (*Salmonella paratyphi*), desintéria bacilar (*Shigella spp.*) e cólera (*Vibrio cholera*). Os sedimentos de praias e outros ambientes costeiros servem como importantes depósitos para bactérias do grupo coliformes (Obiri-Danso & Jones, 2000; Beversdorf *et. al.*, 2007) e outros microorganismos patogênicos. Dessa forma, a remobilização desse sedimento pela ação das ondas e da maré, ou por pisoteio de pessoas, pode representar uma fonte não-pontual desses microorganismos para a coluna d'água (Whitman & Nevers, 2003).

Em sedimentos marinhos as bactérias exercem um papel fundamental na decomposição da matéria orgânica, transformações geoquímicas, na remineralização de nutrientes e como alimento para a fauna bentônica

(Johnson & Calder, 1973), sendo importantes constituintes da base da cadeia alimentar. As bactérias são mais abundantes em áreas costeiras, especialmente em rios, estuários e baías, devido à disponibilidade de matéria orgânica de fontes terrestres (Gocke, 1977; Rheinheimer, 1984) e antrópicas (Kolm & Andretta, 2003).

Foraminíferos apresentam vários comportamentos tróficos, podem ser suspensívoros, detritívoros, herbívoros, carnívoros e principalmente comedores de depósitos (Lipps, 1983). Estes, por sua vez, usam seus pseudópodos para capturar sedimentos finos com bactérias associadas, detritos orgânicos e microalgas, quando disponíveis (Pascal, et al., 2008). De acordo com Pascal, et al.(2008) as bactérias podem desempenhar um importante papel ou ser um item obrigatório na alimentação de foraminíferos.

A Praia de Encantadas, localizada na parte sul da Ilha do Mel, é o vilarejo com o maior adensamento populacional da ilha e conseqüentemente onde existem os maiores problemas ambientais decorrentes da ocupação humana (Kim, 2004). O desenvolvimento turístico que ocorreu a partir da década de 70 impulsionou uma ocupação desordenada em toda a ilha, exceto nas unidades de conservação. Na praia de Encantadas não foi diferente, e a grande quantidade de imóveis, o alto número de moradores por metro quadrado, o afluxo turístico, a localização geográfica da vila, em uma enseada com águas calmas e baixa energia hidrodinâmica são alguns fatores que contribuem para a maior contaminação de suas praias.

Este estudo tem como objetivos analisar a influência do afluxo turístico na praia de Encantadas (Ilha do Mel) sobre as associações de tecamebas e foraminíferos bentônicos, assim como analisar a variação de bactérias heterotróficas totais, biomassa bacteriana, coliformes totais e *Escherichia coli* no sedimento e as relações entre os parâmetros bióticos e abióticos da água e sedimento.

2. ÁREA DE ESTUDO

O litoral do estado do Paraná, com aproximadamente 105 km de extensão, possui duas baías: o Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá (CEP) e a Baía de Guaratuba (Fig. 1). O clima da região é classificado como Cfa (subtropical úmido mesotérmico), podendo ser definido, segundo Maack (1981), como sendo tropical de transição com estação de verão quente e chuvosa e sem estação seca e o regime de marés dentro do CEP é semidiurno. Este estuário está conectado com o mar aberto por três canais, sendo os dois principais situados ao redor da Ilha do Mel, o Canal Norte e o Canal da Galheta. É um dos estuários menos impactados do sudeste brasileiro, porém, os impactos causados pelas atividades antrópicas nas últimas três décadas têm aumentado seus níveis de contaminação (Lana et al., 2001).

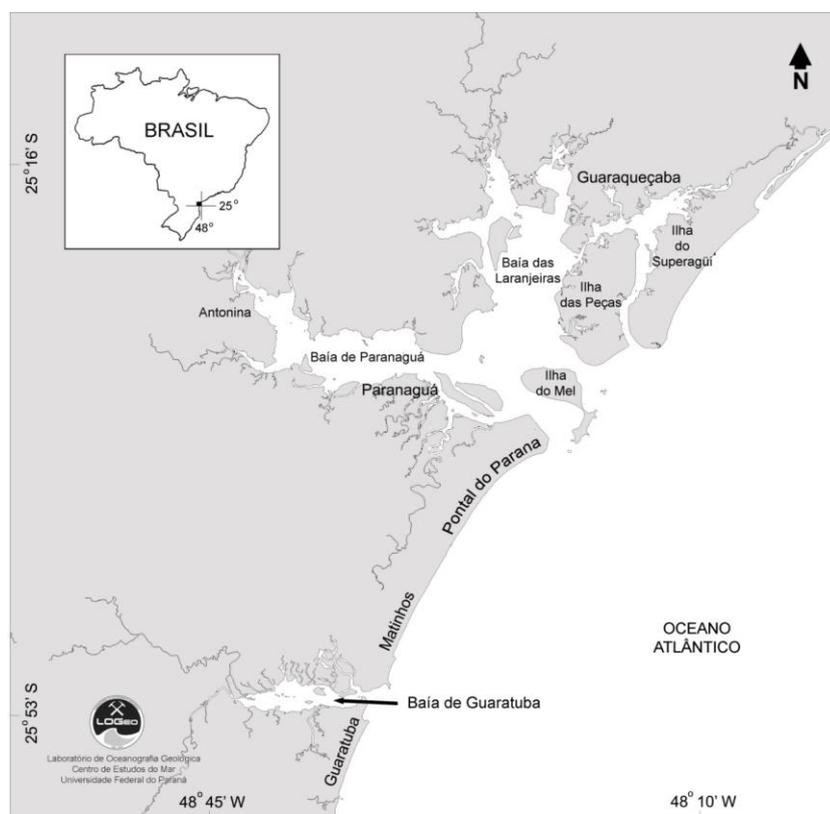


FIGURA 1 - COSTA PARANAENSE COM A BAÍA DE GUARATUBA, O COMPLEXO ESTUARINO DA BAÍA DE PARANAGUÁ (CEP) E A LOCALIZAÇÃO DA ILHA DO MEL NA DESEMBOCADURA DO CEP.

A Ilha do Mel está situada na desembocadura do CEP, entre as coordenadas 25° 29' S e 48° 21' W. Compreende uma área de 2.894 hectares e um perímetro de 35 km. Quase 95% de sua área pertencem a unidades de conservação, o Parque Estadual da Ilha do Mel na porção sul e a Estação Ecológica da Ilha do Mel na porção norte. Sua população distribui-se em quatro vilarejos principais, Encantadas, Brasília, Farol e Fortaleza, além da Praia Grande e Ponta Oeste.

O aumento nas atividades turísticas na Ilha do Mel ocasionou num acréscimo na quantidade de pousadas, restaurantes e embarcações para atender a essa demanda. Até o final da década de 1970, a Praia de Encantadas era uma comunidade exclusivamente de pescadores com predomínio de casas simples de madeira. Porém, o crescimento turístico a partir da década de 1980 trouxe mudanças nas características socioeconômicas, culturais e ambientais do local. Em 1980 o total de domicílios era de 87 (Paraná, 1996) e, segundo Esteves (2002), esse número atingiu 276 em 2002, devido principalmente à intensa especulação imobiliária ocorrida durante as décadas de 1980 e 1990.

Ainda segundo Paraná (1996), o número de casas de veraneio atingiu 139 em 1995 e de acordo com Esteves (2002) existiam na vila de Encantadas 39 pousadas, 22 restaurantes, e 28 “campings” em 2002. Porém, este crescimento no número de imóveis ocorreu sem a implantação de um sistema público de coleta e tratamento de esgotos (Esteves, 2003). Segundo dados de Esteves (2002), 61 pontos de lançamento de esgoto diretamente nos córregos foram observados em levantamentos de campo e, em entrevistas com moradores, 129 declararam destinar os esgotos de suas residências a fossas muitas vezes ineficientes e construídas sem planejamento e devida orientação.

Além do problema de lançamento de esgoto nos córregos e no mar, existe uma central de triagem de lixo em Encantadas que contribui para a contaminação da praia. Essa unidade de triagem foi construída de frente à

praia e o chorume gerado pela decomposição do lixo acumulado escorre para o mar, poluindo a área, situação agravada com as chuvas. Além disso, em marés de sizígia o mar invade a central e carrega lixo para dentro do mar, contribuindo para a contaminação de suas águas (Sperb & Teixeira, 2007).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Planejamento Amostral

Foram realizadas coletas nos dias 14 de dezembro de 2007 (antes do início da temporada); 03 de janeiro de 2008 (durante o feriado de final de ano); 09 de fevereiro de 2008 (durante o feriado de carnaval); 10 de março de 2008 (um mês após o final da temporada); 30 de abril de 2008 (quase três meses após o final da temporada).

As amostras de água e sedimento foram obtidas em quatro estações na Praia de Encantadas (Fig. 2). A estação EC situa-se no Rio da Ponte, à aproximadamente 130 metros à esquerda do trapiche ($25^{\circ}34'148''S$, $48^{\circ}18'904''W$). Este córrego, ou gamboa, recebe uma grande quantidade de lixo e esgoto provenientes de muitas residências, pousadas e restaurantes instalados ao longo do seu curso. A estação EM situa-se na região sublitoral da Praia de Encantadas ($25^{\circ}34'121''S$, $48^{\circ}19'037''W$), em frente ao local onde o Rio da Ponte deságua. A estação CC situa-se no Rio da Pontinha, 100 metros à esquerda da Pontinha ($25^{\circ}33'657''S$, $48^{\circ}19'074''W$), no extremo norte da Praia de Encantadas. Este rio origina-se no Morro do Meio e aparentemente não sofre influência antrópica no seu curso. A estação CM situa-se na região do sublitoral em frente ao local onde o Rio da Pontinha deságua ($25^{\circ}33'652''S$, $48^{\circ}19'096''W$). As amostras das estações EM e CM foram obtidas sempre na baixa-mar, na isóbata de 1 metro, de acordo com a metodologia utilizada pelo Instituto Ambiental do Paraná para a realização das análises de balneabilidade.

3.2. Metodologia em campo

As amostras de sedimento foram obtidas com um pegador de fundo do tipo van Veen adaptado, com duas janelas na parte superior. Todas as amostras foram coletadas em triplicata (cada lançamento do pegador representa uma réplica). O material para as análises de foraminíferos e

tecamebas foi coletado com auxílio de um delimitador de metal de 5cm x 5cm de lado e 2cm de altura, com volume de 50 cm³. Essas amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos devidamente etiquetados, fixadas com uma solução de formaldeído 4% neutralizado com bórax, contendo Rosa de Bengala para coloração do protoplasma dos indivíduos que estavam vivos no momento da coleta.



FIGURA 2 - IMAGEM DE SATÉLITE DA ILHA DO MEL. DETALHE DA PRAIA DE ENCANTADAS COM AS ESTAÇÕES AMOSTRAIS "EC" E "EM" NO CENTRO E AO NORTE DA PRAIA AS ESTAÇÕES "CC" E "CM".

As amostras de sedimento para as análises bacteriológicas foram coletadas na camada superficial (0-2 cm) com colheres esterilizadas, colocadas em placas de Petri também esterilizadas e acondicionadas em uma caixa térmica com gelo para transporte até o Laboratório de Microbiologia Marinha do Centro de Estudos do Mar/UFPR. Foram obtidas amostras para análises granulométricas, acondicionadas e levadas ao Laboratório de Oceanografia

Geológica LOGEO/CEM/UFPR para análises. Também foram coletadas amostras de sedimento para determinação de clorofila-a, porém, devido a problemas de descongelamento acidental, que comprometeram a integridade das amostras, estas análises não foram realizadas na sua totalidade e os dados parciais obtidos não foram utilizados no presente estudo.

Com uma garrafa de Niskin, foram coletadas amostras de água próximo ao fundo para análises dos parâmetros físico-químicos no Laboratório de Biogeoquímica Marinha do CEM/UFPR. Dados pluviométricos da estação meteorológica localizada na Ilha do Mel, referentes aos cinco dias anteriores às coletas, foram obtidos através do site do Instituto Nacional de Meteorologia (www.inmet.gov.br). Dados do número de visitantes na Ilha do Mel no período das coletas foram fornecidos pela ONG MarBrasil, administradora do Terminal de Embarque de Pontal do Sul na época das campanhas amostrais. Desses dados, para as análises de correlação e análise de componentes principais, foi obtida a média do número de visitantes na Praia de Encantadas nos últimos 12 dias antecedentes às coletas.

3.3. Processamento das amostras

3.3.1. Sedimento

3.3.1.1. Foraminíferos e Tecamebas

Após lavagem com jatos d'água em peneiras de abertura de malha de 63µm as amostras de sedimento para análises de foraminíferos e tecamebas foram secas em estufa a 60°C. Foi realizada a flotação em tricloroetileno para auxiliar na separação das carapaças. O material flotado e todo o resíduo foram analisados sob microscópio estereoscópico. Todos os foraminíferos e tecamebas corados (vivos no momento da coleta) foram separados em lâmina

para identificação e contagem. A identificação dos foraminíferos em nível de gênero foi feita com base no Catálogo de Foraminifera de Loeblich e Tappan (1988) e a identificação de espécies com consulta à bibliografia especializada. A identificação das espécies de tecamebas foi feita com base no trabalho de Kumar e Dalby (1998) e bibliografia especializada.

3.3.1.2. Parâmetros Bacteriológicos

Para as análises de biomassa bacteriana, abundância de bactérias heterotróficas totais, coliformes totais e *Escherichia coli* foram retirados 15 cm³ de sedimento de cada amostra e adicionados 135 mL de água destilada esterilizada (diluição de 1:10). Em seguida as amostras foram submetidas à agitação em um agitador de Erlenmeyer a 90 rpm por 10 minutos. Esta metodologia seguiu a descrita por Kolm et al., (2007). Para as contagens de coliformes totais e *E. coli* as amostras da estação EC foram diluídas com água destilada na proporção de 2:8, ou seja, duas partes de amostra para oito partes de água destilada, a amostra da estação CC sofreu diluição na proporção de 1:1 e as amostras das estações EM e CM foram diluídas na proporção de 8:2.

Após decantação durante 10 a 15 minutos foram retiradas alíquotas do material sobrenadante para as seguintes análises:

Bactérias heterotróficas totais e biomassa bacteriana: de cada amostra foram retiradas alíquotas de 0,2 ml, adicionada 1,8 mL de água destilada esterilizada e 0,2 mL de laranja de acridina. Após dois minutos a mistura foi filtrada em filtros de membrana Nucleopore (0,22 µm de poro). A contagem das heterotróficas totais foi feita por microscopia de epifluorescência em um microscópio Nikon, modelo Labophot, seguindo a metodologia descrita por Parsons et al., (1984). Para a determinação da biomassa bacteriana foi utilizada a metodologia descrita por Kolm et al., (2002), determinando o

biovolume das células bacterianas a partir de figuras geométricas aproximadas, utilizando-se o fator de conversão de $0.4 \text{ pgC} \cdot \mu\text{m}^{-3}$ (Bjørnsen & Kuparien, 1991).

Coliformes totais e *Escherichia coli*: essas análises foram realizadas pelo método do substrato cromogênico, composto basicamente pelos sais ortho-nitrofenil- β -D-galactopyranosídeo (ONPG) específico para o grupo dos coliformes totais e o 4-metil-umberifenil (MUG) específico para *E. coli*, conforme descrito no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation). Foram utilizados os meios de cultura (18 horas) e cartelas Colilert®, e as análises seguiram a metodologia descrita pela empresa Idexx Laboratories, Inc.

Para obtenção do número mais provável (NMP) de coliformes totais foram contados os campos da cartela com coloração amarela sob luz natural e para o NMP de *E. coli* foram contados os campos de coloração fluorescente sob luz ultravioleta a 365nm. Para o cálculo do NMP foi utilizada uma tabela da empresa fabricante dos meios de cultura e das cartelas. Foi feita uma avaliação presuntiva da presença de *E.coli*, sem a confirmação por taxonomia polifásica.

3.3.1.3. Granulometria, teor de matéria orgânica e de carbonatos

As análises granulométricas, do teor de matéria orgânica e do teor de carbonatos no sedimento foram realizadas no LOGEO. A granulometria foi determinada por peneiramento mecânico em intervalos de 0,5 phi e pipetagem em intervalos de 1,0 phi. Os parâmetros granulométricos, diâmetro médio e grau de seleção dos grãos de sedimento foram obtidos com o programa SysGran, versão 3.0 (Camargo, 2006). Os teores de matéria orgânica e carbonatos foram estimados através da diferença entre o peso inicial e o peso final do sedimento após a oxidação com peróxido de hidrogênio (H_2O_2) 30% e após a queima com ácido clorídrico (HCl) 10%, respectivamente.

3.3.2. Água

As análises das concentrações de nutrientes totais na água (nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, fosfato, silicato, nitrogênio total e fósforo total) foram realizadas seguindo a metodologia descrita por Grasshoff et al. (1983). Para as análises de oxigênio dissolvido (OD) foram seguidos os métodos de titulação de Winkler (1888), segundo descrito por Strickland e Parsons (1972). O pH foi medido com um medidor de pH Instrutherm pH 710, a temperatura foi medida *in situ* com um termômetro digital e os valores de salinidade foram obtidos com um refratômetro ATAGO modelo S/Mill. As concentrações de material particulado em suspensão (MPS) foram determinadas de acordo com a metodologia descrita por Strickland e Parsons (1972). Os dados abióticos das amostras de água e sedimento foram utilizados para a investigação da correlação entre os parâmetros bióticos e os parâmetros ambientais.

3.4. Tratamento dos dados

Para os dados e microbiológicos, análises de variância (ANOVA) foram realizadas para avaliar diferenças espaço-temporais entre as amostras, tendo como fatores as estações, os meses e a interação entre estes dois fatores, no software STATISTICA 8.0. Para verificar a normalidade na distribuição dos dados foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov ao nível de confiança de 95% e a homoscedasticidade foi verificada pelo teste de Cochran e Bartlett.

Foi realizado um levantamento das espécies de tecamebas e foraminíferos bentônicos vivos (corados com Rosa de Bengala) e suas associações faunísticas foram caracterizadas quanto à sua densidade, diversidade (riqueza específica, α de Fisher e "H" de Shannon), dominância e equitabilidade no programa R, versão 2.11.1 (R, 2011). Esses valores foram comparados através de Análises de Variância (one-way ANOVA) e foi aplicado o teste de comparação *post hoc* de Tukey (HSD) no programa STATISTICA 8.0, para detectar em quais fatores ocorreram diferenças significativas. O

índice α de Fisher é freqüentemente utilizado por micropaleontólogos nos estudos de foraminíferos (e.g. Murray, 1973) e permite comparações entre amostras de tamanhos diferentes, pois se baseia no pressuposto da relação logarítmica entre o número de espécies e o número de indivíduos na amostra (Fisher *et al.*, 1943). O índice de diversidade “H” de Shannon, mais utilizado por ecólogos e zoólogos, tem seu valor máximo alcançado quando todas as espécies têm iguais freqüências.

Para o conhecimento das principais associações de foraminíferos e tecamebas que caracterizam a área de estudo, foi realizada uma análise de agrupamento (modo Q), com as réplicas, utilizando-se o método de Ward e índice de Bray-Curtis, e gerado um dendrograma com base na composição específica e na freqüência das espécies. Espécies que ocorreram em apenas uma amostra e indeterminadas foram excluídas desta análise. As variáveis ambientais e as estações foram relacionadas através de um PCA (Análise dos Componentes Principais).

As correlações dos fatores abióticos com a ocorrência das espécies de tecamebas e foraminíferos vivos foram investigadas a partir da CCA (Análise de Correspondência Canônica). A matriz de dados bióticos utilizada contém os indivíduos identificados que ocorreram em pelo menos duas amostras e freqüência relativa superior a 1% e foi transformada por $\log(x+1)$. Essa transformação aproxima os dados da distribuição normal e minimiza a importância das espécies mais abundantes. A CCA foi realizada com os dados abióticos padronizados devido às diferentes escalas de suas variáveis. Para testar sua significância foi realizado um teste de permutação com o máximo de 9999 permutações.

4. RESULTADOS

4.1. Granulometria

Os teores de matéria orgânica (MO) e carbonatos em cada ponto amostral estão listados no apêndice 1 e os teores médios de MO estão representados na figura 3.

As análises granulométricas, realizadas em triplicatas, mostraram que nas estações do sublitoral (EM e CM) e na estação EC no Rio da Ponte, Praia de Encantadas, predominaram areias finas e muito finas muito bem selecionadas. A estação CC, localizada no Rio da Pontinha, é um local de alta energia hidrodinâmica, onde predominaram areias grossas e muito grossas, com presença de muitos cascalhos nas amostras, caracterizando sedimentos pobremente selecionados. Não foram encontradas frações de silte e argila.

Os teores médios de matéria orgânica (MO) na estação EM foram os mais altos observados (entre 0,95% em abril e 2,59% em janeiro). Considerando-se as quatro estações, os teores médios de MO foram maiores nos meses de janeiro, fevereiro e março e nas estações do sublitoral (EM e CM). Os teores de carbonatos apresentaram valores médios maiores nas estações EM e CM, 2,08% e 2,63% respectivamente. Nas estações dos córregos os teores médios de carbonatos foram de 2,06% na estação CC e de 1,23% na estação EC.

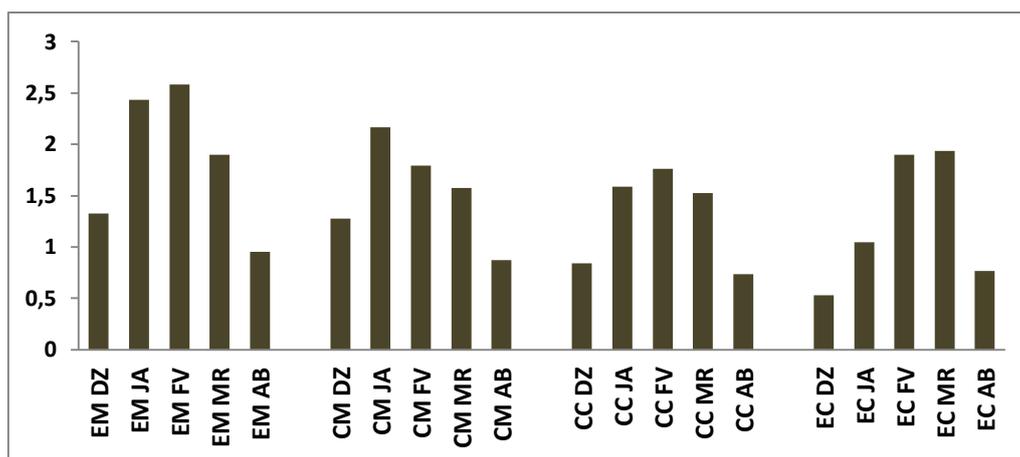


FIGURA 3 - TEORES MÉDIOS DE MATÉRIA ORGÂNICA (%) NAS QUATRO ESTAÇÕES AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL.
(DZ = DEZEMBRO; JA = JANEIRO; FV = FEVEREIRO; MR = MARÇO; AB = ABRIL)

4.2. Caracterização hidroquímica

No apêndice 2 encontra-se a tabela com os valores, por réplica, dos parâmetros apresentados nesta sessão.

As amostras das estações do sublitoral foram coletadas sempre na isóbata de um metro, enquanto que as profundidades nas estações dos córregos variaram ao longo do período amostral (entre 0,03 metros em janeiro e 0,5 metros em fevereiro na estação EC). A pluviosidade total acumulada registrada nos cinco dias anteriores às coletas foi de 31,4 mm em dezembro; 26,2 mm em janeiro; 14,8 mm em fevereiro; 0,2 mm em março e 57,6 mm em abril. A salinidade nas estações do sublitoral variou entre 26 na estação CM em janeiro e 33 nas estações EM e CM em abril. Na estação CC, em todos os meses, a salinidade medida foi zero e nas estações EC variou entre zero nos meses de janeiro e abril e 19 em março.

Nas estações do sublitoral, o pH medido variou entre 7,79 na estação EM no mês de março e 8,25 na estação CM em abril, apresentando média de 8,05. As estações dos córregos apresentaram características mais ácidas, com o pH variando entre 5,89 na estação CC em março e 6,9 em janeiro na estação EC, com um valor médio de 6,43. A temperatura média nas estações do sublitoral foi de 26,3°C, com máxima de 29°C em janeiro na estação CM e

mínima de 24°C na estação CM em abril. Nas estações dos córregos a temperatura média foi de 23,6°C, com máxima de 27,3°C na estação EC em janeiro e mínima de 21°C na estação CC em dezembro e abril.

Nas estações do sublitoral as concentrações médias de oxigênio dissolvido (OD) variaram entre 4,29 ml/L na estação CM em fevereiro e 6,68 ml/L em abril na estação EM. Nas estações dos córregos a concentração mínima de OD foi de 0,37 ml/L em fevereiro na estação EC e máxima de 6,39ml/L na estação CC em abril. As concentrações médias de material particulado em suspensão (MPS) foram maiores nas estações do sublitoral, com máxima na estação CM em abril (46,09 mg/L) e mínima de 23,58 mg/L na estação CM em março. Nas estações dos córregos a maior concentração de MPS ocorreu em abril (40,07 mg/L) na estação EC e mínima de 0,1 mg/L na estação CC em dezembro e janeiro.

4.3. Nutrientes

A tabela com as concentrações médias dos nutrientes encontra-se no apêndice 3.

Nas estações do sublitoral, as concentrações de nutrientes foram relativamente baixas em todos os meses amostrados (Fig. 4 e Fig. 5). A concentração mínima de fosfato observada foi de 0,25 $\mu\text{mol/L}$ em fevereiro na estação EM e máxima de 0,54 $\mu\text{mol/L}$ na estação EM no mês de janeiro. Nitrito apresentou concentrações mínimas e máximas na estação CM (0,02 $\mu\text{mol/L}$ em janeiro e 0,34 em abril). A menor e a maior concentrações de nitrato foram registradas na estação CM (0,51 $\mu\text{mol/L}$ em dezembro e 1,24 $\mu\text{mol/L}$ em abril). A estação EM apresentou a menor concentração de silicato (8,35 $\mu\text{mol/L}$ em fevereiro) e a maior concentração foi registrada na estação CM (16,93 $\mu\text{mol/L}$ em abril). Amônia apresentou a menor concentração no mês de dezembro na estação EM (0,43 $\mu\text{mol/L}$) e a maior na estação CM em fevereiro (2,31 $\mu\text{mol/L}$).

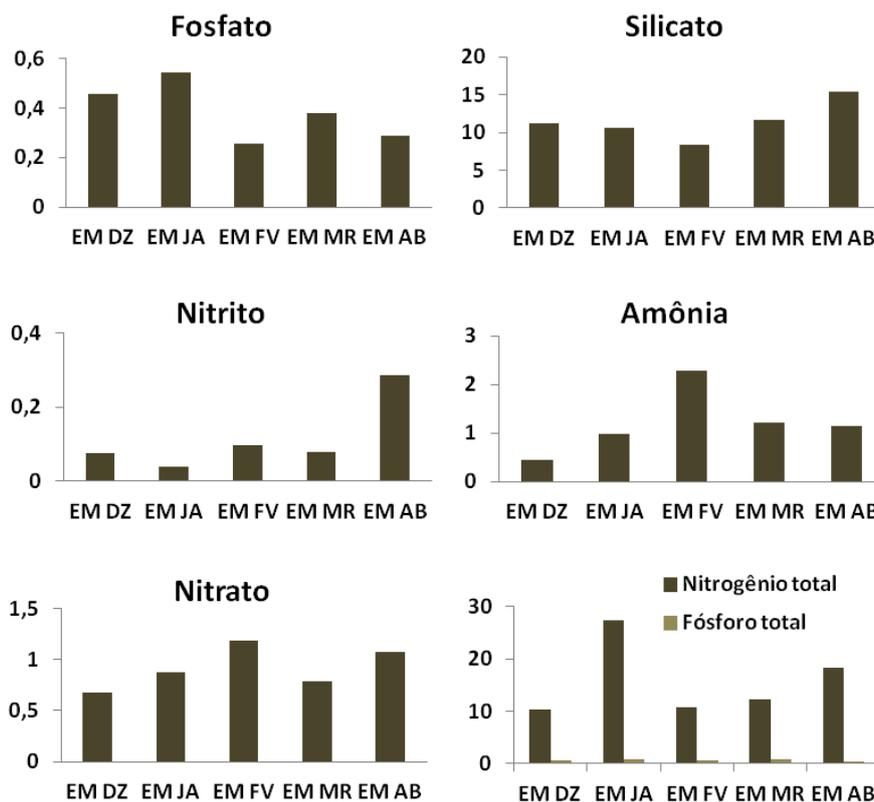


FIGURA 4 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS (em $\mu\text{mol/L}$) DE NUTRIENTES NA ESTAÇÃO “EM” NO SUBLITORAL, NA PRAIA DE ENCANTADAS, AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL. *OBSERVAR DIFERENÇAS ENTRE AS ESCALAS DOS GRÁFICOS. (DZ = DEZEMBRO; JA = JANEIRO; FV = FEVEREIRO; MR = MARÇO; AB = ABRIL)

Entre as estações dos córregos (e em toda a área de estudo), todos os nutrientes apresentaram as maiores concentrações na estação EC, no Rio da Ponte na Praia de Encantadas (Fig. 6). Nesta estação, as maiores concentrações de fosfato e silicato foram encontradas em janeiro ($45,23 \mu\text{mol/L}$ e $293,12 \mu\text{mol/L}$, respectivamente), enquanto que nitrato e nitrito apresentaram as maiores concentrações nos meses de dezembro e abril ($22,03 \mu\text{mol/L}$ e $7,03 \mu\text{mol/L}$, respectivamente).

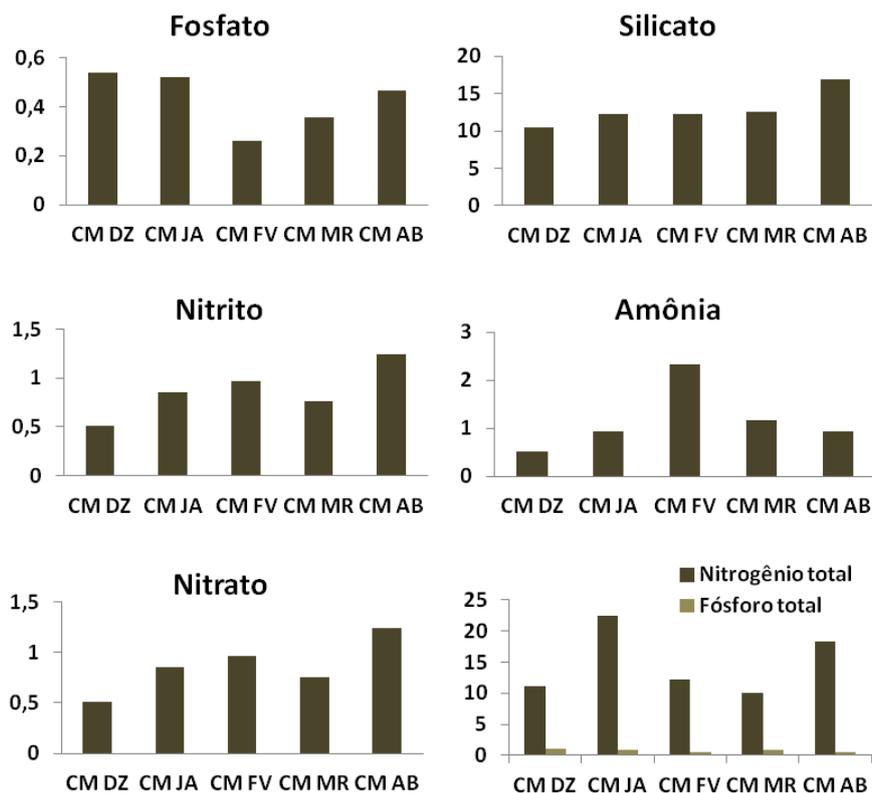


FIGURA 5 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS (em $\mu\text{mol/L}$) DE NUTRIENTES NA ESTAÇÃO “CM” NO SUBLITORAL, NA PRAIA DA PONTINHA, AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL. *OBSERVAR DIFERENÇAS ENTRE AS ESCALAS DOS GRÁFICOS. (DZ = DEZEMBRO; JA = JANEIRO; FV = FEVEREIRO; MR = MARÇO; AB = ABRIL)

As maiores concentrações de amônia, nas estações dos córregos, foram encontradas no mês de fevereiro ($138,5 \mu\text{mol/L}$), com altas concentrações também nos meses de março e abril. A estação EC também apresentou os maiores valores de nitrogênio total ($39,36 \mu\text{mol/L}$ em fevereiro) e fósforo total ($44,73 \mu\text{mol/L}$ em janeiro). Todos os nutrientes na estação CC, no Rio da Pontinha, apresentaram concentrações mais baixas que na estação EC (Fig. 7).

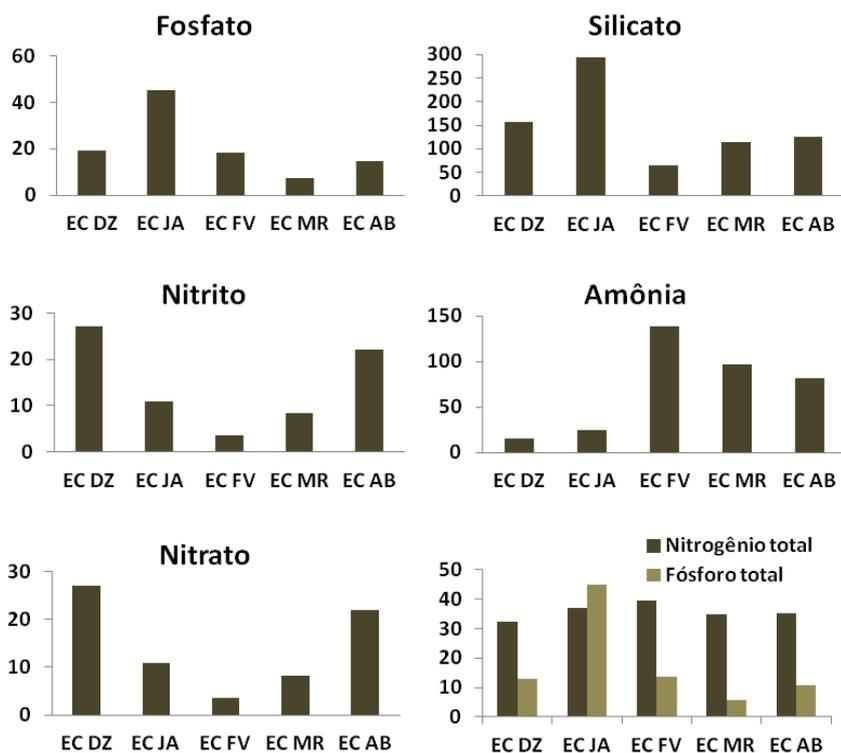


FIGURA 6 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS (em $\mu\text{mol/L}$) DE NUTRIENTES NA ESTAÇÃO “EC” NO RIO DA PONTE, NA PRAIA DE ENCANTADAS, AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL. *OBSERVAR DIFERENÇAS ENTRE AS ESCALAS DOS GRÁFICOS. (DZ = DEZEMBRO; JA = JANEIRO; FV = FEVEREIRO; MR = MARÇO; AB = ABRIL)

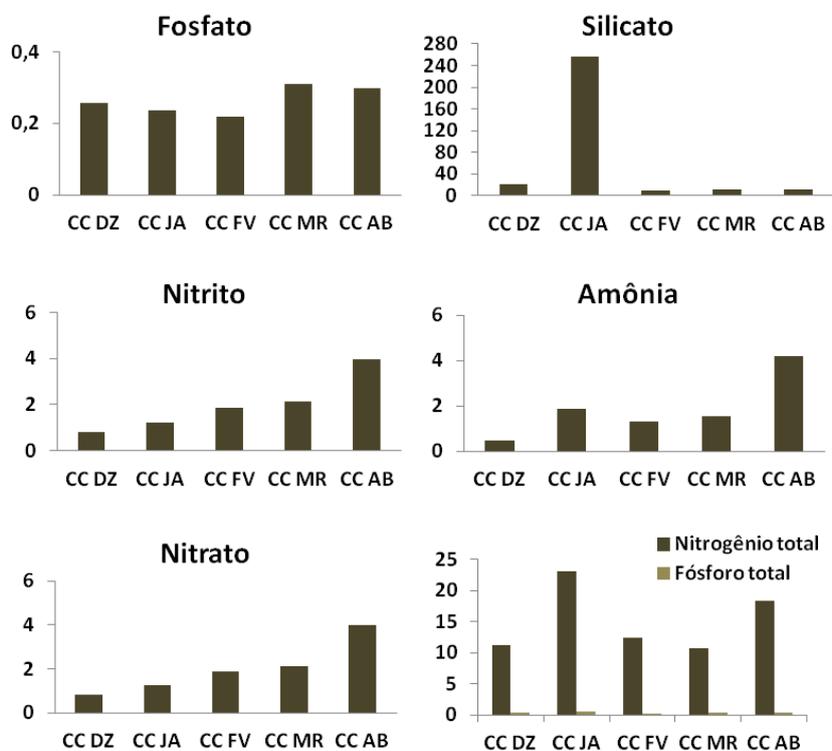


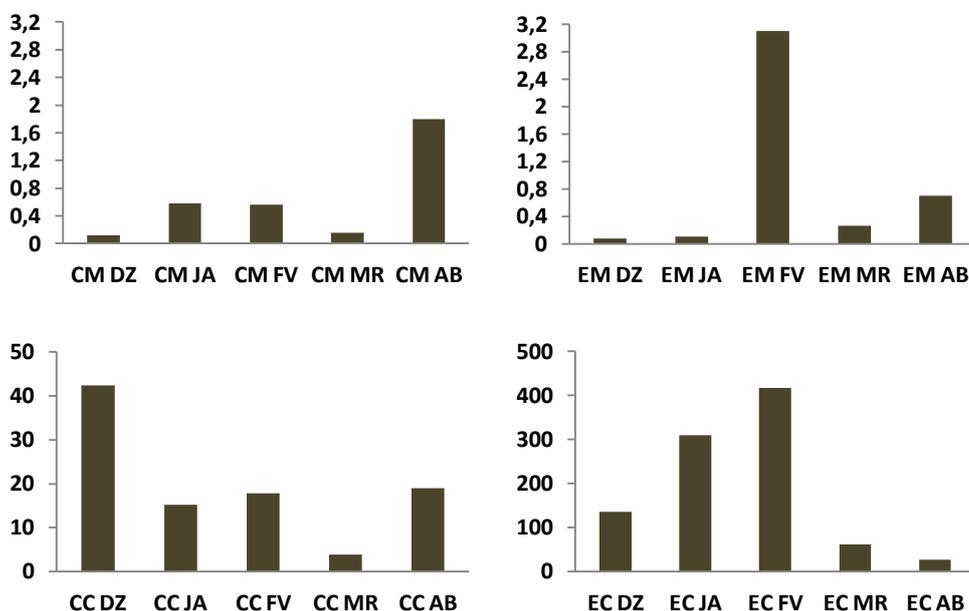
FIGURA 7 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS (em $\mu\text{mol/L}$) DE NUTRIENTES NA ESTAÇÃO “CC” NO RIO DA PONTINHA AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL. *OBSERVAR DIFERENÇAS ENTRE AS ESCALAS DOS GRÁFICOS. (DZ = DEZEMBRO; JA = JANEIRO; FV = FEVEREIRO; MR = MARÇO; AB = ABRIL)

4.4. Parâmetros bacteriológicos

4.4.1. *Escherichia coli*

As estações dos córregos apresentaram as maiores concentrações médias de *Escherichia coli* (Fig. 8). Em todos os meses, na estação EC as concentrações foram altas, com o maior valor no mês de fevereiro (417,07 NMP.cm⁻³sed.seco).

A menor concentração de *E. coli* na estação EC foi registrada em abril (26,25 NMP.cm⁻³sed.seco). Na estação CC a menor (3,86 NMP.cm⁻³sed.seco) e a maior (42,39 NMP.cm⁻³sed.seco) concentrações de *E. coli* foram registradas nos meses de março e dezembro, respectivamente. As estações do sublitoral apresentaram baixas concentrações de *E. coli*, com a mínima e máxima registradas na estação EM (0,08 NMP.cm⁻³sed.seco em dezembro e 3,10 NMP.cm⁻³sed.seco em fevereiro).



**FIGURA 8 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS (em NMP.cm⁻³sed.seco) DE *ESCHERICHIA COLI* NAS QUATRO ESTAÇÕES AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL.
*OBSERVAR DIFERENÇAS ENTRE AS ESCALAS DOS GRÁFICOS.
(DZ = DEZEMBRO; JA = JANEIRO; FV = FEVEREIRO; MR = MARÇO; AB = ABRIL)**

Os resultados da ANOVA mostram que os valores médios de *E. coli* foram significativamente maiores na estação EC em relação às outras estações (Fig. 9-A). Avaliando apenas os meses, não houve diferença significativa nos valores médios de *E. coli* (Fig. 9-B). A ANOVA bifatorial, realizada com a interação entre os fatores mês/estação, mostra que em janeiro e fevereiro os valores foram significativamente maiores na estação EC (Fig. 9-C).

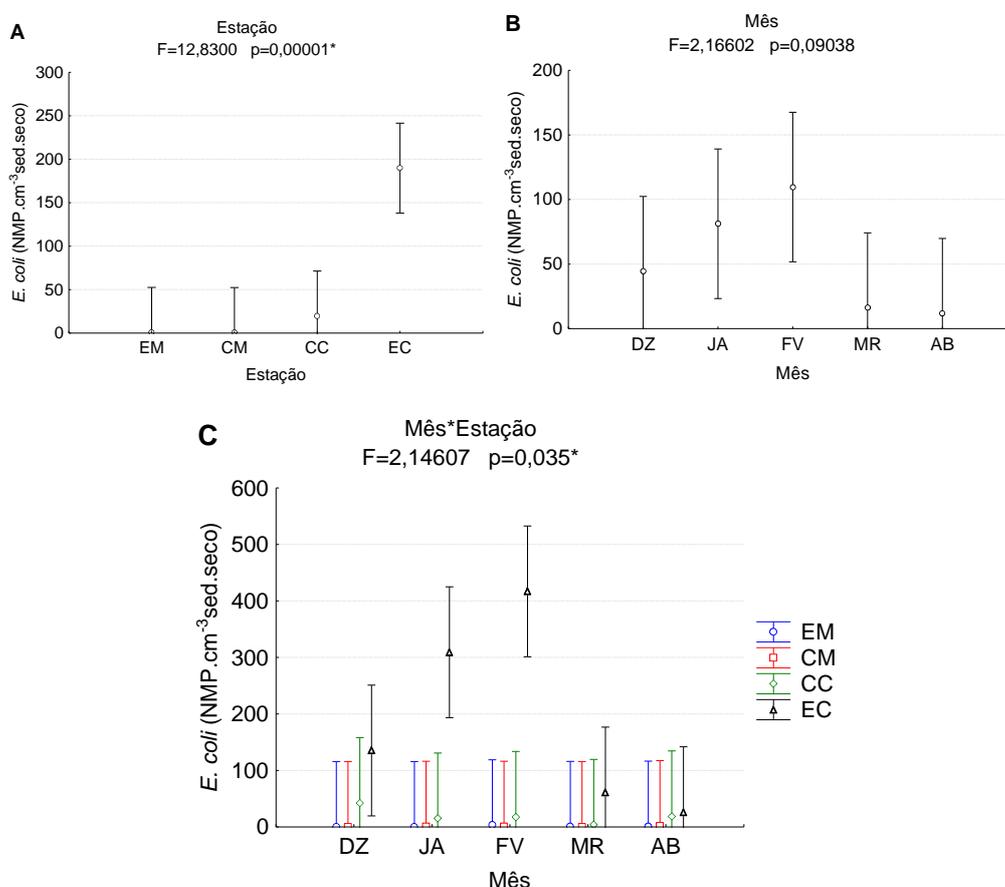


FIGURA 9 - RESULTADOS DA ANOVA PARA OS DADOS DE *Escherichia coli*.
* p VALOR SIGNIFICATIVO. AS BARRAS INDICAM O ERRO PADRÃO DA MÉDIA.
(DZ = DEZEMBRO; JA = JANEIRO; FV = FEVEREIRO; MR = MARÇO; AB = ABRIL)

4.4.2. Coliformes totais

As estações dos córregos apresentaram as maiores concentrações de coliformes totais (Fig. 10). Nas estações EC e CC, em todos os meses, as concentrações foram $>2.416,6$ NMP.cm⁻³sed.seco, exceto em março (1.920 NMP.cm⁻³sed.seco na estação EC e 2.130,73 NMP.cm⁻³sed.seco na estação

CC). Nas estações do sublitoral as concentrações foram mais baixas, com os maiores valores nos meses de fevereiro, março e abril para ambas as estações.

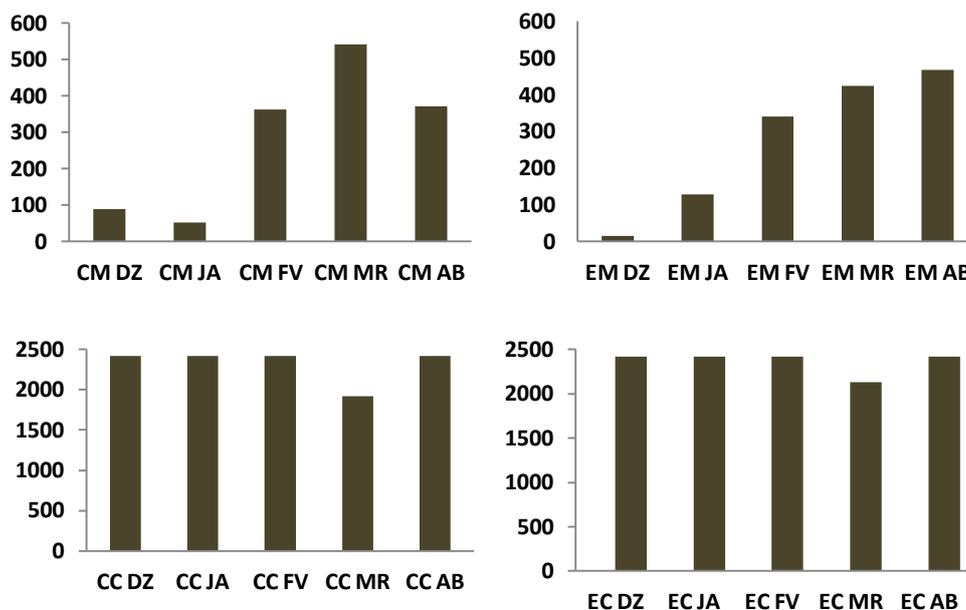


FIGURA 10 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS (em NMP. cm³ sed.seco) DE COLIFORMES TOTAIS NAS QUATRO ESTAÇÕES AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL. *OBSERVAR DIFERENÇAS ENTRE AS ESCALAS DOS GRÁFICOS. (DZ = DEZEMBRO; JA = JANEIRO; FV = FEVEREIRO; MR = MARÇO; AB = ABRIL)

A ANOVA realizada para as médias dos valores de coliformes totais mostra que estas foram significativamente maiores nas estações dos córregos (CC e EC) e que entre os meses não houve diferenças significativas (Fig. 11-A e 11-B, respectivamente). A ANOVA bifatorial, realizada com a interação entre os fatores mês/estação, mostra que em todos os meses os valores foram significativamente maiores nas estações CC e EC em relação às estações do sublitoral (CM e EM) (Fig. 11-C).

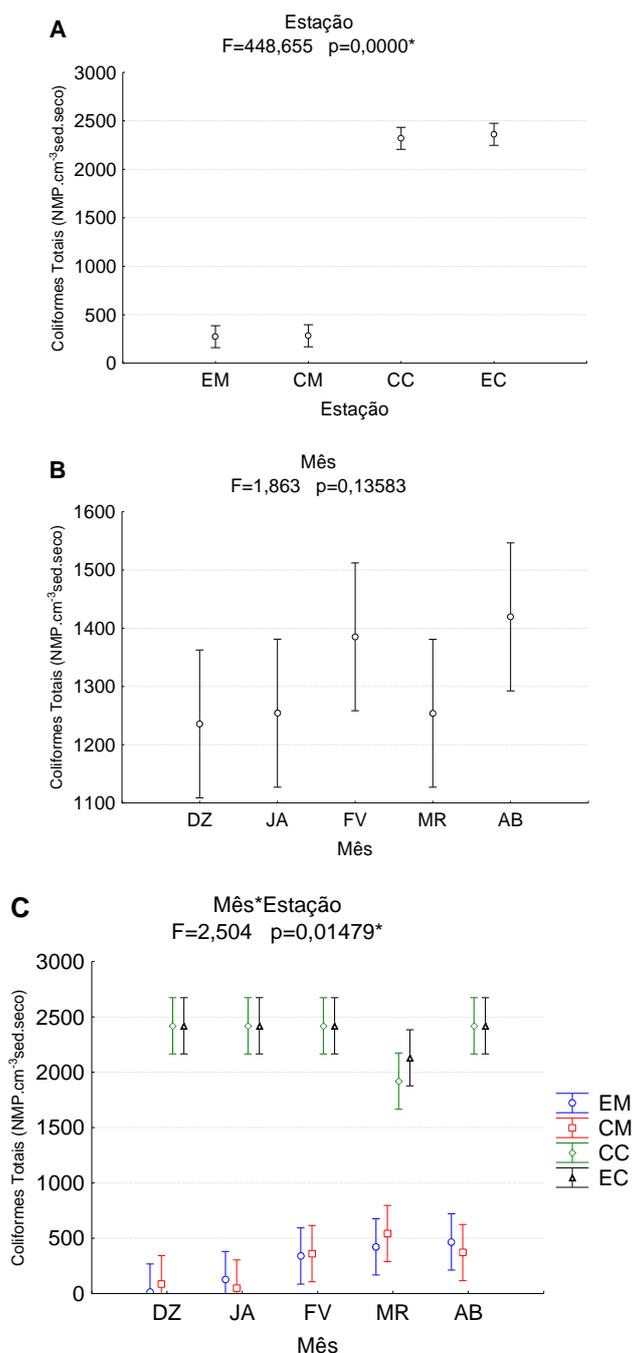


FIGURA 11 - RESULTADOS DA ANOVA PARA OS DADOS DE COLIFORMES TOTAIS
* p VALOR SIGNIFICATIVO. AS BARRAS INDICAM O ERRO PADRÃO DA MÉDIA.
(DZ = DEZEMBRO; JA = JANEIRO; FV = FEVEREIRO; MR = MARÇO; AB = ABRIL)

4.4.3 Bactérias heterotróficas totais

Na figura 12 é possível observar que a estação CC, no Rio da Pontinha, apresentou a menor variação nas densidades de heterotróficas totais ao longo do período amostral (entre $3,06 \cdot 10^7$ cel e $5,71 \cdot 10^7$ cel.cm⁻³.sed.seco). Na Praia de Encantadas, a estação EC apresentou as maiores densidades nos meses

de janeiro ($6,99 \cdot 10^7 \text{ cel. cm}^{-3} \text{ sed. seco}$) e fevereiro ($6,38 \cdot 10^7 \text{ cel. cm}^{-3} \text{ sed. seco}$) e a estação EM nos meses de janeiro, fevereiro e março ($6,32 \cdot 10^7 \text{ cel}$, $7,04 \cdot 10^7 \text{ cel}$ e $9,48 \cdot 10^7 \text{ cel. cm}^{-3} \text{ sed. seco}$, respectivamente). A estação CM apresentou a maior densidade em janeiro ($6,21 \cdot 10^7 \text{ cel. cm}^{-3} \text{ sed. seco}$), com baixas densidades nos outros meses.

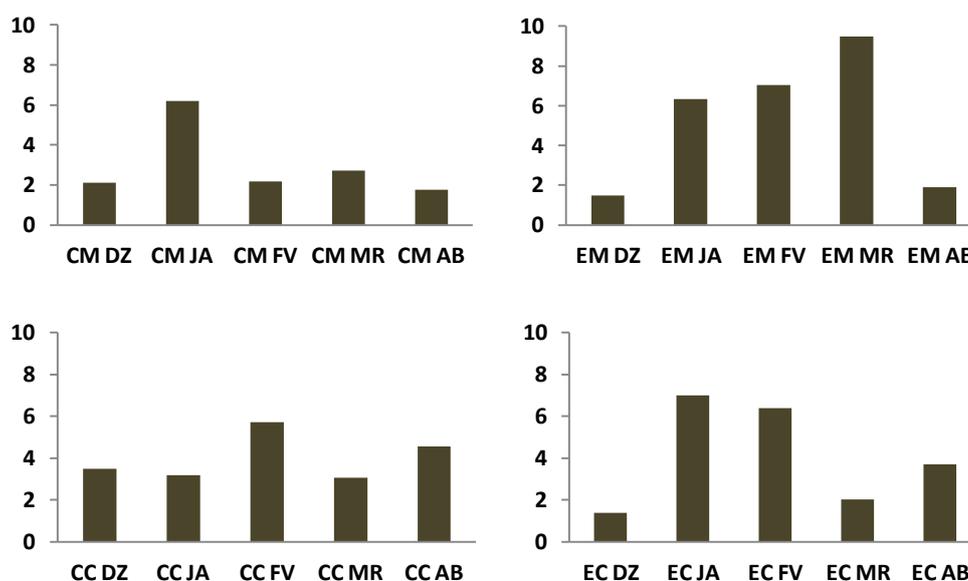


FIGURA 12 - DENSIDADES MÉDIAS ($10^7 \text{ cel. cm}^{-3} \text{ sed. seco}$) DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS TOTAIS NAS QUATRO ESTAÇÕES AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL. (DZ = DEZEMBRO; JA = JANEIRO; FV = FEVEREIRO; MR = MARÇO; AB = ABRIL)

A ANOVA mostra que as densidades médias de bactérias heterotróficas totais foram significativamente maiores na estação EM (Fig. 13-A). Nos meses de janeiro, fevereiro e março as densidades foram maiores que em dezembro e abril (Fig. 13-B). A ANOVA bifatorial, realizada com a interação entre os fatores mês/estação, mostra que a estação EM, no mês de março, apresentou diferença significativa na densidade de bactérias heterotróficas totais em relação às outras estações e outros meses (Fig. 13-C).

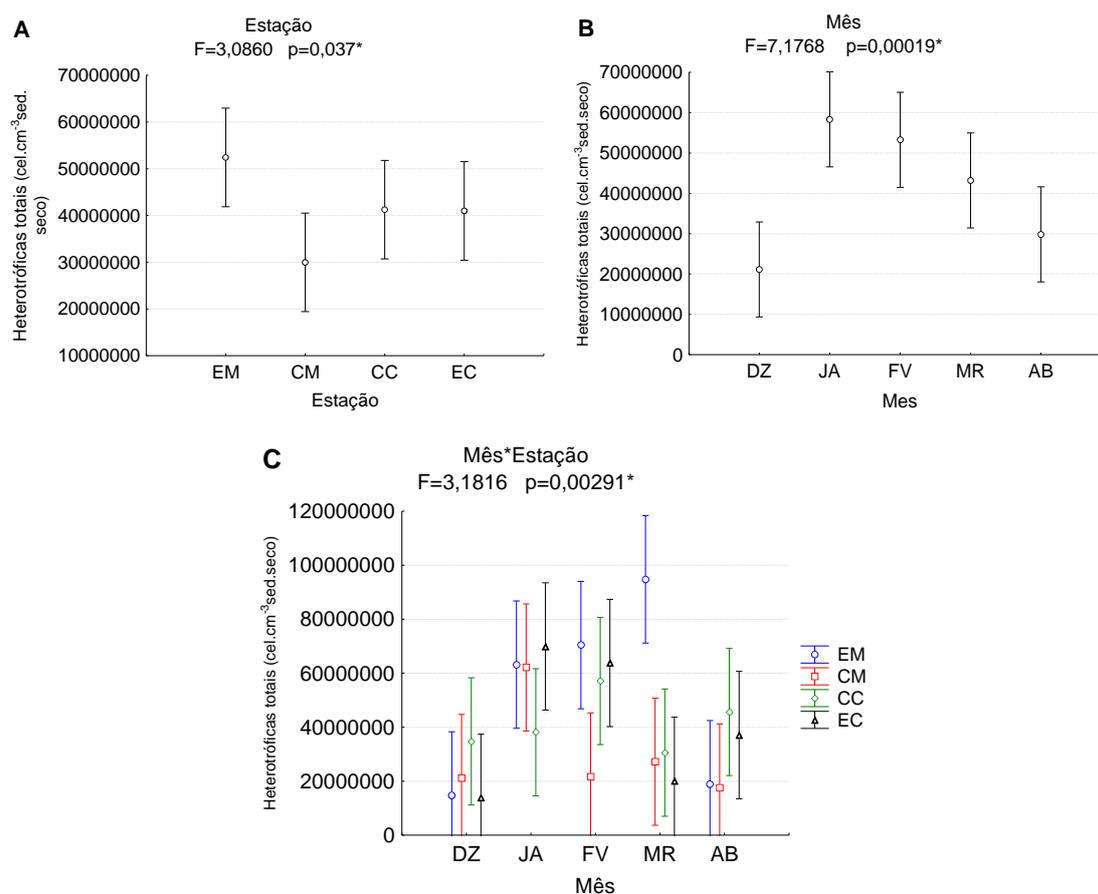


FIGURA 13 – RESULTADOS DA ANOVA PARA AS DENSIDADES DE HETEROTRÓFICAS TOTAIS.
* p VALOR SIGNIFICATIVO. AS BARRAS INDICAM O ERRO PADRÃO DA MÉDIA.
(DZ = DEZEMBRO; JA = JANEIRO; FV = FEVEREIRO; MR = MARÇO; AB = ABRIL)

4.4.4. Biomassa bacteriana

Os resultados da biomassa bacteriana foram semelhantes aos de bactérias heterotróficas totais. Na estação CC os valores variaram, entre 739,95 $\mu\text{gC.L}^{-1}$ em março e 1.437,02 $\mu\text{gC.L}^{-1}$ em janeiro (Fig. 14). As estações da Praia de Encantadas apresentaram os maiores valores de biomassa bacteriana.

A estação EC teve, no mês de janeiro, o maior valor (3.062,67 $\mu\text{gC.L}^{-1}$) e a estação EM apresentou o maior valor em março (4.961,83 $\mu\text{gC.L}^{-1}$). A estação CM apresentou o maior valor no mês de janeiro (2.359,2 $\mu\text{gC.L}^{-1}$) e baixos valores nos outros meses.

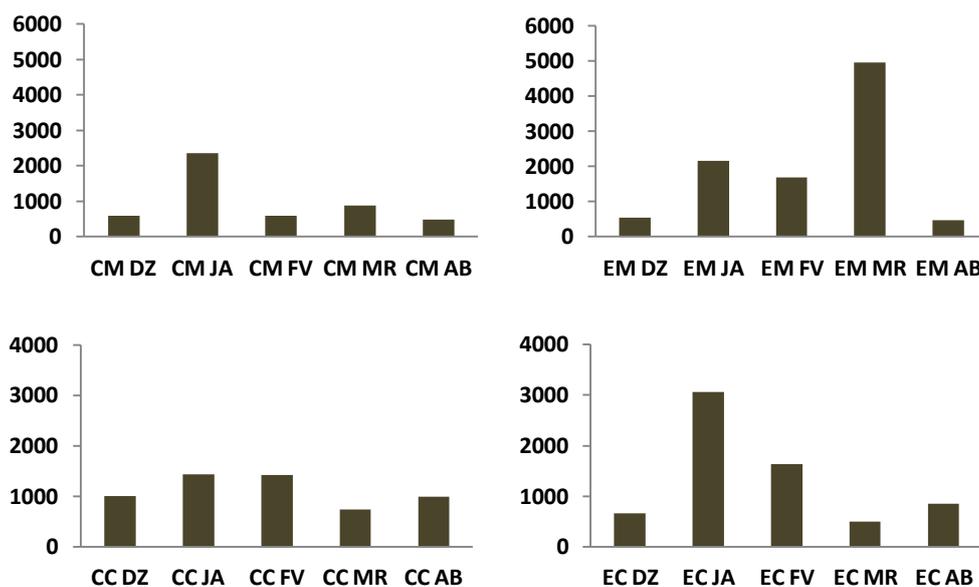


FIGURA 14 - VALORES DE BIOMASSA BACTERIANA ($\mu\text{g C.L}^{-1}$) NAS QUATRO ESTAÇÕES AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL.

***OBSERVAR DIFERENÇAS ENTRE AS ESCALAS DOS GRÁFICOS.**

(DZ = DEZEMBRO; JA = JANEIRO; FV = FEVEREIRO; MR = MARÇO; AB = ABRIL)

A ANOVA mostra que o valor da biomassa bacteriana foi significativamente maior na estação EM (Fig. 15-A) em relação às outras estações e também nos meses de janeiro, fevereiro e março (Fig. 15-B), em relação a dezembro e abril. A ANOVA bifatorial, realizada com a interação entre os fatores mês/estação, mostra que a estação EM teve, em março, o valor de biomassa bacteriana significativamente maior em relação às outras estações e outros meses (Fig. 15-C).

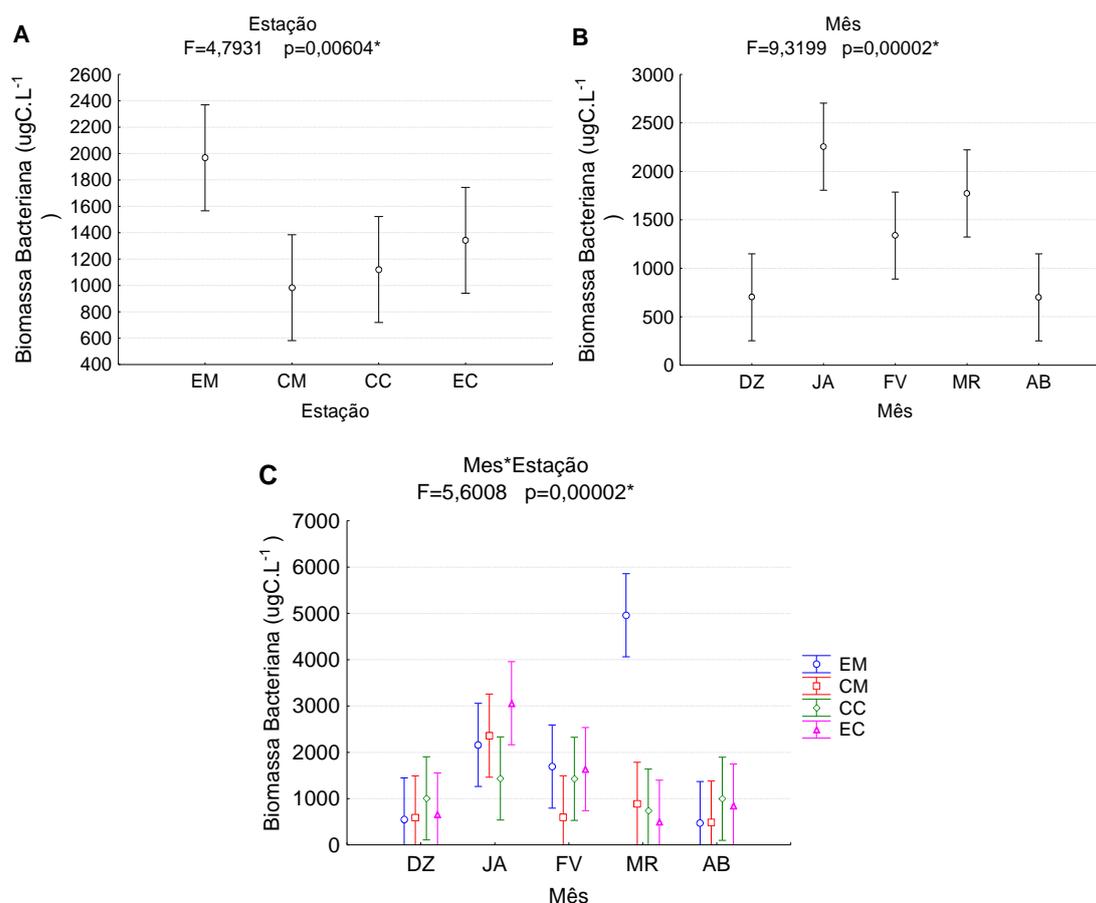


FIGURA 15 – RESULTADOS DA ANOVA PARA OS VALORES DE BIOMASSA BACTERIANA.
* p VALOR SIGNIFICATIVO. AS BARRAS INDICAM O ERRO PADRÃO DA MÉDIA.
(DZ = DEZEMBRO; JA = JANEIRO; FV = FEVEREIRO; MR = MARÇO; AB = ABRIL)

4.5. Composição específica de foraminíferos e tecamebas

Ao todo foram encontradas 44 espécies de foraminíferos vivos pertencentes a 26 gêneros (Apêndice 5). Dos 1459 indivíduos analisados, foram determinadas 26 espécies e outras 18 foram diferenciadas e identificadas apenas em nível de gênero. Não foram encontradas carapaças com deformações nos foraminíferos vivos analisados, porém, devido ao pH mais baixo nos pontos dos córregos, um número grande de carapaças danificadas, com fortes sinais de dissolução dificultou a identificação.

Dentre as espécies e gêneros registrados, 47,03% pertencem à subordem Rotaliina e 17,32% à subordem Textulariina. Não foram encontrados representantes da subordem Miliolina.

Das tecamebas analisadas, foram encontrados 695 indivíduos, sendo treze espécies pertencentes a nove gêneros (Apêndice 5). Foram determinadas nove espécies e quatro ficaram identificadas em nível de gênero.

4.5.1 Sublitoral

Nas estações do sublitoral foram encontrados 1322 foraminíferos vivos, pertencentes a 25 gêneros e 39 espécies e duas tecamebas do gênero *Centropyxis*. Na estação EM predominaram espécies aglutinantes, sendo as mais abundantes *Caronia exilis* e *Paratrochammina* sp., somando juntas mais de 68% da composição faunística dessa estação (Fig. 16).

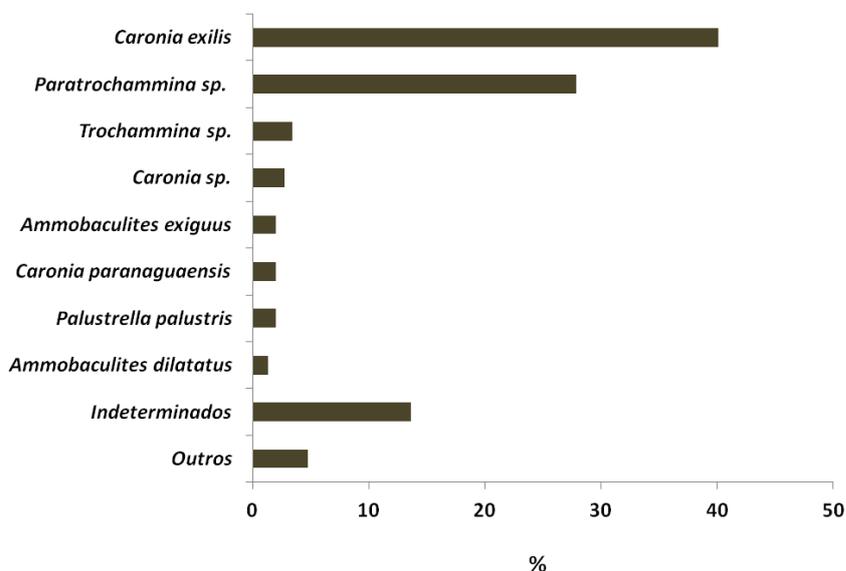


FIGURA 16 - COMPOSIÇÃO DA FAUNA VIVA DE FORAMINÍFEROS E TECAMEBAS DA ESTAÇÃO "EM", NO SUBLITORAL DA PRAIA DE ENCANTADAS. ESTÃO REPRESENTADAS ESPÉCIES QUE APRESENTARAM FREQUÊNCIA RELATIVA SUPERIOR A 1%. AS DEMAIS ESPÉCIES ESTÃO AGRUPADAS COMO "OUTROS"

Na estação CM predominaram espécies calcário-hialinas, principalmente *Criboelphidium poeyanu* e *Ammonia parkinsoniana*, que representaram mais de 53% da composição faunística dessa estação, além de *Rosalina* sp., *Ammonia tepida*, *Bolivina* sp e *Discorbis* sp. e duas espécies aglutinantes, *Caronia exilis* e *Paratrochammina* sp. (Fig. 17).

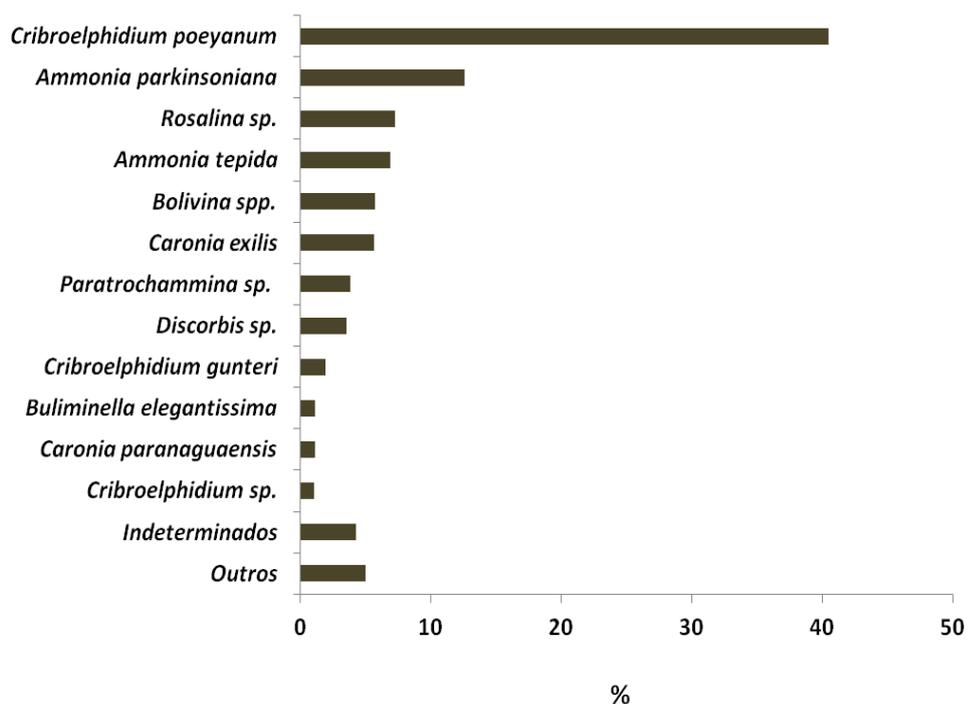


FIGURA 17 - COMPOSIÇÃO DA FAUNA VIVA DE FORAMINÍFEROS E TECAMEBAS DA ESTAÇÃO "CM", NO SUBLITORAL NA PONTINHA. ESTÃO REPRESENTADAS ESPÉCIES QUE APRESENTARAM FREQUÊNCIA RELATIVA SUPERIOR A 1%. AS DEMAIS ESPÉCIES ESTÃO AGRUPADAS COMO "OUTROS"

4.5.1 Córregos

Nas estações dos córregos foram encontrados 210 foraminíferos vivos pertencentes a 10 gêneros e 17 espécies e 622 tecamebas vivas pertencentes a 9 gêneros e 13 espécies. Na estação EC predominaram espécies aglutinantes, entre elas *Caronia exilis*, *Paratrochammina sp.* e *Caronia paranaguaensis*, que juntas representaram mais de 40% da composição faunística dessa estação (Fig. 18).

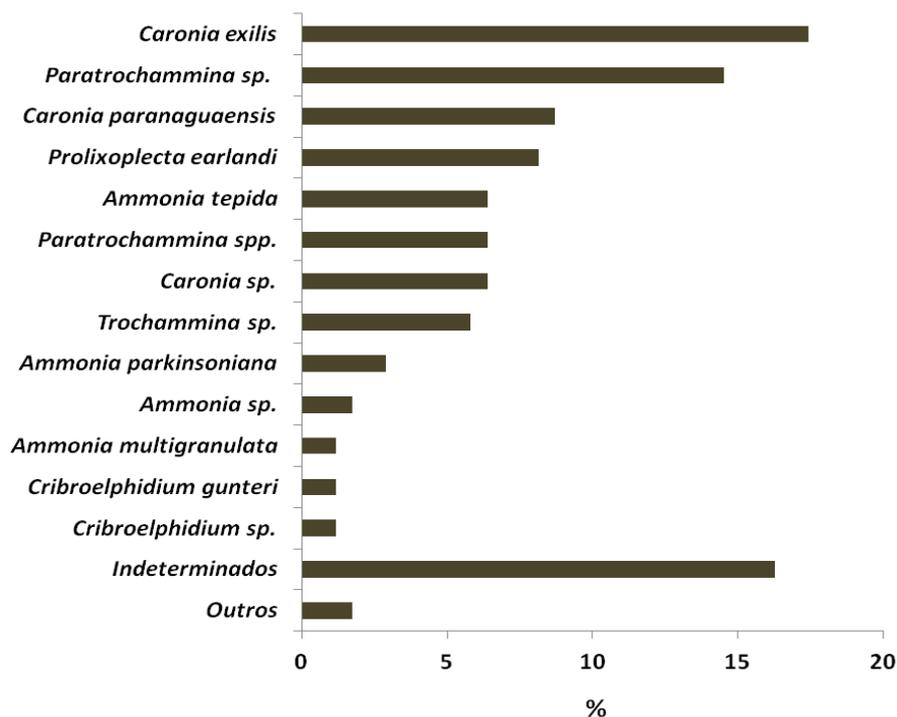


FIGURA 18 - COMPOSIÇÃO DA FAUNA VIVA DE FORAMINÍFEROS E TECAMEBAS DA ESTAÇÃO “EC”, NO RIO DA PONTE, PRAIA DE ENCANTADAS. ESTÃO REPRESENTADAS ESPÉCIES QUE APRESENTARAM FREQUÊNCIA RELATIVA SUPERIOR A 1%. AS DEMAIS ESPÉCIES ESTÃO AGRUPADAS COMO “OUTROS”

Na estação CC predominaram as tecamebas, entre elas, *Pontigulasia compressa*, *Centropixis aculeata “discoides”* e *Centropixis aculeata “aculeata”* representando mais de 62% da composição faunística dessa estação. Também foram espécies representativas, *Chitinosaccus sp.*, *Diffflugia oblonga*, *Cyclopyxis impressa* e *Diffflugia protaeformis* (Fig. 19).

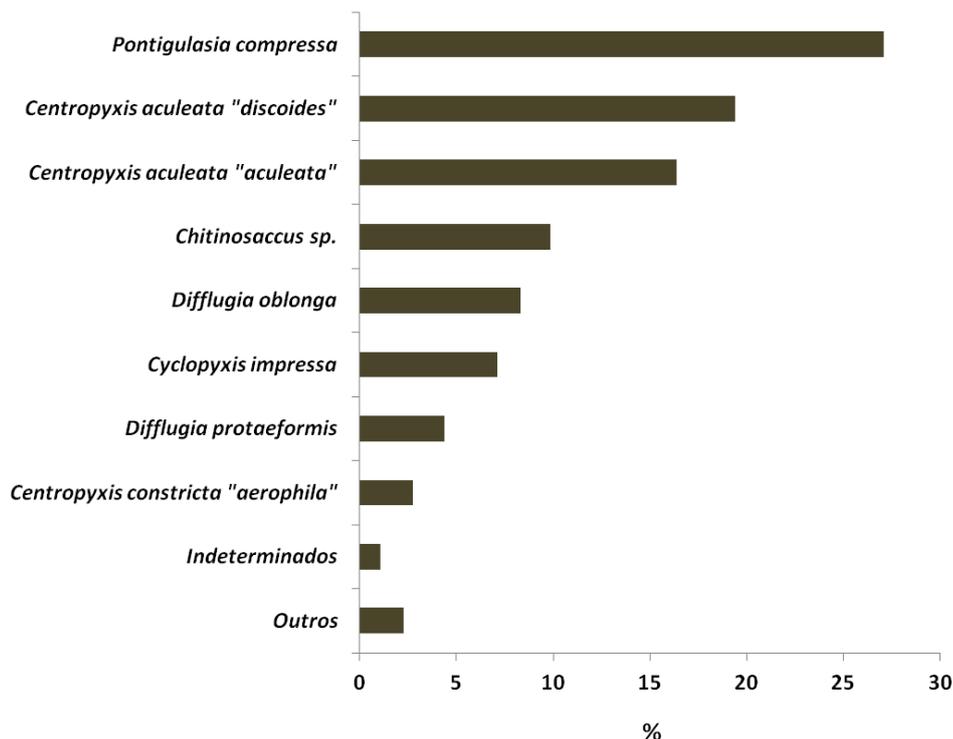


FIGURA 19 - COMPOSIÇÃO DA FAUNA VIVA TECAMEBAS DA ESTAÇÃO "CC", NO RIO DA PONTINHA. ESTÃO REPRESENTADAS ESPÉCIES QUE APRESENTARAM FREQUÊNCIA RELATIVA SUPERIOR A 1%. AS DEMAIS ESPÉCIES ESTÃO AGRUPADAS COMO "OUTROS"

4.6. Análises da estrutura das comunidades

4.6.1. Densidade, riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância

A riqueza variou de 1 em várias amostras a 23 espécies na amostra CM1 JA. Nas réplicas que apresentaram n maiores que 10, o índice α de Fisher variou de 0,70 (CC2 AB) a 10,49 na amostra EM2 DZ, enquanto que o índice de Shannon variou de 0,46 (CC2 AB) a 2,35 (CM1 JA). A amostra CM1 FV apresentou os menores valores de equitabilidade (0,26) e dominância (0,21) enquanto que os maiores valores foram apresentados nas amostras EM3 DZ e CM1 JA (0,93 e 0,88, respectivamente). Todos os valores, por réplica, encontram-se na tabela 1.

TABELA 1 - DENSIDADE (N), RIQUEZA ESPECÍFICA (S), ÍNDICE DE SHANNON (H'), ALFA DE FISHER (α), EQUITABILIDADE (J) E DOMINÂNCIA (D), DA FAUNA VIVA

Amostra	n	S	H'	α	J	D
EM1 DZ	7	4	-	-	-	-
EM2 DZ	12	8	1,94	10,49	0,93	0,83
EM3 DZ	5	4	-	-	-	-
CM1 DZ	98	14	2,20	4,47	0,83	0,85
CM2 DZ	66	15	2,28	6,06	0,84	0,86
CM3 DZ	31	13	2,27	8,42	0,89	0,87
CC1 DZ	42	12	2,25	5,61	0,91	0,87
CC2 DZ	29	10	2,16	5,40	0,94	0,87
CC3 DZ	32	7	1,54	2,77	0,79	0,71
EC1 DZ	1	1	-	-	-	-
EM1 JA	13	5	1,31	2,97	0,81	0,67
EM2 JA	18	3	0,98	1,03	0,89	0,59
EM3 JA	12	4	1,29	2,10	0,93	0,71
CM1 JA	245	23	2,35	6,22	0,75	0,87
CM2 JA	116	15	2,14	4,59	0,79	0,86
CM3 JA	28	7	1,56	3,00	0,80	0,74
CC1 JA	101	10	1,73	2,76	0,75	0,74
CC2 JA	111	7	1,22	1,66	0,63	0,58
CC3 JA	85	12	1,97	3,81	0,79	0,80
EM1 FV	10	3	0,90	1,45	0,82	0,54
EM2 FV	13	5	1,18	2,97	0,73	0,58
EM3 FV	8	3	-	-	-	-
CM1 FV	191	8	0,55	1,69	0,26	0,21
CM2 FV	118	8	0,74	1,94	0,36	0,29
CC1 FV	2	1	-	-	-	-
CC2 FV	6	3	-	-	-	-

TABELA 1 continuação

Amostra	n	S	H'	α	J	D
CC3 FV	1	1	-	-	-	-
EC1 FV	19	7	1,76	4,00	0,91	0,79
EC2 FV	19	8	1,96	5,21	0,94	0,84
EC3 FV	18	10	1,98	9,26	0,86	0,80
EM1 MR	16	5	1,37	2,50	0,85	0,70
EM2 MR	5	4	-	-	-	-
EM3 MR	9	4	-	-	-	-
CM1 MR	114	16	2,18	5,07	0,79	0,84
CM2 MR	113	10	1,23	2,65	0,54	0,54
CM3 MR	30	7	1,26	2,87	0,65	0,57
CC1 MR	74	9	1,80	2,68	0,82	0,78
CC2 MR	75	12	1,83	4,03	0,74	0,76
CC3 MR	29	10	1,85	5,40	0,80	0,76
EC1 MR	42	9	1,98	3,51	0,90	0,84
EC2 MR	36	10	2,15	4,59	0,93	0,87
EC3 MR	30	7	1,78	2,87	0,92	0,81
EM1 AB	11	4	1,12	2,26	0,81	0,61
EM2 AB	8	3	-	-	-	-
CM1 AB	3	3	-	-	-	-
CM3 AB	4	2	-	-	-	-
CC1 AB	15	5	1,36	2,63	0,85	0,70
CC2 AB	49	3	0,46	0,70	0,42	0,22
CC3 AB	9	3	-	-	-	-
EC1 AB	1	1	-	-	-	-
EC2 AB	1	1	-	-	-	-
EC3 AB	5	2	-	-	-	-

NOTA - Não foram calculados índices ecológicos para amostras com n menor que 10.

4.6.2. Comparação entre as estações amostrais

De acordo com a ANOVA realizada para os índices ecológicos (Tabela 2), a riqueza variou significativamente entre as estações e os meses e o teste de comparação *post hoc* de Tukey mostrou que as diferenças significativas ocorreram entre os meses de dezembro e janeiro na estação CM e todos os meses na estação EM. A dominância variou significativamente na estação CM entre fevereiro e os meses de dezembro e janeiro, na estação CC entre os meses de dezembro e abril e na estação EC entre os meses de março e abril.

O índice de diversidade H' de Shannon variou significativamente na estação CM entre fevereiro e os meses de dezembro e janeiro. Este índice também foi significativamente diferente entre as duas estações do sublitoral (CM e EM). Houve variação significativa também entre abril e os meses de dezembro e março na estação CC e entre abril e os meses de fevereiro e março na estação EC.

TABELA 2 – RESULTADO DA ANOVA REALIZADA PARA OS ÍNDICES ECOLÓGICOS.

	Riqueza					Dominância				
Efeito	SQ	GL	MQ	F	p	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept										
Estação	57,66	1	57,66	7,23	0,01*	0,002	1	0,002	0,142	0,709
Mês	40,83	1	40,83	5,12	0,03*	0,098	1	0,098	7,545	0,010*
Estação*Mês	98,99	9	11,00	1,38	0,24	0,336	9	0,037	2,871	0,015*
Erro	231,16	29	7,97			0,377	29	0,013		
	H' de Shannon					Equitabilidade				
Efeito	SQ	GL	MQ	F	p	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept										
Estação	0,378	1	0,378	3,683	0,065	0,040	1	0,040	3,484	0,070
Mês	0,989	1	0,989	9,628	0,004*	0,008	1	0,008	0,704	0,408
Estação*Mês	2,529	9	0,281	2,737	0,019*	0,218	9	0,024	2,120	0,061
Erro	2,977	29	0,103			0,331	29	0,011		
	Numero de Individuos					Alfa de Fisher				
Efeito	SQ	GL	MQ	F	p	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept										
Estação	6976,86	1	6976,86	4,150	0,051	2,817	1	2,817	0,758	0,391
Mês	662,70	1	662,70	0,394	0,535	2,451	1	2,451	0,659	0,423
Estação*Mês	8398,24	9	933,13	0,555	0,822	49,720	9	5,524	1,486	0,200
Erro	48748,50	29	1680,98			107,832	29	3,718		

* p valor significativo (<0,05)

4.6.3. Análise de agrupamento

Para o conhecimento dos principais grupos de foraminíferos e tecamebas que caracterizam a área de estudo foi feita uma análise de agrupamento, por réplica, e gerado um dendrograma com base na composição específica e na frequência das espécies. No dendrograma é possível visualizar a formação de três agrupamentos, ao nível de corte de 1,7 (Fig. 20).

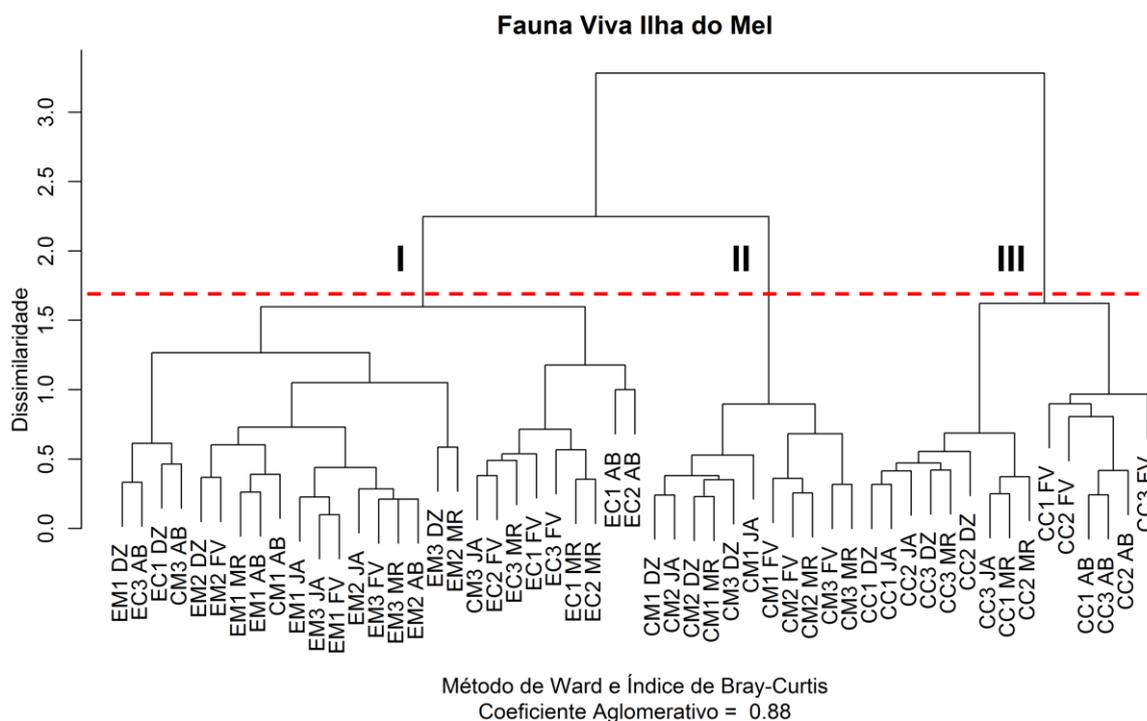


FIGURA 20 - DENDROGRAMA DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTO (MODO Q) COM BASE NA COMPOSIÇÃO E FREQUÊNCIA DE FORAMINÍFEROS E TECAMEBAS NA ÁREA DE ESTUDO.

Agrupamento I – Um grande agrupamento, composto por poucas espécies e formado principalmente pelas estações do córrego e do sublitoral localizadas na Praia de Encantadas (EC e EM), no qual predominaram espécies aglutinantes (Fig.21).

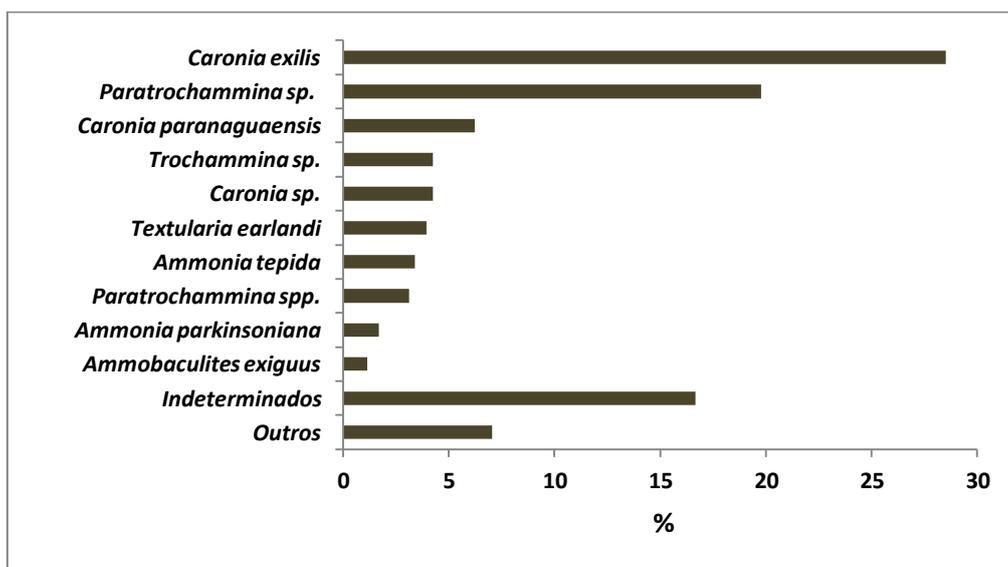


FIGURA 21 - COMPOSIÇÃO DA FAUNA VIVA DE FORAMINÍFEROS E TECAMEBAS DAS ESTAÇÕES QUE COMPÕEM O AGRUPAMENTO I. ESTÃO REPRESENTADAS ESPÉCIES QUE APRESENTARAM, DENTRO DO AGRUPAMENTO, FREQUÊNCIA RELATIVA SUPERIOR A 1%. AS DEMAIS ESPÉCIES ESTÃO AGRUPADAS COMO "OUTROS"

Caronia exillis, representou 28,53% da fauna viva desse agrupamento, ocorrendo em todas as estações e em todos os meses, exceto no mês de fevereiro na estação EC, a qual foi estéril. *Paratrochammina* sp., representando 19,77% da fauna viva, *Caronia paranaguaensis*, *Textularia earlandi* e *Trochammina* sp. também são importantes constituintes desse agrupamento.

Agrupamento II – Composto por estações localizadas no sublitoral da Praia da Pontinha (CM), as quais tiveram as maiores densidades de foraminíferos. Agruparam-se as estações de dezembro, janeiro, fevereiro e março. *Criboelphidium poeyanum* representou 42,37% da biocenose desse agrupamento, *Ammonia parkinsoniana* representou 13,16%, *Rosalina* sp. 7,55% e *Ammonia tepida* 7,11% (Fig. 22).

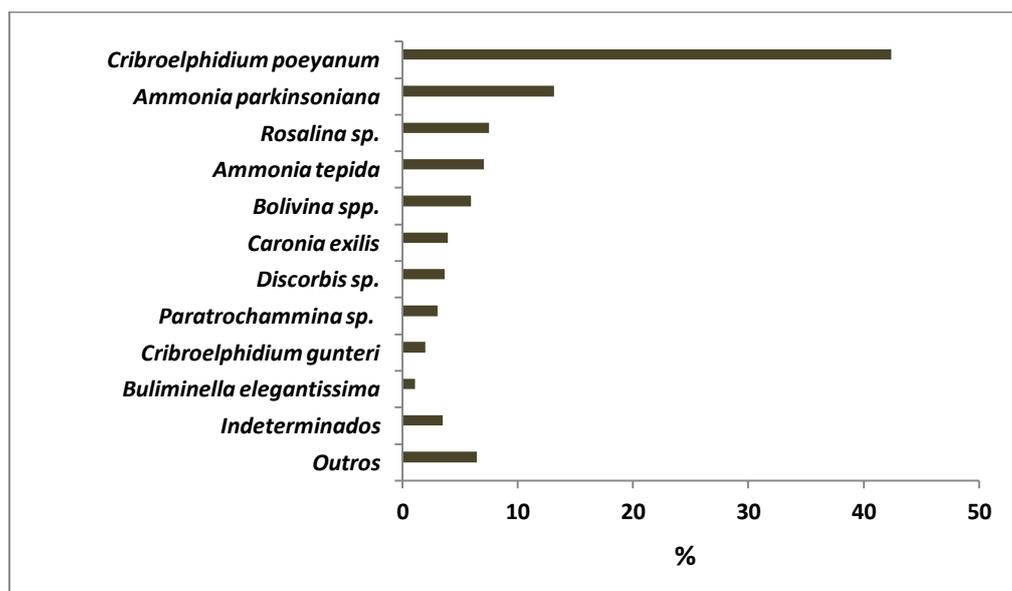


FIGURA 22 - COMPOSIÇÃO DA FAUNA VIVA DE FORAMINÍFEROS E TECAMEBAS DAS ESTAÇÕES QUE COMPÕEM O AGRUPAMENTO II. ESTÃO REPRESENTADAS ESPÉCIES QUE APRESENTARAM, DENTRO DO AGRUPAMENTO, FREQUÊNCIA RELATIVA SUPERIOR A 1%. AS DEMAIS ESPÉCIES ESTÃO AGRUPADAS COMO "OUTROS"

Agrupamento III – Composto pelas estações do Rio da Pontinha (CC), as quais só tiveram tecamebas na composição da sua biocenose, exceto pela presença das espécies de foraminíferos *Chitinosaccus* sp, *Paratrochammina* sp. (1 exemplar) e *Polysaccammina ipohalina* (1 exemplar). *Pontigulasia compressa* representou 27,12%, *Centropyxis acuelata* "discoïdes" 21,42% e *Centropyxis acuelata* "aculeata" 18,04% da assembléia (Fig. 23).

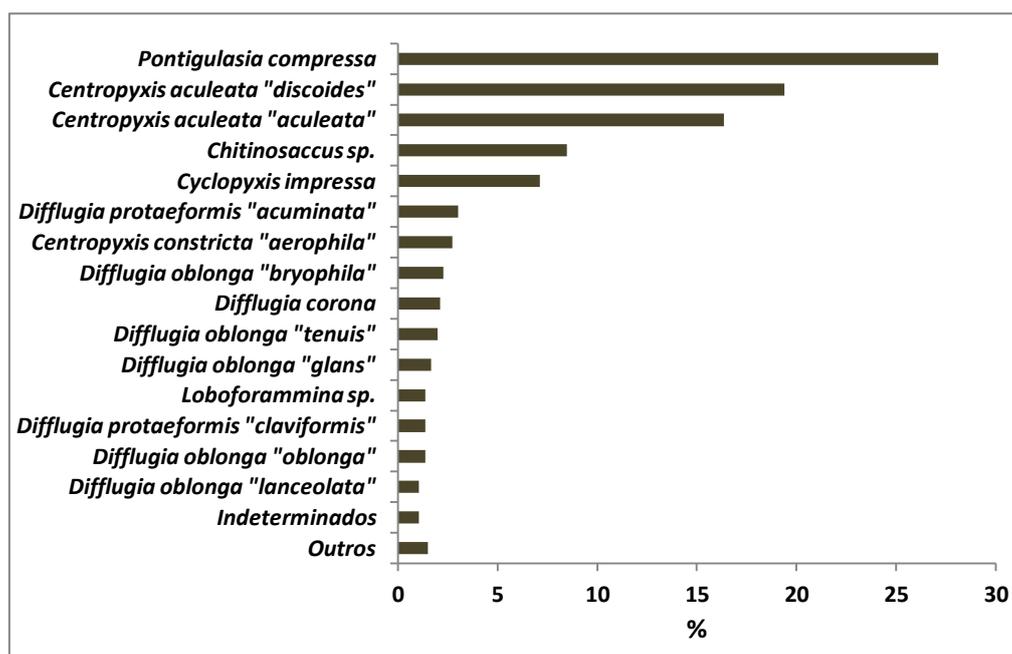


FIGURA 23 - COMPOSIÇÃO DA FAUNA VIVA DE FORAMINÍFEROS E TECAMEBAS DAS ESTAÇÕES QUE COMPÕEM O AGRUPAMENTO III. ESTÃO REPRESENTADAS ESPÉCIES QUE APRESENTARAM, DENTRO DO AGRUPAMENTO, FREQUÊNCIA RELATIVA SUPERIOR A 1%. AS DEMAIS ESPÉCIES ESTÃO AGRUPADAS COMO "OUTROS"

4.6.4. Interações entre a fauna viva e os parâmetros ambientais

Na figura 24 está a representação gráfica da análise dos componentes principais (PCA) realizada com os parâmetros ambientais e as estações amostrais. A análise foi significativa ($p < 0,05$), com percentual de explicação da variância total dos dados de 66,30% nos dois primeiros eixos. A lista com as espécies e respectivas abreviações encontra-se no apêndice 4.

É possível observar no eixo 1 a separação entre as estações do córrego da Praia das Encantadas (EC), que apresentaram as mais altas concentrações de nutrientes e baixas concentrações de oxigênio dissolvido (OD), indicando fortes sinais de eutrofização e as estações localizadas no sublitoral, fortemente correlacionadas com os maiores valores de carbonatos, OD, matéria orgânica, material particulado em suspensão, salinidade, temperatura e pH.

No eixo 2 aparecem as estações do córrego da Pontinha (CC), que apresentaram características de água doce, pobre grau de seleção do sedimento e correlação negativa com phi.

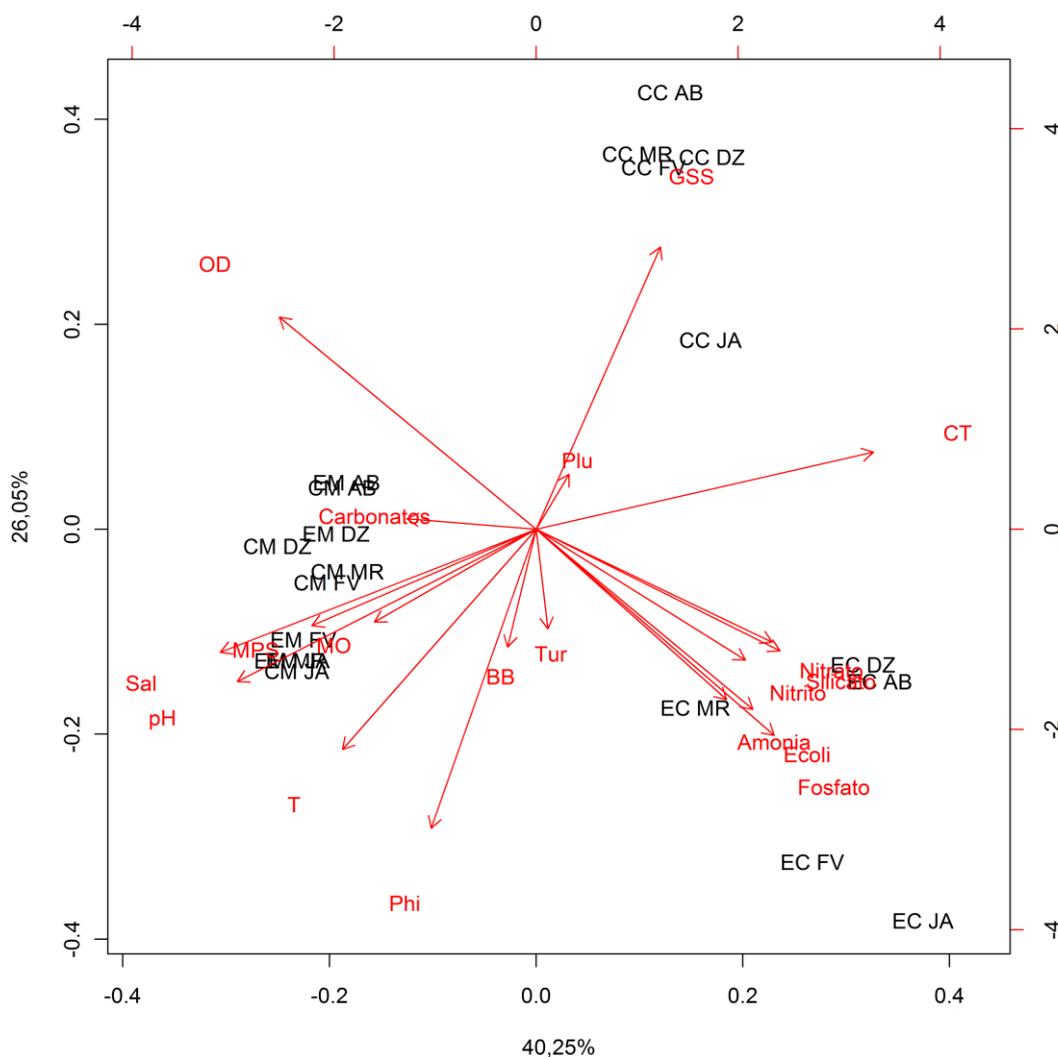


FIGURA 24 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA PCA REALIZADA PARA A ÁREA DE ESTUDO COM AS ESTAÇÕES E OS PARÂMETROS AMBIENTAIS. OD=OXIGÊNIO DISSOLVIDO; SAL= SALINIDADE; T= TEMPERATURA; MPS=MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO; MO= MATÉRIA ORGÂNICA; GSS= GRAU DE SELEÇÃO DO SEDIMENTO; N-t= NITROGÊNIO TOTAL; P-t= FÓSFORO TOTAL

A CCA (Análise de Correspondência Canônica), realizada para investigar a correlação entre os fatores bióticos e os descritores ambientais, foi significativa ($p < 0,05$), apresentando um percentual de explicação de 47,64% nos dois primeiros eixos (Fig. 25). A correlação entre os parâmetros ambientais e os dados faunais é medida pelo comprimento de cada vetor, sendo que quanto mais longo o vetor mais forte é a correlação.

Associadas à estação do córrego da Pontinha (CC) aparecem as espécies de tecamebas, as quais foram abundantes nessa estação em todos

A estação do sublitoral, localizada na Praia da Pontinha (CM) apresentou as maiores densidades de foraminíferos em todos os meses. *Criboelphidium poeyanum*, *Ammonia parkinsoniana*, *Ammonia tepida*, *Bolivina* spp. e *Rosalina* sp. foram abundantes nestas estações e apresentaram correlação positiva com os maiores teores de carbonato, material particulado em suspensão, maiores temperaturas e pH, característico de ambiente marinho.

5. DISCUSSÃO

5.1. Granulometria e caracterização hidroquímica

A estação do Rio da Pontinha (CC) caracterizou-se por apresentar granulometria grosseira, com sedimentos pobremente selecionados e devido à alta energia hidrodinâmica, que lava o sedimento e transporta as frações mais finas, nesta estação foram encontradas as menores concentrações de matéria orgânica. As estações do sublitoral (CM e EM) e do Rio da Ponte (EC) apresentaram frações granulométricas variando de areias finas a muito finas com maiores concentrações de matéria orgânica, principalmente nos meses de janeiro, fevereiro e março, indicando que provavelmente há influência antrópica no aporte desse material, com maiores quantidades de dejetos derivados de esgoto sendo lançados nos córregos e no mar nos meses de maior afluxo turístico. Além disso, a menor energia hidrodinâmica nesses locais permite uma maior deposição de frações mais finas do sedimento, retendo maiores teores de matéria orgânica.

De acordo com os dados de salinidade, oxigênio dissolvido (OD) e material particulado em suspensão (MPS), foi possível observar que a pluviosidade foi um fator que influenciou fortemente esses parâmetros. Nos meses de janeiro e abril, em que ocorreram altos índices pluviométricos, os valores de salinidade na estação do Rio da Ponte (EC), na Praia de Encantadas foram de zero e em março, quando foram registrados os menores valores de pluviosidade, a salinidade atingiu 19 nessa estação. Os valores de MPS foram mais elevados nos meses de maior pluviosidade em todas as estações, indicando maior aporte continental carregado pelas chuvas.

Os valores de OD foram maiores nas estações do sublitoral (CM e EM) e nos meses de maior pluviosidade, assim como na estação CC no Rio da Pontinha. Na estação EC, as concentrações de OD foram sempre baixas.

Esses resultados, acompanhados pelos altos valores de fosfato, nitrato, amônia, *E. coli* e coliformes totais, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro, indicam sinais de elevada atividade microbiana e de degradação devido ao aporte de efluentes domésticos nesse córrego. Siqueira et al (2009) encontraram padrão semelhante e sinais de eutrofização durante o mês de verão em um córrego localizado em uma área densamente urbanizada no Balneário de Pontal do Sul, Pontal do Paraná. A análise de correlação mostrou que OD apresentou correlação negativa significativa com fosfato, nitrato, amônia, *E. coli* e coliformes totais, indicando que esse ambiente apresenta características heterotróficas e fortes sinais de eutrofização.

5.2. Nutrientes

As elevadas concentrações de fosfato registradas na estação EC, na Praia de Encantadas, principalmente nos meses janeiro e fevereiro sugerem que o maior afluxo turístico nesse período contribui consideravelmente para um aumento no aporte desse nutriente nos cursos hídricos. Produtos com componentes fosfatados, como sabão e detergentes, são muito utilizados por restaurantes e pousadas instalados ao longo do curso deste córrego e segundo Esteves (2002) há muitos pontos de lançamento de esgoto diretamente nos córregos da Praia de Encantadas. Medeiros (2004) observou várias saídas de esgoto nesse sistema hídrico, encontrando alta concentração de fósforo total (833 µg/L) no mês de fevereiro de 2002, durante o feriado de carnaval. Elevadas concentrações de fosfato e fósforo total em dezembro e abril, meses em que o afluxo turístico é menor, indicam que a contribuição das residências e dos moradores locais também é importante para as altas taxas desse nutriente. Além disso, esses meses tiveram os mais altos índices pluviométricos, fator que, apesar de aumentar a dissolução, aumenta a drenagem continental e pode ter contribuído para elevar as concentrações desse nutriente nos cursos hídricos.

Estima-se que a concentração média de fósforo na água do mar seja de $2 \mu\text{mol.L}^{-1}$ (Flores Montes, 2003), e nas estações do sublitoral, em nenhum mês, as concentrações de fósforo total registradas foram acima desse valor. Além da maior dissolução que ocorre na água do mar, o fósforo é um elemento limitante à produção primária e a pouca quantidade que chega à coluna d'água pode estar sofrendo rápida assimilação pelas bactérias e organismos fitoplanctônicos. Concentrações próximas às registradas no presente estudo foram encontradas por Medeiros (2004) em um ponto próximo à estação EM, na Praia de Encantadas, em meses de grande afluxo turístico.

O nitrito é um composto nitrogenado muito instável, intermediário entre a amônia e o nitrato, é um dos primeiros produtos da mineralização da matéria orgânica e sofre oxidação muito rápida (Flores Montes, 2003). Por esses motivos suas concentrações, em comparação às concentrações de nitrato, são mais baixas, porém em nenhuma estação ficou abaixo do limite de detecção, na estação EC teve, e em todos os meses, concentrações mais de 10 vezes acima das registradas nas outras estações.

As maiores concentrações de amônia foram registradas nos meses de fevereiro, março e abril. Na estação EC suas concentrações foram muito elevadas, sugerindo aporte antrópico nessa área, pois esse nutriente origina-se de dejetos humanos e indica contaminação recente por esgoto. Medeiros (2004) registrou elevadas concentrações de amônia no Rio da Ponte em épocas de maior afluxo de visitantes e atribuiu esses valores aos efluentes domésticos lançados no sistema hídrico.

O nitrato é o produto final da oxidação e a forma mais estável dos compostos nitrogenados na água do mar, por isso é normalmente encontrado em maiores concentrações que o nitrito e amônio. As maiores concentrações foram registradas na estação EC, em todos os meses, e na estação CC, no Rio da Pontinha suas concentrações foram mais altas que nas estações do

sublitoral, devido à menor dissolução desse nutriente nas águas desse córrego. Medeiros (2004) encontrou altas concentrações de nitrato no Rio da Ponte, no mês de setembro, após um período de feriado e grande afluxo turístico. De acordo com a análise de correlação, oxigênio dissolvido e nitrato apresentaram correlação negativa significativa, porém segundo Taniguchi et al. (2004), a disponibilidade de OD afeta as concentrações de nitrato, determinando as taxas de nitrificação e desnitrificação, ou seja, em condições de baixas concentrações de OD, maiores serão as taxas de respiração anaeróbica e a utilização de elementos nitrogenados nos processos respiratórios microbianos.

5.3. Parâmetros bacteriológicos

A resolução CONAMA 274/2000 estabelece limites de *Escherichia coli* para águas do mar e de rios destinadas à recreação de contato primário, exigindo que seja feito o monitoramento da balneabilidade em períodos de maior utilização dessas águas por banhistas. Águas são consideradas impróprias quando os valores de coliformes totais excedem 2500/100 mL ou os valores de *Escherichia coli* são superiores a 2000/100 mL.

Atualmente não existem, na legislação brasileira, normas que estabeleçam limites para contaminação bacteriológica em sedimentos, salvo na Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Rio de Janeiro (SMAC – Resolução Municipal nº 81/2000). Porém, sedimentos de praias e outros ambientes marinhos servem como depósitos para bactérias e sua remobilização pelas ondas ou pisoteio pode servir como fonte não pontual desses microorganismos para a coluna d'água. As concentrações de bactérias encontradas em sedimentos podem ser muitas ordens de grandeza mais altas que na coluna d'água (An et al., 2002) e muitas vezes, as atividades recreacionais praticadas nas regiões entremarés ou em áreas rasas por banhistas, principalmente crianças, os expõe a elevados riscos de contaminação.

As altas concentrações de *E. coli* na estação EC nos meses de janeiro e fevereiro, juntamente com as elevadas concentrações de fosfato, nitrato e amônia indicam que o despejo de efluentes domésticos nesse córrego é o principal responsável pela degradação observada no local. Medeiros (2004), analisando a água de três córregos localizados na Praia de Encantadas, encontrou elevadas concentrações de coliformes fecais durante duas coletas realizadas em períodos de grande afluxo turístico. A autora constatou o aumento nos índices de coliformes totais e fecais nos três córregos durante os meses de verão e durante períodos de maiores volumes de chuvas. Esteves (2003) encontrou altas concentrações ($140 \cdot 10^5$ NMP/100 ml) de coliformes fecais na água desse córrego em fevereiro de 2002, com considerável redução no mês seguinte ($20 \cdot 10^2$ NMP/100 ml). Esse autor também observou redução no número de coliformes totais (de $240 \cdot 10^5$ NMP/100 ml em fevereiro para $77 \cdot 10^4$ NMP/100 ml em março).

Nas estações do sublitoral (EM e CM) foram encontradas baixas concentrações de *E. coli* nos sedimentos. Apesar das altas concentrações registradas nos córregos, no ambiente marinho ocorre uma maior dissolução e a taxa de mortalidade desses organismos aumenta em maiores salinidades (Davies & Evison, 1991), maiores valores de pH e OD (Curtis et al., 1992) e menores concentrações de nutrientes (Van der Steen et al., 2000). No ambiente entremarés da Praia de Encantadas Miquelante (2007) encontrou elevadas concentrações de *E. coli* no sedimento superficial, porém, os mais altos valores foram registrados no inverno ($>494,52$ NMP.g⁻¹sed.seco). Este autor atribuiu a menor concentração de *E. coli* no verão possivelmente à maior incidência de raios ultravioleta que inibem a sobrevivência desses microorganismos nos sedimentos ou mesmo à presença de microorganismos autóctones, que aumentam a predação e a competição por nutrientes. Infelizmente no presente estudo, não foram feitas coletas nos meses de inverno para testar tais hipóteses.

Muitos fatores podem influenciar o tempo de sobrevivência de *E. coli* no ambiente, como a exposição aos raios ultravioletas, disponibilidade de nutrientes, temperatura, pH, salinidade, predação e competição por recursos (Lim & Flint, 1989; Noble et al., 2004). Muitos autores sugerem que sedimentos marinhos de zonas costeiras constituem fontes não limitantes de nutrientes e podem servir como reservatórios para *E. coli* (Wheeler-Alm et al., 2003; Whitman & Nevers, 2003; Shibata et al., 2004) e que esses organismos podem permanecer nos sedimentos ao longo do ano sem muitas variações (Obiri-Danso & Jones, 1999) podendo até ocorrer replicação celular (Roll & Fujioka, 1997; Solo-Gabriele et al., 2000; Byappanahalli et al., 2003).

Tais fatores podem comprometer a confiabilidade da utilização de *E. coli* como único indicador de poluição fecal. Dessa forma, estudos que utilizam estes microrganismos como parâmetro para avaliar qualidade ambiental devem sempre levar em consideração que a entrada de esgoto no sistema pode aumentar as concentrações desses organismos, e as características do ambiente estudado podem ser favoráveis à sobrevivência e replicação celular desses organismos, mantendo altas concentrações mesmo em épocas de menor afluxo turístico.

Segundo Schlegel (1993), coliformes totais podem ser encontrados em qualquer época como parte da biota constituinte de solos e da água. Assim, as elevadas concentrações de coliformes totais registradas nas estações dos córregos em todos os meses e as mais baixas concentrações de *E. coli* (se comparadas em NMP com coliformes totais) sugerem que a maioria dos coliformes totais é representada por bactérias autóctones. Kolm et al., (2002) encontraram resultados similares, com altos valores de coliformes totais e baixos de *E. coli*, em águas superficiais na Baía de Antonina (local com baixa densidade humana) e altos valores de coliformes totais e *E. coli* próximo à cidade de Paranaguá (com elevada densidade demográfica). Na baía de Guaratuba, Kolm et al., (2007) encontraram baixas concentrações de *E. coli* e

altos valores de coliformes totais em amostras de sedimento e água no setor médio e interno da baía, sugerindo origem autóctone destes organismos.

As maiores concentrações de coliformes totais registradas nos meses de fevereiro a abril sugerem que o afluxo turístico pode ter influenciado no aumento desses organismos nas estações do sublitoral, com maiores quantidades de dejetos provenientes do esgoto sendo lançados nos córregos e conseqüentemente no mar. Mesmo no mês de abril, época de considerável queda no número de visitantes, as concentrações de coliformes totais foram elevadas, em todas as estações, provavelmente devido ao grande volume de chuvas nos dias anteriores às coletas. A leve queda nas concentrações no mês de março pode ser em decorrência da quase ausência de chuvas (0,2 mm) nos dias que antecederam as coletas.

A correlação positiva apresentada entre bactérias heterotróficas totais e matéria orgânica, sugere que esses organismos dependem primariamente da disponibilidade desse material para sua manutenção no ambiente. Segundo Rheinheimer¹ (1984 *apud* Miquelante, 2007), a quantidade de bactérias heterotróficas é geralmente mais elevada nas camadas superficiais do sedimento quando comparada à coluna d'água. Isso se deve principalmente, à grande quantidade de matéria orgânica depositada. Miquelante (2007), analisando sedimentos do ambiente entremarés da Praia de Encantadas, também encontrou forte correlação positiva entre matéria orgânica e bactérias heterotróficas totais, registrando valores entre $60 \cdot 10^6$ e $70 \cdot 10^6$ cel.g⁻¹sed.seco, resultados muito semelhantes aos máximos encontrados no presente estudo em todas as estações. Kolm et al., (2007) encontraram correlação positiva entre bactérias heterotróficas totais e matéria orgânica, em sedimentos da Baía de Guaratuba. O afluxo turístico pode ser um fator que influenciou as maiores concentrações desses organismos nas estações EM e EC, localizadas na Praia das Encantadas. A ANOVA mostrou que as densidades médias de bactérias heterotróficas totais foram significativamente maiores na estação EM nos

meses de janeiro, fevereiro e principalmente em março e na análise de correlação, as densidades de bactérias heterotróficas totais mostraram correlação positiva significativa com o afluxo turístico.

A biomassa bacteriana apresentou resultados semelhantes aos das bactérias heterotróficas totais. No presente estudo, a biomassa bacteriana é composta basicamente pelas bactérias heterotróficas, evidenciado pela forte correlação positiva (0,90) entre esses dois parâmetros. Miquelante (2007) encontrou mais altos valores de bactérias heterotróficas totais e biomassa bacteriana nos meses de verão do que nos meses de inverno e sugeriu que, segundo DeFlaun e Mayer (1983), temperaturas mais altas podem ser relacionadas ao acréscimo destes microrganismos, pois permitem o aumento de suas das taxas metabólicas e reprodutivas.

5.4. Foraminíferos e tecamebas

A maioria das espécies de foraminíferos encontrada nesse estudo já foi registrada em trabalhos no litoral paranaense e outras regiões da costa brasileira. O predomínio de espécies da subordem Rotaliina e Textulariina e a ausência de representantes da subordem Miliolina indicam que a área estudada sofre forte influência continental e, mesmo sendo um local situado desembocadura da Baía de Paranaguá, apresentou poucas espécies tipicamente marinhas. Segundo Sen Gupta (1999), miliolídeos geralmente preferem altas concentrações de oxigênio em águas plataformais e Samir e El-Din (2001) afirmam que miliolídeos são muito sensíveis à poluição. Esses dois fatores podem estar limitando a permanência desse grupo na área de estudo.

No trabalho de Closs e Madeira (1966), na Baía de Paranaguá, destacaram-se *Textularia earlandi*, *T. paranaguaensis* (= *Caronia paranaguaensis*), *Arenoparrella mexicana* entre as espécies aglutinantes mais abundantes em conjunto com as calcárias *Rotalia beccarii parkinsoniana* (= *Ammonia parkinsoniana*), *Elphidium discoidale*, *E. excavatum* e *E.*

galvestonense (= *Criboelphidium galvestonense*). Disaró (1995), analisando a fauna total de 111 amostras na Baía das Laranjeiras, ao norte do Complexo Estuarino de Paranaguá, registrou 62 espécies de foraminíferos pertencentes principalmente às subordens Textulariina (dominante) e Rotaliina. A subordem Miliolina teve poucos representantes nessa área. Itice (2006) registrou 35 espécies de foraminíferos quando analisou a fauna total na Baía de Antonina, um setor oligohalino na parte interna da baía de Paranaguá. Segundo a autora, das 35 espécies encontradas, mais de 85% eram aglutinantes, como é esperado para um ambiente como esse. As espécies de carapaça calcária encontradas pela autora foram *Ammonia parkinsoniana*, *Ammonia tepida*, *Criboelphidium excavatum*, *Criboelphidium gunteri*, *Haynesina germanica* e *Pseudononion atlanticum*.

Roda (2005) registrou 48 espécies de foraminíferos vivos e 7 de tecamebas na Baía de Guaratuba. Na parte interna da baía destacaram-se espécies aglutinantes, como *Miliammina fusca*, *Miliammina earlandi*, *Ammobaculites exiguus*, *Caronia exilis* e as tecamebas *Diffugia oblonga* e *Centropyxis constricta*. No setor externo foram encontradas algumas espécies marinhas comuns na plataforma interna, como *Pseudononion atlanticum*, *Pararotalia cananeiensis* (= *Ammonia multigranulata*), *Criboelphidium poeyanum* e *Criboelphidium galvestonense*, além de *Ammonia tepida* e *Ammonia parkinsoniana*.

A baixa diversidade encontrada, em relação a outros trabalhos, deve-se em parte ao fato de que as amostras foram obtidas em apenas quatro estações na Praia de Encantadas, compreendendo uma pequena área quando comparada a outros trabalhos que envolvem a caracterização de áreas maiores, tais como enseadas, estuários e baías, com malhas amostrais maiores e pontos amplamente distribuídos, abrangendo diferentes ambientes. Por outro lado, a diversidade específica pode ser vista como uma medida do estresse ambiental sobre comunidades de foraminíferos bentônicos, sendo que

baixa diversidade é normalmente característica de ambientes poluídos (Schafer *et al.*, 1991; Yanko *et al.*, 1998).

A estação EM localiza-se em um local altamente influenciado pelas atividades antrópicas, recebendo constantemente despejo de material dragado de um canal artificial que dá acesso ao trapiche de atracação de barcos que transportam passageiros, por isso, a densidade nessa estação foi muito baixa em todos os meses e teve uma amostra estéril no mês de abril. O monitoramento da balneabilidade, realizado pelo Instituto Ambiental do Paraná nos últimos anos, tem mostrado que esse local permanece impróprio para atividades recreacionais durante toda a temporada de verão. Porsani (2007) avaliou a ocorrência de fungos e actinomicetos em 11 estações na região entremarés da Ilha do Mel, inclusive na Praia de Encantadas onde se localiza a estação EM, não encontrando nenhum organismo. A autora sugeriu que os altos índices de poluição e perturbação antrópica podem ser os fatores responsáveis pela ausência desses organismos.

A estação EC, no Rio da Pontinha apresentou características de ambiente com elevado nível de eutrofização e muitas amostras foram estéreis para foraminíferos e tecamebas. Elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes podem ser favoráveis para o crescimento populacional de algumas espécies de foraminíferos consideradas oportunistas ou tolerantes a tais condições, porém, o grau de eutrofização deste local parece não ser favorável ao crescimento populacional de foraminíferos e tecamebas. Muitos autores relataram a redução do número de espécies próximo a locais de alta concentração de matéria orgânica (Resig, 1960; Burone *et al.*, 2006; Mojtahid, *et al.*, 2006). Mojtahid, *et al.* (2008) encontraram baixas densidades de foraminíferos próximo a uma saída de um emissário submarino e total ausência desses organismos na boca do emissário, atribuindo esse fato à severa hipoxia do local, às condições de acidificação ou à presença de elementos sulfúricos derivados das atividades microbianas.

Vários autores consideram *Ammonia tepida* uma espécie tolerante e indicadora de ambientes poluídos e/ou estressados (Armynot du Châtelet et al., 2004; Burone et al., 2006; Ferraro et al., 2006). Essa espécie ocorre no agrupamento I e II. Boliviniídeos e buliminiídeos são considerados indicadores de enriquecimento orgânico e de baixas concentrações de oxigênio (Bandy et al., 1965; Seiglie, 1968; Culver & Buzas 1995; Bonetti, 2000; Mojtahid et al., 2006). No presente estudo não foi possível detectar esse comportamento oportunista. Algumas espécies dos gêneros *Elphidium* e *Criboelphidium* também são consideradas oportunistas e tolerantes a enriquecimento orgânico e variações ambientais (Murray, 1991; Bonetti, 2000).

Criboelphidium poyeanum e *Ammonia parkinsoniana* foram espécies dominantes na estação CM. Bonetti (2000) considerou *C. poyeanum* sensível a altos teores de carbono, baixa oxigenação, além de pesticidas, hidrocarbonetos alifáticos, PCB's e metais pesados (Pb e Hg) por apresentar correlação negativa significativa com esses elementos. Eichler-Coelho (1996) encontrou altas densidades de *A. tepida* e *Elphidium poyeanum* (= *C. poyeanum*) em sedimentos mais finos e em grãos pobremente selecionados, atribuindo ao fato de que sedimentos mais finos contêm maiores quantidades de alimento. Os gêneros de carapaça calcária *Ammonia* e *Criboelphidium* são extremamente tolerantes às variações de salinidade e pH. São comuns na zona costeira e sua presença na plataforma interna indica influência continental.

Muitas espécies podem se beneficiar de certos tipos de contaminação, diretamente através do aumento na oferta nutricional (substâncias orgânicas, nutrientes, fitoplâncton, bactérias, etc.) ou indiretamente, através da redução na competição e predação (Alve, 1995). Algumas espécies podem se beneficiar direta e/ou indiretamente do aumento no aporte de matéria orgânica terrígena em ambientes marinhos costeiros, através da assimilação direta dos nutrientes disponíveis nesse material ou consumindo microalgas que se proliferaram após

a maior oferta de nutrientes. Porém, como os dados de clorofila-*a* não foram utilizados nesse estudo, não foi possível testar tal hipótese.

Anomalias em carapaças de foraminíferos podem ter causas naturais como variações nos parâmetros ambientais (salinidade, temperatura, pH, concentração de oxigênio, hidrodinâmica, etc.) ou podem ser uma resposta ao estresse causado por atividades humanas (poluição por metais pesados, petróleo, esgoto, etc.). O aumento na proporção de carapaças com anomalias morfológicas têm sido amplamente utilizado como indicador de poluição (Yanko *et al.*, 1994; Alve, 1995; Samir, 2000), uma vez que a ocorrência de carapaças deformadas é significativamente grande em áreas poluídas. No entanto é difícil distinguir a diferença entre a influência dos tensores naturais e antrópicos nas anomalias causadas nas testas de foraminíferos. No presente estudo não foi observado carapaças com deformações.

Como esperado, as tecamebas foram dominantes na estação CC no Rio da Pontinha. Trata-se de um ambiente com características hidrodinâmicas e sedimentares diferentes do Rio da Ponte, na Praia de Encantadas (estação EC). Outra característica que diferencia esses dois locais é o grau de influência antrópica. O Rio da Pontinha tem sua nascente no alto do Morro do Meio, um local inserido no Parque Estadual da Ilha do Mel e em todo seu curso não existe nenhuma construção residencial ou comercial despejando qualquer tipo de efluente em seu leito. Além disso, a estação EC sofre constante influência marinha, sendo invadida pelo mar durante marés de sizígia e eventos de “ressaca”. Esse fato, juntamente com o elevado grau de poluição e eutrofização, explica a quase ausência de tecamebas nesse local (apenas um exemplar de *Diffugia oblonga* “*oblonga*” foi registrado no mês de março).

A maioria das espécies de tecamebas registradas neste estudo tem ocorrência citada em corpos d’água brasileiros por Closs & Madeira (1962), Oliveira (1999), Jaworski (2001), Duleba (2004), Duleba *et al.* (2005), Roda

(2005), Ferreira et al. (2006), Laut *et al.* (2005), Leão et al. (2005) e Hansen et al. (2005).

A espécie de tecameba mais abundante no presente estudo foi *Centropyxis aculeata*. Itice (2006) encontrou 28 exemplares vivos em seu trabalho na Baía de Antonina, sendo esta espécie a mais abundante. Barbosa (1991) cita que a ocorrência desta espécie na baía de Guaratuba ocorreu principalmente próxima ou junto às margens de manguezais. Patterson & Kumar (2000) afirmam que a família Centropyxidae abriga espécies oportunistas, e que associações dominadas por elas representam ambientes estressados em locais tipicamente fluviais ou lacustres. Leão et al., (2005) analisaram a variação sazonal de tecamebas no Capão do Leão (RS), encontrando 29 espécies sendo essa família a mais abundante. Segundo Duleba *et al.* (2005) *C. aculeata* ocorre nas porções médias e superiores de corpos estuarinos e lagunares e em ambiente fluvial. Patterson *et al.* (2002) estudaram alterações ambientais que ocorreram durante o Holoceno numa região lacustre do Canadá, e citam esta espécie como indicadora de ambientes alterados. Segundo estes autores esta espécie não tolera pH menores que 5,5 mas suporta locais oligotróficos e contaminados por efluentes industriais e de mineração.

Patterson & Kumar (2000b) afirmam que *Diffugia protaeiformis* “*claviformis*” é uma espécie oportunista, indicadora de áreas com altos níveis de metais pesados e no presente estudo tal espécie apresentou baixas densidades. Estes autores citam ainda *Centropyxis aculeata* e suas variações como oportunistas, indicadoras de ambientes com baixas temperaturas e salinidades, condições oligotróficas e contaminados por mercúrio e arsênio.

Segundo Patterson & Kumar (2000b) *Diffugia oblonga* é uma espécie característica de ambientes saudáveis com altos índices de diversidade (Shannon > 2,5) e altas abundâncias (>500 indivíduos/cm³)

Na estação do Rio da Pontinha (CC), como discutido anteriormente, não foram detectados sinais de alteração ambiental de causa antrópica. A baixa densidade encontrada nessa estação no mês de fevereiro possivelmente deve-se ao fato de que as fortes chuvas nos dias anteriores aumentaram a vazão do rio, ocasionando uma lavagem nos sedimentos, carreando as frações finas e provavelmente as tecamebas. Restaram poucos sedimentos finos e muitos cascalhos no local, dificultando até o controle da área amostrada.

Pontigulasia compressa também teve altas densidades e foi dominante em algumas amostras. Ferreira et al., (2006) relatam que esta espécie foi dominante e teve alta frequência na fauna total em 23 amostras do Rio Tramandaí e Lagoa do Passo, (RS). Segundo McCarthy et al., (1995) é considerada uma espécie tolerante a alterações climáticas e que pode se adaptar a qualquer tipo de ambiente aquático (Medioli & Scott, 1988). De acordo com Roe et al., (2009) esta espécie é tolerante a altas concentrações de fósforo.

5.5. Análises da estrutura das associações de foraminíferos e tecamebas

Como mostrou o resultado da ANOVA realizada para os índices ecológicos, a riqueza foi significativamente maior na estação do sublitoral da Pontinha (CM) quando comparada à estação EM, no sublitoral da Praia de Encantadas. Espécies calcárias como *Ammonia*, *Criboelphidium*, *Bolivina* e *Caronia* foram as mais representativas na estação CM e as responsáveis pela maior riqueza. Como discutido anteriormente, a estação EM está em um local fortemente alterado, sujeito ao despejo de material dragado e esgoto dos córregos que existem na Praia de Encantadas, além de estar em um local de baixa energia hidrodinâmica. Assim, apesar de os dados físico-químicos não indicarem claros sinais de poluição, a fauna predominantemente aglutinante, a baixa diversidade e baixa densidade apresentada pela composição da

associação de foraminíferos dessa área refletem condições adversas para o desenvolvimento desses organismos.

As espécies calcárias *Ammonia parkinsoniana*, *Bolivina* spp. e principalmente *Criboelphidium poyenaum* foram as responsáveis pela maior dominância apresentada na estação CM nos meses de dezembro e janeiro. O índice de diversidade H' de Shannon foi significativamente maior na estação CM em dezembro e janeiro, devido à presença destas espécies, juntamente com as espécies calcárias *Rosalina* spp., *Buliminella elegantissima*, *Criboelphidium gunteri* e a aglutinante *Trochammina* sp. Os valores do índice α de Fisher encontrados (entre 0,70 e 10,48, calculados para amostras com $n > 10$) são próximos aos encontrados por Roda (2005) na Baía de Guaratuba e Itice (2006) na Baía de Antonina. Disaró et al., (1999) registraram valores de α menores que 1 nos manguezais da região interna da Baía de Paranaguá e de aproximadamente 5 nos manguezais da região média e externa do Complexo Estuarino de Paranaguá.

5.6. Análise de agrupamento

Como discutido anteriormente, a estação EM encontra-se em um local perturbado, que sofre constantes alterações e está em frente ao córrego do Rio da Ponte, altamente poluído. Apesar de os dados físico-químicos não apresentarem sinais claros de poluição e/ou perturbação, a assembléia de foraminíferos encontrada nesse local parece refletir um ambiente alterado. Esta parte da Ilha do Mel fica de frente para o canal da Galheta, pelo qual um grande volume das águas da plataforma rasa adjacente adentra no estuário a cada ciclo de maré. Desta forma, esperava-se que a assembléia de foraminíferos encontrada nessa área fosse composta predominantemente por espécies de carapaças calcárias, como rotaliídeos e miliolídeos.

A análise de agrupamento reuniu, no agrupamento I, todas as amostras da estação EM, as quais apresentaram baixas densidades e predomínio de

espécies aglutinantes. Esse agrupamento mostra que pode estar ocorrendo uma substituição de espécies de foraminíferos nesse local, ou seja, espécies calcárias, que seriam típicas desse ambiente, foram substituídas por espécies aglutinantes, mais características de áreas internas do estuário, com fortes variações de pH e salinidade. Enriquecimento orgânico, condições de hipoxia, altas concentrações de MPS, presença de bactérias e acidificação poderiam estar causando essa mudança na assembléia.

Analisando testemunhos datados de 1500 anos, Alve (1991) observou que houve completa substituição das associações de foraminíferos calcários, típicos de ambiente marinho, por associações de foraminíferos aglutinantes, mais tolerantes a condições de baixa salinidade e maior influência continental após aumento da poluição orgânica oriundo de influência antrópica. Alve e Nagy (1990) observaram que o local de máxima ocorrência de foraminíferos aglutinantes e quase total ausência da subordem Miliolina, em um fiorde na Noruega, se deu na parte mais rasa da área estudada, local com baixas salinidades e grandes variações de temperatura.

A poluição oriunda da ocupação humana e do afluxo turístico na Praia de Encantadas claramente está influenciando as associações de foraminíferos e tecamebas do Rio da Ponte e do ambiente marinho adjacente.

No agrupamento I encontram-se ainda algumas amostras EC, no Rio da Ponte. Essa estação teve as mais baixas densidades e apresentou fortes sinais de eutrofização. Espécies aglutinantes também foram predominantes nessa estação e os baixos valores de OD, pH, salinidade, e carbonato são fatores que influenciaram a composição dessa assembléia. O fato de as amostras da estação EM se agruparem com as da estação EC é um forte indício de que no local da primeira estação estão ocorrendo alterações ambientais que causam mudanças na composição da assembléia de foraminíferos.

O agrupamento II reuniu as amostras da estação CM, que apresentaram as maiores densidades e diversidades. Predominam espécies calcário-hialinas,

típicas do ambiente sublitoral de zonas costeiras, com influência continental. Esperava-se uma maior similaridade nas associações de foraminíferos entre as estações EM e CM, porém isso não ocorreu, provavelmente devido ao fato da estação EM apresentar-se em frente a um local poluído e a estação CM apresentar-se em frente a um local não poluído. Na estação EM houve baixas densidades e uma composição faunística dominada por aglutinantes, diferente do esperado para um ambiente de desembocadura de estuário com forte influência marinha.

A área da estação CM fica ao norte da estação EM e pode estar sendo beneficiada pelo aporte de nutrientes e matéria orgânica oriundos dos córregos da Praia de Encantadas durante os fluxos de maré enchente. Este aporte pode estar sendo o suficiente para o enriquecimento orgânico do ambiente, porém em quantidades que não causam prejuízos à densidade e diversidade de foraminíferos. Muitos juvenis de *Criboelphidium poyeanum* foram encontrados nas amostras da estação CM, podendo ser uma resposta dessa espécie a um leve enriquecimento orgânico no local.

O agrupamento III reuniu as amostras da estação CC, as quais foram predominantes as tecamebas. Essa estação apresentou altas densidades nos meses de dezembro, janeiro, março e abril e baixa densidade em fevereiro, possivelmente devido às fortes chuvas do dia que antecedeu a coleta, como discutido anteriormente. A presença de cinco variedades da espécie *Diffflugia oblonga* pode indicar que esse ambiente encontra-se sem ou com baixo grau de alteração, pois alguns autores consideram essa espécie e suas variações como típicas de ambientes saudáveis.

5.7. Interações entre a fauna viva e os parâmetros ambientais

As amostras das estações EM e EC apresentaram baixas densidades e baixos índices de diversidade. No gráfico da PCA (Fig. 24) é possível observar que os fatores que diferenciaram essas estações são aqueles relacionados às

condições ambientais, como concentrações de nutrientes, carbonatos, MPS, salinidade, MO e OD, este sendo o fator que mais influenciou na formação do grupo das estações do sublitoral, evidenciado pelo comprimento do vetor. Apesar da semelhança na composição das assembléias entre essas duas estações, ficou evidente a separação entre um ambiente de água doce, altamente poluído e com fortes sinais de eutrofização em EC de um ambiente marinho, com influência costeira, porém apresentando, segundo os dados ambientais obtidos, menor sinais de alteração. As amostras da estação CM aparecem no mesmo grupo da estação EM, pois as características ambientais dessas duas áreas foram semelhantes.

A estação CC apresentou características sedimentológicas muito diferentes das outras estações e as amostras dessa estação aparecem fortemente correlacionadas com o maior grau de seleção do sedimento e o menor valor de phi.

A CCA mostra claramente que as tecamebas que ocorreram na estação CC (agrupamento III do cluster), estão positivamente correlacionadas com os maiores graus de seleção do sedimento e com silicato. Concentrações altas desse nutriente indicam aporte continental e, além disso, a baixa taxa de assimilação pelos organismos em comparação aos outros nutrientes faz com que suas concentrações sejam altas em áreas costeiras.

Associadas à estação CM encontram-se as espécies de foraminíferos que apresentaram maiores densidades, principalmente as de carapaças calcárias, *C. poeyanum*, *A. parkinsoniana*, *A. tepida*, *Bolivina* spp., *Criboelphidium* spp., *C. gunteri*, entre outras. Esse ambiente apresentou características marinhas, como mostrado na CCA, com maiores concentrações de carbonatos, maior pH, valores mais altos de salinidade e de MPS associados à essa estação.

As espécies aglutinantes, indicadoras de alteração ambiental aparecem associadas às estações EM e EC, onde ocorreram as maiores concentrações

de nutrientes, de matéria orgânica e maiores valores de phi. Na área das estações EC estão altas concentrações de *Escherichia coli*, especialmente no período de maior afluxo turístico.

6. CONCLUSÕES

Através das análises das associações de foraminíferos e tecamebas na área de estudo foi possível a compreensão de alguns fatores ambientais, naturais e não naturais, que governam a distribuição e características das assembléias locais, mostrando que estes organismos podem ser utilizados como indicadores de poluição orgânica causada pelo despejo de efluentes domésticos.

Regiões costeiras são áreas instáveis do ponto de vista ambiental que naturalmente apresentam grandes flutuações de salinidade, temperatura, aporte nutricional, etc. Essas características favorecem o estabelecimento de poucas espécies de foraminíferos adaptadas a tais condições que conseguem viver e obter sucesso reprodutivo.

O litoral paranaense é uma região caracterizada por apresentar altos índices pluviométricos nos meses de verão e esse fator parece influenciar fortemente alguns parâmetros ambientais nessa região, como concentrações de OD, material particulado em suspensão e salinidade.

A estação EC, no Rio da Ponte, Praia de Encantadas, apresentou fortes sinais de impacto ambiental, causado pelo grande volume de efluentes lançado em seu curso, principalmente em épocas de maior afluxo turístico. Esse impacto é sentido pelas associações de foraminíferos e tecamebas, as quais apresentaram alterações na sua composição e estrutura, inclusive com muitas amostras estéreis.

As altas concentrações de *E. coli* na estação EC nos meses de janeiro e fevereiro, e as elevadas concentrações de fosfato, nitrato e amônia indicam que o despejo de efluentes domésticos nesse córrego é o principal responsável pela degradação no local.

A associação de foraminíferos encontrada região do sublitoral da Praia de Encantadas (EM), composta por poucas espécies (principalmente Textularídeos) que caracterizam um ambiente alterado, diferente da associação registrada na estação do sublitoral na Pontinha (CM), com maiores densidades e diversidade e composta por espécies tipicamente marinhas, reflete as condições de degradação e impacto, adversas para o desenvolvimento de espécies sensíveis.

A estação CC, localizada no Rio da Pontinha apresentou sinais de baixa ou nenhuma degradação ambiental. Mesmo se tratando de um ambiente diferente de onde se localiza a estação EC, do ponto de vista geológico e hidrodinâmico, serviu de importante parâmetro para se avaliar o grau de alteração em que se encontra o Rio da Ponte.

Apesar de não existir legislação que estabeleça as concentrações mínimas de bactérias indicadoras de poluição fecal nos sedimentos de ambientes costeiros, foi possível constatar que esses organismos apresentaram altas concentrações, principalmente na estação EC e que os sedimentos servem como reservatórios para essas bactérias (*E. coli*). A ausência de correlação entre foraminíferos e bactérias deve-se provavelmente ao fato de que as bactérias respondem rapidamente a alterações no ambiente, como aporte nutricional, enquanto que foraminíferos demoram mais tempo para apresentar qualquer alteração na estrutura de suas comunidades, devido ao ciclo de vida mais longo e complexo.

A Praia de Encantadas é uma enseada que apresenta circulação restrita e que vem sofrendo profundas alterações paisagísticas e ambientais, devido ao grande aporte turístico e à elevada concentração de residências, comércios, pousadas e restaurantes. A falta de dados pretéritos dificulta a avaliação do impacto que esse ambiente tem sofrido ao longo do tempo, porém os dados do presente estudo mostram o elevado grau de degradação dessa área.

O presente estudo teve como objetivo avaliar as respostas de foraminíferos e tecamebas à poluição orgânica derivada de efluentes domésticos em épocas de maior afluxo turístico na Praia de Encantadas, Ilha do Mel. De acordo com os resultados obtidos, pode-se avaliar as respostas desses organismos como satisfatórias do ponto de vista científico.

Portanto, sugere-se que trabalhos envolvendo essa temática considerem o uso destes organismos como indicadores de impactos causados por efluentes domésticos, pois estes organismos podem oferecer, em conjunto com outros fatores ambientais, respostas a longo prazo das condições ambientais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBANI, A.; BARBERO, R. S.; DONNICI, S., 2007. Foraminifera as ecological indicators in the Lagoon of Venice, Italy. **Ecological Indicators**, v. 7, n. 2, p. 239-253.
- AN, Y-J; KAMPBELL, D. H. & BREIDENBACH, G. P., 2002. *Escherichia coli* and total coliforms in water and sediments at lake marinas. **Environmental Pollution**, v. 120, p. 771-778.
- ALVE, E., 1991. Foraminifera climatic changes and pollution: a study of late Holocene sediments in Drammensfjord, southeast Norway. **The Holocene**, v. 1, n. 3, p. 234-261.
- ALVE, E., 1995. Benthic foraminiferal responses to estuarine pollution: a review. **Journal of Foraminiferal Research**, v. 25, n. 3, p. 190-203.
- ALVE, E. & NAGY, J., 1990. Main features of foraminiferal distribution reflecting estuarine hydrography in Oslo Fjord. **Marine Micropaleontology**, v. 16, p. 181-206.
- ANNIN, V. K., 2001. Benthic foraminifera assemblages as bottom environmental indicators, Posiet Bay, Sea of Japan. **Journal of Asian Earth Sciences**, v. 20, p. 9-19.
- ARMYNOT du CHÂTELET, E.; DEBENAY, J. P.; SOULARD, R., 2004. Foraminiferal proxies for pollution monitoring in moderately polluted harbors. **Environmental Pollution**, v. 127, n. 1, p. 27-40.
- BANDY, O. L.; INGLE, J. C.; RESIG, J. M., 1965. Foraminiferal trends, Hyperion outfall, California. **Limnology and oceanography**, v. 10, p. 314-332.
- BARBOSA, C. F., 1991. **Caracterização biosedimentológica quantitativa do sistema estuário – manguezal da Baía de Guaratuba, PR**. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar), Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 107p.
- BERGIN, F; KUCUKSEZGIN, F; ULUTURHAN, E; BARUT, I.F; MERIC, E; AVSAR, N; NAZIK, A., 2006. The response of benthic foraminifera and ostracoda to heavy metal pollution in Gulf of Izmir (Eastern Aegean Sea). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 66, n. 3, p. 368-386.
- BEVERSDORF, L. J.; BORNSTEIN-FORST, S. M.; McLELLAN, S. L., 2007. The potential for beach sand to serve as a reservoir for *Escherichia coli* and the physical influences on cell die-off. **Journal of Applied microbiology**, v. 102, n. 5, p. 1372-1381.
- BJØRNSSEN, P. K, & KUPARINEN, A., 1991. Determination of bacterioplankton biomass, net production and growth efficiency in the southern ocean. **Marine Ecology Progress Series**, v. 71, p. 185-194.

BONETTI, C. van der H. C., 2000. **Foraminíferos como bioindicadores do gradiente de estresse ecológico em ambientes costeiros poluídos. Estudo aplicado ao Sistema Estuarino de Santos – São Vicente (SP, Brasil)**. 229 f. + anexos. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo/Université d'Angers. São Paulo/Angers.

BURONE, L.; VENTURINI, N.; SPRECHMANN, P.; VALENTE, P.; MUNIZ, P., 2006. Foraminiferal responses to polluted sediments in the Montevideo coastal zone, Uruguay. **Marine Pollution Bulletin**, v. 52, n. 1, p. 61-73.

BURONE, L.; VALENTE, P.; A. M. S PIRES-VANIN; SOUSA, S. H. M.; MAHIQUES, M. M.; BRAGA, E., 2007 Benthic foraminiferal variability on a monthly scale in a subtropical bay moderately affected by urban sewage. **Scientia Marina**, v. 71, n. 4, p. 775-792.

BYAPPANAHALLI, M.; FUJIOKA, R., 2004. Indigenous soil bacteria and low moisture may limit but allow fecal bacteria to multiply and become a minor population in tropical soils. **Water Science Technology**, v. 50, p. 27–32.

CAMARGO, M. G., 2006. SysGran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 36, n. 2, p. 371-378.

CANALES, M. L.; HENRIQUES, M. H., 2008. Foraminifera from the Aalenian and the Bajocian GSSP (Middle Jurassic) of Murtinheira section (Cabo Mondego, West Portugal): Biostratigraphy and paleoenvironmental implications. **Marine Micropaleontology**, v. 67, n. 1, p. 155–179.

CONAMA, 2004. Conselho Nacional do Meio Ambiente, MMA, Resolução CONAMA nº. 344, Brasília, DF.

CLOSS, D. & MADEIRA, M., 1962. Tecamebas e foraminíferos do Arroio Chuí (Santa Vitória do Palmar, R. Grande do Sul, Brasil). **Iheringia Zoologia**, v.19, 44p.

CLOSS, D. & MADEIRA, M., 1966. Foraminifera from the Paranaguá Bay, State of Paraná, Brazil. **Boletim da Universidade Federal do Paraná**, v. 2, n. 10, p. 139-162.

COULL, B. C. & CHANDLER, G. T., 1992. Pollution and Meiofauna: Field, Laboratory and Mesocosm Studies. In: BARNES, M.; ANSELL, A. D. and GIBSON, R. N. (Eds.) **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**, v. 30, p. 191-271.

CULVER, J. S. J.; BUZAS, M. A. 1995. The effects of anthropogenic habitat disturbance, habitat destruction, and global warming on shallow marine benthic foraminifera. **Journal of Foraminiferal Research**, v. 25, n. 3, p. 204-211.

CURTIS, T. P.; MARA, D. D. & SILVA, S.A., 1992. Influence of pH, oxygen, and humic substances on ability of sunlight to damage fecal coliform in waste

stabilization pond water. **Applied Environmental Microbiology**, v. 58, p. 1335–1343.

DAVIES, C. M. & EVISON, L. M., 1991. Sunlight and the survival of enteric bacteria in natural waters. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 70, p. 265–274.

DEFLAUN, M. F.; MAYER, L. M., 1983. Relationships between bacteria and grain surfaces in intertidal sediments. **Limnology Oceanography**, v. 28, p. 873–881.

DISARÓ, S. T., 1995. **Associações de foraminíferos da Baía das Laranjeiras, Complexo Estuarino Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil**. 76 f. + anexos. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

DISARÓ, S. T.; KOUTSOUKOS, E. A. M. & SERAFINI, L. Z., 1999. Foraminifera from mangrove ecosystems of Paranaguá Bay (SE, Brazil). *In*: **Annals of Cushman Foundation Foraminiferal Research Symposium: Quaternary Micropaleontology, Ecological Studies and Paleoenvironmental Applications**. ABEQUA, 7, Porto Seguro, Brazil.

DIZ, P.; FRANCÉS, G., 2008. Distribution of live benthic foraminifera in the Ría de Vigo (NW Spain). **Marine Micropaleontology**, v. 66, n. 3/4, p. 165–191.

DULEBA, W., 2004. Foraminíferos e tecamebas como bioindicadores da circulação hidrodinâmica do estuário do Rio Verde e do Lago Itacolomi.. *In*: MARQUES, O. A. V. & DULEBA, W. (Eds.), **Estação Ecológica Juréia-Itatins – Ambiente físico, flora e fauna**. Holos Editora.

DULEBA, W; COIMBRA, J. C. S.; PETRI, S. & BARBOSA, C. F., 2005. Foraminíferos, tecamebas e ostracodes recentes usados como bioindicadores em estudos ambientais brasileiros. *In*: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (Eds.) **Quaternário do Brasil**. Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. 378p.

ECOPARANÁ, 2005. **Número de visitantes da Ilha do Mel – 2000 a 2004**. Pontal do Paraná, Paraná.

EICHLER-COELHO, P. P. B., 1996. **Estudo das associações de foraminíferos e tecamebas da região estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape (SP), e sua aplicação na determinação do impacto ecológico do valo grande**. Dissertação de mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 106 p.

ESTEVES, C. J. O., 2002. **Degradação ambiental e turismo na vila de Encantadas (Ilha do Mel/PR): Um enfoque a partir da água**. Monografia (Bacharelado em Geografia), Departamento de Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ESTEVES, C. J. O., 2003. Qualidade da água e turismo na Vila de Encantadas (Ilha do Mel/PR): um enfoque a partir de aspectos da legislação brasileira. Geo

UERJ, (Volume especial do X Simpósio Brasileiro De Geografia Física Aplicada): 1055-1063.

ESTEVEES, C. J. O., 2004 **Turismo e Qualidade da Água na Ilha do Mel (Litoral do Paraná)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba

FERRARO, L. ; SPROVIERI, M.; ALBERICO, I.; LIRER, F.; PREVEDELLO, L.; MARSELLA, E., 2006. Benthic foraminifera and heavy metals distribution: A case study from the Naples Harbour (Tyrrhenian Sea, Southern Italy). **Environmental Pollution**, v. 142, n. 2, p. 274-287.

FERREIRA, F.; LEIPNITZ, I. I.; LEÃO, C. J.; & HANSEN, M. A. F., 2006. Tecamebas em sedimentos do rio Tramandaí e da Lagoa do Passo, planície costeira Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **GAEA – Journal of Geoscience**, v. 2, n. 2, p. 66-74.

FISHER, R. A.; CORBET, A. S.; WILLIAMS, C.B., 1943. The Relation Between the Number of Species and the Number of Individuals in a Random Sample of an Animal Population. **The Journal of Animal Ecology**, v. 12, n. 1, p. 42-58

FLORES MONTES, M. J., 2003. **Fatores que influenciam na produtividade dos oceanos: a importância do fluxo de difusão dos nutrientes para a biomassa do fitoplâncton na região oceânica do nordeste brasileiro**. 166 f. + anexos. Tese (Doutorado em Oceanografia), Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

FRONTALINI, F.; COCCIONI, R., 2008. Benthic foraminifera for heavy metal pollution monitoring: A case study from the central Adriatic Sea coast of Italy. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 76, n. 2, p. 404-417.

GESLIN, E.; DEBENAY, J.-P.; DULEBA, W.; BONETTI, C., 2002. Morphological abnormalities of foraminiferal tests in Brazilian environment: comparison between polluted and non-polluted areas. **Marine Micropaleontology**, v. 45, n. 2, p. 151–168.

GOCKE, K., 1977. Untersuchungen über die heterotrophe Aktivität in der zentralen Ostsee. **Marine Biology** v. 40, p. 87-94.

GRASSHOFF, K.; EHRHARDT, M.; KREMLING, K., 1983. Methods of seawater analysis. Verlag Chemie. Weinheim. Germany. 419pp.

HANSEN, M. A. F.; LEIPNITZ, I. I. & FERREIRA, F., 2005. Influência de algumas variáveis ambientais sobre a fauna de tecamebas das Lagoas do Marcelino e do Peixoto, Osório, RS, Brasil. *In: Congresso da Abequa*, 10, Guarapari. Anais.CD-ROOM.

IAP, 2005. Monitoramento da balneabilidade das águas do litoral do Estado do Paraná, período 1989/90 à 2004/05. **Instituto Ambiental do Paraná**. Diretoria de Estudos e Padrões Ambientais.

ITICE, I., 2006. **Variação temporal das associações de foraminíferos e tecamebas no setor interno da Baía de Antonina, Paraná, Brasil.** 38. + anexos. Monografia (Curso de Graduação em Oceanografia), Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. Pontal do Paraná.

JAVORSKI, K. S., 2001. **Distribuição de foraminíferos e tecamebas no Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, Estado do Paraná.** Dissertação (Mestrado em Geologia), Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 128p.

JAYARAJU, N; SUNDARA RAJA REDDY B. C.; REDDY, K. R., 2007. The response of benthic foraminifera to various pollution sources: A study from Nellore Coast, East Coast of India. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 143, n. 1/3, p. 319-323.

JOHNSON, R.W. & CALDER, J. 1973. Early diagenesis of fatty acids and hydrocarbon in a salt marsh environment. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 37: 1943-1945.

KENNEDY, A. D. & JACOBY, C. A., 1999. Biological indicators of marine environmental health: Meiofauna - a neglected benthic component? **Environmental Monitoring and Assessment**, v 54, n. 1, p. 47-68.

KIM, K. M, 2004. **Avaliação da sustentabilidade do modelo de desenvolvimento vigente na Ilha do Mel – PR.** Monografia (Curso de Graduação em Oceanografia), Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 131p + anexos.

KOLM, H. E.; SCHOENENBERGER, M. F.; PIEMONTE, M. R.; SOUZA, P. S. A.; SCÜHLI, G. S.; MUCCIATTO, M. B. & MAZZUCO, R., 2002. Spatial variation of bacteria in surface waters of Paranaguá and Antonina Bays, Paraná, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, n. 1, p. 27-34.

KOLM, H. E.; ANDRETTA, L., 2003. Bacterioplankton in different tides of the Perequê tidal creek, Pontal do Sul, Paraná, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 34, p. 97-103.

KOLM, H. E.; SANTOS, P. R. N. M. & SAUTTER, K. D., 2007 - Bacteria in water and sediments of Guaratuba Bay, Paraná, Brazil. **Tropical Oceanography**, v. 35, n. 1, p. 51-69.

KUMAR, A. & DALBY, A. P., 1998. Identification key for Holocene lacustrine acellacean (thecamoebian) taxa. **Palaeontologia Electronica**, v. 1, p.39.

LANA, P. C.; MORONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C., 2001. The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá Bay, Brazil, p. 131-145. *In*: SEELIGER, U. & KJERFVE, B. (Eds). Coastal Marine Ecosystems of Latin America. Berlin, Springer-Verlag, 360p.

LAUT, L. L. M.; FIGUEIREDO Jr., A. G.; SANTOS, V. F. & SILVEIRA, O. F., 2005. Levantamento das espécies de foraminíferos e tecamebas do estuário do Rio Araguari, Amapá – Brasil *In: Congresso da Abequa*, 10, Guarapari. Anais.CD-ROOM.

LEÃO, C. J.; LEIPNITZ, I. I.; HANSEN, M. A. F.; FERREIRA, F.; GIOVANONI, L. & SILVA, J. L. L., 2005. Amebas testáceas (Protozoa : Rhizopoda) do Capão do Leão: um estudo sazonal da fauna. *In: Congresso da Abequa*, 10, Guarapari. Anais. CD-ROOM.

LE CADRE, V.; DEBENAY, J.-P., LESOURD, M., 2003. Low pH effects on *Ammonia baccarii* test deformation: implications for using test deformations as a pollution indicator. **Journal of Foraminiferal Research**, v. 33, n. 1, p. 1–9.

LE CADRE, V.; DEBENAY, J.-P., 2006. Morphological and cytological responses of *Ammonia* (foraminifera) to cooper contamination: Implication for the use of foraminifera as bioindicators of pollution. **Environmental Pollution**, v. 143, n. 2, p. 304-317.

LIM, C. H. & FLINT, K. P., 1989. The effects of nutrients on the survival of *Escherichia coli* in lake water. **Journal of Applied Microbiology**, v. 66, p. 559–569.

LIPPS, J.H., 1983. Biotic interactions in benthic foraminifera. In: Tevesz, M.J.S., Mc CALL, P.L. (Eds.), **Biotic interactions in recent and fossil benthic communities**. Plenum Press, New-York, pp. 331–373.

LOEBLICH Jr. A. R. & TAPPAN, H., 1988. **Foraminiferal genera and their classification**. Van Nostrand Reinhold, New York, 1-2. 970p.

MAACK, R. (1981). **Geografia física do Estado do Paraná**. 2a ed., J. Olympio/Curitiba: Secretaria da Cultura e Esporte do Estado do Paraná, 450p.

MCCARTHY, F. M. G., COLLINS, E. S., MCANDREWS, J. H., KERR, H. A., SCOTT, D. B., & MEDIOLI, F. S., 1995. A comparison of postglacial Arcellacean (“Thecamoebian”) and pollen succession in Atlantic Canada, illustrating the potential of arcellaceans for paleoclimatic reconstruction. **Journal of Paleontology**, v. 69, p. 980-993.

MEDEIROS, N. L., 2004. **Qualidade da água freática e dos córregos da comunidade de Encantadas – Ilha do Mel – Pr.** 85f. Dissertação (Geologia Ambiental), Setor de Ciências da Terra, Universidade federal do Paraná, Curitiba.

MEDIOLI, F. S. & SCOTT, D. B., 1998. Lacustrine thecamoebians (mainly arcellaceans) as potential tools for palaeolimnological interpretations. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 62, n. 1-4, p. 361-386.

MIQUELANTE, F. A., 2007. **Distribuição espaço-temporal de bactérias heterotróficas totais, coliformes totais e *Escherichia coli* em sedimentos superficiais da região entremarés da Ilha do Mel, Paraná (BR)**. 73f.

Monografia (Curso de Graduação em Oceanografia), Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. Pontal do Paraná.

MOJTAHID, M.; JORISSEN, F.; DURRIEU, J.; GALGANI, F.; HOWA, H.; REDOIS, F.; CAMPS, R., 2006. Benthic foraminifera as bio-indicators of drill cutting disposal in tropical east Atlantic outer shelf environments. **Marine Micropaleontology**, v. 61, n. 1/3, p. 58–75.

MORVAN, J.; LE CADRE, V.; JORISSEN, F. J.; DEBENAY, J. P., 2004. Foraminifera as potential bio-indicators of the “Erika” oil spill in the Bay of Bourgneuf: Field and experimental studies. **Aquatic Living Resources**, v. 17, n. 3, p. 317-322.

MOJTAHID, M.; JORISSEN, F.; PEARSON, T. H., 2008. Comparison of benthic foraminifera and macrofaunal responses to organic pollution in the Firth of Clyde (Scotland). **Marine Pollution Bulletin**, v. 56, p. 42-76.

MURRAY, J. W., 1973. **Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids**. London: Heinemann Educational Books Ltda.

MURRAY, J. W., 1991. **Ecology and Paleoecology of Benthic Foraminifera**. Logman Scientific & Technical. London. p. 397.

NEIL, M., 2004. Microbiological indices for total coliform and E. coli bacteria in estuarine waters. **Marine Pollution Bulletin**, v. 49, n 9-10, p. 752-760.

NOBLE, R. T., LEE, I. M. & SCHIFF, K. C., 2004. Inactivation of indicator micro-organisms from various sources of faecal contamination in seawater and freshwater. **Journal of Applied Microbiology**, v. 96, p. 464–472.

OBIRI-DANSO, K. & JONES, K., 1999. Distribution and seasonality of microbial indicators and thermophilic campylobacters in two freshwater bathing sites on the River Lune in northwest England. **Journal of Applied Microbiology**, v. 87, p. 822–832.

OBIRI-DANSO, K. & JONES, K., 2000. Intertidal sediments as reservoirs for hippurate negative campylobacters, salmonellae and faecal indicators in three EU recognized bathing waters in North West England. **Water Research**, v. 34, n. 2, p. 519-527.

ODGEN, C. G. & HEDLEY, R. H., 1980. An atlas of freshwater testate amoebae. Oxford/London: **British Museum (Natural History)**. Oxford University Press. 222p.

OLIVEIRA, D., 1999. **Análise ambiental dos canais da bacia hidrográfica do Rio Itanhaém – SP, Brasil, com base em tecamebas e foraminíferos**. Dissertação (mestrado em Geociências), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Paulista “Júlio Mesquita Filho”. 243p.

PANIERI, G., 2005. Benthic foraminifera associated with a hydrocarbon seep in the Rockall Trough (NE Atlantic). **Geobios**, v. 38, n. 2, p. 247–255.

- PARANÁ, 1996. Plano de Gestão Integrado da Ilha do Mel. **Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos**. Curitiba.
- PASCUAL, A., RODRIGUEZ-LAZARO, J., MARTÍN-RUBIO, M., JOUANNEAU, J. M., WEBER, O., 2008. A survey of the benthic microfauna (foraminifera, Ostracoda) on the Basque shelf, southern Bay of Biscay. **Journal of Marine Systems**, v. 72, n. 1-4, p. 35–63.
- PASCAL, P-Y; DUPUY, C.; RICHARD, P. & NIQUIL, N., 2008. Bacterivory in the common foraminifer *Amonia tepida*: Isotope tracer experiment and the controlling factors. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 359, p. 55-61.
- PATERSON, R. T. & KUMAR, A., 2000a. Assessment of Arcellacean (thecamoebians) assemblages, species, and strains as contaminant indicators in James Lake, northeastern Ontario, Canada. **Journal of Foraminifera Research**. v. 30, p. 310-320.
- PATERSON, R. T. & KUMAR, A., 2000b. Use of Arcellacea (Thecamoebians) to gauge levels of contamination and remediation in industrially polluted lakes. *In*: MARTIN, R. E. (Ed.). **Topics in Geobiology**, vol. 15, Environmental Micropaleontology. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- PATERSON, R. T.; DALBY, A.; KUMAR, A.; HENDERSON, L. A.; BOUDREAU, E. A. R., 2002. Arcellaceans (thecamoebians) as indicators of land-use change: settlement history of the Swan Lake area, Ontario as a case study. **Journal of Paleolimnology**. v.28, p. 297-316.
- PEARSON, T. H. & ROSENBERG, R., 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of marine environment. **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**, v. 16, p. 229-311.
- PORSANI, M. V., 2007. **Variabilidade especial de fungos da região entremarés da Ilha do Mel – Paraná**. Monografia (Curso de Graduação Ciências Biológicas), Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 36p. + anexos.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org>.
- RESIG, J. M., 1960. Foraminiferal ecology around ocean outfalls off southern California. *In*: PERSON, E. (Ed.). **Disposal in the Marine Environment**. London: Pergamon Press. p. 104-121.
- RODA, F. N. D., 2005. **Foraminíferos e tecamebas da Baía de Guaratuba (Paraná, Brasil)**. 23p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba.

RODRIGUES, A. R.; EICHLER, P. P. B. & EICHLER, B. B., 2003. Utilização de foraminíferos no monitoramento do canal de Bertiooga (SP, BRASIL). **Atlântica, Rio Grande**, n.25, v. 1, p. 35-51.

ROLL, B. M. & FUJIOKA, R. S., 1997. Sources of faecal indicator bacteria in a brackish tropical stream and their impact on recreational water quality. **Water Science. Technical**, v. 35, p. 179–186.

ROE, H. M., PATTERSON, R. T. & SWINDLES, G. T. 2009. Controls on the contemporary distribution of lake thecamoebians (testate amoebae) within the Greater Toronto Area and their potential as water quality indicators. **Journal of Paleolimnology**, v. 43, n. 4, p. 955-975.

SAMIR, A. M., 2000. **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.

SAMIR, A. M.; EL-DIN, A. B., 2001. Benthic foraminiferal assemblages and morphological abnormalities as pollution proxies in two Egyptian bays. **Marine Micropaleontology**, v. 41, n. 3/4, p. 193-227.

SAVICHTCHEVA, O & OKABE, S., 2006. Alternative indicators of fecal pollution: Relations with pathogens and conventional indicators, current methodologies for direct pathogen monitoring and future application perspectives. **Water Research**, v. 40, n. 13, p. 2463-2476.

SCHAFFER, C. T.; COLLINS, E. S.; SMITH, J. N., 1991. 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.

SCHLEGEL, H. G. (Ed.), 1993. **General Microbiology**. 7^a ed. Cambridge University Press. 655 p.

SEIGLIE, G. A. 1968. Foraminiferal assemblages as indicators of high organic content in sediments and of polluted waters. **American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, v. 52, n. 11, p.2231-2241.

SEN GUPTA, B. K.; PLATON, E.; BERNHARD, J. M.; AHARON, P., 1997. Foraminiferal colonization of hydrocarbon-seep bacterial mats and underlying sediment, Gulf of Mexico slope. **Journal of Foraminiferal Research**, v. 27, n. 4, p. 292–300.

SEN GUPTA, B. K., 1999. Foraminifera in marginal marine environments. *In*: SEN GUPTA, B. K. (Ed.). **Modern Foraminifera**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. p. 141–159.

SERANDREI-BARBERO, R.; ALBANI, A.; DONNICI, S.; RIZZETTO, F., 2006. Past and recent sedimentation rates in the Lagoon of Venice (Northern Italy). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 69, n. 1-2, p. 255-269.

SHIBATA, T., SOLO-GABRIELE, H. M., FLEMING, L. E. & ELMIR, S., 2004. Monitoring marine recreational water quality using multiple microbial indicators in an urban tropical environment. **Water Research**, v. 38, p.3119–3131.

SILVA, C. E., 2008. **Associações de foraminíferos bentônicos recentes da costa setentrional do Rio Grande do Norte (Brasil) e suas correlações com os parâmetros ambientais**. Monografia (Curso de Graduação em Oceanografia), Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 113p.

SIQUEIRA, A.; GODINHO, M. J. L.; KOLM, H. E. & MACHADO, E. C., 2009. Evaluation of the water quality of tidal creeks of Pontal do Paraná, Paraná, Brazil. **Brazilian Archives of biology and Technology**, v. 52, n. 2, p. 483-492.

SOLO-GABRIELE, H. M.; WOLFERT, M. A.; DESMARAIS, T. R. & PALMER, C. J., 2000. Sources of *Escherichia coli* in a coastal subtropical environment. **Applied Environmental Microbiology**, v.66, p. 230–237.

SPERB, M. P. & TEIXEIRA, R. M., 2007. A gestão dos resíduos sólidos na Ilha do Mel, PR: um estudo exploratório sobre o tratamento dado por meios de hospedagem e pelo setor público. IX ENGEMA - Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Curitiba.

STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R., 1972. A practical handbook of seawater analysis. **Fisheries Research Board of Canada**, v. 167, 311p.

TANIGUCHI, G. M.; BICUDO, D. C. & SENNAB, P. A. C., 2004. Abiotics variables in littoral-limnetic gradient of an oxbow lake of Mogi-Guaçu river floodplain, southeastern, Brazil. **Brazilian Archives of biology and Technology**, v. 47, p 961-971.

UCHIO, T. 1960. Ecology of living benthonic foraminifera from the San Diego, California area. **Cushman Foundation for Foraminiferal Research Special Publication**, v. 5, p. 1-72.

UEHARA, R. S.; DULEBA, W.; PETRI, S.; MAHIQUES, M. M.; RODRIGUES, M., 2007. Micropaleontologia e sedimentologia aplicadas à análise paleoambiental: um estudo de caso em Cananéia, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 10, n. 3, p. 137-150.

VAN der STEEN, P.; BRENNER, A.; SHABTAL, Y. & ORON, G., 2000. Improved fecal coliform decay in integrated duckweed and algal ponds. **Water Science Technology**, v. 42, p. 363–370.

VILELA, C. G.; BATISTA, D. S.; BAPTISTA-NETO, J. A.; CRAPEZ, M.; MCALLISTER, J. J., 2004. 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.

- WATKINS, J.G., 1961. Foraminiferal ecology around the Orange County, California, ocean sewage outfall. **Micropaleontology**, v. 7, n. 2, p. 199-206
- WHEELER-ALM, E., BURKE, J. & SPAIN, A., 2003 Fecal indicator bacteria are abundant in wet sand at freshwater beaches. **Water Research**, v. 37, p. 3978–3982.
- WHITMAN, R. L. & NEVERS, M. B., 2003. Foreshore sand as a source of *Escherichia coli* in nearshore water of a Lake Michigan beach. **Applied Environmental Microbiology**, v. 69, p. 5555–5562.
- WINKLER, L. W., 1888. Die Bestimmung des in Wasser gelösten Sauerstoffes. **Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft**, v. 21, p. 2843-2855.
- YANKO, V.; KRONFELD, J.; FLEXER, A. 1994. Response of benthic foraminifera to various pollution sources: implications for pollution monitoring. **Journal of Foraminiferal Research**, v. 24, n. 1, p. 1–17.
- YANKO, V.; AHMAD, M.; KAMINSKI, M., 1998. Morphological deformities of benthic foraminiferal tests in response to pollution by heavy metals: implication for pollution monitoring. **Journal of Foraminiferal Research**, v. 28, n. 3, p. 177–200.
- ZALESNY, E. R., 1959. Foraminiferal ecology of Santa Monica Bay, California. **Micropaleontology**, v. 5, n. 1, p. 101–26

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - VALORES, POR RÉPLICA, DE MATÉRIA ORGÂNICA (MO) E CARBONATOS DE CÁLCIO NAS QUATRO ESTAÇÕES AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL.

Estação	MO (%)	Carbonatos (%)	Estação	MO (%)	Carbonatos (%)
EM1 DZ	0,86	1,60	CC1 FV	1,73	4,68
EM2 DZ	1,65	0,75	CC2 FV	2,18	3,75
EM3 DZ	1,47	1,12	CC3 FV	1,38	1,22
CM1 DZ	1,05	7,90	EC1 FV	1,41	1,31
CM2 DZ	2,02	3,37	EC2 FV	2,54	2,03
CM3 DZ	0,75	3,21	EC3 FV	1,74	1,30
CC1 DZ	0,19	1,23	EM1 MR	0,56	5,20
CC2 DZ	0,67	0,29	EM2 MR	3,90	4,93
CC3 DZ	1,66	1,31	EM3 MR	1,23	3,78
EC1 DZ	0,10	0,29	CM1 MR	2,46	0,94
EC2 DZ	0,57	0,95	CM2 MR	0,66	2,31
EC3 DZ	0,92	1,32	CM3 MR	1,60	1,13
EM1 JA	1,89	1,58	CC1 MR	1,69	1,77
EM2 JA	4,38	1,73	CC2 MR	1,69	1,77
EM3 JA	1,03	1,88	CC3 MR	1,20	2,37
CM1 JA	2,84	1,88	EC1 MR	2,15	1,33
CM2 JA	2,83	1,33	EC2 MR	2,53	1,70
CM3 JA	0,83	1,81	EC3 MR	1,13	1,20
CC1 JA	2,11	1,67	EM1 AB	0,86	1,33
CC2 JA	0,96	4,29	EM2 AB	0,76	0,95
CC3 JA	1,70	4,23	EM3 AB	1,24	0,76
EC1 JA	1,37	1,14	CM1 AB	0,19	0,86
EC2 JA	1,39	0,94	CM2 AB	0,57	1,05
EC3 JA	0,38	1,14	CM3 AB	1,85	0,76
EM1 FV	2,46	2,30	CC1 AB	0,86	0,86
EM2 FV	4,26	1,57	CC2 AB	0,48	0,29
EM3 FV	1,03	1,68	CC3 AB	0,86	1,24
CM1 FV	1,70	7,56	EC1 AB	0,38	0,10
CM2 FV	1,74	2,26	EC2 AB	1,24	0,19
CM3 FV	1,93	3,00	EC3 AB	0,67	3,52

APÊNDICE 2 – VALORES, POR RÉPLICA, DOS PARÂMETROS HIDROQUÍMICOS NAS QUATRO ESTAÇÕES AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL.

Estação	pH	Sal	Temp °c	O.D. (mL.L ⁻¹)	Plu (mm)	Estação	pH	Sal	Temp °c	O.D. (mL.L ⁻¹)	Plu (mm)
EM1 DZ	8,10	30	25	5,36	31,4	CC1 FV	6,21	0	23	4,53	14,8
EM2 DZ	8,15	30	25	5,38	31,4	CC2 FV	6,26	0	23	4,75	14,8
EM3 DZ	8,15	30	25	5,41	31,4	CC3 FV	6,07	0	23	4,65	14,8
CM1 DZ	8,18	30	26	6,00	31,4	EC1 FV	6,56	10	25	0,44	14,8
CM2 DZ	8,16	30	26	5,25	31,4	EC2 FV	6,63	16	25	0,00	14,8
CM3 DZ	8,17	30	26	5,30	31,4	EC3 FV	6,68	6	25	0,67	14,8
CC1 DZ	6,30	0	21	4,58	31,4	EM1 MR	7,79	30	27	4,66	0,2
CC2 DZ	6,19	0	21	4,62	31,4	EM2 MR	7,90	30	27	4,45	0,2
CC3 DZ	6,13	0	21	4,57	31,4	EM3 MR	7,93	30	27	4,39	0,2
EC1 DZ	6,84	9	22,5	0,59	31,4	CM1MR	7,99	30	27	4,45	0,2
EC2 DZ	6,81	2	22,5	2,05	31,4	CM2MR	8,00	30	27	4,73	0,2
EC3 DZ	6,79	14	22,5	0,00	31,4	CM3MR	8,04	30	27	5,01	0,2
EM1 JA	7,92	28	28	5,12	26,2	CC1 MR	6,25	0	24	5,23	0,2
EM2 JA	7,98	28	28	5,16	26,2	CC2 MR	5,99	0	24	5,07	0,2
EM3 JA	7,97	28	28	5,22	26,2	CC3 MR	5,89	0	24	5,06	0,2
CM1 JA	8,01	26	29	4,89	26,2	EC1 MR	6,62	9	26	1,58	0,2
CM2 JA	8,00	26	29	4,83	26,2	EC2 MR	6,71	9	26	1,90	0,2
CM3 JA	8,04	26	29	4,78	26,2	EC3 MR	6,73	19	26	0,54	0,2
CC1 JA	6,44	0	24	3,61	26,2	EM1 AB	8,04	33	25	6,88	57,6
CC2 JA	6,31	0	24	3,66	26,2	EM2 AB	8,23	33	25	6,66	57,6
CC3 JA	6,14	0	24	3,65	26,2	EM3 AB	8,22	33	25	6,51	57,6
EC1 JA	6,76	0	27	0,75	26,2	CM1 AB	8,23	33	24	6,48	57,6
EC2 JA	6,78	2	28	0,00	26,2	CM2 AB	8,25	33	24	5,56	57,6
EC3 JA	6,90	0	27	1,37	26,2	CM3 AB	8,23	33	24	6,70	57,6
EM1 FV	7,83	30	26	4,54	14,8	CC1 AB	6,14	0	21	6,33	57,6
EM2 FV	7,94	30	26	4,61	14,8	CC2 AB	6,02	0	21	6,23	57,6
EM3 FV	8,01	30	26	4,47	14,8	CC3 AB	5,90	0	21	6,61	57,6
CM1 FV	8,06	27	26	4,08	14,8	EC1 AB	6,65	0	22	2,76	57,6
CM2 FV	8,00	27	26	4,31	14,8	EC2 AB	6,63	0	22	0,00	57,6
CM3 FV	8,06	26	26	4,46	14,8	EC3 AB	6,63	0	22	2,97	57,6

Sal = salinidade; Temp = temperatura; O. D. = oxigênio dissolvido; Plu = pluviosidade

APÊNDICE 3 – VALORES ($\mu\text{mol/L}$), POR RÉPLICA, DAS CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES NAS QUATRO ESTAÇÕES AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRAL.

Estação	PO_4^{3-}	NO_2^-	NO_3^-	SiOH	NH_4	MPS	N-t	P-t
EM1 DZ	0,46	0,08	0,72	10,30	0,59	34,98	10,87	0,68
EM2 DZ	0,44	0,07	0,74	11,68	0,46	34,34	9,47	0,58
EM3 DZ	0,46	0,08	0,57	11,46	0,27	32,10	10,62	0,60
CM1 DZ	0,48	0,03	0,41	9,36	0,47	36,18	11,77	0,95
CM2 DZ	0,44	0,11	0,55	11,16	0,61	45,42	9,79	1,39
CM3 DZ	0,69	0,08	0,58	10,80	0,47	51,06	11,67	0,89
CC1 DZ	0,35	0,10	0,89	28,75	0,44	0,10	10,06	0,38
CC2 DZ	0,18	0,09	0,78	19,10	0,44	0,10	11,46	0,29
CC3 DZ	0,23	0,14	0,76	16,85	0,49	0,10	12,29	0,44
EC1 DZ	22,49	2,56	27,15	137,73	13,62	29,68	31,95	9,72
EC2 DZ	17,84	1,73	43,40	236,39	16,26	0,10	32,15	16,60
EC3 DZ	17,68	1,04	10,54	93,62	16,10	15,49	33,23	11,95
EM1 JA	0,59	0,04	0,94	10,25	1,26	26,48	22,22	0,48
EM2 JA	0,52	0,03	0,82	10,78	0,95	19,63	36,88	1,15
EM3 JA	0,52	0,04	0,86	10,63	0,77	33,48	23,20	0,89
CM1 JA	0,54	0,03	0,79	10,71	0,89	32,53	22,66	0,77
CM2 JA	0,54	0,03	0,80	15,83	1,05	30,28	21,42	1,06
CM3 JA	0,49	0,02	0,99	10,02	0,88	32,78	23,12	0,81
CC1 JA	0,15	0,07	1,12	252,72	3,54	0,10	23,36	0,53
CC2 JA	0,28	0,06	1,04	255,92	0,89	0,10	23,75	0,49
CC3 JA	0,27	0,06	1,56	259,36	1,23	0,10	22,17	0,62
EC1 JA	44,59	1,72	12,12	305,12	28,29	0,10	36,76	46,80
EC2 JA	61,44	1,25	10,23	333,19	31,62	4,53	37,25	58,73
EC3 JA	29,67	2,59	10,57	241,19	14,70	0,10	37,12	28,68
EM1 FV	0,28	0,10	1,10	7,35	1,46	39,78	11,67	0,70
EM2 FV	0,26	0,07	0,86	8,98	2,26	40,34	8,84	0,53
EM3 FV	0,23	0,13	1,61	8,74	3,10	35,90	11,49	0,49
CM1 FV	0,24	0,23	0,94	12,17	2,04	30,58	11,60	0,65
CM2 FV	0,27	0,24	1,02	14,67	3,85	30,82	9,86	0,46
CM3 FV	0,28	0,08	0,94	10,07	1,07	29,46	15,32	0,62
CC1 FV	0,24	0,17	1,92	9,38	1,51	0,10	12,66	0,17
CC2 FV	0,21	0,18	1,88	8,18	1,10	0,39	13,79	0,33
CC3 FV	0,21	0,16	1,85	7,37	1,35	0,10	10,79	0,32
EC1 FV	16,00	1,30	3,29	76,41	99,91	16,18	40,96	13,55
EC2 FV	11,05	1,25	3,31	46,21	136,17	21,18	41,85	7,79
EC3 FV	28,55	2,54	4,08	69,58	179,43	5,70	35,29	19,81
EM1 MR	0,40	0,07	0,87	12,84	1,35	28,74	14,82	0,93
EM2 MR	0,37	0,10	0,68	11,29	1,39	30,94	9,82	0,78
EM3 MR	0,36	0,07	0,82	10,64	0,93	28,98	12,08	0,87
CM1 MR	0,36	0,08	0,78	11,55	0,88	21,14	9,15	0,91
CM2 MR	0,40	0,09	0,75	13,30	1,30	23,24	12,18	0,94
CM3 MR	0,31	0,06	0,75	12,66	1,33	26,34	9,08	0,73
CC1 MR	0,36	0,21	2,26	11,66	1,34	1,28	10,79	0,43
CC2 MR	0,22	0,17	2,09	11,19	1,09	2,21	10,73	0,37
CC3 MR	0,34	0,28	2,07	9,54	2,14	2,18	10,56	0,33
EC1 MR	6,33	1,55	11,87	106,03	87,48	12,31	35,52	4,96
EC2 MR	7,78	2,79	7,33	135,15	108,85	13,88	34,00	5,75
EC3 MR	7,68	2,11	5,70	103,04	93,59	16,51	35,13	6,20

PO_4^{3-} = fosfato; NO_2^- = nitrito; NO_3^- = nitrato; SiOH = silicato; NH_4 = amônia; MPS = material particulado em suspensão; N-t = nitrogênio total; P-t = fósforo total

Apêndice 3 - continuação

Estação	PO ₄ ³⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃	SiOH	NH ₄	MPS	N-t	P-t
EM1 AB	0,26	0,32	1,10	15,89	1,62	34,06	17,96	0,55
EM2 AB	0,28	0,24	0,98	13,58	1,02	32,81	18,19	0,51
EM3 AB	0,32	0,31	1,16	16,74	0,78	30,79	18,84	0,46
CM1 AB	0,49	0,37	1,34	18,26	0,90	36,69	18,13	0,47
CM2 AB	0,51	0,30	1,11	15,63	0,89	34,59	18,37	0,43
CM3 AB	0,40	0,36	1,27	16,91	1,02	67,01	18,50	0,59
CC1 AB	0,36	0,24	3,99	11,17	1,11	47,54	18,19	0,35
CC2 AB	0,26	0,17	3,91	11,91	1,02	18,56	18,50	0,34
CC3 AB	0,28	0,16	4,00	9,13	10,43	18,04	18,44	0,43
EC1 AB	18,28	9,00	25,35	98,64	81,40	27,11	36,49	13,22
EC2 AB	7,55	2,52	16,48	198,08	89,35	26,28	37,33	5,52
EC3 AB	17,92	9,59	24,31	76,35	74,81	66,81	31,25	13,95

PO₄³⁻ = fosfato; NO₂⁻ = nitrito; NO₃ = nitrato; SiOH = silicato; NH₄ = amônia; MPS = material particulado em suspensão; N-t = nitrogênio total; P-t = fósforo total

APÊNDICE 4 – ESPÉCIES E RESPECTIVAS ABREVIÇÕES USADAS NO CCA

Espécies	Abreviação	Espécies	Abreviação
Ammobaculites dilatatus	Amb.dil	Diffugia corona	Dif.cor
Ammobaculites exiguus	Amb.exi	Diffugia oblonga "bryophila"	Dif.bry
Ammonia multigranulata	Amm.mul	Diffugia oblonga "glans"	Dif.gla
Ammonia parkinsoniana	Amm.par	Diffugia oblonga "oblonga"	Dif.obl
Ammonia tepida	Amm.tep	Diffugia oblonga "lanceolata"	Dif.lan
Ammonia sp.	Amm.sp	Diffugia oblonga "tenuis"	Dif.ten
Bolivina spp.	Bol.spp	Diffugia protaeformis "acuminata"	Dif.acu
Buliminella elegantissima	Bul.ele	Diffugia protaeformis "claviformis"	Dif.cla
Caronia exilis	Car.exi	Loboforamina sp.	Lob.sp
Caronia paranaguaensis	Car.par	Oopyxis sp.	Oop.sp
Caronia sp.	Car.sp	Pontigulasia compressa	Pon.com
Chitinosaccus sp.	Chi.sp	Trigonopyxis arcua	Tri.arc
Criboelphidium galvestonense	Cri.gal	Indeterminados	Ind
Criboelphidium gunteri	Cri.gun		
Criboelphidium poeyanum	Cri.poe		
Criboelphidium sp.	Cri.sp		
Discorbis	Dis		
Eggerella sp.	Egg.sp		
Elphidium advenum	Elp.adv		
Hopkinsina atlantica	Hop.atl		
Paratrochammina sp.	Par.sp		
Paratrochammina spp.	Par.spp		
Polysaccammina ipohalina	Pol.ipo		
Portatrochammina sp.	Por.sp		
Prolixoplecta earlandi	Pro.ear		
Reophax nana	Reo.nan		
Reophax sp.	Reo.sp		
Rosalina sp.	Ros.sp		
Spirilina sp.	Spi.sp		
Textularia palustris	Tex.pal		
Trochammina inflata	Tro.inf		
Trochammina sp.	Tro.sp		
Centropyxis aculeata "aculeata"	Cen.acu		
Centropyxis aculeata "discoides"	Cen.dis		
Centropyxis constricta "aerophila"	Cen.aer		
Cyclopyxis impressa	Cyc.imp		
Cyclopyxis sp.	Cyc.sp		

APÊNDICE 5 – LISTA TAXONÔMICA DE TECAMEBAS E FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS VIVOS REGISTRADOS NESSE ESTUDO

Reino PROTISTA

Filo SARCOMASTIGOPHORA Honigberg & Balamothe, 1963

Classe GRANULORETICULOSA de Saedeleer

Ordem FORAMINIFERIDA Eichwald, 1830

Subordem ALLOGROMIINA Loeblich & Tappan, 1961

Família ALLOGROMIIDAE Rhumbler, 1904

Subfamília ALLOGROMIINAE Rhumbler, 1904

Gênero *Chitinosaccus* Smitter, 1956

Chitinosaccus sp.

Subordem TEXTULARIINA Delage & Hérouard, 1896

Superfamília ASTORRHIZACEA Brady, 1881

Família POLYSACCAMMINIDAE Loeblich & Tappan, 1984

Gênero *Polysaccammina* Scott, 1976

Polysaccammina ipohalina Scott, 1976

Superfamília RZEHAKINACEA Cushman, 1933

Família RZEHAKINIDAE Cushman, 1933

Gênero *Miliammina* Heron-Allen & Earland, 1930

Miliammina fusca (Brady, 1870)

Superfamília HORMOSINACEA Haeckel, 1894

Família HORMOSINIDAE Haeckel, 1894

Subfamília REOPHACINAE Cushman, 1910

Gênero *Reophax* de Montfort, 1808

Reophax nana Rhumbler, 1911

Reophax sp.

Superfamília LITUOLACEA de Blainville, 1827

Família LITUOLIDAE de Blainville, 1827

Subfamília AMMOMARGINULININAE Podobina, 1978

Gênero *Ammobaculites* Cushman, 1910

Ammobaculites dilatatus Cushman & Brönnimann, 1948

Ammobaculites exiguus Cushman & Brönnimann, 1948

Superfamília SPIROPECTAMMINACEA Cushman, 1927

Família SPIROPECTAMMINIDAE Cushman, 1927

Subfamília SPIROPECTAMMININAE Cushman, 1927

Gênero *Palustrella* Brönnimann, Whittaker & Zaninetti, 1992

Palustrella palustris (Warren, 1957)

Superfamília TROCHAMMINACEA Schwager, 1877

Família TROCHAMMINIDAE Schwager, 1877

Subfamília TROCHAMMININAE Schwager, 1877

Gênero *Paratrochammina* Brönnimann, 1979

- Paratrochammina* sp.
Paratrochammina spp.
 Gênero *Portatrochammina* Echols, 1971
Portatrochammina sp.
 Gênero *Trochammina* Parker and Jones, 1859
Trochammina inflata (Montagu, 1808)
Trochammina sp.
- Superfamília VERNEUILINACEA Cushman, 1911
 Família PROLIXOPLECTIDAE Loeblich & Tappan, 1985
 Gênero *Prolixoplecta* Loeblich & Tappan, 1985
Prolixoplecta ? earlandi (Parker, 1952)
- Família REOPHACELLIDAE Mikhalevich & Kaminski 2000
 Subfamília CARONIINAE Brönnimann, Whittaker & Zaninetti, 1992
 Gênero *Caronia* Brönnimann, Whittaker & Zaninetti, 1992
Caronia exilis (Cushman & Brönnimann, 1948)
Caronia paranaguaensis (Closs & Madeira, 1966)
Caronia sp.
- Superfamília TEXTULARIACEA Ehrenberg, 1838
 Família EGGERELLIDAE Cushman, 1937
 Subfamília EGGERELLINAE Cushman, 1937
 Gênero *Eggerella* Cushman, 1935
Eggerella sp.
- Família TEXTULARIIDAE Ehrenberg, 1838
 Subfamília TEXTULARIINAE Ehrenberg, 1838
 Gênero *Bigenerina* d'Orbigny, 1826
Bigenerina irregularis Phleger & Parker, 1951
Bigenerina sp.
- Gênero *Textularia* DeFrance, 1824
Textularia sp.
- Subordem SPIRILLININA Hohenegger & Piller, 1975
 Família SPIRILLINIDAE Reuss & Fritsch, 1861
 Gênero *Spirillina* Ehrenberg, 1843
Spirillina sp.
- Subordem ROTALIINA Delage & Hérouard, 1896
 Superfamília BOLIVINACEA Glaessner, 1937
 Família BOLIVINIDAE Glaessner, 1937
 Gênero *Bolivina* d'Orbigny, 1839
Bolivina compacta Sidebottom, 1905
Bolivina doniezi Cushman and Wickenden, 1929
Bolivina sliteri Sellier de Civrieux, 1976
Bolivina striatula Cushman, 1922
Bolivina spp.
- Superfamília TURRILINACEA Cushman, 1927

- Família STAINFORTHIIDAE Reiss, 1963
 Gênero *Hopkinsina* Howe & Wallace, 1932
Hopkinsina atlantica Cushman, 1944
- Superfamília BULIMINACEA Jones, 1875
 Família BULIMINELLIDAE Hofker, 1951
 Gênero *Buliminella* Cushman, 1911
Buliminella elegantissima (d'Orbigny, 1839)
- Família DISCORBIDAE Ehrenber, 1838
 Gênero *Discorbis* Lamarck, 1804
Discorbis sp.
- Família ROSALINIDAE Reiss, 1963
 Gênero *Rosalina* d'Orbigny, 1826
Rosalina sp.
- Superfamília NONIONACEA Schultze, 1854
 Família NONIONIDAE Schultze, 1854
 Subfamília NONIONINAE Schultze, 1854
 Gênero *Nonionella* Cushman, 1926
Nonionella sp.
 Gênero *Nonionoides* Saidova, 1975
Nonionoides grateloupii (d'Orbigny, 1839)
- Subfamília ASTRONIONINAE Saidova, 1981
 Gênero *Astrononion* Cushman & Edwards, 1937
Astrononion sp.
- Superfamília ROTALIACEA Ehrenberg, 1839
 Família ROTALIIDAE Ehrenberg, 1839
 Subfamília AMMONIINAE Saidova, 1981
 Gênero *Ammonia* Brünnich, 1772
Ammonia multigranulata Brant Ribeiro, 1970
Ammonia parkinsoniana (d'Orbigny, 1839)
Ammonia tepida (Cushman, 1926)
Ammonia sp.
- Família ELPHIDIIDAE Galloway, 1933
 Subfamília ELPHIDIINAE Galloway, 1933
 Gênero *Criboelphidium* Cushman & Bronnimann, 1948
Criboelphidium excavatum (Terquem, 1875)
Criboelphidium galvestonense (Kornfeld, 1931)
Criboelphidium gunteri (Cole, 1931)
Criboelphidium poeyanum (d'Orbigny, 1839)
Criboelphidium sp.
 Gênero *Elphidium* de Montfort, 1808
Elphidium advenum (Cushman, 1922)

Classe LOBOSA Carpenter, 1861

Ordem THECOLOBOSA Haeckel, 1878

Superfamília ARCELLACEA Ehrenberg, 1832

Família CENTROPYXIDIDAE Jung, 1942

Gênero *Centropyxis* Stein, 1859

Centropyxis aculeata aculeata (Ehrenberg, 1832)

Centropyxis aculeata discoides (Penard, 1890)

Centropyxis constricta aerophila (Deflandre, 1929)

Família PLAGIOPYXIDAE Bonnet, 1959

Gênero *Oopyxis* Jung, 1942

Oopyxis sp.

Família TRIGONOPYXIDAE Loeblich & Tappan, 1964

Gênero *Cyclopyxis* Deflandre, 1929

Cyclopyxis impressa Daday, 1905

Cyclopyxis sp.

Gênero *Trigonopyxis* Penard, 1912

Trigonopyxis arcula (Leidy, 1879)

Família HYALOSPHEIIDAE Schulze, 1877

Gênero *Heleopera* Leidy, 1879

Heleopera sphagni (Leidy, 1874)

Família DIFFLUGIIDAE Stein, 1859

Gênero *Diffugia* Leclerc in Lamarck, 1816

Diffugia corona Wallich, 1864

Diffugia oblonga bryophila (Penard, 1902)

Diffugia oblonga glans (Penard, 1902)

Diffugia oblonga lanceolata (Penard, 1890)

Diffugia oblonga oblonga Ehrenberg, 1832

Diffugia oblonga tenuis (Penard, 1890)

Diffugia protaeiformis acuminata (Ehrenberg, 1830)

Diffugia protaeiformis claviformis (Penard, 1899)

Diffugia sp.

Gênero *Lagenodiffugia* Mediolli & Scott, 1983

Lagenodiffugia vas (Leidy, 1874)

Gênero *Loboforamina* Jung, 1942

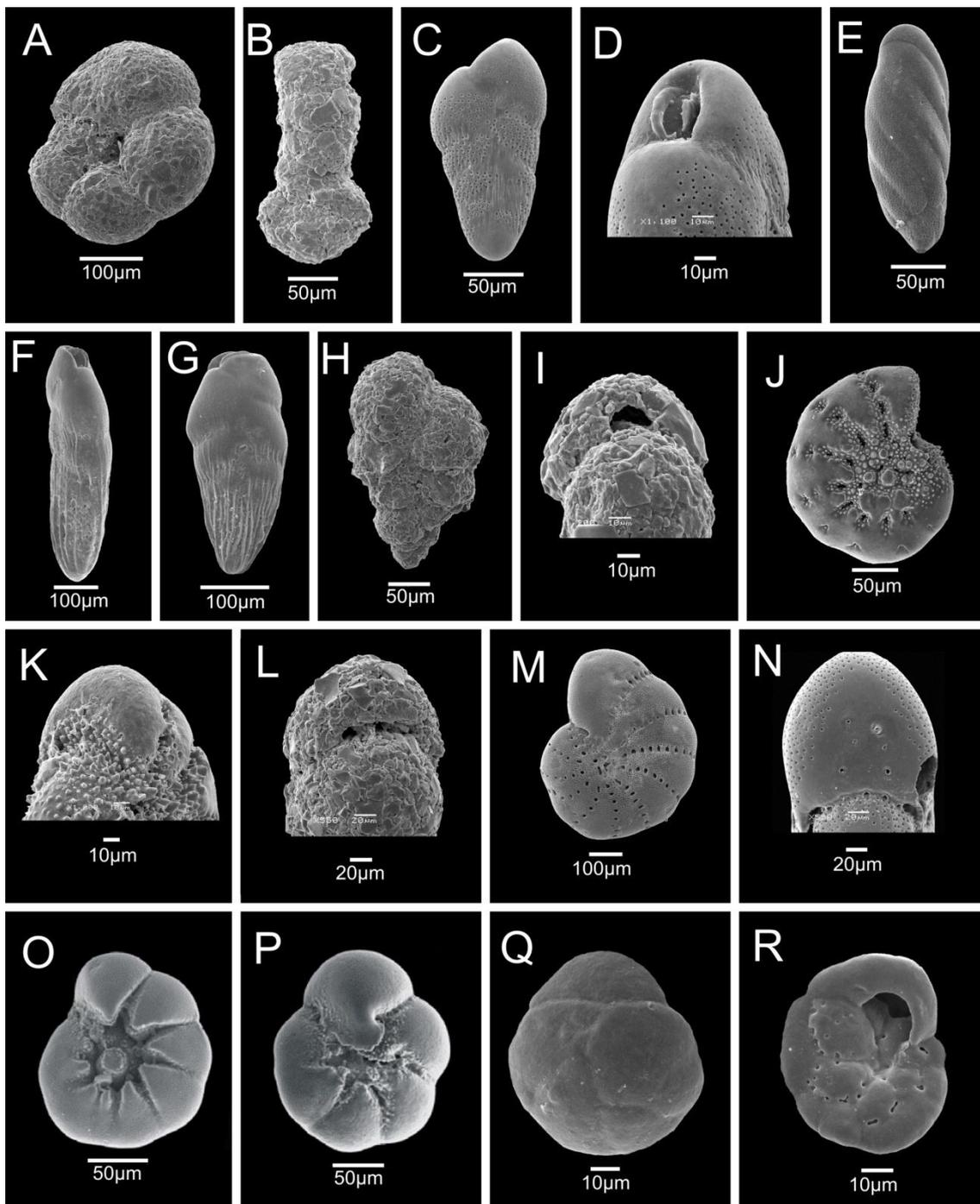
Loboforamina sp.

Gênero *Pontigulasia* Rhumbler, 1895

Pontigulasia compressa (Carter, 1864)

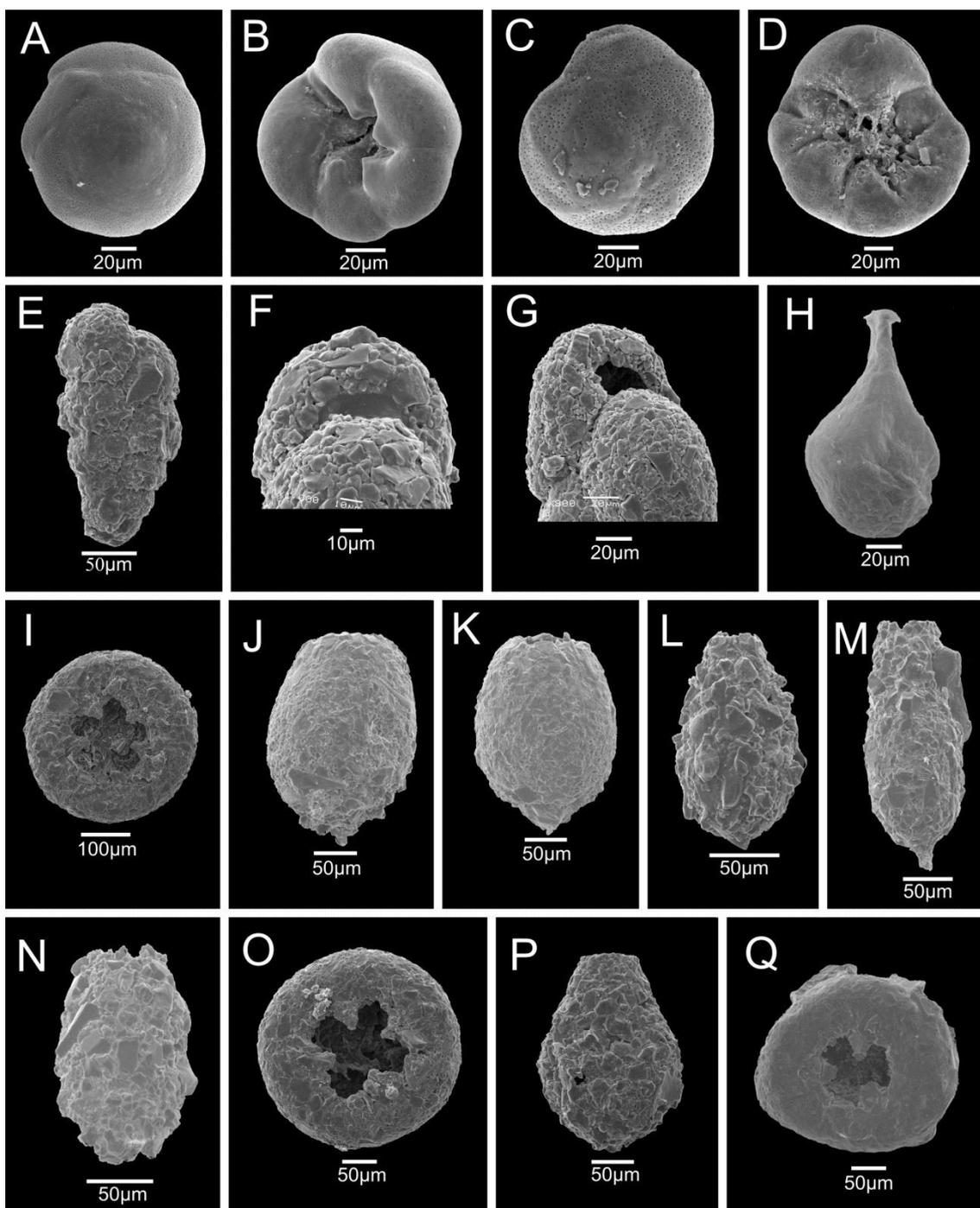
PRANCHAS

PRANCHA 1



PRANCHA 1- **A)** *Paratrochammina* sp; **B)** *Ammobaculites exiguus*; **C)** *Bolivina doniezi*; **D)** *Bolivina doniezi* abertura; **E)** *Buliminella elegantissima*; **F)** *Bolivina sliteri*; **G)** *Bolivina striatula*; **H)** *Caronia exilis*; **I)** *Caronia exilis* abertura; **J)** *Criboelphidium gunteri*; **K)** *Criboelphidium gunteri* abertura; **L)** *Caronia paranaguaensis* abertura; **M)** *Criboelphidium poeyanum*; **N)** *Criboelphidium poeyanum* abertura; **O)** *Ammonia parkinsoniana*; **P)** *Ammonia tepida*; **Q)** *Discorbis* sp.; **R)** *Discorbis* sp.

PRANCHA 2



PRANCHA 2 – **A)** *Rosalina* sp.; **B)** *Rosalina* sp. V; **C)** *Rosalina* sp1 vista dorsal; **D)** *Rosalina* sp1 vista ventral; **E)** *Textularia earlandi*; **F)** *Textularia earlandi* abertura; **G)** *Textularia palustris* abertura; **H)** *Chitinosaccus* sp.; **I)** *Cyclopyxis impressa*; **J)** *Diffflugia corona*; **K)** *Diffflugia oblonga* "glans"; **L)** *Diffflugia oblonga* "lanceolata"; **M)** *Diffflugia protaeiformis* "acuminata"; **N)** *Diffflugia protaeiformis* "claviformis"; **O)** *Loboforamina* sp.; **P)** *Pontigulasia compressa*; **Q)** *Trigonopyxis arcula*